

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Organo Oficial de la
Sociedad Latinoamericana de Nutrición

VOL 56

DICIEMBRE 2006

Nº 4

Contenido

Páginas

ARTICULOS GENERALES

Ovo: Conceitos, análises e controvérsias na saúde humana

Daiana Novello, Priscilla Franceschini, Daiana Aparecida Quintiliano, Paulo Roberto Ost 315

Tendência secular do crescimento em adolescentes do sexo masculino: ganho estatural e ponderal, estado nutricional e sua relação com a escolaridade

Salvador Bianka Caliman, Sylvia do Carmo Castro Franceschini, Silvia Eloiza Priore 321

TRABAJOS DE INVESTIGACION

Bioquímica Nutricional

Interferón-gamma e interleucina-10 sérica en niños anémicos con deficiencia de vitamina A

Jorymar Y. Leal, Haydée V. Castejón (†), Tania Romero, Pablo Ortega, Gisela Gómez, Daysi Amaya y Jesús Estévez... 329

Niveles séricos de homocisteína total y lipoproteínas en adultos jóvenes de áreas rurales y urbanas de Costa Rica

Ileana Holst-Schumacher, Rafael Monge-Rojas, Mauro Barrantes-Santamaría 335

Nutrición y Salud Pública

Infección por *Helicobacter pylori* (¹³C-UBT) y factores nutricionales y socioeconómicos asociados en escolares de estratos bajos de la ciudad de Valencia. Venezuela

Páez Valery M.C., Barón M.A. Solano L., Nadaff G., Boccio J. y Barrado A...... 342

Ciencia de Alimentos

Estudio de las modificaciones en proteínas de reineta (*Brama australis*), sometidas a congelación y almacenamiento a -18°C y -30°C

Lilian Abugoch, Vilma Quitral, Ma. Angélica Larraín, Julia Vinagre, Andrei Kriukov y Gloria Chávez 350

Aceptabilidad y calidad nutricional de una bebida a base de zumo de naranja y suero de leche, conservado con calor o campos eléctricos pulsados de alta intensidad

Amalia Mónico Pifarré, Olga Martín, María Luz de Portela, Silvia H. Langini, Adriana R. Weisstaub, Carola Greco y Patricia Ronayne de Ferrer 356

LatinFoods: Composición de Alimentos

Capacidad antioxidante de frutas y verduras cultivados en Chile

Héctor Araya L., Carolina Clavijo R. y Claudia Herrera 361

Tabela Brasileira de Composição de Alimentos TBCA-USP (Versões 3 e 4) no contexto internacional

Eliana Bistriche Giuntini, Franco M. Lajolo y Elizabete Wenzel de Menezes 366

Evaluación de harinas y almidones de mapuey (*Dioscorea trifida*), variedades blanco y morado

Lizet Bou Rached, Consuelo A. de Vizcarrondo, Alicia M. Rincón, Fanny Padilla 375

NOTAS 384

NUEVOS LIBROS 385

INFORMACION PARA LOS AUTORES 386

INDICE GENERAL DEL VOLUMEN 56,2006 394

INDICE DE AUTORES 398

INDICE DE MATERIAS 402

Ovo: Conceitos, análises e controvérsias na saúde humana

Daiana Novello, Priscilla Franceschini, Daiana Aparecida Quintiliano, Paulo Roberto Ost

UNICENTRO – Universidade Estadual do Centro-Oeste- PR. Brasil

RESUMO. O consumo de alimentos ricos em colesterol vem sendo relacionado como causador de doenças isquêmicas do coração. O ovo por conter grande quantidade de colesterol em sua gema, vem tendo seu consumo diminuído. É um alimento completo, rico em nutrientes, e economicamente acessível. O colesterol presente em sua gema, também possui propriedades importantes para o organismo. O presente trabalho teve como objetivo revisar as bibliografias científicas sobre o colesterol do ovo, descrevendo as possíveis causas sobre a saúde humana, seus efeitos quando estes são enriquecidos, e a composição química em relação ao seu perfil lipídico. Os dados utilizados para a pesquisa foram coletados através de investigações nacionais e internacionais. Através desses dados, pode-se identificar, na maioria dos estudos que o consumo do ovo, não obteve nenhuma relação com o risco de cardiopatias em pessoas saudáveis, porém, em pessoas com diabetes mellitus, os estudos mostraram-se escassos para qualquer tipo de conclusão sobre seu efeito. Quanto aos ovos enriquecidos com ômega 3, mostrou que estes possuem um efeito protetor contra o câncer, porém a adição destes no ovo não diminuem a quantidade de colesterol presente na gema. As diferentes tabelas de composição química dos alimentos mostraram-se diferentes quanto à composição das gorduras. Existe a necessidade de mais estudos para aprofundamento das conclusões sobre os efeitos do consumo do ovo enriquecido. As tabelas de composição química dos alimentos devem ser atualizadas continuamente para diminuição das discrepâncias encontradas entre os nutrientes.

Palavras-chave: Colesterol no ovo, doenças cardiovasculares, diabetes *mellitus*, câncer e ácido graxo ômega 3.

INTRODUÇÃO

O ovo por se tratar de um alimento completo e de alta qualidade e preço acessível, torna-se um alimento mundialmente consumido. Rico em proteínas de alto valor biológico, vitaminas do complexo B, A, E, K, minerais como ferro, fósforo, selênio e zinco, carotenóides como a luteína e zeaxantina, e também fonte importante de colina, um importante componente do cérebro (1). Demonstrando o seu incontestável valor nutricional, pode ser comparado ao leite materno, pois reúne todos os nutrientes necessários para a vida. Apesar dessa rica variedade de nutrientes, o ovo está sendo relacionado como causa de complicações cardiovasculares, devido à quantidade de colesterol presentes em sua gema (225mg/unidade), por isso seu consumo vem sendo reprovado (2-4).

SUMMARY. Egg: Concepts, analyses and controversies in the human health. Cholesterol rich-foods consumption has been related as a causing factor for heart ischemic disease. Because the high cholesterol content of the yolk, the egg consumption has been decreased in spite of it, egg is a complete food, rich in many nutrients, and economically accessible. The cholesterol content in egg yolk has also important properties for the human organism. The present work had the objective to review the scientific literature about egg's cholesterol, describing the possible consequences on the human health and wellbeing, its effect when they are enriched, and the chemical composition in relation to its lipidic profile. Information for this review was collected through national and international inquiries. According to this information, most of the studies on egg consumption are not related to the risk of cardiopathies in healthy people. Also, in people with diabetes mellitus, there is scarce evidence to drawn any conclusion about egg consumption and cardiopathies. Omega-3 egg enrichment presumably possesses a protective effect against cancer, despite its cholesterol content remains unaltered. Many of the Food Chemical Composition Tables contain different values on egg's fat composition, so it should be continuously update to reduce these discrepancies. Also, more studies on omega-3 enriched eggs are necessary for deeper conclusions on their cardio-protective effect.

Key words: Cholesterol in egg, heart diseases, diabetes mellitus, cancer, omega-3 fatty acid.

O colesterol é um componente dos produtos de origem animal, fazendo parte da estrutura das membranas celulares e participando da síntese de hormônios esteróides, do ácido biliar e vitamina D. A maior parte do colesterol é produzida pelo fígado. O colesterol dietético é aquele ocasionalmente encontrado nos alimentos de origem animal. Os guias dietéticos dos Estados Unidos e a Associação Americana do Coração recomendam uma ingestão diária da média de não mais de 300 miligramas de colesterol (5).

Mudanças realizadas pelo aumento ou diminuição no colesterol dietético podem promover alterações nos níveis séricos de colesterol. Uma dieta habitual com alimentos ricos em colesterol é um determinante à maior propensão para a aterosclerose e doenças isquêmicas do coração. Devido a isso, a alimentação cada vez mais, assume um papel de importância na prevenção do desenvolvimento das doenças

cardiovasculares. A redução nos níveis de colesterol plasmático através da dieta alimentar, com diminuição do consumo de gorduras é um dos principais objetivos da prevenção das doenças cardiovasculares (6).

O presente trabalho tem como objetivo revisar as literaturas científicas em relação ao conteúdo de colesterol do ovo, e possíveis malefícios sobre o seu consumo na saúde humana. Os dados utilizados para a pesquisa foram coletados através de investigações nacionais e internacionais.

Colesterol no ovo e doenças cardiovasculares

O consumo de ovos no Brasil é relativamente baixo (129 ovos/ano) quando comparados a outros países. O México lidera o consumo de ovos no mundo com 342 ovos/ano, em seguida vem o Japão (330 ovos/ano) e China (300 ovos/ano) (7). O consumo de ovos no Brasil sofre um processo de reabilitação graças às novas pesquisas, já que entre as décadas de 80 e 90 o consumo deste foi banido dos cardápios saudáveis (8). As prováveis causas para esse declive eram devido a fatores estruturais, organizacionais, culturais e econômicos. A maior preocupação com a saúde, e a disseminação de notícias afirmando que o consumo de ovos têm uma forte relação com o aumento das chances de desenvolvimento de doenças isquêmicas do coração, pode ter sido a principal causa para diminuição do consumo deste alimento (9).

No Brasil são poucos os estudos epidemiológicos sobre doenças cardiovasculares. Entretanto, a grande mortalidade associada às doenças do coração, não deixam dúvidas sobre a necessidade de implantação de programas de intervenção. É importante salientar que as doenças isquêmicas do coração não estão ligadas apenas aos hábitos alimentares, mas também a uma série de fatores, como o desgaste físico-psicológico, o sedentarismo, hábito de fumar, história familiar, diabetes, obesidade, hipertensão e nível de estrógeno nas mulheres (10).

As doenças cardíacas constituem no Brasil, a primeira causa de morte com 27,4% (11). Dentre as doenças cardiovasculares, o acidente vascular cerebral e o infarto agudo do miocárdio são as mais prevalentes. Na faixa etária de 30 a 69 anos, essas doenças foram responsáveis por 65% do total de óbitos, atingindo a população adulta em fase reprodutiva (11).

São diversos os estudos realizados que comprovam a relação entre o consumo do ovo e as enfermidades cardiovasculares. A maioria ainda destes estudos, mostram a relação benéfica do consumo de ovo e aumento do colesterol sanguíneo, onde não há diferenças significativas entre grupos que consomem um ovo por dia e grupos que consomem mais de um ovo por dia (12).

Em um estudo randomizado realizado por Katz (13), investigou os efeitos do ovo quanto ao risco cardiovascular. Participaram 49 pacientes saudáveis, sendo 20 mulheres e 29 homens, os quais foram submetidos ao consumo de dois ovos ou aveia diariamente por seis semanas, em seqüência aleatória,

com intervalos de quatro semanas entre o consumo de cada alimento. Os resultados obtidos foram que durante as seis semanas de ingestão do ovo, não tiveram nenhum efeito sobre o colesterol total, porém o tratamento com a aveia causou uma diminuição nos níveis de colesterol sanguíneo. Não ocorreram diferenças no índice de massa corporal, triglicérides e níveis de HDL-colesterol entre o período de consumo do ovo e no período de tratamento com aveia.

Porém, avaliações metabólicas e epidemiológicas (14), mostram que o colesterol presente na gema do ovo pode ser um determinante na concentração do colesterol sanguíneo. Contudo, não detectaram mudanças na concentração total de colesterol do sangue, quando o ovo foi adicionado às dietas que já continham quantidades moderadas de colesterol, como exemplo em países como os Estados Unidos que consomem uma grande quantidade de alimentos ricos em colesterol, assim, o consumo de ovos, não traz mudanças relativas no aumento do colesterol sanguíneo. Mas, em populações onde o baixo consumo de alimentos ricos em gordura, como o Japão, o aumento do consumo do ovo, pode aumentar o nível de colesterol no sangue. Portanto, em certas áreas geográficas, onde o consumo de alimentos com baixo índice de gorduras de origem animal é baixo, limitar o consumo do ovo pode trazer benefícios à saúde.

Em um estudo realizado por Goodrow (15) que analisou a ingestão de 1 ovo por dia em indivíduos com mais de 60 anos durante 5 semanas, objetivou avaliar a relação entre o consumo deste e alterações no colesterol sanguíneo. A análise dos resultados mostrou que não houve aumento substancial do LDL-colesterol e triglicérides, com o consumo de um ovo por dia. Sendo assim, o consumo de ovos diariamente pode ser estimulado entre os indivíduos normais com idade avançada, segundo esta pesquisa.

Segundo Moura (16), a gema do ovo não é a responsável pelo aumento de colesterol no sangue, pois o colesterol especificamente do ovo pode ser metabolizado de forma benigna pelo corpo humano. O mesmo autor analisou hábitos alimentares de 1.600 estudantes de 7 a 14 anos, em escolas de rede pública da cidade de Campinas-SP onde foram retiradas amostras de sangue das crianças, o que demonstrou que os indivíduos que consumiam mais ovos, não foram às mesmas que tinham as maiores taxas de colesterol. O autor concluiu que o excesso de colesterol não está relacionado com a ingestão de ovos e sim com a obesidade e o baixo consumo de fibras.

Um estudo caso-controle (660 casos e 1277 controles) realizado por japoneses tinha o objetivo de avaliar a relação de certos alimentos como o ovo e o infarto agudo do miocárdio não fatal. O mesmo demonstrou que não havia nenhuma associação entre o consumo de até quatro ovos ou mais por semana e o infarto agudo do miocárdio não fatal (17).

Muitas pesquisas demonstram que o consumo de ovo

aumenta a quantidade de LDL-c, mas favoravelmente também aumenta a quantidade de HDL-c, que é considerado um fator benéfico preventivo da aterosclerose. Resultados indicam que uma resposta muito variável está presente em uma população humana para colesterol dietético. Outras pesquisas demonstram respostas variáveis entre indivíduos, pois, alguns parecem não serem sensíveis às mudanças em relação ao colesterol dietético (18-20).

O consumo de ovo pode estar relacionado a um maior tempo de saciedade e diminuição da ansiedade. Uma pesquisa realizada por Wal (21), avaliou trinta mulheres com sobrepeso e obesas onde foram submetidas a um pequeno lanche que consistia em um ovo e outra dieta de mesma quantidade de calorias do ovo. Os níveis de saciedade e ansiedade foram analisados através de um questionário. O consumo do ovo relatou um maior tempo de saciedade e menor ansiedade entre as mulheres, o que levou a um consumo significativo menor de energia.

Colesterol no ovo, ômega 3 e câncer

Devido à grande divulgação feita sobre os malefícios do consumo do ovo, os avicultores começaram a disponibilizar aos consumidores diferentes tipos de ovos. Atualmente estão disponíveis no comércio os ovos light, enriquecidos com ômega 3, baixo teor de gordura e colesterol e/ou outras nomenclaturas nem sempre com comprovação científica, e que muitas vezes são usadas pelos fabricantes na embalagem para encarecer o produto, não trazendo em geral, nenhum benefício para quem os ingere (22).

O ácido graxo ômega 3 mais especificamente o ácido alfa-linolênico (C 18:3, ω -3) é uma gordura poliinsaturada, e sabe-se que sua ingestão ajuda a diminuir os níveis de colesterol total e triglicérides sanguíneos. Além disso, esse ácido graxo pode apresentar atividades antitrombóticas e vasodilatadoras (23). Suas fontes alimentares principais são os peixes gordurosos, nozes e óleos vegetais. O aumento do conteúdo dos ácidos graxos no ovo, como o ômega 3, podem trazer benefícios nutricionais aos homens e serviria como uma alternativa para o consumo de pescados em regiões onde o seu consumo é baixo pelo alto custo (3).

O consumo de ômega 3 vêm sendo relacionado com a diminuição de agentes cancerígenos, pois estes possuem grandes funções fisiológicas que podem reduzir os riscos de desenvolvimento de doenças crônicas não transmissíveis (24).

O câncer ocorre pelo crescimento desordenado de células malignas, que invadem órgãos e tecidos, podendo causar metástases (25). Esta patologia causa um grande comprometimento do estado nutricional, o que conseqüentemente aumenta os índices de morbimortalidade do paciente.

Um estudo feito sobre a influência do consumo de macronutrientes, ácidos graxos e colesterol sobre a incidência

de câncer de próstata em áreas italianas, demonstrou que os ácidos graxos poliinsaturados (PUFA) como o ômega-3, possuem um papel importante na diminuição do risco de desenvolvimento do câncer de próstata (26). Em outro estudo realizado por Nkondjock (24), também demonstrou que a substituição de ácidos graxos monoinsaturados para poliinsaturados como ômega-3 podem reduzir o risco de câncer colorretal.

A eficácia do ômega 3, também foi observada na diminuição de triglicérides sanguíneos, onde 25 pessoas participaram de uma pesquisa realizada por Bovet (27). Os indivíduos foram divididos em grupos, no qual um deles recebeu durante três semanas, ovos enriquecidos com ômega 3 (5 ovos/semana) e outro grupo recebeu ovos normais, não enriquecidos, durante o mesmo período de tempo. Observou-se que os participantes que ingeriram ovos enriquecidos com ômega 3, tiveram uma diminuição significativa na quantidade dos triglicérides sanguíneos.

O ácido graxo docosahexanóico (DHA) é um elemento importante da família ômega 3. Alguns estudos vêm evidenciando a importância deste em gestantes, principalmente no primeiro trimestre de gestação, onde ocorre a maior parte do desenvolvimento fetal, no qual este ácido exerce grande função no desenvolvimento cerebral. Pesquisas demonstram que a ingestão adequada de DHA durante a gestação aumenta a função cognitiva da criança. E o consumo de DHA por mães que amamentam seus filhos também tem se mostrado eficiente, pois o leite materno acaba por conter quantidades significativas de DHA. Assim, os ovos enriquecidos com ômega 3 apresentam-se uma forma alternativa de ingestão de consumo de ômega 3, sendo mais acessível economicamente à população (28).

A gema de ovo enriquecida com ômega 3 serviu de teste para avaliar o consumo de DHA na alimentação de crianças de 6 a 12 meses de idade (29). Participaram da pesquisa 70 crianças que eram amamentadas no peito e 67 que usavam fórmulas infantis. Assim, 44 receberam ovos enriquecidos com ômega 3, 47 consumiram ovos normais e 46 não sofreram nenhuma intervenção dietética. As crianças que sofreram intervenção da dieta, eram alimentadas com quatro ovos por semana, divididos em ovos normais e ovos enriquecidos com ômega 3. A concentração de DHA foi de 30 a 40% mais alta nas crianças que receberam ovos enriquecidos com ômega 3 em relação às crianças que receberam ovos normais ou que não sofreram intervenção dietética. Segundo o trabalho, não ocorreu nenhum efeito significativo nas concentrações plasmáticas de colesterol das crianças.

Pesquisa realizada por Gómez (30), em que ovos foram enriquecidos com ácidos graxos poliinsaturados ômega-3, demonstrou que o fornecimento de dietas ricas em ácido alfa-linolênico presente na linhaça, para galinhas poedeiras, permitiu a obtenção de ovos e tecidos enriquecidos, os quais

tornam-se uma fonte alternativa de PUFA ômega-3.

Porém, outro estudo realizado por Mourthé e Martins (3), onde foram analisados ovos de galinha comuns e ovos de galinha que informavam ser enriquecidos com ácidos graxos ômega 3 e que possuíam 40% menos de colesterol, constatou-se que não houve diferença significativa entre a quantidade de colesterol entre os dois, comprovando que o consumidor apesar de comprar um produto mais caro, não teria um consumo menor de colesterol. Outro experimento feito por Salvador (31), avaliou a quantidade de colesterol na gema do ovo de galinha, onde as poedeiras foram submetidas à ração com adição de quantidades diferentes de óleo de peixe, que são ricos em ácidos graxos ômega 3, os resultados, outra vez, demonstraram não existir mudança no perfil de colesterol da gema, mesmo com a adição deste óleo.

A adição de ácidos graxos PUFA como o ômega 3 na gema de ovo, vem a somar com os outros nutrientes do ovo, não havendo pesquisas suficientes que possam comprovar que o acréscimo de gordura poliinsaturada na ração diminua o colesterol da gema. Um efeito hipocolesterolêmico na gema do ovo somente foi notado quando ocorreu adição de urucum na ração de galinhas poedeiras. O urucum (*Bixa orellana L.*) é considerado um potente anticolesterolêmico na “linguagem popular”. Harder (32) estudou o efeito do urucum na qualidade do ovo, alteração do colesterol, cor da gema, teores de vitamina A e ferro. O autor relatou que ocorreu diminuição do colesterol da gema de ovo com o aumento da oferta de urucum na ração das galinhas. Um efeito positivo também ocorreu no aumento dos carotenóides e de ferro no ovo.

Colesterol do ovo e diabetes mellitus

A diabetes mellitus é uma doença crônica e por isso, necessita de tratamento contínuo. A obesidade, dislipidemias e sedentarismo são fatores de risco no desenvolvimento desta patologia. Esses fatores de risco podem explicar por que o consumo de ovo é restrito nessa população. A terapia nutricional nessa doença é fundamental (33).

Tanasescu (34) estudou a incidência de doenças cardiovasculares em mulheres diabéticas, no qual verificou que um consumo exagerado de colesterol e gorduras saturadas possuem um risco relativamente maior na incidência de doenças cardiovasculares e em contraposição o baixo consumo de gorduras poliinsaturadas também teria um efeito negativo no desenvolvimento destas doenças.

Outro estudo duplo-cedo, onde os participantes consumiram de 0 a 4 gemas de ovo por dia durante quatro semanas, foi realizado para determinar a resistência à insulina em pacientes obesos e não obesos. Avaliou-se o aumento do LDL-c pelo consumo do colesterol dietético e gordura saturada, e concluiu-se que a resistência à insulina em pacientes obesos e em não obesos está relacionada com LDL-c elevado, triglicérides elevado e HDL-c diminuído. Observou-se que,

o aumento do LDL-c na alimentação com o ovo foi menor nas pessoas resistentes à insulina, obstante a essas serem obesas ou eutróficas. Concluindo assim, que a gerência dietética ao diabético e ao obeso deve estar em maior grau em restrições calóricas e em menor grau nas restrições de gordura dietética (35).

Tipos de gorduras e métodos de avaliação

A gema de ovo é uma dispersão de fosfo e lipoproteínas em uma solução de proteínas globulares. Os lipídios incluem gorduras simples, fosfolipídios (lecitinas e esteróis) numa emulsão de óleo em água (36). A gema de ovo possui lipídio e composição de lipoproteína notavelmente constante, apesar de muita variação em condições dietéticas e ambientais. As maiores diferenças são vistas na composição de triacilgliceróis, que podem mostrar alterações significantes no conteúdo dos ácidos secundários que incluem certos ácidos PUFA. A composição de classe de lipídio parece ser minimamente afetada por influências dietéticas, inclusive o conteúdo de colesterol da dieta. Realizou-se uma série de testes nos ovos para que houvesse uma diminuição no colesterol da gema, mas a redução desejada do conteúdo de colesterol de gema de ovo não foi percebida. Como resultado a gema de ovo continua fornecendo um produto de composição quase constante que serve para manter suas propriedades químicas e físicas (37).

Em estudo feito por Saldanha (38), para otimizar um método enzimático para determinação de colesterol em gema de ovos e compará-lo com um método por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), observou-se que não houve diferenças significativas para designação da quantidade de colesterol dos ovos, sendo a única vantagem que o método de análise enzimática é menos oneroso que por CLAE, porém necessita de um maior controle nas análises.

Composição química do ovo

Revisando-se as principais Tabelas de Composição Química de Alimentos observa-se diferenças entre o valor energético e o perfil de gorduras de um ovo de galinha inteiro, a Tabela 1 apresenta um resumo destes dados.

Na Tabela 1 pode-se comprovar as discrepâncias que se encontram nas diferentes Tabelas de Composição Química dos Alimentos. Comparando a tabela do Franco (39) com a de Philippi (40) referentes aos níveis de colesterol, encontra-se uma diferença de 8,2%, no qual Franco (39), apresentou uma quantidade mais alta. Em relação a Franco (39) a Senser e Scherz (45), a diferença se apresentou ainda maior 14,7% a mais de colesterol. Quanto a Philippi (40) e Senser e Scherz (45), houve variação de 7,1% de colesterol.

TABELA 1

Resumo de algumas Tabelas de Composição Química de Alimentos em relação ao conteúdo de colesterol e perfil de gordura total, gorduras saturadas poli e monoinsaturadas em 100g de ovo de galinha inteiro

Fonte	Colesterol (mg)	Gordura saturada (g)	Gordura total (g)	Gordura poliinsaturada (g)	Gordura monoinsaturada (g)	Energia (kcal)
(39)	463,0	ND	11,3	ND	ND	150,9
(40)	425,0	3,1	10,0	1,4	3,8	149,0
(41)	425,0	3,1	10,0	1,4	3,8	149,0
(42)	ND	ND	11,7	ND	ND	166,0
(43)	ND	ND	11,5	ND	ND	163,0
(44)	425,0	3,0	10,0	1,0	4,0	149,0
(45)	395,0	ND	11,2	ND	ND	154,0

ND = não disponível

Referente à gordura saturada, variações também foram encontradas, porém não houve diferenças tão altas. Comparando-se Philippi (40) e ANVISA (41), a discrepância se deu de 3,3% de uma para outra. A gordura total nas diferentes Tabelas mostrou-se com maior variação na Tabela de Philippi (40), ANVISA (41) e USDA (44) em relação à da USP (42), que apresentou 14,2% a mais de gordura total. As gorduras poliinsaturadas foram as que apresentaram maior variação de todos os dados, com 28,6% da ANVISA (41) para a USDA (44). Quanto às gorduras monoinsaturadas a maior variação apresentada foi de 5% em relação à USDA (44) a ANVISA (41). Já as calorias variaram de 1,9 a 10,3%, sendo a maior diferença exibidas entre Philippi (40), ANVISA (41), USDA (44) em contraposto com a USP (42) com 10,3%.

CONCLUSÃO

O ovo é considerado um alimento nutricionalmente completo e ideal para o consumo. Apresenta vitaminas e minerais que ajudam na homeostase do organismo. E por ser uma proteína de origem animal, fornece os aminoácidos essenciais, que nosso corpo é incapaz de sintetizar. O colesterol presente em sua gema, também tem propriedades fisiológicas importantes.

Os estudos epidemiológicos sobre o consumo do ovo e os riscos de doenças cardiovasculares, apesar de existirem em grande quantidade, são ainda insuficientes para avaliar os riscos e benefícios do consumo do ovo. Apesar deste alimento possuir uma quantidade razoável de colesterol, vários estudos epidemiológicos não encontram nenhuma relação entre consumo de ovo e risco de doenças coronárias. O desenvolvimento de mais pesquisas torna-se necessária para concretizar ainda mais estes resultados, e ajudar na conscientização do consumo benéfico do ovo. Quanto às doenças crônicas não transmissíveis como o câncer e a diabetes

mellitus, os estudos são muito escassos, sendo necessária uma quantidade maior de pesquisas.

Os dados apresentados pelas Tabelas de Composição Química dos Alimentos são obtidos através de análises químicas diversas, e representam um valor médio, no qual são dados estimados onde muitas vezes não se obtém informações confiáveis e adequadas. As diferenças nas Tabelas podem ocorrer devido às alterações químicas e biológicas que os alimentos sofrem. O solo, a temperatura, a safra, a produção, a formulação, processamento, o animal são fatores que alteram a quantidade e qualidade de nutrientes nos alimentos. Essas grandes diferenças levam a necessidade de novas atualizações nas Tabelas para que se possam obter dados confiáveis, referentes a uma boa descrição dos procedimentos analíticos.

REFERÊNCIAS

- Henrique A. Alimentos Funcionais - Parte 2. Rev Oxidologia 2002; 2:8-13.
- Elswyk MV. El mito del consumo del huevo y la relación con el colesterol y el consumo de huevo como parte de una dieta sana. Instituto del Huevo 2006 jul [citada 2006 set]. Disponível: <http://www.institutodelhuevo.org.mx/memorias2.html#cuatro>.
- Mourthé K, Martins RT. Perfil de colesterol de ovos comerciais e ovos enriquecidos com ácidos graxos poliinsaturados ômega-3. Arq Bras Med Vet Zootec 2002; 54(4):429-431.
- Weggemans R, Zock MPL, Katan, MB. Dietary cholesterol from eggs increases the ratio of total cholesterol to high-density lipoprotein cholesterol in humans: a meta-analysis. Am J Clin Nutr 2001; 73:885-91.
- American Egg Board. Basic Egg Facts. American Egg Board 2006 mai [citada 2006 set]. Disponível em <http://www.aeb.org/LearnMore/EggFacts.htm>.
- Rique ABR, Soares EA, Meirelles CM. Nutrição e exercício na prevenção e controle das doenças cardiovasculares. Rev Bras Med Esporte 2002; 8(6):244-254.
- Molina CA. México lidera consumo de ovos in natura. Avisite 2003 mar [citada 2006 set]. Disponível em: <http://www.avisite.com.br/noticias/maisnotas.asp?CodCategoria=&CodNoticia=3262&Mes=7&Ano=2003>.
- Avisite. Ovo reabilitado. Avisite 2004 fev [citada 2006 set]. Disponível em: <http://www.avisite.com.br/reportagem/jcarlos/default.asp>.
- Castro LCV, Franceschini SCC, Priore SE, Pelúzio MCG. Nutrição e doenças cardiovasculares: os marcadores de risco em adultos. Rev Nutr 2004; 17(3):369-377.
- Lewis H et al. 10-Year Follow-up of Subclinical Cardiovascular Disease and Risk of Coronary Heart Disease in the Cardiovascular Health Study. Arc Int Med 2006; 166: 71-78.
- Brasil. Ministério da Saúde. Manual de Hipertensão arterial e Diabetes Mellitus. Brasília, 2002.
- Lee A, Griffin B. Dietary cholesterol, eggs and coronary heart disease risk in perspective. British Nutrition Foundation Nutrition Bulletin 2006; 31:21-27.
- Katz DL, Evans MA, Nawaz H, Njike VY, Chan W, Comerford BP, Hoxley ML. Egg consumption and endothelial function: a

- randomized controlled crossover trial. *Int J Cardiology* 2005; 99:65–70.
14. Nakamura Y, Okamura T, Tamaki S, Kadowaki T, Hayakawa T, Kita Y, et al. Egg consumption, serum cholesterol, and cause-specific and all-cause mortality: the National Integrated Project for Prospective Observation of Non-communicable Disease and Its Trends in the Aged, 1980 (NIPPON DATA80). *Am J Clin Nutr* Jul 2004; 80(1):58–63.
 15. Goodrow EF, Wilson TA, Houde SC, Vishwanathan R, Scollin PA, Handelman G, et al. Consumption of one egg per day increases serum lutein and zeaxanthin concentrations in older adults without altering serum lipid and lipoprotein cholesterol concentrations. *J Nutr* Oct 2006; 136:2519–2524.
 16. Moura EC. Ovo e colesterol: pesquisa quebra tabu. *Brasilnews* 2001 abr [citada 2006 mar]. Disponível em: <http://www.brasilnews.com.br/fonte2.php3?Codreg=216&CodNext=999>.
 17. Sasazuki S. Case-control study of nonfatal myocardial infarction in relation to selected foods in Japanese men and women. *Jpn Circ J* 2001; 65:200-6.
 18. Águila MB, Loureiro CC, Pinheiro AR, Mandarim-De-Lacerda CA. Metabolismo Lipídico de Ratos Alimentados com Diferentes Tipos de Lipídios. *Arq Bras Cardiol* 2002; 78(1):25-31.
 19. Chakrabarty G, Bijlani RL, Mahapatra SC, Mehta N, Lakshmy R, Vashisht S, et al. The effect of ingestion of egg on serum lipid profile in healthy young free-living subjects. *Indian J Physiol Pharmacol* 2002; 46(4):492-498.
 20. McNamara DJ. Eggs and heart disease risk: perpetuating the misperception. *Am J Clin Nutr* 2002; 75:333-5.
 21. Wal JS, Marth JM, Khosla P, Jen C, Dhurandhar NV. Short-Term Effect of Eggs on Satiety in Overweight and Obese Subjects. *J Am Coll Nutr* 2005; 24(6):510-515.
 22. Raes K, Huyghebaert G, De Smet S, Nollet L, Arnouts S, Demeyer D. The Deposition of Conjugated Linoleic Acids in Eggs of Laying Hens Fed Diets Varying in Fat Level and Fatty Acid Profile. *J Nut* 2001; 132(2):182–189.
 23. Paschoal V, Campos MFS, Machado S. Nutrição funcional nas doenças crônicas degenerativas: Alimentos funcionais e suplementação de acordo com a avaliação de sinais e sintomas e exames bioquímicos. *Nut Sau Perf* 2006; 29:20-30.
 24. Nkondjock A, Shatenstein B, Maisonneuve P, Ghadirian P. Assessment of risk associated with specific fatty acids and colorectal cancer among French-Canadians in Montreal: a case-control study. *Int J Epidemiol* 2003; 32(2):200-209.
 25. Ikemori EHA. Nutrição em oncologia. 1. ed. São Paulo: Tecmedd, 2003.
 26. Bidoli E, Talamini R, Bosetti C, Negri E, Maruzzi D, Montella M, et al. Macronutrients, fatty acids, cholesterol and prostate cancer risk. *Ann Onc* 2005; 16(1):152-157.
 27. Bovet P, Faeh D, Madeleine G, Viswanathan B, Paccaud F. Decrease in blood triglycerides associated with the consumption of eggs of hens fed with food supplemented with fish oil. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases* 2006; Available online 30 June 2006.
 28. Tobón GP. Los beneficios del consumo de huevo en México enriquecido con omega-3 para mujeres embarazadas, lactantes y sus bebés. Instituto del Huevo 2006 jul [citada 2006 set]. Disponível:<http://www.institutodelhuevo.org.mx/memorias2.html#cuatro>. Setembro de 2006.
 29. Makrides M, Hawkes J S, Neumann M A, Gibson R A. Nutritional effect of including egg yolk in the weaning diet of breast-fed and formula-fed infants: a randomized controlled trial. *Am J Clin Nut* 2002; 75(6):1084-1092.
 30. Gómez ME de LD B. Modulação da composição de ácidos graxos poliinsaturados ômega 3 de ovos e tecidos de galinhas poedeiras, através da dieta. I. Estabilidade oxidativa”. Faculdade de Ciências Farmacêuticas (FCF). São Paulo 2003; p.85-99.
 31. Salvador M, Santa PD. Teores de macronutrientes e de colesterol em diferentes tipos de ovos. B.CEPPA, Curitiba 2002; 20(1):133-140.
 32. Harder MNC. Efeito do urucum (*Bixa Orellana*) na alteração de características de ovos de galinhas poedeiras. Dissertação (mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2005, 74 p.
 33. Mahan LK, Escott-Stump. Krause - Alimentos, Nutrição e Dietoterapia. São Paulo: Roca, 2005.
 34. Tanasescu M, Cho E, Manson JE, Hu FB. Dietary fat and cholesterol and the risk of cardiovascular disease among women with type 2 diabetes. *Am J Clin Nut* 2004; 79(6):999-1005.
 35. Knopp RH, Retzlaff B, Fish B, Walden C, Anderson M, Aikawa K, et al. Effects of Insulin Resistance and Obesity on Lipoproteins and Sensitivity to Egg Feeding. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2003; 23(8):1437-1443.
 36. Philippi ST. Nutrição e técnica dietética. 1. ed. São Paulo: Manole, 2003.
 37. Pita M C G, Neto P, Nakaoka E, Massumi L et al. Effect of dietary supplementation of unsaturated fatty acids and vitamin E upon yolk lipid composition and α -tocopherol incorporation into the egg yolk. *Braz J Vet Res Anim Sci* 2004; 41(1):25-31.
 38. Mazalli MR, Saldanha T, Bragagnolo N. Determinação de colesterol em ovos: comparação entre um método enzimático e um método por cromatografia líquida de alta eficiência. *Rev Inst Adolfo Lutz*, 2003; 62(1):49-54.
 39. Franco G. Tabela de composição química dos alimentos. 9 ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2002.
 40. Philippi ST. Tabela de composição de alimentos: Suporte para decisão nutricional. 2.ed. São Paulo: Coronário, 2002.
 41. ANVISA. Tabela de Valores de Referência para Porções de Alimentos e Bebidas Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional. ANVISA 2001 mar [citada 2006 mai]. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/tabela.htm>.
 42. USP. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos – Projeto Integrado de Composição de Alimentos, 2001. Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental. Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo. Criado em 01/07/1998, modificado em 01/04/2001 [citada 2006 abr]. Disponível: <http://www.fcf.usp.br/tabela/tbcamenu.php>.
 43. IBGE. Estudo Nacional da Despesa Familiar – tabelas de Composição de Alimentos. 5 ed. Rio de Janeiro, 1999.
 44. USDA. Nutrient Database for Standard Reference, Release 14. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 2001.
 45. Senser F, Scherz H. Tablas de composición de alimentos: el pequeño. Garching bei München. Zaragoza (España): Editorial ACRIBIA, S.A., 1999.

Recibido:10-07-2006

Aceptado:07-12-2006

Tendência secular do crescimento em adolescentes do sexo masculino: ganho estatural e ponderal, estado nutricional e sua relação com a escolaridade

Salvador Bianka Caliman, Sylvia do Carmo Castro Franceschini, Silvia Eloiza Priore

Departamento de Nutrição e Saúde. Campus da Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG. Brasil

RESUMO: Objetivou-se caracterizar as modificações do estado nutricional dos adolescentes ao longo do tempo, a evolução do seu crescimento, a escolaridade e sua correlação com a estatura, o peso e o índice de massa corporal. Avaliou-se dados de 2616 adolescentes do sexo masculino com idade entre 17 e 19 anos, que se alistaram no Tiro de Guerra do município de Viçosa-Minas Gerais - Brasil, no decênio 1995-2004. Foi encontrada tendência secular positiva para estatura e peso com incremento mediano de 4 cm e 3 kg, respectivamente, ao longo dos anos. Houve redução nas prevalências de baixa estatura de 28,0% para 11,6% entre os anos de 1995 e 2004. Constatou-se correlação positiva ($p < 0,05$) entre escolaridade e estatura, peso e IMC. A prevalência de excesso de peso (risco de sobrepeso e sobrepeso) aumentou de 7,1% (1995) para 9,1% (2004). Apesar da ocorrência de tendência secular positiva para estatura e peso, essa não foi suficiente para alcançar a mediana do *National Center for Health Statistics/Center for Disease Control and Prevention*. O aumento da prevalência de excesso de peso e a alta prevalência de baixa estatura devem ser monitorados, sendo necessária a implementação de medidas que visem prevenir a ocorrência desses distúrbios e objetivem o alcance ou a manutenção de um adequado estado nutricional para as gerações futuras.

Palavras chave: Adolescente, estatura, crescimento, estado nutricional.

SUMMARY. Secular trends in growth male adolescents: height and ponderal gains, nutritional state and relation with the education. This work aimed at characterizing the modifications in adolescents nutritional status, growth evolution and education along time and the correlation with the height, weight and body mass index. Data came from 2616 male adolescents soldiers between 17 and 19 years old enlisted for Armed Services in the city of Viçosa-Minas Gerais, Brazil, between 1995 and 2004. There was a positive secular trend for height and weight, with a 4cm and 3kg median increment, respectively, along time. There was a reduction from 28.0% to 11.6% on the prevalence of short stature in the period. It was estimated positive correlation ($p < 0,05$) between education and stature, weight and BMI. The prevalence of weight excess (risk of overweight and overweight) increased from 7.1% (1995) to 9.1% (2004). Although it was observed positive secular trend for stature and weight, it was not sufficient to reach the median of the *National Center for Health Statistics/Center for Disease Control and Prevention*. Weight excess and short stature prevalence must be monitored, being necessary the implementation of measures that focus to prevent these disturbance and aim at reaching or maintaining an adequate nutritional state for future generations.

Key words: Adolescents, height, growth, nutritional status.

INTRODUÇÃO

Segundo a Organização Mundial de Saúde, a adolescência compreende a faixa etária que vai dos 10 aos 20 anos. É uma fase de transição entre a infância e o estado adulto e as modificações referentes a essa etapa da vida ocorrem em diversos segmentos do organismo, porém, algumas se tornam mais evidentes, como a maturação sexual, o crescimento estatural e as mudanças na composição corporal (1).

Para que o crescimento e o desenvolvimento se dêem de forma positiva, é necessária a interação de fatores ambientais e genéticos. O alcance do potencial genético depende da

existência de adequado estado nutricional, de saúde e de condições de vida em geral (2).

As mudanças que ocorrem no crescimento, avaliadas pela antropometria, proporcionam estimativas do estado de saúde, relativo ao crescimento, ao desenvolvimento, à nutrição e às seqüelas mórbidas, individuais ou de grupo, evidenciando processos fisiológicos que envolvem alterações no peso e na altura. Essas mudanças que ocorrem durante período prolongado de tempo, denominadas tendências seculares, podem ser usadas para a vigilância nutricional (3).

O termo tendência secular do crescimento é definido a partir do padrão populacional de crescimento e desenvolvimento somático de crianças e adolescentes, ou seja, reflete a sensibilidade dos processos de crescimento e maturação às condições ambientais em que o indivíduo está inserido, não sendo estática; podendo ser positiva, negativa ou nula (4).

Apoio Financeiro: Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (Pibic)/Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Van Wieringen (5) relata a importância dos estudos sobre tendência secular do crescimento, visto que estes servem como indicadores de saúde, pois alterações nos padrões de crescimento refletem mudanças na mortalidade e na morbidade; de base para a determinação de valores de referência, permitindo diferenciar o processo do crescimento normal de quaisquer outros distúrbios do crescimento; e evidenciam o impacto social a partir da determinação das mudanças no crescimento (tamanho de vestuário, mobília, instrumentos, arquitetura das casas, dos locais públicos, etc).

Estudos demonstram tendência secular positiva para estatura (6-12), peso (12 e 13) e índice de massa corporal (12-16), assim como redução nas prevalências de desnutrição (17) e baixa estatura (17 e 18). Essas mudanças têm sido atribuídas a melhores condições de vida como nutrição, controle de enfermidades, habitação, saneamento e lazer, permitindo assim condições para o desenvolvimento do potencial genético (5, 19, 20).

Kac (19) relata que Villermé sugeriu que modificações na estatura média de uma nação eram sensíveis a condições nutricionais e ambientais, sendo essas transformações utilizadas em análises da conjuntura econômica e social.

Baseando-se no fato de que os estudos de tendência secular do crescimento são considerados instrumentos para avaliação da trajetória física de populações, bem como da existência de desigualdades sociais entre diferentes grupos humanos; avaliar os dados de todos os homens da cidade de Viçosa, estado de Minas Gerais, no últimos dez anos, torna-se extremamente importante, uma vez que se poderá analisar como os homens que se encontram na fase final da adolescência, estão alcançando a vida adulta, em relação ao estado nutricional.

A partir desses dados, que representam a situação da totalidade dos indivíduos do sexo masculino que se encontram no final da adolescência, objetivou-se caracterizar modificações do estado nutricional da população em questão ao longo do tempo, a evolução do seu crescimento em relação à presença ou não de ganho estatural e ponderal, assim como, correlacionar a escolaridade com a estatura, o peso e o índice de massa corporal desses adolescentes.

CASUÍSTICA E MÉTODO

O estudo compreendeu dados secundários de 2616 adolescentes, que representa basicamente 100% da população masculina do município de Viçosa, estado de Minas Gerais - Brasil, na faixa etária de 17 a 19 anos, no decênio 1995-2004; adolescentes estes que se apresentaram no Tiro de Guerra, visto que no Brasil todo homem, nesta faixa etária é obrigado a se alistar às Forças Armadas Brasileiras. No momento do alistamento, é realizado, por profissionais especializados, vários exames físicos, entre eles são verificadas as medidas de peso e de estatura.

Não foi possível a obtenção dos dados referentes ao ano de 1998, uma vez que esses não se encontravam armazenados no banco de dados do Tiro de Guerra de Viçosa e não foi possível recuperá-los.

A partir dos bancos de dados, selecionou-se informações referentes ao: nome, data de nascimento, ano de alistamento, peso, altura e escolaridade dos alistados.

Com os dados de altura e de peso, verificou-se o incremento estatural e ponderal, respectivamente, entre cada um dos anos e entre os dez anos de estudo. Com os dados de peso e de estatura, calculou-se o Índice de Massa Corporal (IMC). A classificação do estado nutricional (baixo peso, baixa estatura, risco de sobrepeso e sobrepeso), bem como a referência antropométrica adotada foi a do *National Center for Health Statistics/Center for Disease Control and Prevention (CDC)* (21).

Para avaliar a escolaridade dividiu-se em cinco níveis: ensino fundamental incompleto (EFI) e completo (EFC), ensino médio incompleto (EMI) e completo (EMC) e ensino superior incompleto (ESI).

Os dados foram analisados através dos softwares Sigma Stat for Window e EPI INFO versão 6.04, considerando-se estatisticamente significativa $p < 0,05$ ou 5%.

Foram utilizados o teste t – Student e Análise de Variância, complementada com Tukey, para variáveis com distribuição normal. Para as demais utilizou-se Mann-Whitney e Kruskal-Wallis, complementado com Dunn's. para verificar associação entre variáveis categóricas, utilizou-se o teste do Qui-quadrado (χ^2).

Apesar dos dados serem secundários, o projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Viçosa .

RESULTADOS

A mediana e a média estatural corresponderam a 173,0 e 173,06 cm, respectivamente, no decênio analisado. Encontrou-se diferença estatisticamente significativa entre as alturas, havendo ganho estatural entre os anos (Tabela 1). O incremento de estatura mediano e médio foi de 4,0 cm e de 3,4 cm, respectivamente. O comportamento da tendência secular não foi linear no período de estudo, pois houveram oscilações positivas e negativas quando analisadas ano a ano.

Para o peso, a mediana e a média foram, 63,0 kg e 64,73 kg, respectivamente. A variação de peso para os dez anos estudados, levando em consideração a mediana, foi de 3 kg. Observou-se aumento no decorrer dos anos, com diferença estatisticamente significativa (Tabela 1). A tendência positiva para o peso ocorreu de forma constante somente entre os anos extremos do estudo (1995 e 2004), sofrendo oscilações ao longo dos anos analisados.

TABELA 1

Média, Desvio Padrão (DP), valores Mínimo (MI), Máximo (MA) e Mediano (ME) e Δ mediano da estatura, peso e IMC dos adolescentes, em relação aos anos analisados

Ano de Alistamento	n	Estatura (cm)* Δ		MI	MA	ME	mediano
		Média \pm DP					
1995	296	170,486 \pm 6,170		155	192	170	-
1996	348	172,523 \pm 6,735		153	196	172	2
1997	265	172,460 \pm 6,874		155	202	172	0
1999	416	173,091 \pm 6,494		156	194	173	1
2000	331	173,795 \pm 6,447		156	194	174	1
2001	292	173,627 \pm 6,501		156	190	173	-1
2002	274	174,058 \pm 6,285		160	195	174	1
2003	142	174,577 \pm 6,869		153	193	175	1
2004	252	173,893 \pm 6,663		133	193	174	-1
1995-2004	2616	173,065 \pm 6,624		133	202	173	4 ^a

Ano de Alistamento	n	Peso (kg)** Δ		MI	MA	ME	mediano
		Média \pm DP					
1995	296	63,807 \pm 10,076		42	110	62	-
1996	347	63,372 \pm 11,329		38	130	61	-1
1997	265	65,230 \pm 10,324		48	108	64	3
1999	416	64,091 \pm 8,501		44	95	63	-1
2000	329	65,258 \pm 10,051		50	113	63	0
2001	292	64,712 \pm 9,321		47	103	64	1
2002	274	65,599 \pm 8,737		48	95	65	1
2003	142	65,268 \pm 10,139		45	102	64	-1
2004	252	66,278 \pm 10,657		45	118	65	1
1995-2004 ***	2613	64,728 \pm 9,916		38	130	63	3 ^a

Ano de Alistamento	n	IMC (kg/m ²)** Δ		MI	MA	ME	mediano
		Média \pm DP					
1995	296	21,929 \pm 3,097		15,7	37,5	21,5	-
1996	347	21,234 \pm 3,173		19,5	36,8	20,7	-0,8
1997	265	21,900 \pm 2,970		15,8	34,3	21,6	0,9
1999	416	21,369 \pm 2,400		15,6	30,1	21,1	-0,5
2000	329	21,544 \pm 2,711		16,7	33,8	21,1	0
2001	292	21,441 \pm 2,693		15,8	30,8	21,2	0,1
2002	274	21,637 \pm 2,503		16,3	32,3	21,4	0,2
2003	142	21,367 \pm 2,667		15,7	31,6	21,2	-0,2
2004	252	21,896 \pm 3,220		16,3	41,8	21,4	0,2
1995-2004 ***	2613	21,577 \pm 2,838		15,5	41,8	21,2	-1 ^a
1998: sem informação							

Estatura: *ANOVA: $p < 0,05$; Teste Tukey: 1995 < 1996, 1997, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003 e 2004; 1996 e 1997 < 2003.

Peso: **Kruskal-Wallis: $p < 0,05$; Método Dunn's: 1996 < 2002 e 2004.

IMC: **Kruskal-Wallis: $p < 0,05$; Método Dunn's: 1996 < 1995, 1997 e 2004.

*** Três adolescentes não apresentavam dados de peso.

Δ = Valor mediano do ano correspondente - Valor mediano do ano anterior.

^a Valor mediano do ano 2004 - Valor mediano do ano 1995.

A mediana e a média para o IMC, encontradas nestes dez anos foram de 21,2 kg/m² e 21,6kg/m², respectivamente. No decorrer dos anos observou-se oscilações nos valores referentes a esse índice, sendo constatada diferença estatisticamente significativa de 1996 (que apresentou o menor valor) em relação a 1995, 1997 e 2004 (Tabela 1).

Verificou-se que a prevalência de baixo peso basicamente dobrou de 1995 para 1996, diminuindo em 1999 e mantendo valores mais baixos nos anos seguintes, mas permanecendo sempre acima dos 5% esperados. Diferenças estatisticamente significantes foram encontradas no período estudado (Tabela 2).

TABELA 2

Estado Nutricional dos adolescentes, de acordo com o IMC para idade (segundo CDC, 2000), em relação aos anos analisados

Ano de Alistamento	Estado Nutricional									
	Baixo Peso*		Eutrofia		Risco de Sobrepeço		Sobrepeço**		Rico Sobrepeço+ Sobrepeço***	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
1995	18	6,1	257	86,8	14	4,7	7	2,4	21	7,1
1996	43	12,4	279	80,4	17	4,9	8	2,3	25	7,2
1997	20	7,5	222	83,8	17	6,4	6	2,3	23	8,7
1999	29	7,0	366	88,0	19	4,5	2	0,5	21	5,0
2000	25	7,6	279	84,8	17	5,2	8	2,4	25	7,6
2001	29	9,9	245	83,9	14	4,8	4	1,4	18	6,2
2002	20	7,3	241	88,0	10	3,6	3	1,1	13	4,7
2003	11	7,8	122	85,9	7	4,9	2	1,4	9	6,3
2004	26	10,3	203	80,6	19	7,5	4	1,6	23	9,1
1995-2004****	221	8,5	2214	84,7	134	5,1	44	1,7	178	6,8
1998: sem informação										

* χ^2 (prevalência de baixo peso do ano correspondente e prevalência de baixo peso do ano de comparação X total da população do ano correspondente e total da população do ano de comparação): 1996 > 1995, 1999 e 2002.

** χ^2 (prev. de sobrepeço do ano corresp. e prev. de sobrepeço do ano de comparação X total da pop. do ano corresp. e total da pop. do ano de comparação): 1999 < 1995, 1996, 1997 e 2000.

*** χ^2 (prev. de excesso de peso do ano corresp. e prev. de excesso de peso do ano de comparação X total da pop. do ano corresp. e total da pop. do ano de comparação): 2004 > 1999 e 2002.

****Três adolescentes não apresentavam dados de peso.

No que se refere ao sobrepeso, encontrou-se diferenças significantes entre 1999 e 1995, 1996, 1997 e 2000, apresentando queda na prevalência de sobrepeso em 1999, com aumento em 2000 (Tabela 2).

Em relação ao excesso de peso (incluindo risco de sobrepeso e sobrepeso) houve oscilações no decorrer dos anos, mas houve tendência a aumento da prevalência, sendo esta, em 1995, de 7,1%, passando em 2004 a 9,1%. As diferenças estatísticas foram observadas entre os anos de 1999 e 2002 e o ano de 2004, sendo esse o que alcançou maior valor. Destaca-se que em nenhum dos anos analisados o sobrepeso atingiu os 5% esperados pela população de referência e, tampouco, os 15% esperados quando se considerou excesso de peso.

No período de 1995 a 2004 obteve-se 15,7% de baixa estatura, ou seja, valor três vezes acima daquele esperado para a população (5%). No entanto houve redução estatisticamente significativa, nas prevalências ao decorrer dos anos. Apesar dessa redução observou-se que em todos os anos estudados o percentual de baixa estatura encontrado foi sempre superior aos 5% esperados (Tabela 3).

TABELA 3
Prevalência de baixa estatura dos adolescentes,
em relação aos anos analisados

Ano de Alistamento	Total	Baixa estatura		Vezes acima de 5%*
		n	%	
1995	296	83	28,0	5,6
1996	348	58	16,7	3,34
1997	265	52	19,6	3,92
1999	416	66	15,9	3,18
2000	331	37	11,2	2,24
2001	292	41	14,0	2,8
2002	274	31	11,3	2,26
2003	142	15	10,6	2,12
2004	252	29	11,6	2,32
1995-2004	2616	412	15,7	3,14
1998: sem informação				

* 5% = Percentual esperado de baixa estatura ⁽²⁶⁾.

χ^2 (prevalência de baixa estatura do ano correspondente e prevalência de baixa estatura do ano de comparação X total da população do ano correspondente e total da população do ano de comparação): 1995 > 1996, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003 e 2004; 1996 > 2000; 1997 > 2000, 2002, 2003 e 2004.

Não foi encontrada associação entre estado nutricional e presença/ausência de baixa estatura. Em relação à escolaridade percebeu-se que, ao longo dos anos houve maior número de adolescentes com ensino médio incompleto ao mesmo tempo em que diminuiu os com ensino fundamental incompleto (Tabela 4).

Quando comparada a escolaridade com a estatura observou-se diferença estatisticamente significativa entre o nível “Ensino Fundamental Incompleto” e os níveis: “Ensino Médio Incompleto”, “Ensino Médio Completo” e “Ensino Superior Incompleto”, sendo que para as três comparações, os adolescentes que pertenciam ao nível “Ensino Fundamental Incompleto” apresentaram mediana de estatura menor. Além disso, aqueles que se enquadravam no nível “Ensino Médio Incompleto” apresentaram valores estaturais medianos inferiores àqueles do “Ensino Médio Completo” e “Ensino Superior Incompleto” (Tabela 5).

TABELA 4
Escolaridade dos adolescentes em relação ao ano de alistamento

Ano de Alistamento	Escolaridade										
	EFI		EFC		EMI		EMC		ESI		Total
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
1995	144	48,8	-	-	119	40,4	21	7,1	11	3,7	295
1996	190	54,8	-	-	123	35,4	17	4,9	17	4,9	347
1997	114	43,0	1	0,4	125	47,2	15	5,6	10	3,8	265
1999	134	32,2	-	-	231	55,5	35	8,4	16	3,9	416
2000	96	29,0	-	-	194	58,6	23	7,0	18	5,4	339
2001	51	17,5	2	0,7	190	61,5	41	14,0	8	2,7	292
2002	46	16,8	4	1,4	174	63,5	38	13,9	12	4,4	274
2003	39	27,5	-	-	84	59,2	10	7,0	9	6,3	142
2004	40	16,3	-	-	174	71,0	23	9,4	8	3,3	245
1995-											
2004*	854	32,8	7	0,3	1414	54,2	223	8,5	109	4,2	2607
1998: sem informação											

* Nove adolescentes não apresentavam dados de escolaridade.

EFI - Ensino Fundamental incompleto

EFC - Ensino Fundamental completo

EMI - Ensino Médio incompleto

EMC - Ensino Médio completo

ESI - Ensino Superior incompleto

Quanto ao peso, além do nível “Ensino Fundamental Incompleto” ter apresentado mediana menor em relação a todos os outros níveis, verificou-se também diferença estatisticamente significativa entre o nível “Ensino Médio Incompleto” e os níveis “Ensino Médio Completo” e “Ensino Superior Incompleto”, apresentando o primeiro, valor inferior para essa variável.

No que se refere ao IMC, o nível “Ensino Fundamental Incompleto” apresentou valores significativamente menores em relação aos níveis “Ensino Médio Completo” e “Ensino Superior Incompleto”, sendo que o nível “Ensino Médio Completo” ainda apresentou valores maiores para esse índice, quando comparado ao “Ensino Médio Incompleto”.

TABELA 5
Escolaridade e estatura, peso e IMC dos adolescentes

Comparações das Faixas de escolaridade	Variáveis		
	Estatura (cm)	Peso (kg)	IMC (kg/ m ²)
EFI x EFC	p=0,138	p=0,025** (EFI<EFC)	p=0,071
EFI x EMI	p<0,001* (EFI<EMI)	p<0,001** (EFI<EMI)	p=0,284
EFI x EMC	p<0,001* (EFI<EMC)	p<0,001** (EFI<EMC)	p<0,001** (EFI<EMC)
EFI x ESI	p<0,001* (EFI<ESI)	p<0,001** (EFI<ESI)	p=0,029** (EFI<ESI)
EFC x EMI	p=0,707	p=0,094	p=0,101
EFC x EMC	p=0,892	p=0,322	p=0,324
EFC x ESI	p=0,854	p=0,235	p=0,164
EMI x EMC	p=0,007* (EMI<EMC)	p<0,001** (EMI<EMC)	p<0,001** (EMI<EMC)
EMI x ESI	p=0,032* (EMI<ESI)	p=0,014** (EMI<ESI)	p=0,093
EMC x ESI	p=0,857	p=0,490	p=0,157

* Teste t (p<0,05);

** Teste Mann-Whitney (p<0,05).

EFI - Ensino Fundamental incompleto

EFC - Ensino Fundamental completo

EMI - Ensino Médio incompleto

EMC - Ensino Médio completo

ESI - Ensino Superior incompleto

DISCUSSÃO

Em relação à estatura, Priore (22) em estudo com adolescentes, encontrou para os do sexo masculino, de 16 a 18 anos, média de estatura igual a 176,2 cm. Esse trabalho foi desenvolvido na cidade de São Paulo com estudantes da rede pública estadual e, embora se refira também aos adolescentes com idade inferior aos aqui estudados, apresentou média estatural maior em relação aos anos próximos ao que foi realizado o estudo atual (1997: 172,46 cm; 1999: 173,091 cm), como também em relação a todos os demais anos analisados (Tabela 1).

Anjos et al. (23) analisaram o crescimento e o estado nutricional de escolares do município do Rio de Janeiro, de 4 a 17 anos, no ano de 1999. Para os do sexo masculino de 17 anos, foi encontrado 173,8 cm como média de estatura. Esse resultado reflete valor mais próximo ao encontrado nesse estudo (1999: 173,09 cm), no entanto vale ressaltar que os autores consideraram somente os jovens de 17 anos, enquanto no atual, a faixa etária foi de 17 a 19 anos.

Guedes e Guedes (24) encontraram no município de Londrina, para rapazes de 17 anos, média de 173,5 cm. Esse achado indica adolescentes maiores para alguns dos anos analisados neste estudo, inclusive 1995 (170,5 cm), que seria o ano mais próximo ao que os autores avaliaram, apesar deles pertencerem a uma faixa etária menor.

Segundo Burrows et al. (18) é difícil separar a influência que os fatores genéticos e ambientais exercem sobre o crescimento de uma população, no entanto, a tendência secular em estatura permite visualizar a variação do componente ambiental. Populações que mostram tendência secular positiva

quanto ao crescimento estatural, evidenciam superação dos fatores ambientais adversos sobre o crescimento.

França-Júnior, Silva e Monteiro (10), a partir de dados obtidos no alistamento militar, observaram tendência secular em estatura de adolescentes nascidos na cidade de São Paulo entre 1950 e 1976, obtendo incremento estatural de 3,42 cm, nos 26 anos de estudo. Em proporção, observou-se para a população de Viçosa um maior crescimento estatural médio, ou seja, se em 10 anos esse crescimento foi de 3,4 cm, em 26 anos a população viçosense teoricamente cresceria mais que a de São Paulo. No entanto, não se pode desconsiderar que se trata de temporalidades e localidades diferentes.

A tendência secular em estatura em recrutas da Marinha do Brasil, nascidos entre 1940 e 1965, foi estudada por Kac (9). Constatou-se que a tendência das médias de estatura para o país como um todo demonstrou aumento da ordem de 0,105 cm por ano, no intervalo de 25 anos. Para o último quinquênio (1960 a 1965), obteve-se média de estatura de 170,3 cm para o Brasil como um todo. Já a tendência secular em estatura em recrutas da Marinha brasileira, nascidos entre 1970 e 1977, demonstrou aumento da ordem de 0,2 cm por ano (25).

As médias de estatura em Viçosa-MG demonstraram tendência secular positiva. No entanto, mesmo sendo constatado aumento da altura, esse não tornou a população capaz de alcançar o percentil 50 do parâmetro antropométrico utilizado em relação à idade (21), para todos os anos.

Monteiro et al. (8) encontraram que de 1952 para 1967 a altura média dos adultos brasileiros aumentou em 1,3 cm. No entanto, semelhantemente ao observado no atual estudo, em todos os anos analisados houve presença de déficit estatural quando comparado à população de referência (21).

Priore (22), encontrou, para adolescentes do sexo masculino, na faixa etária de 16 a 18 anos, mediana igual a 68,2 kg. Para os anos de 1997 e 1999 desse estudo, as medianas encontradas foram de 64 kg e 63 kg, respectivamente, as quais refletem valores inferiores ao encontrado por Priore em 1998.

Anjos et al. (23) encontraram mediana de peso igual a 61,2 kg para escolares de 17 anos no município do Rio de Janeiro, no ano de 1999. No estudo atual, a mediana de peso foi de 63 kg, refletindo valor superior, que, no entanto refere-se a adolescentes mais velhos.

Quanto ao IMC, os autores (23) observaram em seu estudo que os rapazes obtiveram valor mediano de 20,8 kg/m², em 1999. No estudo atual, o valor obtido foi, em 1999, de 21,1 kg/m², mesmo considerando-se uma faixa etária maior e mais velha.

Priore (22) encontrou, para adolescentes paulistas do sexo masculino de 16 a 18 anos em 1998, valor mediano de IMC de 21,6 kg/m², próximo ao encontrado nesse estudo. No que se refere aos valores obtidos nos anos de 1997 (IMC: 21,6 kg/m²) e 1999 (IMC: 21,1 kg/m²) essa proximidade manteve-se.

Considerando o estado nutricional dos adolescentes, uma vez que foi encontrada tendência a aumento da prevalência de excesso de peso (incluindo risco de sobrepeso e sobrepeso) ao longo dos anos, deve-se permanecer alerta, ao passo que já se reconhece um aumento na prevalência de excesso de peso na população mundial e os malefícios que ele pode acarretar (26,27).

Cabe ressaltar que apesar das preocupações atuais com o sobrepeso na adolescência, que necessita mesmo ser considerado, o baixo peso também deve ser motivo de preocupação.

Coelho, Sichieri e González (28) semelhante ao obtido neste trabalho, encontraram para adolescentes do sexo masculino do Rio de Janeiro maior prevalência de baixo peso em relação à de sobrepeso. Em contrapartida, Vieira et al. (29) analisando o perfil nutricional de adolescentes universitários, encontraram para o sexo masculino (entre 18 e 19 anos) 2,5% e 6,3% de baixo peso e sobrepeso, respectivamente.

Priore (22) e Garcia, Gambardella e Frutuoso (30) encontraram porcentagem total de desvios nutricionais, para o sexo masculino, superior ao obtido nesse estudo, para todos os anos. Estudando adolescentes de 12 a 18 anos, Priore (22) obteve prevalências de baixo peso e risco sobrepeso/sobrepeso, de 7,5% e 15,6%, respectivamente. Garcia, Gambardella e Frutuoso (30), para adolescentes de 10 a 14 anos de idade, encontraram a presença de baixo peso e excesso de peso (incluindo risco de sobrepeso e sobrepeso), respectivamente, em 2,2% e 19,6% deles.

Vasconcelos & Silva (16) analisando a prevalência de excesso de peso em adolescentes do sexo masculino no nordeste, de 1980 a 2000, observaram que a curva foi ascendente. Os autores ressaltam que essa tendência ascendente

nos últimos anos associou-se a um período de certa estabilidade na década de 80, seguida de uma velocidade mais rápida na década posterior.

Abrantes, Lamounier e Colosimo (31), analisando dados da Pesquisa sobre Padrões de Vida, encontraram para as faixas etárias de 17, 18 e 19 anos, prevalência de excesso de peso (incluindo risco de sobrepeso e sobrepeso) igual a 7,5%, 8,9% e 9,4%, respectivamente.

É conhecido que a nutrição e o crescimento estão intrinsecamente associados, já que os indivíduos não conseguem alcançar seus potenciais genéticos de crescimento se não tiverem atendidas suas necessidades nutricionais básicas, acarretando déficits estaturais para sua idade (32). Reconhece-se que o crescimento estatural é um bom indicador da qualidade do ambiente em que se vive se correlacionando claramente com o nível socioeconômico e com o grau de desenvolvimento do país (18). Dessa forma, uma possível explicação para a redução das prevalências de baixa estatura estaria baseada na ocorrência de melhorias das condições de vida da população.

Neste estudo encontrou-se prevalência de baixa estatura de 15,7%, que, apesar de ter diminuído ao longo dos anos, ainda permaneceu acima do esperado (21) (Tabela 3).

Martins et al. (33) estudando adolescentes de duas cidades do estado de São Paulo, na faixa etária de 10 a 19 anos, encontraram que 12,6% deles tinham estatura abaixo do percentil 5 do referencial antropométrico preconizado pelo CDC (21).

Burrows et al. (18) também encontraram prevalência de baixa estatura superior a encontrada no atual estudo para rapazes chilenos maiores de 12 anos (26,2%).

Para o Brasil verificou-se, entre 1975 e 1996, redução na prevalência de déficit estatural correspondente a cerca de 72%. Já na região rural, o declínio também ocorreu, porém de forma mais lenta (17).

Observou-se que o estado nutricional não apresentou associação ($p > 0,05$) com a presença de baixa estatura; enquanto que em estudo sobre obesidade e desnutrição em uma população da cidade de São Paulo, Sawaya et al. (34) encontraram que a obesidade associada ao retardo era mais comum que a obesidade sem o retardo do crescimento, tanto nas crianças mais jovens, quanto nos adolescentes.

Priore (35) encontrou prevalência de sobrepeso/obesidade em 19% dos adolescentes residentes em favelas de São Paulo, sendo que destes, um terço apresentava também comprometimento de estatura.

Quanto à escolaridade, o fato de o número de adolescentes com ensino médio incompleto ter aumentado a partir de 1997 vem refletir, possivelmente, na necessidade de maior escolaridade para atender ao mercado de trabalho.

Considerando que aos sete anos de idade o indivíduo deveria estar iniciando a primeira série do ensino fundamental,

aos 17 anos ele estaria cursando o terceiro ano do ensino médio, observando-se que parte considerável da população estudada apresentou inadequação quanto à faixa de escolaridade para a idade. O Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, relata que a média de estudo da população brasileira para os jovens de 17 anos é de 7,2 anos, quando deveria ser de 11 anos e para os de 20 a 24 anos é de 8,2 anos (<http://www.ibge.org.br>) (36).

Neste trabalho, a forma como se apresentava disposta a classificação da escolaridade nos bancos de coleta de dados não permitiu que fosse feita uma análise em anos de escolaridade. Mas, os dados obtidos permitem verificar que existiam adolescentes com defasagem em relação à escolaridade considerada adequada.

Priore (22), analisando a escolaridade entre os adolescentes de São Paulo que estudavam em escolas públicas e que desenvolviam ocupação profissional, encontrou que 60,7% estavam em série escolar inadequada para a idade ($p < 0,05$).

Para Oliveira e Robazzi (37) o trabalho na adolescência seria um dos motivos para o abandono do estudo, uma vez que entrar no mercado de trabalho durante essa época da vida, significa trabalhar e estudar ao mesmo tempo ou deixar a escola em função do trabalho.

Estudando alguns fatores determinantes do trabalho precoce na adolescência, os autores citados anteriormente verificaram que, quanto à relação idade-série, a maioria dos adolescentes apresenta-se com idade maior do que aquela que deveria apresentar em relação à série de estudo, derivada da repetência escolar associada ao próprio sistema educacional e ao trabalho exercido precocemente. Os adolescentes apontam como fatores para o problema a falta de interesse e a dificuldade em aprender, bem como ao cansaço ocasionado pelo trabalho (37).

Priore (22) encontrou que a realização de ocupação profissional dentre os adolescentes estudados demonstrou efeito negativo sobre o rendimento escolar.

Quando as diferentes faixas de escolaridade propostas foram comparadas com a estatura, o peso e o IMC, obteve-se que os adolescentes que apresentaram escolaridade mais baixa estariam mais susceptíveis a possuir valores para estatura, peso e IMC inferiores àqueles com escolaridade mais alta (Tabela 5).

Kac (9), encontrou que à medida que a escolaridade aumentava, aumentava também a estatura média.

Finalmente ressalta-se que os pontos evidenciados devem ser monitorados, uma vez que os efeitos negativos que o baixo peso representa ao crescimento e desenvolvimento já são reconhecidos, junto com o excesso de peso e as complicações a ele associadas. Além disso, no que se refere à baixa estatura devem ser implementadas medidas de intervenção precoces com o objetivo de prevenir a ocorrência desse agravo nutricional, uma vez que, terminada a adolescência, o déficit estatural adquirido já não será mais passível de recuperação.

REFERÊNCIAS

1. WHO (World Health Organization). Physical status: the use and interpretation of anthropometry. Geneva: The Organization; 1995. (Technical Report Series, 854).
2. Monteiro CA, Conde WL. Tendência secular do crescimento pós-natal na cidade de São Paulo (1974-1996). *Rev Saúde Pública* 2000; 34: 26-40.
3. Garn SM. The secular trend in size and maturational timing and its implications for nutritional assessment. *Journal of Nutrition* 1987; 817: 817-23.
4. Malina RM. Research on secular trends in auxology. *Anthropologischer Anzeiger* 1990; 48: 209-27.
5. Van Wieringen JC. Secular growth changes. En: Falkner F, Tanner JM. *Human Growth. A Comprehensive Treatise. Methodology, Ecological, Genetic and Nutritional Effects on Growth*. New York: Plenum Press; 1986.p. 307-31.
6. Kuh DL, Power C, Rodgers B. Secular trends in social class and sex differences in adult height. *International Journal of Epidemiology* 1991; 20: 1001-9.
7. Murata M, Hibi I. Nutrition and the secular trend of growth. *Horm Res* 1992; 38 Suppl 1: 89-96.
8. Monteiro CA, Benicio MHD, Gouveia NC. Tendência secular do crescimento no Brasil: a evolução da altura dos brasileiros desde a década de 50. São Paulo: NUPENS/USP; 1993.
9. Kac G. Tendência secular em estatura em recrutas da Marinha do Brasil nascidos entre 1940 e 1965. *Cad Saúde Pública* 1998; 14: 109-17.
10. França-Júnior IF, Silva GR, Monteiro CA. Tendência secular da altura na idade adulta de crianças nascidas na cidade de São Paulo entre 1950 e 1976. *Rev Saúde Pública* 2000; 34 Suppl 6: 102-7.
11. Freedman DS, Khan LK, Serdula MK, Srinivasan SR, Berenson GS. Secular Trends in Height Among Children During 2 Decades. The Bogalusa Heart Study. *Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine* 2000; 154: 155-61.
12. Dey DK, Rothenberg E, Sundh V, Bosaeus I, Steen B. Height and Body Weight in Elderly Adults. A 21-Year Population Study on Secular Trends and Related Factors in 70-Year-Olds. *The Journals of Gerontology Series A: Biological Sciences and Medical Sciences* 2001; 56: 780-84.
13. Marmo http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-42302004000400027&lng=pt&nrm=iso - back1DB, Zambon MP, Morcillo AM, Guimarey LM. Tendência secular de crescimento em escolares de Paulínia, São Paulo-Brasil (1979/80 - 1993/94). *Revista da Associação Médica Brasileira* 2004; 50: 386-90
14. Price RA, Ness R, Sorensen TI. Changes in commingled body mass index distributions associated with secular trends in overweight among Danish young men. *American Journal of Epidemiology* 1991; 133: 501-10.
15. Tremblay MS, Willms D. Secular trends in the body mass index of Canadian children. *Journal Canadian Medical Association* 2000; 163: 1429-33.
16. Vasconcelos VL, Silva GAP. Prevalências de sobrepeso e obesidade em adolescentes masculinos, no nordeste do Brasil, 1980-2000. *Cad Saúde Pública* 2003; 19: 1445-51.

17. Batista-Filho MB, Rissin A. A transição nutricional no Brasil: tendências regionais e temporais. *Cad Saúde Pública* 2003; 19 Suppl.1: 181-91.
18. Burrows RA, Ramírez IM, Cordero JM, Muzzo SB. Cambio secular del retraso de talla en escolares chilenos de tres regiones del país. *Rev Chilena de Pediatría* 1999; 70: 390-7.
19. Kac G. Tendência secular em estatura: uma revisão de literatura. *Cad Saúde Pública* 1999; 15: 451-61.
20. Post CL, Victora CG. Low prevalence of weight for height/length deficits in Brazilian children is related to body proportions. *The Journal of Nutrition* 2001; 131: 1290-6.
21. Center for Disease Control and Prevention/ National Center for Health Statistics. *Advance Data* dec 2000; 314. Disponível em: <<http://www.cdc.gov>>.
22. Priore SE. Composição corporal e hábitos alimentares de adolescentes: uma contribuição à interpretação de indicadores do estado nutricional. [tese de doutorado]. Universidade Federal de São Paulo/Escola Paulista de Medicina: São Paulo; 1998.
23. Anjos LA, Castro RR, Engstrom EM, Azevedo AMF. Crescimento e estado nutricional em amostra probabilística de escolares no Município do Rio de Janeiro, 1999. *Cad Saúde Pública* 2003; 19 Suppl 1:171-9.
24. Guedes DP, Guedes JERP. Crescimento e desempenho motor em escolares do município de Londrina, Paraná, Brasil. *Cad Saúde Pública* 1993; 9 Suppl 1: 58-70.
25. Kac G. Secular trend in height in enlisted men and recruits from the Brazilian Navy born from 1970 to 1977. *Cad Saúde Pública* 1997; 13: 479-88.
26. Must A. Morbidity and mortality associated with elevated body weight in children and adolescents. *Am J Clin Nutr* 1996; 63: 445-7.
27. Silva GAP, Balaban G, Motta MEFA. Prevalência de sobrepeso e obesidade em crianças e adolescentes de diferentes condições socioeconômicas. *Rev Bras Saude Mater Infantil* 2005; 5: 53-9.
28. Coelho KSC, Sichieri R, González C. Influência de la maduración sexual en el índice de masa corporal en adolescentes de bajo nivel socioeconómico de Rio de Janeiro. *Rev Chilena de Nutrición* 2002; 29: 33-9.
29. Vieira VCR, Priore SE, Ribeiro SMR, Franceschini SCC, Almeida LP. Perfil socioeconômico, nutricional e de saúde de adolescentes recém ingressos em uma universidade pública brasileira. *Revista de Nutrição* 2002; 15: 273-82.
30. Garcia GCB, Gambardella AMD, Frutuoso MFP. Estado Nutricional e consumo alimentar de adolescentes de um Centro de Juventude da cidade de São Paulo. *Revista de Nutrição* 2003; 16: 41-50.
31. Abrantes MM, Lamounier JA, Colosimo EA. Prevalência de sobrepeso e obesidade nas regiões Nordeste e Sudeste do Brasil. *Revista da Associação Médica Brasileira* 2003; 49: 162-6.
32. Engstrom EM, Anjos LA. Déficit estatural nas crianças brasileiras: relação com condições sócio-ambientais e estado nutricional materno. *Cad Saúde Pública* 1999; 15: 559-67.
33. Martins IS, Fischer FM, Oliveira DC, Teixeira LR, Costa LAR, Marinho SP, et al. Crescimento e trabalho de estudantes de ensino fundamental e médio em São Paulo, Brasil. *Rev Saúde Pública* 2002; 36 Suppl 1: 19-25.
34. Sawaya AL, Dallal G, Solymos GM, Souza MH, Ventura ML, Roberts S, et al. Obesity and malnutrition in a shantytown population in the city of São Paulo, Brazil. *Obesity Research* 1995; 3 Suppl 3: 107-15.
35. Priore SE. Perfil nutricional de adolescentes do sexo masculino residentes em favelas. São Carlos-SP : Editora da UFSCar; 1996.
36. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – Síntese de indicadores sociais. (<http://www.ibge.org.br> – capturado em 18/11/2006)
37. Oliveira BRG, Robazzi MLCC. O trabalho na vida dos adolescentes: alguns fatores determinantes para o trabalho precoce.http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-11692001000300013&lng=pt&nrm=iso - back *Rev Latino-Americana de Enfermagem* 2001; 9: 83-9.

Recibido: 27-07-2006

Aceptado: 18-12-2006

Interferón-gamma e interleucina-10 sérica en niños anémicos con deficiencia de vitamina A

Jorymar Y. Leal, Haydée V. Castejón (†), Tania Romero, Pablo Ortega, Gisela Gómez, Daysi Amaya y Jesús Estévez.

Instituto de Investigaciones Biológicas. Facultad de Medicina. Universidad del Zulia. Maracaibo-Venezuela

RESUMEN. Estudios realizados en humanos y animales han mostrado que la baja ingesta de vitamina A puede provocar anemia, sin embargo, aún no se conocen los mecanismos etiopatogénicos involucrados en tal proceso, lo cual puede ser debido a las complejas interacciones de los micronutrientes entre sí y con el sistema inmune. El objetivo del presente estudio fue analizar las concentraciones séricas del Interferón gamma (IFN- γ) y la Interleucina 10 (IL-10) en niños anémicos y no anémicos según el estado nutricional de la vitamina A. Para ello, se estudiaron 53 niños eutróficos (45-77 meses; F=29, M=24), procedentes de Maracaibo-Venezuela, en quienes se evaluó: la presencia de anemia mediante el análisis de la concentración de hemoglobina, según los criterios de la OMS (Hb<110g/L <60 meses, Hb<115g/L >60 meses); y el estado de la vitamina A por la técnica de Citología de Impresión Conjuntival (CIC), considerando la prueba de CIC Normal=suficiencia de vitamina A y CIC Anormal=DVA. Asimismo, fueron determinadas las concentraciones séricas de las citocinas (IFN-gamma e IL-10) en pg/mL con el método de ELISA. Los datos fueron analizados con el programa estadístico SAS/STAT, los grupos fueron comparadas aplicando ANOVA ($p<0,05$). En nuestros resultados la prevalencia de anemia observada fue de 75,50%; DVA 50,94% y de Anemia+DVA 35,86%. Los niños anémicos con DVA mostraron valores séricos significativamente más bajos de IFN- γ e IL-10 que el resto de los grupos. Esta alteración de los complejos mecanismos regulatorios del sistema inmunitario pudiera ser un elemento responsable de los trastornos en la formación de los eritrocitos.

Palabras clave: Anemia-deficiencia de vitamina A, IFN- γ -Interleucina 10.

INTRODUCCION

La anemia y la deficiencia de vitamina A (DVA) son dos importantes problemas de salud pública en los países en desarrollo (1-2). La anemia por deficiencia de hierro es el desorden nutricional de mayor prevalencia en el mundo, especialmente en los países de América Latina (3, 4). La OMS estima que 1.300 millones de personas están anémicas, de las cuales de 500 a 600 millones tienen deficiencia de hierro (4). En Venezuela, la prevalencia de anemia se ha ido incrementando desde finales de la década de los años 70, a

SUMMARY. Serum levels of interferon-gamma and interleukine-10 in anemic children with vitamin A deficiency. Studies done with human and animals have shown that the diminished vitamin A intake can produce anemia, but the etiopathogenic mechanism hasn't been known due to the few studies about the complex interactions between micronutrients deficiencies, immune system and cytokine productions. The objective of the present study was to analyze the serum concentration of IFN- γ and IL-10 in anemic and non anemic children according to vitamin A nutritional status. A descriptive study of 53 euthrophic children, without infectious diseases (45-77 month old; 29 girls, 24 boys), living in a slum in Maracaibo-Venezuela. Anemia was evaluated by means of blood hemoglobin concentration analysis, standard WHO criteria for anemia were Hb<110g/L in <60 month old children; Hb<115g/L in >60 month old children. Vitamin A status was assessed by Conjunctival Impression Cytology (CIC) technique, which determines Normal CIC=Control or Abnormal CIC=VAD. The serum concentration of IFN- γ and IL-10 (pg/mL; X \pm DE), was determined by the ELISA method. Statistical significance of differences was tested by ANOVA ($p<0.05$). Prevalence of anemia was 75.50%; VAD 50.94% and anemia+VAD 35.86%. The anemic children with VAD showed significant serum values of IFN- γ e IL-10 lower than in other groups. This alteration of the complex immunoregulatory mechanism could be responsible for dysfunction erithroid cell formation.

Key words: Anemia- Vitamin A deficiency – Interferon gamma- Interleukin 10- Pre-school children.

pesar de la fortificación con hierro de las harinas de maíz y trigo desde 1993 (5-7). La deficiencia leve y moderada de hierro, aún sin anemia, se ha asociado con trastornos del desarrollo psicomotor, alteraciones moleculares y celulares de la respuesta inmunitaria e incremento la morbilidad debida a infecciones (8).

Con respecto a la DVA, en los países de América Latina, no es frecuente la forma clínica severa de esta vitamina (9). Sin embargo, la forma subclínica es capaz de provocar trastornos de la integridad de las barreras epiteliales, del sistema inmune y contribuir en el incremento de la morbilidad debida a enfermedades infecciosas, incluso antes de que ocurra daño manifiesto en el sistema visual (9,10). En Venezuela, la prevalencia de DVA es variable, se han reportado cifras que

van desde 0,5% hasta 60%, dependiendo de la condición socioeconómica, el grupo étnico, la región geográfica y el método de detección de la vitamina A (7,11-17). En el Estado Zulia, *Amaya-Castellanos y col.* (15) en el año 2001, y *Castejón y col.*, (16) en el año 2004, aplicando la técnica de Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC) para la determinación de retinol sérico, han reportado una prevalencia de 22,20% y 21,78%, respectivamente; mientras que por la técnica de Citología de impresión conjuntival (CIC) *Castejón y col.*, en el año 2001 (17) reportaron en niños de condición socioeconómica marginal una prevalencia de DVA de 35,46%.

Diversos estudios en humanos y animales han demostrado que la baja ingesta de vitamina A en la dieta puede provocar anemia (18-20) y que la suplementación con vitamina A mejora el metabolismo del hierro (21,22). Si bien, no se conocen en forma cierta los mecanismos etiopatogénicos de la anemia por DVA, estudios epidemiológicos han mostrado que existe asociación significativa entre los niveles séricos de retinol y los indicadores bioquímicos del estado del hierro (18-23). Además, la vitamina A parece involucrarse en el desarrollo y diferenciación de las células progenitoras de los eritrocitos (23) y en la inmunidad contra enfermedades infecciosas (24).

La vitamina A y el hierro pueden regular la secreción de citocinas, mediadores solubles producidos por células linfoides y no linfoides, capaces de modular el sistema inmunitario (25,26). La vitamina A actúa sobre receptores nucleares específicos afectando la transcripción de los genes de las citocinas (25). Aunque poco se conoce sobre los efectos de la anemia por deficiencia de hierro sobre la producción de citocinas, diversos estudios han demostrado que el hierro está involucrado en la regulación segundos mensajeros relacionados con la producción de citocinas (26). Sin embargo, son escasas las investigaciones que analizan las complejas interacciones de estos micronutrientes entre sí y con el sistema inmune, por lo que aún no se ha llegado a conclusiones integradoras de las condiciones anemia, DVA e Inmunidad. Asimismo, no existen reportes en humanos que señalen la relación del IFN- γ y la IL-10 con la coexistencia de anemia y deficiencia de vitamina A. De allí que, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el comportamiento del IFN- γ y la IL-10 sérico en niños anémicos y no anémicos según el estado nutricional de la vitamina A.

SUJETOS Y METODOS

Sujetos

Se evaluó por antropometría, análisis clínico y determinación sérica de la proteína C reactiva una población preescolar de un Centro de Educación situado en el Noroeste de Maracaibo-Venezuela, en una zona ubicada en los estratos IV y V de pobreza crítica y extrema, estimada por el Método de Graffar, adaptado para Venezuela por Méndez Castellano y

Méndez (27). Se seleccionó una muestra que cumplió con los criterios de inclusión: edad entre 3 y 6 años, ambos sexos, eutróficos y sin patología aguda, crónica, o proceso inflamatorio activo. Luego se tomó una sub-muestra de 53 niños en forma aleatoria, la cual luego fue clasificada en cuatro grupos, de acuerdo con los valores de hemoglobina (no anémicos y anémicos) y del estado nutricional de la vitamina A (normales o deficientes de vitamina A). GRUPO 1: Sin anemia, con suficiencia de vitamina A (n=5). GRUPO 2: Sin anemia, con deficiencia de vitamina A (n=8). GRUPO 3: Anémicos, con suficiencia de vitamina A (n=21). GRUPO 4: Anémicos con deficiencia de vitamina A (n=19).

El presente estudio transversal cumplió con lo dispuesto en la Declaración de Helsinki por lo que fue aprobado por el Consejo Técnico del Instituto de Investigaciones Biológicas de la Facultad de Medicina de la Universidad del Zulia. Los padres o representantes legales de los niños dieron su consentimiento verbal y escrito para la inclusión del niño en el proyecto de investigación.

Evaluación nutricional – antropométrica

Para la evaluación nutricional antropométrica, se establecieron las variables Peso, Talla y Edad, y la combinación de éstas. Se aplicó el puntaje Z para el análisis de los indicadores Peso//Edad (P//E), Talla//Edad (T//E) y Peso//Talla (P//T), utilizando el programa estadístico Epi-Info, versión 6.04 (Centers for Diseases Control and Prevention, Atlanta, Georgia, U.S.A. OMS, 1994), tomando como base el patrón de referencia internacional del Centro Nacional de Estadística en Salud de USA (NCHS/OMS), válido para estudios en Latinoamérica. Valores de Puntaje Z entre +2 y =-2 Desviaciones Estándar (DE) fueron considerados indicativos de nutrición adecuada (eutróficos) y valores ≤ -2 DE indicativos de desnutrición (28).

Toma de la muestra

Los niños eutróficos incluidos en el estudio fueron evaluados mediante interrogatorio y examen físico, además se les tomó una muestra de sangre (5 mL), por punción venosa antecubital, en ayunas, entre las 8:00-9:00 am, la cual fue vertida en dos tubos: uno con anticoagulante (EDTA), destinada a estudios hematológicos, y otro sin anticoagulante, los cuales fueron trasladados en un medio refrigerado al Laboratorio de Investigación en Malnutrición Infantil. La muestra contenida en el tubo sin anticoagulante fue sometida a centrifugación a 3000 rpm durante 10 minutos, con el objeto de obtener el suero, el cual se repartió en dos alícuotas en tubos "Eppendorf".

Análisis de la proteína C reactiva

Se tomó una alícuota para el análisis semicuantitativo de la Proteína C Reactiva (*Wiener Lab*), con el objeto de incluir en el estudio los niños eutróficos libres de infección al exa-

men físico y con Proteína C reactiva negativa. El resto de las alícuotas fueron conservadas a -70°C hasta su estudio. Las muestras hemolizadas fueron descartadas.

Análisis hematológico

Para evaluar la condición de anemia en la población infantil estudiada, la sangre colocada en los tubos con EDTA fue analizada con un contador hematológico automatizado Sysmex K-800, y se tomaron los valores de Hemoglobina (Hb) establecidos por la OMS/UNICEF/UNU para definir anemia en poblaciones ubicadas a nivel del mar, se tomó como puntos de corte en niños menores de 60 meses valores de Hb <110 g/L y en los mayores o igual a 60 meses, cifras de Hb <115 g/L para definir la anemia (29).

Evaluación del estado nutricional de la vitamina A

Para evaluar el estado nutricional de la vitamina A, se aplicó la técnica de Citología de Impresión Conjuntival (CIC), de acuerdo al Manual de Instrucciones del International Center for Epidemiologic and Preventive Ophthalmology (ICEPO) (30). Se consideró que un resultado de CIC normal era indicativo de un adecuado estado nutricional de vitamina A; mientras que una CIC anormal era indicativa de deficiencia de vitamina A.

Determinación de las concentraciones séricas de las citocinas Th1 (IFN- γ) y Th2 (IL-10)

Para la determinación de citocinas, las alícuotas de suero conservadas a -70°C , fueron transportadas y analizadas en el Laboratorio Regional de Referencia Viroológica del Instituto de Investigaciones Clínicas de la Facultad de Medicina de la Universidad del Zulia, donde se aplicó el método de Inmunoanálisis Enzimático (ELISA) de doble anticuerpo (BioSource Europe SA).

Análisis estadístico

Con el fin de estimar la relación del sexo o la edad con las variables estudiadas, los datos se agruparon por sexo y edad. Los valores obtenidos de las variables hematológicas y las concentraciones de IFN- γ e IL-10 (pg/mL), fueron expresados como Media \pm Desviación Estándar ($X \pm DE$). Para comparar los resultados las variables cuantitativas del estudio (hemoglobina, citocinas) se aplicó la prueba t para muestras independientes. Para comparar las medias de los cuatro grupos estudiados se aplicó el Análisis de la Varianza (ANOVA) de dos vías. En caso de significancia estadística, la prueba fue seguida del Test de Tukey, para determinar diferencia entre las varianzas de los promedios entre los grupos. Se consideró el 95% de confiabilidad estadística con una $p < 0,05$. El procesamiento de los datos se realizó con el programa de Sistema de Análisis Estadístico (SAS) (SAS Institute, Cary, NC).

RESULTADOS

Indicadores Antropométricos, hematológicos y estado nutricional de la vitamina A

Se seleccionó una sub-muestra de 53 niños eutróficos (F=29, M=24), edad comprendida entre 45-77 meses ($X \pm DE$: $65,21 \pm 7,83$ meses). En el presente estudio la prevalencia de anemia fue de 75,50% ($n=40$) y de CIC anormal, indicativa de DVA fue de 50,94% ($n=27$). La prevalencia de DVA detectada en los niños no anémicos fue de 61,53% superior a la encontrada en los niños anémicos (47,50%). No se observaron diferencias significativas de los valores de hemoglobina y las concentraciones séricas de las citocinas entre los niños con suficiencia o deficiencia de vitamina A. Igualmente, no se evidenciaron relaciones significativas con el sexo ni la edad en los grupos estudiados. Sin embargo, prevalencia de la coexistencia de anemia y DVA fue mayor en los niños del sexo masculino (52,60%) y en los mayores de 60 meses (84,20%); sin embargo, estas diferencias no fueron estadísticamente significativas. Nótese en la Tabla 1, que los valores promedio de Hb y Hematocrito (Hcto), como es de esperar, fueron significativamente menores en los niños anémicos en comparación con los no anémicos, independientemente de la condición de la vitamina A. Con respecto al análisis del puntaje Z de los indicadores antropométricos no se observaron diferencias significativas entre los grupos estudiados.

TABLA 1
Indicadores antropométricos y hematológicos en los niños estudiados

	Población infantil estudiada (n=53)			
	No anémicos (n=13; 24,50%)		Anémicos (n=40; 75,50%)	
	sin DVA (n=5; 9, 42%)	con DVA (n=8; 15, 08%)	sin DVA (n=21; 39, 64%)	con DVA (n=19; 35, 86%)
	$X \pm DE$	$X \pm DE$	$X \pm DE$	$X \pm DE$
Puntaje Z:				
P//T	0,35 \pm 0,64	0,25 \pm 1,01	-0,07 \pm 0,71	0,19 \pm 0,55
T//E	-0,75 \pm 0,76	-0,01 \pm 0,73	-0,93 \pm 0,54	-0,57 \pm 0,68
P//E	-0,25 \pm 0,79	0,15 \pm 1,06	-0,52 \pm 0,72	-0,21 \pm 0,72
Variables hematológicas				
Hemoglobina (g/L)	117,0 \pm 3,8	118,1 \pm 1,6	102,7 \pm 6,3 ^a	105,4 \pm 4,3 ^a
Hematócrito (%)	34,87 \pm 0,59	33,92 \pm 0,91	32,08 \pm 1,59 ^b	31,88 \pm 1,39 ^b

DVA: Deficiencia de vitamina A detectada por Citología de Impresión Conjuntival. P//T: Peso para la talla. T//E: Talla para la edad. P//E: Peso para la edad.

a. Diferente significativamente de los grupos no anémicos sin y con DVA ($p < 0,05$).

b. Diferente significativamente de los grupos anémicos sin y con DVA ($p < 0,01$).

Citocinas séricas

Nótese en la Tabla 2 que el grupo de niños anémicos con DVA mostraron valores séricos significativamente menores de IFN- γ e IL-10 ($p < 0,05$) al compararlo con el grupo de niños anémicos sin DVA. El grupo de niños anémicos sin DVA mostró valores más altos de IFN- γ aunque no significativos en comparación con los niños no anémicos con y sin DVA.

TABLA 2

Concentraciones séricas del interferón gamma y la interleucina 10 en los niños eutróficos no anémicos y anémicos de acuerdo al estado nutricional de la vitamina A

Citocinas (pg/mL)	Población infantil estudiada (n=53)			
	No anémicos (n=13)		Anémicos (n=40)	
	sin DVA (n=5)	con DVA (n=8)	sin DVA (n=21)	con DVA (n=19)
Interleucina 10	4,61 \pm 1,11	4,34 \pm 0,86	4,88 \pm 0,96	3,99 \pm 0,64 ^a
Interferón- γ	7,55 \pm 1,46	7,44 \pm 1,14	8,01 \pm 1,29	6,93 \pm 0,91 ^b

DVA: Deficiencia de vitamina A detectada por Citología de Impresión Conjuntival

a. Diferente significativamente de los niños anémicos sin DVA ($p < 0,05$).

b. Diferente significativamente de los niños anémicos sin DVA ($p < 0,05$).

DISCUSION

Indicadores antropométricos, hematológicos y estado nutricional de la vitamina A

En la presente investigación la prevalencia de anemia en los niños estudiados (75,50%) fue superior a las reportadas en niños de diferentes grupos etáreos en años recientes en Venezuela por Castejón y col., 2004 (38,11%) (16); en Latinoamérica por Morasso y col., 2003 (66,4%) (31), Cunningham y col., 2001 (26,3%) (32). Este resultado, revela la existencia de un serio problema de salud pública debido a la falta de estrategias efectivas y sostenidas para la prevención y el control de la anemia y la deficiencia de hierro que puede afectar a gran parte de la población infantil causando daños irreversibles en su desarrollo psicomotor y cognitivo, trastornos en el crecimiento pondoestatural y en el funcionamiento de los sistemas endocrino, gastrointestinal e inmunitario (8)

En el grupo de niños estudiados se detectó por CIC una prevalencia de DVA subclínica de 50,90%, que supera la señalada por la OMS para definirla como un problema de salud pública (33). La citología de impresión conjuntival, es una metodología que detecta los cambios histológicos del epitelio conjuntival antes del desarrollo de los primeros signos clínicos evidentes de DVA como la ceguera nocturna y la

xeroftalmia, lo cual determina su importancia como método diagnóstico que permite decidir sobre las medidas terapéuticas pertinentes antes del desarrollo de las formas clínicas severas (34). Investigaciones realizadas en poblaciones infantiles de nuestro país fundamentadas en la técnica de CIC, muestran una prevalencia de DVA subclínica que varía entre 9% y 35,4% (14,17). Otros reportes, basados en la determinación sérica de retinol por HPLC, han mostrado que la prevalencia de DVA varía desde 0,5% hasta 60% en las diferentes regiones de Venezuela (7,11-16,35).

La prevalencia de anemia asociada con DVA observada en este estudio fue de 35,86%, superior a la señalada recientemente por Castejón y col. de 7,92% (16). Diversos reportes epidemiológicos han planteado potenciales mecanismos biológicos a través de los cuales la DVA podría causar anemia (23), y algunas de estas investigaciones han mostrado que la deficiencia de hierro y vitamina A por separado afectan el estado funcional del sistema inmunitario (36,37).

Ante estos graves problemas de salud pública, se considera necesaria la educación nutricional y para la salud, tanto en los hogares como en las comunidades, con el objeto de diseñar y ejecutar programas que incluyan la intervención nutricional con múltiples micronutrientes. Estas medidas, deben ejercerse en forma sostenida y extenderse a toda la población infantil, adolescentes y las madres embarazadas, las cuales al ser bien conducidas y ampliadas minimizarían la prevalencia y por ende las consecuencias clínico-patológicas.

Anemia y citocinas

El grupo de niños anémicos sin DVA estudiado mostró concentraciones séricas de IFN- γ e IL-10 mayores pero no significativas al compararlo con los grupos no anémicos con y sin DVA. Al respecto, Beard, (8) señaló que el hierro está involucrado en la regulación de la producción de citocinas. Por su parte, Janson y col. (26), han reportado en estudios “*in vitro*” una alta producción de IFN- γ en niños con deficiencia crónica de hierro. Feelders y col. (38), demostraron que altas concentraciones de IFN- γ se relacionan con un incremento en los niveles de ferritina y de los depósitos de hierro, y con una disminución del hierro sérico. Tilg y col., 2002 (39) revelaron que niveles elevados de IL-10 son capaces de inhibir la secreción de IFN- γ , y en consecuencia disminuir los valores de la ferritina y los depósitos de hierro, e incrementar la disponibilidad del hierro sérico necesario para la eritropoyesis; por lo que, el IFN- γ y la IL-10 parecen ejercer efectos inmunoreguladores en la homeostasis del metabolismo del hierro, situación que pudiera comprobarse o descartarse en próximas investigaciones.

Deficiencia de vitamina A y citocinas

Aunque los estudios acerca de DVA-citocinas son controversiales tanto en animales (40,41) como en humanos

(42,43), los mismos han señalado que la DVA afecta la inmunidad celular en relación a la función y cantidad de leucocitos y linfocitos circulantes, lo cual altera la secreción de citocinas. Al comparar el grupo de niños con DVA y sin DVA analizados en el presente estudio, no mostraron diferencias significativas entre las concentraciones séricas de las citocinas evaluadas. Estos resultados son contrarios a los demostrados en otros estudios realizados en animales (40,41) y en humanos (42,43), en los que la DVA determina un fuerte imbalance regulatorio de células TCD4+, con síntesis excesiva de citocinas fenotipo Th1 e insuficiente secreción por el fenotipo de células Th2.

Anemia, DVA y citocinas

En nuestro estudio, la coexistencia de anemia y DVA afectó significativamente los niveles séricos de ambas citocinas, puesto que el grupo de niños anémicos con DVA mostró valores séricos significativamente más bajos de IFN- γ (6,93 \pm 0,91 pg/mL) e IL-10 (3,99 \pm 0,64 pg/mL) ($p < 0,05$) que los niños anémicos sin DVA (IFN- γ : 8,01 \pm 1,29 pg/mL. IL-10: 4,88 \pm 0,96 pg/mL), no así la condición de anemia y DVA por separado. El IFN- γ es una citocina que induce la muerte de las células progenitoras hematopoyéticas a través del incremento de la apoptosis (muerte celular programada). La sobreproducción de IFN- γ , en animales, se ha asociado con la patogénesis de la Anemia de Fanconi (44) y en humanos con la patogénesis de la Anemia Aplásica (45). Por otro lado, la IL-10 es capaz de incrementar la formación de colonias eritroides de manera dosis dependiente, y limitar la producción de IFN- γ en pacientes con anemia aplásica severa (45). Aunque no se dispone de otros estudios que evalúen las concentraciones séricas de IFN- γ e IL-10 en niños con DVA y anemia nutricional, nuestro hallazgo sugiere la presencia de complejos mecanismos inmunoregulatorios cuyo objeto probable sea garantizar la formación de los eritrocitos ante situaciones adversas.

En la presente investigación, el porcentaje de determinación indica que un 66,90% de los cambios observados en el IFN- γ son explicables por las variaciones de la IL-10 o viceversa, quedando un 33,10% de variación atribuible a otros factores involucrados, tales como la participación de otras citocinas y la posible deficiencia de otros micronutrientes como: vitaminas B6, B12, ácido fólico, vitamina E, niacina, zinc y selenio cuyas carencias repercuten en la inmunidad celular y que pueden producir alteraciones en los procesos inmunológicos (42). Por ello, es importante ampliar el estudio debido a la cantidad de factores intrínsecos y extrínsecos involucrados en la afectación del sistema inmunitario en los casos de coexistencia de DVA y anemia.

AGRADECIMIENTO

Este trabajo fue financiado por el Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES) de la Universidad del Zulia. Nuestro reconocimiento al personal del Laboratorio Regional de Referencia Viroológica del Instituto de Investigaciones Clínicas de la Facultad de Medicina de La Universidad del Zulia, en especial al MgSc Ricardo Atencio, por su valiosa colaboración; a la Lic. María I. Rodríguez, coordinadora del Laboratorio Clínico del Hospital de Especialidades Pediátricas de Maracaibo por su contribución.

REFERENCIAS

1. Nestel P, Melara A, Rosado J, Mora JO. Vitamin A deficiency and anemia among children 12-71 months old in Honduras. *Pan American of Public Health* 1999; 6: 34-43.
2. Albalak R, Ramakrishnan V, Stein AD, Van der Haar F, Haber MJ, Schroeder D, et al. Co-occurrence of nutrition problems in Honduran children. *J Nutr* 2000; 130: 2271-2273.
3. Stoltzfus RJ. Defining iron-deficiency anemia in public health terms: a time for reflection. *J Nutr* 2001; 131: 565S-567S.
4. Solano L, Meertens L, Peña E, Argüello F. Deficiencia de micronutrientes. Situación actual. *An Venez Nutr* 1998; 11: 48-54.
5. Layrisse M, Chávez JF, Méndez-Castellano H, Bosh V, Tropper E, Bastardo B, et al. Early response to the impact of iron fortification in the Venezuela population. *Am J Clin Nutr* 1996; 64: 903-907.
6. Diez-Ewald M, Torres-Guerra E, Layrisse M, Leets I, Vizcaíno G, Arteaga-Vizcaíno M. Prevalence of anemia, iron, folic acid and vitamin B₁₂ deficiency in two Bari indian communities from western Venezuela. *Invest Clin* 1997; 38: 191-201.
7. Landaeta-Jiménez M. Alimentación y Nutrición en la Venezuela de 2000. *An Venez Nutr* 2000; 13: 143-150.
8. Beard JL. Iron biology in immune function, muscle metabolism and neuronal functioning. *J Nutr* 2001; 131:569S-580S.
9. Mora JO, Gueri M, Mora OL. Vitamin A deficiency in Latin America and the Caribbean: An overview. *Pan Am J Public Health* 1998; 4:178-185.
10. Sommer A, Katz J, Tamrvrotj J. Increased risk of respiratory disease and diarrhea in children with pre-existing mild vitamin A deficiency. *Am J Clin Nutr* 1984; 40: 1090-1095.
11. Yépez C, Ludovic I, Naranjo R, Solano-Rodríguez L. Niveles séricos de vitamina A, C y E en una población pre-escolar del Municipio Los Guayos. Estado Carabobo. *Arch Latinoamer Nutr* 1994; 44: 42S-43S
12. Montilva M, Nieto R, Ferrer MO, Pérez M, Durán L, Mendoza MA. Vitamina A en niños menores de 7 años de comunidades suburbanas. Barquisimeto-Venezuela. *An Venez Nutr* 2001; 14. ISSN 0798-0752.
13. de Abreu J, Santos C, Borno S, Montilla M, Arenas O, Dini E. Deficiencia de vitamina A en niños desnutridos moderados de una población urbano-marginal de Caracas. *An Venez Nutr* 2002; 15: 76-86.
14. Páez-Valery MC, Solano LR, del Real S. Indicadores de riesgo para la deficiencia de vitamina A en menores de 15 años de

- una comunidad marginal de Valencia, Venezuela. *Arch Latinoamer Nutr* 2002; 52: 12-19.
15. Amaya-Castellanos D, Vilorio-Castejón H, Ortega P, Gómez G, Urrieta JR, Lobo P, Estévez J. Deficiencia de vitamina A y estado nutricional antropométrico en niños marginales urbanos y rurales en el Estado Zulia, Venezuela. *Invest Clin* 2002; 43: 89-105.
 16. Castejón HV, Ortega P, Amaya D, Gómez G, Leal J, Castejón OJ. Co-existence of anemia, vitamin A deficiency and growth retardation among children 24-84 months old in Maracaibo, Venezuela. *Nutr Neurosc* 2004; 7: 113-119.
 17. Castejón HV, Ortega P, Díaz M, Amaya D, Gómez G, Ramos M, et al. Prevalencia de deficiencia subclínica de vitamina A y desnutrición infantil en niños marginales de Maracaibo-Venezuela. *Arch Latinoamer Nutr* 2001; 51: 25-32.
 18. Mohanram M, Kulkarni KA, Reddy B. Hematological studies in vitamin A deficient children. *International J Vitaminol Res* 1977; 47: 389-393.
 19. Hodges RE, Sauberlich HE, Canham JE, Wallace DL, Rucker RB, Mejía LA, Mohanram M. Hematopoietic studies in vitamin A deficiency. *Am J Clin Nutr* 1978; 31: 876-885.
 20. Bloem MW, Wedel M, Egger RJ, Speek AJ, Schrijver J, Saowakontha S, et al. Iron metabolism and vitamin A deficiency in children in Northeast Thailand. *Am J Clin Nutr* 1989; 50: 332-338.
 21. Bloem MW, Wedel M, van Agtmaal EJ, Speek AJ, Saowakontha S, Schreurs W. Vitamin A intervention: short-term effects of a single, oral, massive dose on iron metabolism. *Am J Clin Nutr* 1990; 51: 76-79.
 22. Mejía LA, Chew F. Hematological effect of supplementing anemic children with vitamin A alone and in combination with iron. *Am J Clin Nutr* 1988; 48: 595-600.
 23. Semba RD, Bloem MW. The anemia of vitamin A deficiency: epidemiology and pathogenesis. *Eur J Clin Nutr* 2002; 56: 271-281.
 24. Thurnham DI, McCabe GP, Northrop-Clewes CA, Nestel P. Effects of subclinical infection on plasma retinol concentrations and assessment of prevalence of vitamin A deficiency: meta-analysis. *Lancet* 2003; 362: 2052-2058.
 25. Harada H, Miki R, Masushige S, Kato S. Gene expression of retinoic acid receptors, retinoid X receptors, and cellular retinol-binding protein I in bone: its regulation by vitamin A. *Endocrinology* 1995; 136: 5329-5335.
 26. Janson J, Archibald LK, Nwanyanwu OC, Bell M, Jensen RJ, Gunter E, et al. The effects of iron deficiency on lymphocyte cytokine production and activation: preservation of hepatic iron but not at all cost. *Clin Exp Immunol* 2001; 126: 466-473.
 27. Méndez-Castellano H, de Méndez MC. Estratificación social y Biología humana. Método Graffar modificado. *Arch Venez Puer Pediatr* 1986; 49: 93-104.
 28. Waterlow JC "Evaluación del Estado Nutricional en la Comunidad" en Malnutrición proteico energética OPS. 1996; Publicación N° 555: 260-280.
 29. Nestel P. Adjusting Hemoglobin values in Program Surveys. [Citado 31 de marzo de 2005]. World wide web: <<http://inacg.ilsa.org/publications/index.cfm?pubentiyid=17>>.
 30. Wittpenn J, West K, Keenum D, Farazdaghi M, Humphrey J, Howard G, et al. Training Manual Assessment of vitamin A status by impression cytology. ICEPO, Dana Center for Preventive Ophthalmology 1988; 1-25.
 31. Morasso MC, Molero J, Vinocur P, Acosta L, Paccussi N., Raselli S, et al. Deficiencias de hierro y de vitamina A y prevalencia de anemia en niños y niñas de 6 a 24 meses de edad en Chaco, Argentina. *Arch Latinoamer Nutr* 2003; 53: 21-27.
 32. Cunningham L, Blanco A, Rodríguez S, Ascencio M. Prevalencia de anemia, deficiencia de hierro y folatos en niños menores de siete años. Costa Rica, 1996. *Arch Latinoamer Nutr* 2001; 51: 37-43.
 33. De Pee S, Dary O. Biochemical indicators of vitamin A deficiency: serum retinol binding protein. *J Nutr* 2002; 32: 2895S-2901S.
 34. Kjolhede CL, Gadomski AM, Wittpenn J, Bulux J, Rosas AR, Solomons NW, et al. Conjunctival impression cytology: feasibility of a field trial to detect subclinical vitamin A deficiency. *Am J Clin Nutr* 1989; 49: 490-494.
 35. Zabala MT. Prevalencia del déficit de vitamina A en niños y niñas entre 6 y 59 meses de edad. Ministerio de Salud y Desarrollo Social-Venezuela. Caracas 2003; 1: 1-33.
 36. Soyano A, Gómez M. Participación del hierro en la inmunidad y su relación con las infecciones. *Arch Latinoamer Nutr* 1999; 49: 40S-46S.
 37. Stephensen CB. Vitamin A, infection, and immune function. *Annu Rev Nutr* 2001; 21: 167-192.
 38. Feelders, Vreugdenhil F, Eggermont, Kuiper-Kramer, van Eijk, Swaak. Regulation of iron metabolism in the acute-phase response: interferon- γ and tumour necrosis factor α and decrease in circulating transferrin receptors in cancer patients. *Eur J Clin Invest* 1998; 28: 520-527.
 39. Tilg H, Ulmer H, Kaser A, Weiss G. Role of IL-10 for induction of anemia during inflammation. *J Immunol*, 2002; 169: 2204-2209.
 40. Carman JA, Smith SM, Hayes CE. Characterization of a helper T lymphocyte defect in vitamin A-deficient mice. *J Immunol* 1989; 142: 388-393.
 41. Bowman TA, Goonewardene MI, Pasatiempo AMG, Ross AC, Taylor CE. Vitamin A deficiency decreases natural killer cell activity and Interferon production in rats. *J Nutr* 1990; 120: 1264-1273.
 42. Wieringa FT, Dijkhuizen MA, West CE, van der Ven-Jongekrijg J, Muhilal, van der Meer JWM. Reduced production of immunoregulatory cytokines in vitamin A-and zinc-deficient Indonesian infants. *Eur J Clin Nutr* 2004; 58: 1498-1504.
 43. Leal J, Castejón HV, Romero T, Ortega P, Gómez G, Amaya D, et al. Valores séricos de citocinas en niños con desordenes por deficiencia de vitamina A. *Invest Clín* 2004; 45: 193-294
 44. Dufour C, Corcione A, Svahn J, Haupt R, Poggi V, Nandor-Béka'ssy A, et al. TNF- α and IFN- γ are over expressed in the bone marrow of Fanconi anemia patients and TNF- α suppresses erythropoiesis in vitro. *Blood* 2003; 102: 2053-2059.
 45. Asano Y, Shibata S, Kobayashi S, Okamura S, Niho Y. Effect of interleukin 10 on the hematopoietic progenitor cells from patients with Aplastic anemia. *Stem Cells* 1999; 17: 147-151.

Recibido: 09-05-2006

Aceptado: 19-09-2006

Niveles séricos de homocisteína total y lipoproteínas en adultos jóvenes de áreas rurales y urbanas de Costa Rica

Ileana Holst-Schumacher, Rafael Monge-Rojas, Mauro Barrantes-Santamaría

Facultad de Microbiología y Centro de Investigación en Hematología y Trastornos Afines (CIHATA), Universidad de Costa Rica, Instituto Costarricense de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA), Oficina de Bienestar y Salud, Universidad de Costa Rica

RESUMEN. Se estudió el perfil de lípidos y los niveles séricos de homocisteína total de una población de 400 adultos con edades entre 20 y 40 años residentes de áreas rurales y urbanas del valle central de Costa Rica. Los resultados indican que la proporción de sujetos de zona urbana con niveles elevados de LDL-C ($= 4,13$ mmol/L) fue un 11% mayor que la proporción de individuos de zona rural (29,2% y 18,0%, $p=0,045$). Por el contrario, la proporción de individuos de zona rural con niveles de HDL-C bajos ($< 1,03$ mmol/L) fue superior en un 19% que los sujetos de la zona urbana (56,0% y 75,3%, $p=0,001$). Los adultos rurales también mostraron niveles séricos más altos de triglicéridos y homocisteína total que las personas de origen urbano, aunque las diferencias no mostraron ser significativas (TG: 1,94 mmol/L y 2,02 mmol/L, $p=0,529$; HT: 9,33 μ mol/L y 9,84 μ mol/L, $p=0,145$). La prevalencia total de hiperhomocisteinemia (>15 μ mol/L), hipercolesterolemia ($= 5,17$ mmol/L) e hipertrigliceridemia ($= 1,69$ mmol/L) en la población estudiada fue 5,8%, 53,6% y 50,1% respectivamente. El 82% de la población estudiada presentó valores de LDL-C $= 2,58$ mmol/L y un 61% aproximadamente de los adultos tenían las HDL-C en niveles inferiores a 1,03 mmol/L. Los datos indican que la población costarricense estudiada presenta un alto riesgo cardiovascular. La prevalencia de niveles bajos de HDL-C ($< 1,03$ mmol/L), niveles marginales de homocisteína total y una tendencia a presentar niveles altos de triglicéridos fueron los factores de riesgo cardiovascular más característicos encontrados en esta población, principalmente en los individuos de áreas rurales, lo cual podría estar asociado a la calidad de la dieta de los habitantes de estas áreas. Es necesario desarrollar intervenciones efectivas orientadas a promover los estilos de vida saludables en la población con el fin de reducir las tasas de mortalidad por enfermedad cardiovascular en Costa Rica.

Palabras clave: Perfil lipídico, colesterol, triglicéridos, enfermedad cardiovascular, homocisteína total.

INTRODUCCION

Costa Rica, al igual que otros países en desarrollo ha experimentado en las últimas décadas grandes cambios socioeconómicos que han incidido fuertemente en los modos de vida de sus habitantes. Las diferencias entre los estilos de vida en las áreas rurales y urbanas son cada vez menos evidentes, lo cual ha generado cambios en el perfil epidemiológico, como consecuencia de un incremento en la

SUMMARY. Serum total homocysteine and lipoproteins levels in young adults from urban and rural areas of Costa Rica. This study evaluated the lipid profile and the serum levels of total homocysteine of 400 adults aged 20 to 40 years, residents of rural and urban areas of the central valley of Costa Rica. The results showed that the proportion of subjects from urban areas with high levels of LDL-C ($= 4,13$ mmol/L) was 11% higher than the proportion of adults from rural areas (29,2% y 18,0%, $p=0,045$). On the contrary, the proportion of rural subjects with low HDL-C levels ($< 1,03$ mmol/L) was higher 19% than the proportion of urban adults (56,0% y 75,3%, $p=0,001$). Rural residents also showed higher serum levels of triglycerides and total homocysteine than the urban residents, although the differences were not significant (TG: 1,94 mmol/L y 2,02 mmol/L, $p=0,529$; TH: 9,33 μ mol/L y 9,84 μ mol/L, $p=0,145$). The prevalences of hyperhomocysteinemia (>15 μ mol/L), hypercholesterolemia ($= 5,17$ mmol/L) and hypertriglyceridemia ($= 1,69$ mmol/L) in the studied population were 5,8%, 53,6% y 50,1% respectively. 82% of the studied population had LDL-C levels above 2,58 mmol/L and approximately 61% of the adults had HDL-C levels lower than 1,03 mmol/L. Our data suggest that the studied costarrican population has a very high cardiovascular risk. The prevalence of low levels of HDL-C ($< 1,03$ mmol/L), marginal levels of total homocysteine and a tendency to have high levels of triglycerides were the most outstanding cardiovascular risk factors found in this population, specially in rural subjects, which could be associated with the quality of the diet of these habitants. It is necessary to develop effective intervention strategies to promote healthy lifestyles in the population in order to reduce the cardiovascular mortality rates in Costa Rica.

Key words: Lipid profile, cholesterol, triglycerides, cardiovascular disease, total homocysteine.

prevalencia de los factores de riesgo de la enfermedad cardiovascular (1). En México y Guatemala, esta transición del estilo de vida rural a urbano ha propiciado cambios en los hábitos alimenticios y modificaciones en los patrones de actividad física de los individuos, los cuales se han reflejado en su perfil lipídico (1,2).

Las diferencias urbano-rurales en la prevalencia de dislipidemias han sido reconocidas en varias investigaciones, siendo la hipercolesterolemia y la hipertrigliceridemia

usualmente más prevalentes en áreas urbanas que rurales (1,3). En Costa Rica las enfermedades cardiovasculares ocasionan la tercera parte del total de defunciones y constituyen la primera causa de muerte en adultos desde la década de 1970 (4). Aproximadamente un 2,5% de esas muertes ocurren en adultos jóvenes con edades inferiores a los 40 años (5). Los factores de riesgo descritos y asociados al desarrollo de estas enfermedades son múltiples, mencionándose la hipercolesterolemia como uno de los elementos de mayor relevancia en la activación endotelial y en la subsiguiente formación de la placa aterosclerótica (6).

Adicionalmente, en los últimos diez años, diversas investigaciones han señalado la hiperhomocisteinemia moderada ($> 15 \mu\text{mol/L}$) como un factor de riesgo independiente que también predispone a la progresión y complicaciones de las lesiones arteriales (7,8). Varios autores consideran que la hiperhomocisteinemia moderada tiene un peso equivalente a la hipercolesterolemia como factor de riesgo cardiovascular (9,10). Se ha estimado que un incremento de $5 \mu\text{mol/L}$ en la HT eleva el riesgo de enfermedad coronaria en la misma medida que un incremento de $0,5 \text{ mmol/L}$ (20 mg/dL) en colesterol (9).

Por lo tanto, en este estudio se pretende determinar las prevalencias de hipercolesterolemia, hipertrigliceridemia e hiperhomocisteinemia en adultos costarricenses residentes en áreas rurales y urbanas del valle central de Costa Rica.

MATERIALES Y METODOS

Muestra

En el estudio participaron 400 adultos con edades comprendidas entre 20 y 40 años residentes del valle central de Costa Rica. Los individuos fueron invitados a participar en la investigación a través de una circular enviada a los hogares de 700 niños y niñas seleccionados en una muestra representativa ($n=20$) de escuelas públicas y privadas de las áreas urbanas y rurales del valle central del país. Del total de adultos invitados a integrar la población de estudio, el 57% confirmó su participación. Todos los participantes leyeron, comprendieron y firmaron el consentimiento informado tal y como lo exigen las normas y procedimientos de los comités éticos científicos de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica y el Instituto de Investigación y Enseñanza en Nutrición y Salud (INCIENSA). Los criterios de inclusión fueron nacionalidad costarricense y edad (20 a 40 años). Los criterios de exclusión contemplaron la ingesta de drogas hipolipemiantes, antiepilépticas, antidepresivas, multivitamínicos y anticonceptivos orales.

Variables del estudio

La información sobre edad, área, sexo e ingesta de drogas fue recopilada a través de instrumentos previamente validados.

La sangre fue recolectada en tubos al vacío Vacutainer (Becton-Dickinson, Rutherford, NJ, EUA) sin anticoagulante luego de un ayuno de 12-14 horas por extracción de la vena antecubital de acuerdo a los procedimientos establecidos por el "National Committee for Clinical Laboratory Standards" (NCCLS) (11). Las muestras de suero fueron separadas de las células sanguíneas por centrifugación (6000 rpm por 5 min a 25°) y almacenadas a -20°C hasta ser analizadas para homocisteína total (HT), colesterol total (CT), HDL-colesterol (HDL-C) y triglicéridos (TG). Los valores de CT, TG, HDL-C y LDL-Colesterol (LDL-C) fueron clasificados en deseables, marginales y elevados de acuerdo a los criterios establecidos por el Panel de Expertos del Programa Nacional de Educación en Colesterol de los Estados Unidos de América (NCEP) en el año 2001 (Tratamiento en adultos, III Panel) (12). CT deseable: $< 5,17 \text{ mmol/L}$, CT marginal (riesgo moderado): $5,17- 6,19 \text{ mmol/L}$ y CT elevado (alto riesgo): $= 6,20 \text{ mmol/L}$. LDL-C deseable: $< 2,58 \text{ mmol/L}$, LDL-C marginal (riesgo moderado): $2,58- 4,12 \text{ mmol/L}$ y LDL-C elevado (alto riesgo): $= 4,13 \text{ mmol/L}$. TG deseable $< 1,69 \text{ mmol/L}$, marginal: $1,69- 2,25 \text{ mmol/L}$ y TG elevado: $= 2,26 \text{ mmol/L}$. HDL-C bajo: $< 1,03 \text{ mmol/L}$, marginal: $1,03 -1,54 \text{ mmol/L}$ y HDL-C alto: $= 1,55 \text{ mmol/L}$. Los niveles séricos de HT fueron categorizados como deseables ($< 10 \mu\text{mol/L}$), de riesgo (10 a $15 \mu\text{mol/L}$) o elevados ($> 15 \mu\text{mol/L}$) (13,14). Las concentraciones de LDL-C se calcularon con la ecuación de Friedwald et al (15), siempre y cuando la concentración sérica de triglicéridos fuera menor a $4,51 \text{ mmol/L}$. Los índices aterogénicos CT/HDL-C y LDL-C/HDL-C se derivaron por cálculo matemático de los análisis antes mencionados y valores superiores a 4,5 y 5,0 respectivamente fueron considerados de riesgo coronario.

Determinaciones bioquímicas

La HT se determinó utilizando un inmunoensayo de fluorescencia polarizada en un equipo automatizado IMx (Laboratorios Abbott, Abbott Park, Illinois, EUA). Los niveles séricos de CT y TG se determinaron con técnicas enzimáticas colorimétricas utilizando un equipo de química seca Vitros 250 (Ortho-Clinical Diagnostic, Johnson & Johnson, Rochester, NY, EUA). Las concentraciones de HDL-C se establecieron con el método directo homogéneo enzimático en un equipo Auto Human Lyser 900S (Human Biochemica und Diagnostica mbH, Wiesbaden, Germany). Los coeficientes de variación intraensayo para HT, CT, TG y HDL-C fueron $< 8\%$; $1,6\%$; $< 3,3\%$ y $3,5\%$ respectivamente.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados con el programa estadístico SPSS para Windows (SPSS Inc., versión 10.0 para Windows, Chicago, Illinois) utilizando estadística descriptiva, coeficientes de correlación de Spearman y la prueba T-student para comparar los promedios de las determinaciones

bioquímicas entre los adultos de procedencia rural y urbana. Un nivel de $p < 0.05$ fue considerado significativo.

RESULTADOS

En el estudio se incluyeron 400 adultos costarricenses, 47% hombres y 53% mujeres con edades entre 20 y 40 años. La edad promedio fue $32,5 \pm 5,6$ años, sin diferencia significativa por sexo. El 76.8% de los individuos residían en áreas urbanas y el 23.2% en áreas rurales (Tabla 1). Los valores promedio de CT, HDL-C y LDL-C en los adultos urbanos fueron más elevados que los determinados en los individuos de origen rural (CT: $5,48 \pm 1,24$ mmol/L vs $5,14 \pm 1,14$ mmol/L, $p=0,027$; HDL-C: $1,01 \pm 0,21$ mmol/L vs $0,96 \pm 0,21$ mmol/L, $p = 0,007$; LDL-C: $3,57 \pm 1,14$ vs $3,28 \pm 0,88$, $p = 0,021$). Por el contrario, los adultos rurales mostraron niveles más altos de TG y HT que las personas de origen urbano, aunque las diferencias no mostraron ser significativas (TG: $1,94 \pm 1,11$ mmol/L vs $2,02 \pm 1,24$ mmol/L, $p=0,529$; HT: $9,33 \pm 2,71$ μ mol/L vs $9,84 \pm 3,66$ μ mol/L, $p = 0,145$).

Los niveles promedio de HDL-C en las mujeres fueron más altos que los evidenciados en los hombres ($1,03 \pm 0,21$ mmol/L vs $0,98 \pm 0,21$ mmol/L; $p=0,009$). Por el contrario, los hombres mostraron niveles séricos promedio de homocisteína total, colesterol total, triglicéridos y el índice CT/HDL-C significativamente más altos que las mujeres ($p = 0,020$). No se observaron diferencias entre hombres y mujeres en las concentraciones séricas de LDL-C y el indicador LDL-C/HDL-C.

La proporción de adultos urbanos con niveles elevados de LDL-C ($=4,13$ mmol/L) fue un 11% mayor que la proporción de individuos de zona rural (29,2% y 18,0%, $p=0,045$). Por el contrario, la proporción de adultos rurales con niveles de HDL-C bajos ($< 1,03$ mmol/L) fue superior en un 19% que los sujetos de la zona urbana (56,0% y 75,3%, $p=0,001$). No se observaron diferencias entre las proporciones por sexo o zona de procedencia en el índice LDL-C/HDL-C (Tabla 2).

En términos generales, más del 50% de los sujetos presentaron niveles séricos de colesterol total $= 5,17$ mmol/L y de triglicéridos $=1,69$ mmol/L. El 82% de la población estudiada presentó valores de LDL-C $=2,58$ mmol/L y un 61% aproximadamente de los adultos tenían las HDL-C en niveles inferiores a 1,03 mmol/L. Cerca de los 76% de los costarricenses incluidos en el estudio mostraron un índice CT/HDL-C $=4,50$, mientras el índice LDL-C/HDL-C fue igual o superior a 5,00 solamente en el 14% de los individuos. La prevalencia de valores deseables de lípidos y lipoproteínas fue significativamente mayor en mujeres que en hombres (Tabla 2).

La prevalencia total de hiperhomocisteinemia (>15 μ mol/L) en la población estudiada fue 5,8% (23 de 400). La prevalencia de hiperhomocisteinemia en los hombres (20 de 187, 10,7%) fue más elevada que en las mujeres (3 de 213, 1,4%) ($p < 0,001$) y no se observaron diferencias en la prevalencia de hiperhomocisteinemia según el origen rural (7 de 93, 6,5%) o urbano (16 de 307, 5,2%) ($p = 0,824$) de los participantes. La prevalencia de hipercolesterolemia ($=5,17$ mmol/L) e hipertrigliceridemia ($=1,69$ mmol/L) en la población estudiada fue 53,6% y 50,1% respectivamente (Tabla 3).

TABLA 1
Promedios (\pm DS) de los indicadores bioquímicos estudiados en la población costarricense según sexo y área

Variables	Sexo		Valor p*	Area		Valor p*	Total (n=400)
	Hombres (n=187)	Mujeres (n=213)		Urbana (n=307)	Rural (n=93)		
Colesterol total (mmol/L)	$5,56 \pm 1,29$	$5,27 \pm 1,16$	0,020	$5,48 \pm 1,24$	$5,14 \pm 1,14$	0,027	$5,40 \pm 1,24$
HDL-Colesterol (mmol/L)	$0,98 \pm 0,21$	$1,03 \pm 0,21$	0,009	$1,01 \pm 0,21$	$0,96 \pm 0,21$	0,007	$1,01 \pm 0,21$
LDL-Colesterol (mmol/L)	$3,51 \pm 1,09$	$3,41 \pm 1,09$	0,977	$3,57 \pm 1,14$	$3,28 \pm 0,88$	0,021	$3,51 \pm 1,09$
Triglicéridos (mmol/L)	$2,34 \pm 1,24$	$1,63 \pm 0,90$	$< 0,001$	$1,94 \pm 1,11$	$2,02 \pm 1,24$	0,529	$1,96 \pm 1,13$
CT/HDL-C	$5,9 \pm 1,5$	$5,3 \pm 1,5$	$< 0,001$	$5,6 \pm 1,7$	$5,5 \pm 1,2$	0,865	$5,6 \pm 1,6$
LDL-C/HDL-C	$3,7 \pm 1,3$	$3,6 \pm 1,3$	0,175	$3,7 \pm 1,4$	$3,6 \pm 1,0$	0,703	$3,6 \pm 1,3$
Homocisteína total (μ mol/L)	$10,81 \pm 3,03$	$8,26 \pm 2,32$	$< 0,001$	$9,33 \pm 2,71$	$9,84 \pm 3,66$	0,145	$9,45 \pm 2,96$

p* diferencia significativa si $p < 0,05$. Prueba estadística de Mann-Whitney. DS= desviación estándar; CT=Colesterol Total; HDL-C=Colesterol ligado a lipoproteínas de alta densidad; LDL-C= Colesterol ligado a lipoproteínas de baja densidad.

TABLA 2
Distribución de la población por sexo y área, según las normas establecidas para homocisteína total y los niveles séricos de lípidos por el Programa Nacional de Educación en Colesterol (NCEP, 2001)

	Total (n=400)	Hombres (n=187)	Sexo		Urbana (n=307)	Area	
			Mujeres (n=213)	Valor p*		Rural (n=93)	Valor p*
Colesterol total, mmol/L							
< 5,17 (n=186)	46,5	39,0	53,1	0,007	44,3	53,8	0,136
5,17-6,19 (n=121)	30,3	34,2	26,8	0,134	30,9	28,0	0,686
=6,20 (n=93)	23,3	26,7	20,2	0,156	24,8	18,3	0,246
HDL-Colesterol, mmol/L							
< 1,03 (n= 242)	60,5	66,8	54,9	0,020	56,0	75,3	0,001
1,03- 1,54 (n=151)	37,8	31,0	43,7	0,012	42,0	23,7	0,002
= 1,55 (n= 7)	1,8	2,1	1,4	0,880	2,0	1,1	0,899
LDL-Colesterol, mmol/L							
< 2,58 (n=71)	18,3	23,2	14,3	0,031	17,8	20,2	0,711
2,58-4,12 (n= 213)	55,0	47,5	61,4	0,007	53,0	61,8	0,169
=4,13 (n=103)	26,6	29,4	24,3	0,300	29,2	18,0	0,045
Triglicéridos, mmol/L							
< 1,69 (n=200)	50,0	35,8	62,4	<0,001	50,2	49,5	0,952
1,69- 2,25 (n= 81)	20,3	21,9	18,8	0,519	20,8	18,3	0,705
= 2,26 (n= 119)	29,8	42,2	18,8	<0,001	29,0	32,3	0,631
LDL-C/HDL-C							
< 4,99 (n=333)	86,0	87,0	85,2	0,709	84,9	89,9	0,294
=5,00 (n=54)	14,0	13,0	14,8	0,709	15,1	10,1	0,294
CT/HDL-C							
< 4,49 (n=97)	24,3	12,3	34,7	<0,001	26,1	18,3	0,162
= 4,50 (n= 303)	75,8	87,7	65,3	<0,001	73,9	81,7	0,162
Homocisteína Total, μ mol/L							
= 15 (n= 377)	94,2	89,3	98,6	<0,001	94,8	93,5	0,824
> 15 (n=23)	5,8	10,7	1,4	<0,001	5,2	6,5	0,824

p* diferencia significativa si $p < 0,05$. CT=Colesterol Total; HDL-C=Colesterol ligado a lipoproteínas de alta densidad; LDL-C=Colesterol ligado a lipoproteínas de baja densidad.

TABLA 3
Distribución de la población estudiada según niveles de riesgo de homocisteína total y valores críticos del perfil lipídico (n=400)

	Homocisteína total (μ mol/L)			Total
	< 10	10-15	> 15	
Colesterol total (mmol/L)	34,3	17,8	1,5	53,6
= 5,17				
HDL-Colesterol (mmol/L)	38,1	20,1	2,3	60,5
< 1,03				
Triglicéridos (mmol/L)	32,3	15,8	2,0	50,1
= 1,69				
LDL-Colesterol (mmol/L)	52,9	25,8	2,9	81,6
= 2,58				
LDL-C/HDL-C	8,8	4,5	0,7	14,0
= 5,0				
CT/HDL-C	47,5	25,5	2,8	75,8
= 4,5				

CT=Colesterol Total; HDL-C=Colesterol ligado a lipoproteínas de alta densidad; LDL-C= Colesterol ligado a lipoproteínas de baja densidad

Un porcentaje considerable de la muestra con niveles de riesgo de HT (10 -15 μ mol/L) mostró simultáneamente uno o varios parámetros del perfil lipídico alterados: 17,8% de los sujetos presentaron además CT =5,17 mmol/L; un 25,8% LDL-C =2,58 mmol/L; un 20,1% HDL-C < 1,03 mmol/L y un 15,8% TG =1,69 mmol/L. El 8% de los sujetos con HT elevada (>15 μ mol/L) presentó todos los niveles séricos de lipoproteínas y TG alterados. El 25,5% de los individuos con alto riesgo cardiovascular (CT/HDL-C =4,5) presentaron también niveles de riesgo de HT (10-15 μ mol/L).

DISCUSION

En este estudio las concentraciones séricas promedio de homocisteína total fueron mayores en hombres que en mujeres, lo cual ha sido reportado en otras investigaciones (16-18), donde se ha sugerido que las hormonas sexuales podrían jugar un papel importante en el metabolismo de este aminoácido. Además, se observó una tendencia en la zona rural a presentar valores más elevados de homocisteína total,

aunque no mostró ser significativa. Esta misma situación fue descrita por Kyung Kim et al (19) en 2003 donde tanto hombres como mujeres costarricenses de procedencia rural presentaban concentraciones séricas más elevadas de HT que aquellos individuos de origen urbano. Esta diferencia en las prevalencias de hiperhomocisteinemia en las zonas urbana y rural fue explicada, en parte, por los autores como consecuencia de una menor ingesta de vitaminas del complejo B, especialmente ácido fólico, en aquellos individuos de origen rural.

Actualmente en Costa Rica, el arroz, la leche, las harinas de trigo y maíz y sus derivados están fortificados con ácido fólico; sin embargo la prevalencia de deficiencia de ácido fólico sigue siendo significativamente mayor en las áreas rurales que urbanas (20). Esto sugiere que los niveles mayores de HT en el área rural, pueden estar asociados a un menor acceso de la población rural a los alimentos fortificados como secuela del limitado poder adquisitivo de las familias.

La prevalencia general de hiperhomocisteinemia (>15 $\mu\text{mol/L}$) en la población estudiada fue baja (5,8%) y similar a las reportadas en Estados Unidos y Europa (5% al 7%) (19). Sin embargo, la elevada proporción de individuos con niveles de riesgo o marginales de HT (10-15 $\mu\text{mol/L}$), particularmente en el área rural, es de considerable importancia pues diversos estudios in vitro han mostrado que la autooxidación de la HT genera la producción de radicales libres que podrían oxidar a las lipoproteínas LDL-C en el espacio subendotelial, promoviendo así, la formación de lesiones vasculares ateroscleróticas (21-23). Además la notable prevalencia de adultos con niveles de riesgo moderado y alto de LDL-C (81,6%) y con niveles de riesgo de HT (10-15 $\mu\text{mol/L}$) es preocupante, ya que ambos factores de riesgo contribuyen independientemente (24-26) a propiciar la activación endotelial y consecuentemente la formación de las placas ateromatosas.

Contrario a lo evidenciado por Campos et al (27), la prevalencia de hipertrigliceridemia, así como la de niveles bajos de HDL-C en la población estudiada fue notablemente elevada en el área rural. Esto es de especial interés pues diversos estudios han señalado las bajas concentraciones de HDL-C como un importante factor de riesgo de la enfermedad cardiovascular debido a la alteración en el transporte reverso del colesterol (28).

El patrón lipídico caracterizado por niveles disminuidos de HDL-C y concentraciones elevadas de TG se ha observado en diversas poblaciones mestizas como los indios Pima y los México-Americanos, sugiriendo que la herencia mestiza es un factor determinante en este patrón lipídico (29,30). Sin embargo, este perfil lipídico también se ha observado en aquellas poblaciones que habitualmente consumen dietas bajas en grasa y altas en carbohidratos, lo cual es concordante con el metabolismo normal de las lipoproteínas, pues existe una

clara asociación inversa entre las concentraciones de HDL-C y consumo de carbohidratos.

Recientemente Monge et al (31) evidenciaron, después de ajustar por actividad física, que las concentraciones de HDL-C disminuyen 1,5 mg/día por cada 1% que incrementa la ingesta de energía derivada de carbohidratos. Esto debido a que los carbohidratos incrementan la síntesis exógena de triglicéridos y la secreción de lipoproteínas de muy baja densidad (VLDL), lo cual disminuye la vida media de las HDL-C y como consecuencia se genera una reducción en las concentraciones séricas de la misma (30).

Por otro lado, la elevada prevalencia de hipertrigliceridemia, la cual constituye en sí misma un factor de riesgo independiente (32-34), puede también modificar la estructura de las lipoproteínas LDL-C. Este hecho es particularmente importante pues las LDL-C pequeñas y densas (patrón B) aparecen en el suero de aquellos individuos con niveles de TG superiores a 1,47 mmol/L y niveles de HDL-C disminuidos (35,36). Las LDL-C densas y pequeñas son más susceptibles a sufrir procesos de oxidación y por lo tanto se ha determinado que su presencia en altas concentraciones en suero puede triplicar el riesgo cardiovascular de los individuos (37).

Adicionalmente, la hipertrigliceridemia, los niveles séricos disminuidos de HDL-C y los niveles séricos elevados de LDL-C pequeñas y densas son anormalidades lipídicas asociadas comúnmente con la resistencia a la insulina y a la Diabetes Mellitus no- insulino dependiente (tipo 2). Berneis y Krauss (36) señalan que aquellos sujetos con predominio de LDL-C pequeñas y densas poseen el doble de riesgo de desarrollar una Diabetes Mellitus tipo 2. Tanto la resistencia a la insulina como la dislipidemia (hipertrigliceridemia e hipoalfalipoproteinemia) son componentes esenciales del recién descrito "Síndrome Metabólico". En Costa Rica aún no existen datos relacionados con la prevalencia de este síndrome en la población adulta. Sin embargo, el perfil lipídico adverso encontrado en esta investigación, así como otros factores de riesgo cardiovascular ya identificados en la población costarricense, señalan la probabilidad de encontrar incidencias altas tanto de resistencia a la insulina como de Síndrome Metabólico en Costa Rica.

Recientemente, el Estudio Cardiovascular de Québec (38), señaló que el índice CT/HDL-C estaba asociado con alteraciones metabólicas más sustanciales predictivas de enfermedad cardiovascular que el índice LDL-C/HDL-C. Asimismo, Shai et al (39) consideran que la relación CT/HDL-C es una poderosa herramienta predictiva de enfermedad cardiovascular. Desde esta perspectiva, los resultados de este estudio son alarmantes pues cerca del 76% de la población estudiada tiene un elevado riesgo cardiovascular.

Recientemente Roselló et al (4), mostraron una tendencia ascendente en las tasas de mortalidad por enfermedad

isquémica del corazón en las zonas rurales del país, lo cual podría ser explicado al menos en parte, al considerar las bajas concentraciones de HDL-C, los elevados niveles séricos de triglicéridos y los niveles de HT, que presentan los residentes de las áreas rurales incluidos en este estudio. Esto podría ser reflejo de la calidad de la dieta de la población rural, pues de acuerdo a la última encuesta nacional de nutrición, la ingesta de carbohidratos es notablemente elevada mientras que la de vitaminas y minerales es considerablemente baja (40). Los resultados de este estudio sugieren la necesidad de considerar el grado de urbanización y la condición socioeconómica de la población cuando se diseñen intervenciones orientadas a reducir la prevalencia de la enfermedad cardiovascular, así como de aquellos factores que favorecen su aparición y desarrollo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a Mainor Soto Carranza y Roberto Chaves Vega la ayuda brindada en la recolección de las muestras de sangre. Este trabajo se realizó con recursos de la Oficina de Estudios de Posgrado, el proyecto 807-A2-308 de la Vicerrectoría de Investigación de la Universidad de Costa Rica y el proyecto 217 de la Fundación de la Universidad de Costa Rica para la investigación (FUNDEVI).

REFERENCIAS

1. Aguilar-Salinas CA, Lerman-Garber I, Pérez J, Villa AR, Llac-Martínez C, Cervantes-Turrubiatez L, Wong B, Gómez-Pérez FJ, Gutiérrez-Robledo LM. Lipids, Apoprotein B, and Associated Coronary Risk Factors in Urban and Rural Older Mexican Populations. *Metabolism* 2001;50(3): 311-318.
2. Torun B, Stein AD, Schroeder D, Grajeda R, Conlisk A, Rodríguez M, Méndez H, Martorell R. Rural-to-urban migration and cardiovascular disease risk factors in young Guatemalan adults. *International Journal of Epidemiology* 2002; 31: 218-226.
3. Campos H, Bailey SM, Gussak LS et al. Relations of body habitus, fitness level and cardiovascular risk factors including lipoproteins and apolipoproteins, in a rural and urban Costa Rican population. *Arterioscler Thromb* 1991; 11: 1077-1088.
4. Roselló-Araya M, Guzmán-Padilla S. Evolución de la mortalidad por enfermedad isquémica del corazón e infarto agudo del miocardio en Costa Rica, 1970-2001. *Rev Panam Salud Pública*. 2004; 16(5):295-301.
5. Costa Rica, Ministerio de Salud, Departamento de Estadística. Mortalidad por enfermedades del aparato circulatorio. San José: Ministerio de Salud; 1996.
6. Roselló M, Vargas M, Jiménez JG. Evaluación de factores de riesgo cardiovascular en una población costarricense adulta. *Rev Cost Cienc Med* 1996; 17:23-33.
7. Molgaard J, Malinow MR, Lassvik C, Høla AC, Upson B, Olsson AG. Hyperhomocyst(e)inaemia: an independent risk factor for intermittent claudication. *J Intern Med*. 1992;231: 272-9.
8. Faviou E, Vourli G, Nounopoulos C, Zachari A, Dionyssiou-Asteriou A. Circulating oxidized low density lipoprotein, autoantibodies against them and homocysteine serum levels in diagnosis and estimation of severity of coronary artery disease. *Free Radic Res*. 2005; 39 (4): 419-29.
9. Boushey CJ, Beresford SAA, Omenn GS, Motulsky AG. A quantitative assessment of plasma homocysteine as a risk factor for vascular disease. Probable benefits of increasing folic acid intakes. *JAMA* 1995; 274: 1049-57.
10. Dierkes J, Bisse E, Nauck M, Orth M, Mayer H, Luley C, Wieland H. The diagnostic value of serum homocysteine concentration as a risk factor for coronary artery disease. *Clin Chem Lab Med* 1998; 36(7): 453-7.
11. National Committee for Clinical Laboratory Standards. Procedures for the collection of diagnostic blood specimens by venipuncture; approved standard. 4th ed. Wayne: NCCLS; 1991.
12. Executive Summary of the Third Report of the National Cholesterol Education Program (NCEP) Expert Panel on Detection, Evaluation, and Treatment of High Blood Cholesterol in Adults (Adult Treatment Panel III). *JAMA* 2001; 285:2486-2497.
13. Ueland PM, Refsum H, Stabler SP, Malinow MR, Andersson A, Allen RH. Total Homocysteine in Plasma or Serum: Methods and Clinical Applications. *Clin Chem* 1993; 39(9):1764-79.
14. Jacobsen DW. Homocysteine and vitamins in cardiovascular disease. *Clin Chem*. 1998;44:8(B):1833-43.
15. Friedewald WT, Levy RI, Fredrickson DS. Estimation of the concentration of low-density lipoprotein cholesterol in plasma, without the use of the preparative centrifuge. *Clin Chem* 1975; 18: 499-502.
16. Holst-Schumacher I, Monge-Rojas R, Cambronero P, Brenes G. Genetic, dietary and other lifestyle determinants of serum homocysteine concentrations in Costa Rican young adults. *Rev Panam Salud Pública*. 2005; 17(4): 263- 270.
17. Selhub J, Jacques PF, Wilson PW, Rush P, Rosenberg IH. Vitamin status and intake as primary determinants of homocysteinemia in the elderly population. *JAMA*. 1993; 270: 2693-8.
18. Mayer EL, Jacobson DW, Robinson K. Homocysteine and coronary atherosclerosis. *J Am Coll Cardiol* 1996; 27: 517-27.
19. Kyung Kim M, Ordovas JM, Selhub J, Campos H. B Vitamins and Plasma Homocysteine Concentrations in an Urban and Rural Area of Costa Rica. *J Am College of Nutrition* 2003; 22(3): 224-231
20. Ministerio de Salud. Desarrollo de comunidades centinela sobre alimentación y nutrición. San José, Costa Rica, 2006.
21. Weiss N, Feussner A, Hailer S, Spengel FA, Keller C, Wolfram G. Influence of folic acid, pyridoxal phosphate and cobalamin on plasma homocyst(e)ine levels and the susceptibility of low-density lipoprotein to ex-vivo oxidation. *Eur J Med Res* 1999; 4(10): 425-32.
22. Córdoba-Porras A, Sánchez-Quesada JL, González-Sastre F, Ordóñez-Llanos J, Blanco-Vaca F. Susceptibility of plasma low- and high- density lipoproteins to oxidation in patients with severe hyperhomocysteinemia. *J Mol Med* 1996; 74(12): 771-6.

23. Wang G, Mao JM, Wang X, Zhang FC. Effect of homocysteine on plaque formation and oxidative stress in patients with acute coronary syndromes. *Chin Med J (Engl)* 2004; 117(11): 1650-4.
24. Hyaneck H, Stribny J, Sebesta P et al. Hyperhomocysteinemia. A risk factor for the development of vascular diseases not associated with lipid levels. *Cas Lek Cesk* 1997; 136(23): 720-3.
25. Gao W, Jiang N, Meng Z, Tang J. Hyperhomocysteinemia and hyperlipidemia in coronary heart disease. *Chin Med J* 1999; 112(7):586-9.
26. Vrentzos G, Papadakis JA, Malliaraki N, Zacharis EA, Katsogridakis K, Margioris AN, Vardas PE, Ganotakis ES. Association of serum total homocysteine with the extent of ischemic heart disease in a Mediterranean cohort. *Angiology* 2004; 55(5): 517-24.
27. Campos H, Mata L, Siles X, Vives M, Ordovas JM, Schaefer EJ. Prevalence of Cardiovascular Risk Factors in Rural and Urban Costa Rica. *Circulation* 1992; 85: 648-658.
28. Willet W. *Nutritional Epidemiology*. 2nd Edition. Oxford University Press: New York; 1998.
29. Howard BV, Davis MP, Pettitt DJ, Knowler WC, Bennett PH. Plasma and lipoprotein cholesterol and triglyceride concentrations in the Pima Indians: Distributions differing from those of Caucasians. *Circulation* 1983;68: 714-724.
30. Stern MP, Rosenthal M, Haffner SM, Hazuda HP, Franco LJ. Sex difference in the effects of sociocultural status on diabetes and cardiovascular risk factors in Mexican Americans: The San Antonio Heart Study. *Am J Epidemiol* 1984; 120: 834-851.
31. Monge-Rojas R, Campos H, Fernández-Rojas X. Saturated and Cis- and Trans- Unsaturated Fatty Acids Intake in Rural and Urban Costa Rican Adolescents. *J Am College Nutrition* 2005; 24(4): 286-293.
32. PDAY Research Group. Relationship of atherosclerosis in young men to serum lipoprotein cholesterol concentrations and smoking: a preliminary report from pathobiological determinants of atherosclerosis in youth (PDAY). *JAMA* 1990; 264: 3018-24.
33. Tenkamen L, Pietelä K, Manninen V, Mänttari M. The triglyceride issue revisited: findings from the Helsinki Heart Study. *Arch Intern Med* 1994; 154: 2714-20.
34. Fruchart JC, Nierman MC, Stroes ES, Kastelein JJ, Duriez P. New risk factors for atherosclerosis and patient risk assessment. *Circulation* 2004; 109 (23 Suppl 1): 15-9.
35. Onat A. Lipids, Lipoproteins and Apolipoproteins Among Turks, and Impact on Coronary Disease- Invited Review. *The Anatolian Journal of Cardiology* 2004; 4: 236-45.
36. Berneis KK and Krauss RM. Metabolic origins and clinical significance of LDL heterogeneity (review). *Journal of Lipid Research* 2002; 43: 1363-1379.
37. Lamarche B, Tchernof A, Moorjani S, Cantin B, Bernard PM, Dagenurs GR. Small dense low-density lipoprotein particles as a predictor of risks of ischemic heart disease. *Circulation* 1997; 95: 69-75.
38. Lemieux I, Lamarche B, Couillard C et al. Total Cholesterol/HDL Cholesterol Ratio vs LDL Cholesterol/ HDL Cholesterol Ratio as Indices of Ischemic Heart Disease Risk in men. *Arch Intern Med* 2001; 161(22):2685-2692.
39. Shai I, Rimm EB, Hankinson SE, Curhan G, Manson JE, Rifai N, Stampfer MJ, Ma J. Multivariate assessment of lipid parameters as predictors of coronary heart disease among postmenopausal women: potential implications for clinical guidelines. *Circulation* 2004; 110 (18): 2824-30.
40. Ministerio de Salud, Encuesta Nacional de Nutrición, 1996. Fascículos 2 y 3. Costa Rica, 1998.

Recibido: 18-08-2006

Aceptado: 31-01-2007

Infeción por *Helicobacter pylori* (¹³C-UBT) y factores nutricionales y socioeconómicos asociados en escolares de estratos bajos de la ciudad de Valencia. Venezuela

Páez Valery M.C., Barón M.A. Solano L., Nadaff G., Boccio J. y Barrado A.

Centro de Investigación en Nutrición FCS, Universidad de Carabobo, Valencia-Venezuela.
Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires-Argentina

RESUMEN. La infección con *Helicobacter pylori* (Hp) está altamente diseminada a nivel mundial y es considerada una de las causas principales de gastritis crónica, úlceras pépticas y duodenales y cáncer gástrico. Trabajos recientes han mostrado que esta puede tener implicaciones nutricionales, principalmente sobre el estado de hierro y otros micronutrientes. El objetivo fue evaluar la prevalencia de infección con Hp y el patrón de infección según edad, sexo, estado nutricional y condiciones socioeconómicas, en niños que asistían a Unidad Educativa “Valentín Espinal” de Valencia. Se evaluaron 170 niños entre 3 y 14 años de edad, de ambos géneros. Se determinó: Infección por Hp (test de aliento con urea-C¹³), edad, estado nutricional según IMC y Talla-Edad, hemoglobina (cianometahemoglobina), ferritina sérica (ELISA), estrato socioeconómico (Graffar-Méndez-Castellano), condición de vivienda, número de personas y familias que viven en el hogar y calidad de los servicios. El 78,8% de los niños estaban infectados con Hp, no encontrándose correlación significativa con el género pero sí con la edad; 25,9% presentaron déficit nutricional y 46,5% talla baja. El 98,1% de las familias se encontraban en situación de pobreza (estratos IV y V) y 98% de las viviendas presentaban deficiencias sanitarias; En promedio vivían 6,0±2,4 personas en el hogar (rango: 2 a 15) y 3,2 personas compartían un mismo dormitorio. Se encontró que la probabilidad de infección era mayor en aquellos niños que presentaban déficit de talla y que el estrato socioeconómico, el nivel de instrucción materno, las precarias condiciones de alojamiento y el hacinamiento se asociaban significativamente a la infección. La privación socioeconómica en la niñez esta asociada con una alta colonización del Hp, la edad, el hacinamiento y un bajo nivel de instrucción de la madre pueden aumentar el riesgo a esta infección. **Palabras clave:** *H pylori*, escolares, estado nutricional, estrato socioeconómico, Venezuela.

INTRODUCCION

La infección con *Helicobacter pylori* (*H pylori*), una de las infecciones más ampliamente distribuidas a nivel mundial. Se ha visto estrechamente asociada con la gastritis crónica,

SUMMARY. *Helicobacter pylori* infection (¹³C-UBT), and its relationship with nutritional and socioeconomic factors in low income school children from Valencia, Venezuela. *Helicobacter pylori* infection (*Hp*) is widely spread around the world, and it is considered one of the main causes of chronic gastritis, peptic and duodenal ulcers, and gastric cancer. Recent research has shown that it can be associated with nutritional disorders, mainly with iron and other micronutrient deficiencies. The objective of this study was to assess the prevalence of *Hp* infection, and infection pattern according to age, sex, nutritional status, and socioeconomic conditions in children who attended the Unidad Educativa “Valentín Espinal” in the city of Valencia. 170 children, between 3 and 14 years of age were studied to assess *H pylori* infection (¹³C-urea breath test), age, nutritional status according to BMI and Height for age, hemoglobin (cyanometahemoglobin), serum ferritin (ELISA), socioeconomic status (Graffar-Méndez-Castellano), housing conditions, number of families and of people cohabitating in the same household, and quality of services. 78.8% of the children were infected with *Hp*, which was significantly correlated with age but not gender. 25.9% of the sample had undernutrition, and 46.5% were stunted. 98.1% of the families lived in poverty, and 98% of the households showed sanitary deficiencies. A mean of 6.0±2.4 persons lived in each household (range: 2-15), and an average of 3.2 person shared bedrooms. The odds of being infected were higher in those children who were stunted. Also, socioeconomic status, mother's education level, and poor housing conditions were significantly associated to being infected. *H pylori* is highly prevalent among socially and economically deprived children, and age, overcrowding, and a low education level of the mother increases the risk of being infected.

Key words: *H pylori*, school aged children, nutritional status, socioeconomic status, Venezuela.

úlceras pépticas y úlceras duodenales y se considera una de las principales causas de estas patologías gastrointestinales. Su presencia se ha visto asociada también con linfomas y adenocarcinomas gástricos, siendo clasificada por la Organización Mundial de la Salud (OMS) como carcinógeno de clase I (1-3).

Estudios recientes han demostrado que la infección con *H pylori* también puede tener implicaciones nutricionales importantes, principalmente sobre el estado corporal de hierro

y de algunas vitaminas y en consecuencia conducir a un retardo de crecimiento y/o a una anemia por deficiencia de hierro. Los mecanismos que pudieran explicar esta relación entre la infección por *H pylori* y el estado nutricional no están bien establecidos; sin embargo, se ha sugerido que uno de los principales factores podría ser la significativa reducción en la secreción de ácido clorhídrico asociada a la infección con *H pylori*, lo cual pudiera conducir a la malabsorción de algunos nutrientes, bien sea por una disminución de la barrera ácida del huésped contra los patógenos que predispone al individuo a diarreas y otras enfermedades intestinales, o bien porque afecta la solubilidad del hierro y de otros elementos de la dieta y por lo tanto disminuye su biodisponibilidad (4-8).

En los países en vías de desarrollo la prevalencia de infección es alta, llegando al alcanzar el 90% y casi la totalidad de la infección es adquirida antes de los 10 años, mientras que en los países desarrollados esta prevalencia es menor y oscila entre 25% y 50% (1). En los países desarrollados la prevalencia se incrementa con la edad, siendo en promedio de 35% en las edades comprendidas entre 25-34 años y de 62% entre 55 y 64 años (3); sin embargo, en los países en vías de desarrollo este patrón no se cumple y la tasa de infección infantil es muy elevada e inversamente proporcional a las condiciones socio-económicas, llegando hasta un 80% en algunos de estos países (7). En Venezuela, la mayoría de los estudios sobre *H pylori* han sido realizados en pacientes que asisten a consultas de Gastroenterología por presentar síntomas gástricos y son pocos y puntuales los estudios realizados a nivel de la comunidad. En una investigación realizada por Ortiz y col en 2003, en 98 niños y sus madres de dos comunidades indígenas del Sur de Venezuela, se observó una seroprevalencia de infección del 38% en los niños y de 84% en las madres (9). Otra investigación realizada por Chose y col, 2005 en 127 sujetos sanos adultos de tres áreas geográficas de Venezuela, arrojó una seroprevalencia de infección del 95,3%. (10).

Si bien, se dispone actualmente de una variedad de tests para el diagnóstico de infección por *H pylori*, sólo algunos que no requieren de biopsias del tejido gástrico y son poco invasivos, pueden ser aplicados para estudios de poblaciones. Entre las pruebas no invasivas más utilizadas se encuentran las pruebas serológicas y el test de aliento, las cuales han sido ampliamente evaluadas y validadas contra pruebas invasivas y han mostrado una alta sensibilidad, especificidad y valor predictivo positivo (11-15).

El desarrollo de nuevos métodos de laboratorio para la cuantificación de isótopos estables ha permitido sustituir a la urea marcada con un isótopo radioactivo (¹⁴C) por urea marcada con un isótopo estable (¹³C), haciendo posible el uso del test de aliento en niños pequeños, mujeres embarazadas y lactantes, grupos para los cuales está restringido el uso de isótopos radioactivos. La aplicación de estas pruebas no invasivas en estudios de campo ha permitido conocer las prevalencias de

infección por *H pylori* en los distintos grupos de población a nivel mundial y evaluar la relación de esta infección con enfermedades crónicas tales como diabetes, obesidad y problemas cardiovasculares así como con ciertas carencias nutricionales.

El objetivo de este estudio fue evaluar, mediante el test de aliento con urea-C¹³, la prevalencia de infección con *H pylori* en preescolares y escolares de una comunidad de bajos recursos económicos de la ciudad de Valencia, así como el patrón de la infección según edad, sexo, estado nutricional, estado de hierro y condición socioeconómica.

METODOLOGIA

El presente es un estudio observacional y de corte transversal realizado en niños y niñas escolarizados, con edades comprendidas entre 3 y 14 años y sin enfermedad aparente. Los sujetos asistían a una Unidad Educativa en el Barrio Celio Celli, de la Parroquia Miguel Peña, localizada en una zona marginal de la ciudad de Valencia, Estado Carabobo, el cual se ubica geográficamente en la zona Centro-Norte de Venezuela. Al total de los representantes de la matrícula escolar (n =300 niños) se les informó en que consistía el estudio, los beneficios y posibles riesgos, así como todos los pasos a seguir para la toma de muestra y se les solicitó su aceptación. Se seleccionaron para el estudio todos aquellos niños cuyos representantes dieron su consentimiento por escrito y quienes cumplían con los criterios de inclusión (no haber ingerido antibióticos, antiácidos o inhibidores de la bomba de protones durante los tres meses previos a la evaluación). La muestra quedó conformada por 170 niños quienes completaron la evaluación.

Para la recolección de los datos se diseñó una historia clínica en la cual se registró la identificación del niño, datos antropométricos, estrato socioeconómico, variables sociodemográficas y condiciones de la vivienda.

Para la evaluación de la infección por *H pylori* se utilizó el test de aliento con urea marcada con ¹³C. Esta técnica se fundamenta en la capacidad que tiene el *H pylori* de degradar la urea por producir ureasa. En esta investigación se siguió el siguiente protocolo: se tomó en condiciones de ayuno una muestra basal de aire espirado, luego se le suministró al sujeto una dosis de 50 mg urea marcada con ¹³C acompañada de una bebida ácida (para inhibir el vaciamiento gástrico) y se tomaron muestras de aire espirado a los 30 y a los 45 minutos posteriores a haber suministrado la urea marcada para medir el enriquecimiento del aire espirado con C¹³. Las muestras de aire espirado fueron enviadas al Laboratorio de Isótopos Estables de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires para su análisis. Cada muestra de aire exhalado fue medida en un espectrómetro de masa acoplado a un cromatógrafo gaseoso (FinniganMAT GMBH

The Corp., Bremen, Germany), y un aumento mayor a 3,5% de la línea de base (DOB) fue considerado como resultado positivo para *Helicobacter* (16-17).

La valoración nutricional consistió en una evaluación antropométrica, hematológica y bioquímica. Para la evaluación antropométrica se registró el peso y la talla utilizando para ello una balanza con tallímetro marca Health-o-meter, previamente calibrada. Antes del estudio, todo el personal recibió 2 semanas de entrenamiento incluyendo estandarización de medidas antropométricas. Los niños fueron pesados y tallados con ropa ligera y descalzos, la talla se registró en centímetros y milímetros, el peso se registró en kilogramos y gramos. La evaluación nutricional antropométrica se realizó mediante el uso de los indicadores talla/edad (T/E) e Índice de Masa Corporal (IMC).

El peso y la talla se tomaron siguiendo las normas del Programa Biológico Internacional (18). Para el procesamiento e interpretación de los indicadores antropométricos (T/E e IMC) se utilizó el valor Z-score, comparándolo con el grupo de Referencia de Crecimiento del National Center for Health Statistics (19). Los cálculos del Z-score se realizaron utilizando el programa EPI Info versión 3.2.2 y se tomaron los siguientes puntos de corte: Déficit moderado o severo < -2 Z-score; Déficit leve entre -2 y -1 Z-score; Normal, entre -1 y +1 Z-score; y Sobre la norma $\geq +1$ Z-score.

Para las determinaciones hematológicas y bioquímicas se tomó una muestra de 4 ml de sangre en condiciones de ayuno, que se dispensaron en dos tubos de ensayo, uno con anticoagulante para la hematología y otro sin anticoagulante para la obtención del suero. En la muestra de sangre se determinó la concentración de hemoglobina mediante el método automatizado de cianometahemoglobina el cual se realizó una reacción colorimétrica entre la muestra (sangre) y el reactivo (Drabking). El diagnóstico de anemia se realizó según los puntos de corte establecidos por la OMS para cada sexo y grupos de edad (20).

La evaluación bioquímica consistió en la determinación de los niveles séricos de ferritina mediante el método de enzimoimmunoanálisis (ELISA), con el kit comercial marca DRG International, cuyas lecturas se midieron en un lector de ELISA marca Labsystems y de la proteína C Reactiva (PCR) que se midió en suero mediante ensayo de inmunoprecipitación de fase líquida con detección nefelométrica, utilizando un Kit comercial y un analizador Turbox de Orion Diagnostica.

La determinación de los niveles séricos de ferritina permitió evaluar el estado corporal de hierro mientras que la proteína C reactiva se determinó con el propósito de conocer el estado infeccioso e inflamatorio de los niños en el momento de la toma de muestra, dado que los niveles de ferritina sérica aumentan falsamente en estos casos por lo que sus valores deben ser validados a través de la determinación de PCR.

Se consideró deficiencia de hierro cuando los niveles

séricos de ferritina fueron menores a 15 ug/dl (20) y presencia de infección de fase aguda cuando los niveles séricos de PCR estaban por encima de 10 mg/L (21).

Para el estrato socioeconómico se siguió la metodología Graffar modificada para Venezuela por Méndez-Castellano, en el cual se registra la principal fuente de ingreso de la familia, el nivel de instrucción de la madre, la profesión del jefe de la familia y las condiciones de la vivienda. Se utilizó una escala del 1 a 5 para cada ítem siendo 1 el más alto nivel (22). Se calculó la puntuación Graffar y luego se clasificaron los resultados en 5 categorías. Estrato alto (I), Estrato Medio Alto (Nivel II), Estrato medio (Nivel III), pobreza relativa (Nivel IV), pobreza Crítica (Nivel V). En este mismo instrumento se registraron también las condiciones de la vivienda, material de la misma, número de cuartos, número de baños, número de ambientes, número de personas que viven en la vivienda, número de familias que viven en el hogar, tipo y calidad del servicio de agua, baños comunales o privados, tratamiento del agua, material del piso, de las paredes y del techo.

Para el análisis de los datos se utilizó el programa estadístico SPSS para Windows versión 11.0. Para medir la asociación entre las variables se realizaron pruebas de correlación de Tau-b-Kendall, razón de ventajas (ODD-Ratio) con un intervalo de confianza de 95%, y χ^2 para aquellas variables con más de dos categorías donde no fue posible determinar la razón de ventajas. Se utilizó una probabilidad < 0,05 para definir significancia estadística.

Para estudiar la razón de ventajas de la infección por *H pylori* según la edad los niños fueron agrupados en dos categorías: Grupo 1: niños entre 4 y 6,9 años de edad; Grupo 2: niños entre 7 y 14 años de edad y para los indicadores nutricionales se reclasificaron los niños en dos categorías: déficit (Valores de Z-score menores a -1DS) y normal o exceso (Z-score ≥ -1 DS).

RESULTADOS

Se evaluaron 170 niños de ambos géneros (52,9% varones y 47,1% hembras) con edades comprendidas entre 3 y 14 años de edad y con una edad promedio de $8,1 \pm 2,6$ años. El 30,5% eran preescolares (menores de 7 años) y el 69,5% restantes eran escolares (entre 7 y 14 años).

La prevalencia de infección por *H pylori* en el grupo fue de 78,8%, no mostrando una correlación significativa con el género, pero sí con respecto a la edad ($r: 0,318$; $p: 0,000$) siendo la probabilidad de estar infectados significativamente menor (0,712 CI 95%: 0,568-0,893) en los niños menores de 7 años al compararlos con los mayores o iguales a 7 años (Tabla 1).

TABLA 1
Prevalencia de infección por *H. pylori* y razón de ventajas (con intervalo de confianza de 95%)
de acuerdo a características demográficas y nutricionales

Características	N (170)	Prevalencia (%)	Razón de ventajas (IC 95%)	p*
Sexo				
Masculino	71	78,9%	1,002 (0,857 - 1,171)	0,982
Femenino	63	78,8%	1,0	
Edad				
≤ 7 años	32	61,5%	0,712 (0,568 - 0,893)	0,000
> 7 años	102	86,4%	1,0	
Edad				
< 6 años	16	51,3%	0,547 (0,387 - 0,774)	χ ² : 23,57 p:0,000
Entre 6 y 7,9 años	32	72,7%	0,771 (0,636 - 0,935)	
Entre 8 y 9,9 años	36	85,7%	0,909 (0,790- 1,045)	
≥ 10 años	50	94,3%	1,0	
<i>Estado nutricional IMC</i>				
Déficit < 1DS	36	81,8%	1,052 (0,404 - 1,659)	0,568
Normal o Sobrepeso ≥-1DS	98	77,8%	1,0	
Talla / Edad				
Déficit < 1DS	71	89,9%	1,298 (1,111 - 1,517)	0,000
Normal o Alta ≥-1DS	61	69,2%	1,0	
Anemia				
Anémicos	20	76,9	0,975 (0,777 - 1,224)	0,825
No anémicos	112	84,8	1,0	
Deficiencia de hierro				
Ferritina < 15 µg/L	104	78,2%	0,977 (0,810 - 1,180)	0,816
Ferritina ≥ 15 µg/L	28	80,0%	1,0	

En cuanto al estado nutricional se encontró una alta prevalencia de talla baja según el Indicador Talla-edad (46,5%), de estos el 15,3% presentaban déficit moderado y 31,2% mostraban un déficit leve. Según el IMC 25,9% presentó déficit nutricional, de estos 6,5% mostraron déficit moderado y 19,4% mostraron un déficit leve.

Con respecto a estado de hierro se encontró una alta prevalencia de deficiencia de hierro, el 79,2% de los niños evaluados presentaron niveles séricos de ferritina por debajo de 15µg/L y 15,5% estaban anémicos.

La infección por *H pylori* disminuyó de manera significativa a medida que aumentaba el Z-score de la talla (r:-0,154; p: 0,014) pero no se observó correlación con el IMC, con las concentraciones de hemoglobina, ni las concentraciones séricas de ferritina. Se pudo comprobar a través de un análisis de razón de ventajas que la probabilidad de estar infectados con *H pylori* era significativamente mayor (1,298; CI 95%: 1,111-1,517)

en aquellos niños que presentaban déficit de talla (Tabla 1).

Situación socioeconómica: Se encontró que según el Método Graffar casi la totalidad de las familias (98,1%) se encontraban en situación de pobreza (69,9% en pobreza relativa y 38,2% en pobreza crítica) y que el 98% de las viviendas presentaban alguna deficiencia sanitaria (puntajes 4 y 5 según Graffar). Un 20,7% de los hogares estaban construidos con paredes de cartón o cinc y piso de tierra y sólo contaban con un dormitorio que era compartido por todos los miembros de la familia. El 27,7% de las viviendas tenían un sólo ambiente el cual era utilizado para todas las actividades del hogar; el 35,1% disponía de dos ambientes y el 40% restante con más de dos ambientes. El 86,4% de las viviendas disponían de baño propio mientras que el 14,6% restante compartían el baño con otros hogares (baño comunal).

Se encontró un alto índice de hacinamiento; en promedio

el número de personas que compartían una misma vivienda fue de $6,0 \pm 2,4$ (mínimo de 2 y máximo de 15), y en algunos casos varias familias compartían una misma vivienda (19% por dos familias, 3,4% por tres y 3,4% por 4 familias). Al calcular el índice de hacinamiento, dividiendo el número de personas que vivían en el domicilio entre el número de dormitorios se encontró que en promedio 3,2 personas compartían una misma habitación (rango: 1 a 8) y que en el 75% de las familias una habitación era compartida por dos o más personas.

En cuanto a la profesión del jefe de la familia, el 95,2% pertenecía a la economía informal sin título profesional, 56,4% de ellos eran obreros especializados con un nivel de educación primario y 38,8% eran obreros no especializados con ingresos

inestables y sin seguridad ni beneficios sociales. En cuanto a las madres 50% de ellas poseían apenas un nivel de instrucción primario o alfabeto, el 50% restante tenían secundaria completa (18,1%) o incompleta (31,9%).

La infección por *H pylori* aumentó de manera significativa con la puntuación Graffar ($r: 0,164$; $p: 0,021$) sin embargo, cuando se reclasificaron en Estratos sociales y se establecieron sólo dos categorías para el estudio de razón de ventajas, esta significancia estadística desapareció (Tabla 2). La pérdida del efecto ejercido por el factor socioeconómico al realizar la estratificación puede ser debida a la poca representabilidad de los diferentes estratos en la muestra evaluada (solo estratos pobres).

TABLA 2
Prevalencia de infección por *H pylori* y razón de ventajas (con intervalo de confianza 95%)
de acuerdo a características socioeconómicas

Características	N (170)	Prevalencia (%)	Razón de ventajas (IC 95%)	p*
Estrato Socioeconómico				
Estrato IV (Pobreza relativa)	73	75,3%	0,915 (0,778 – 1,076)	0,294
Estrato V (Pobreza crítica)	51	82,3%	1,0	
Condición de alojamiento				
Con condiciones sanitarias deficientes*	89	72,4%	0,765 (0,669 – 0,874)	0,002
Vivienda Improvisada**	35	94,6%	1,0	
Principal fuente de ingreso				
Salario	19	76,0%	0,962 (0,760 – 1,218)	0,737
Sueldo	113	79,0%	1,0	
Profesión del jefe de familia				
Técnico u Obrero especializado	75	74,3%	0,880 (0,753 – 1,029)	0,119
Obrero no especializado	54	84,4%	1,0	
Índice de hacinamiento				
≤ 2 personas /habitación	50	67,6%	0,778(0,652 – 0,929)	0,003
> 2 personas/habitación	79	86,8%	1,0	
Nivel de instrucción materno				
Secundaria Completa o Técnica	16	53,3%	0,651 (0,454 – 0,923)	$\chi^2: 13,9$ p: 0,001
Secundaria Incompleta	46	86,8%	1,059 (0,916 – 1,226)	
Primaria o Alfabeto	68	81,9%	1,0	

* Generalmente ubicada en urbanizaciones o barrios de interés social

** Rancho o vivienda con condiciones sanitarias marcadamente inadecuadas

De todas las variables socioeconómicas estudiadas las que mostraron una correlación significativa con la infección fueron las condiciones de alojamiento ($r: -0,177$; $p: 0,022$), el número de habitaciones en el hogar ($r: -0,187$; $p: 0,009$); el índice de hacinamiento ($r: 0,147$; $p: 0,027$) y el nivel de instrucción de la madre ($r: -0,154$; $p: 0,037$). El resto de las variables no mostraron correlación significativa. El análisis de ventajas mostró que la probabilidad de estar infectados disminuía significativamente a medida que mejoraban las condiciones sanitarias de la vivienda y el nivel de instrucción de la madre pero que aumentaba con el índice de hacinamiento (Tabla 2).

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en esta investigación muestran una prevalencia de infección por *H pylori* en esta población infantil de 78,8%, la cual es alta y está por encima de lo reportado por otros investigadores en niños indígenas venezolanos (38%) (9), pero es ligeramente más baja a las reportadas por Chose y col 2003 para poblaciones adultas de estratos socioeconómicos bajos de distintas áreas geográficas de Venezuela, quienes encontraron una seroprevalencia de 97,1% en la Región Andina (Mérida), de 89,1% en la Región Capital (Caracas) y de 96,7% en la Región de Guayana (10).

Estas prevalencias son también más elevadas que las reportadas para otros países latinoamericanos. En un estudio realizado en 5861 adolescentes mexicanos con edades comprendidas entre 11-21 años, la seroprevalencia observada para *H pylori* fue de 47,6% (23) y en otro estudio realizado en Ecuador donde se evaluaron 257 niños entre 6 meses y 16 años la seroprevalencia reportada fue de 63% (24).

Es muy importante destacar que para el presente estudio la muestra fue captada de una escuela ubicada en una comunidad o barrio con un alto índice de pobreza, donde sólo estaban representados los estratos pobres del país; casi la totalidad de los niños (98,1%) pertenecían a los Estratos IV y V de la clasificación de Graffar cuyas madres mostraban muy bajo nivel educativo, con ingresos económicos del hogar bajos e inestables (97% clase obrera) y donde los servicios y las condiciones sanitarias en los hogares eran inadecuadas (95,2%). Por lo tanto esta prevalencia no representa la realidad total del país pero sí en un porcentaje importante de él, ya que según estadísticas nacionales el 80% de la población venezolana se encuentra en condiciones de pobreza.

Muchos estudios sugieren que la tasa de infección es similar en los hombres y en las mujeres y por lo tanto el sexo no parece ser un factor de riesgo para la infección (1) lo cual se observó también en la presente investigación con una prevalencia de *H pylori* similar en los varones (78,9%) y en las hembras (78,8%).

De todas las variables estudiadas la que mostró mayor correlación con *H pylori* fue la edad del niño, logrando explicar

el 10% de la infección ($r: 0,318$; $p: 0,000$). Podemos observar en la Tabla 1, que aún cuando el menor riesgo de infección por *H pylori* lo presentaron los niños menores de 6 años (51,3%), esta tasa fue elevada y estuvo por encima de la reportada para niños mexicanos entre 11 y 22 años (23), lo que hace ver que en estos niños venezolanos la colonización ocurre a temprana edad. Los niños mayores de 10 años de esta comunidad presentaron una tasa de infección de 94,3%, la cual es similar a la reportada para poblaciones adultas de algunas regiones de Venezuela en condiciones socioeconómicas similares (97,1% en la Región Andina y 96,7% en la Región de Guayana) (10).

En cuanto a la relación entre la infección con *H pylori* y estado nutricional, de todas las variables evaluadas en esta investigación, sólo se encontró asociación con la talla, los niños con talla baja presentaron un mayor porcentaje de infección (89,9%) que aquellos que tenían talla normal o alta (69,2%). Algunas investigaciones sugieren que la colonización en la infancia con *H pylori* puede estar asociada con retardo de crecimiento y que esto pudiera deberse a que se produce un compromiso de la barrera ácida del estómago, reduciendo las defensas del huésped ante agentes patógenos y predisponiendo al niño a enfermedades diarreicas lo que puede causar malabsorción de algunos nutrientes (25-26). En un estudio de cohorte realizado en 347 niños colombianos de 3 días de nacidos y que fueron seguidos por 494 días, los autores encontraron que 30,3% de los niños adquirieron la infección durante el periodo del estudio y que estos niños mostraron una disminución significativa de la velocidad de crecimiento durante los 4 meses siguientes a la infección. No se observó una recuperación de la talla cuando fueron evaluados a los ocho meses de edad, concluyendo, que el efecto de la infección sobre la talla y el peso no era transitorio (27).

En un estudio longitudinal donde se evaluó la relación entre la infección por *H pylori* con la velocidad de crecimiento y de ganancia de peso en dos cohortes de niños menores de 3 meses de tres comunidades de Gambia, los cuales fueron monitoreados por dos años y luego evaluados a los 6 u 8 años, los investigadores observaron que los niños infectados por *H pylori* durante el primer año de vida, tuvieron valores de Z-score para peso y talla más bajos que aquellos que no presentaban la infección. Según los autores, estos resultados sugieren una asociación entre la colonización temprana con *H pylori* y el subsecuente retardo de crecimiento, sin embargo cuando la colonización ocurría después del primer año de vida esta asociación no se observó lo cual sugería, que ésta era dependiente de la edad en que ocurría la colonización (8). Otros estudios también sugieren que la disminución de la velocidad de crecimiento que acompaña a una infección aguda con *H pylori* durante la infancia temprana es dependiente de la edad en que ocurre la colonización (28).

En cuanto a la relación entre el estrato socioeconómico y

la infección por *H pylori*, son muchos los trabajos que muestran que la deprivación socioeconómica está asociada con una alta tasa de colonización durante la infancia y que la pobreza, es uno de los principales factores de riesgo (29-33).

Aun cuando la ruta de transmisión es poco entendida, se han descrito tres hipótesis, la primera y probablemente la más importante por ser la que mejor explica la asociación con la deprivación socioeconómica, es la transmisión fecal-oral donde la contaminación fecal de las aguas puede ser el vehículo o fuente de infección; la segunda hipótesis es la transmisión oral-oral a través de la saliva, la cual puede ser una vía importante en ciertas culturas africanas donde la madre le da a su hijo alimentos pre-masticados; la tercera y menos común es la iatrogénica (1).

Por lo tanto, es muy probable que las condiciones sanitarias y las prácticas higiénicas en la manipulación de los alimentos en el hogar por las madres o cuidadoras, sean en gran parte la razón por la cual existe una alta prevalencia de infección en los hogares o comunidades pobres. En nuestra investigación se encontró que entre las variables que mejor explicaban la correlación entre el puntaje Graffar y la tasa de infección estaban las condiciones de la vivienda, el nivel de instrucción de la madre y el hacinamiento. (Tabla 2). Estos resultados son similares a los reportados por Kim, 2005, quien estudió 5732 individuos Coreanos, encontrando que la edad, el género, la área geográfica, el número de personas que compartían un mismo dormitorio, las condiciones de la vivienda y el estado socioeconómico durante la infancia temprana (3 años) se asociaban independientemente a la seroprevalencia de infección por *H pylori* durante la edad adulta. En los niños, entre los factores que se asociaban significativamente con la infección se encontraban la edad, el área geográfica, el nivel educativo de la madre, la fuente del agua que bebían y el ingreso familiar (33).

El hacinamiento es un factor de riesgo importante, principalmente cuando uno de los miembros está infectado. Kivi y col, 2005 en un estudio realizado en una escuela en Estocolmo, encontró que el riesgo de infección de los niños de la escuela evaluados era 11,6 veces mayor cuando la madre también estaba infectada y que este era 8,1 veces mayor cuando uno de los hermanos presentaba la infección (34). Otro estudio realizado por Farrel y col en el 2005, mostró el efecto del hacinamiento sobre la infección, reportando que cuando un niño de 3 años compartía una misma cama o una misma habitación con una persona infectada, el riesgo a la infección en el niño aumentaba 4,8 veces (35).

Se concluye por lo tanto que en la población infantil estudiada existe una alta prevalencia de infección *H pylori*, la cual aumenta con la edad pero no muestra asociación con el género.

En cuanto a su relación con el estado nutricional, sólo se pudo observar el efecto de la infección sobre la talla de los niños, correspondiendo a los niños con talla baja mostraban

una prevalencia significativamente mayor que los niños sin déficit de talla. No se observó una relación con el estado nutricional actual ni con el estado de hierro.

Se encontró que el estrato social era un factor de riesgo para la infección y que la tasa de infección aumentaba cuando aumentaba el índice de hacinamiento en el hogar, empeoraban las condiciones sanitarias de la vivienda y cuando el nivel de instrucción de la madre no llegaba al nivel secundario o técnico.

REFERENCIAS

1. Dunn B, Cohen H, Blaser M. *Helicobacter pylori*. Clin. Microbiol Rev. 1997; 10 (4):720-741.
2. NIH Consensus Conference, *Helicobacter pylori* in peptic ulcer disease. NHI Consensus Development Panel on *Helicobacter pylori* in peptic ulcer disease. JAMA 1994; 272:65-69.
3. Hernández M. *Helicobacter pylori*. La bacteria que más infecta al ser humano. Rev Cubana Aliment Nutr 2001;15 (1): 42-54.
4. Freire W. Deficiencia de Hierro en Latinoamérica. Estrategias de Intervención. En: Deficiencia de Hierro. Desnutrición oculta en América Latina. CESNI. Buenos Aires, Argentina. 1997. Pág. 313-320.
5. Barabino A. *Helicobacter pylori*-Related Iron deficiency anemia: A Review. *Helicobacter* 2002;7(2):71-75.
6. Annibale B, Carpuso G, Lahner E, Passi S, Ricci R, Maggio F y Delle Fave G. Concomitant alterations in intragastric pH and ascorbic acid concentration in patients with *Helicobacter pylori* gastritis and associated iron deficiency anaemia. Gut 2003; 52:496-501.
7. Salgueiro J, Zubillaga M, Goldman C, Barrado A, Martinez Sarrasague M, Leonardi N y Boccio J. Review article: is there a link between micronutrient malnutrition and *Helicobacter pylori* infection? Aliment Pharmacol Ther 2004; 20:1029-1034.
8. Thomas JE, Dale A, Bunn JE, Harding M, Coward WA, Cole TJ, Weaver LT. Early *Helicobacter pylori* colonization: the association with growth faltering in the Gambia. Arch Dis Child: 2004; 89:1149-1154.
9. Ortiz D, Cavazza M, Rodríguez O, Hagel I, Correnti M, Convit J. Prevalence of *Helicobacter pylori* infection in WARAO Lineage Communities of Delta Amacuro State. Venezuela. Mem Inst Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2003; 98 (6):7221-725.
10. Chose C, Jerez-Pérez G, van Doorn LJ, Domínguez-Bello MG, Blaser MJ. High Frequency of Gastric colonization with multiple *Helicobacter pylori* Stains in Venezuela Subjects. J Clin Microb 2005; 43(6): 2635-2641
11. Cohen H, Bautista L, Crowe H, Johnson C, Rose SL y Pronovost V. Comparison of culture and histology to seven commercial tests for *Helicobacter pylori*. Am J Gastroenterol 1995; 90:1579.
12. Ogata SK Kawakami E, Patricio FR, Pedroso MZ, Santos AM. Evaluation of invasive and non-invasive methods for the of *Helicobacter pylori* infection in Symptomatic children and adolescents. Sao Paulo Med J 2001; 119 (2):67-71.
13. Chua TS, Fock KM, Teo EK, Ng TM. Validation of 13C-urea breath test for the diagnosis of *Helicobacter pylori* infection

- in the Singapore population. Singapore Med J. 2002; 43(8):408-11.
14. Hino B, Eliakin R, Levine A, Sprecher H, Berkowitz D, Hartman C, Eshach-Adiv O, Shamir R. Comparison of invasive and non-invasive test diagnosis and monitoring of *Helicobacter pylori* infection in children. J Pediatr Gastroenterol Nutr 2004; 39(5):519-23.
 15. Megraud F. Comparison of non-invasive test to detect *Helicobacter pylori* infection in children and adolescents: Results of a multicenter. European study. J Pediatr 2005; 146(2): 198-203.
 16. Zubillaga M, Oliveri P, Panarello H, Buzurro M, Adami J, Goldman C, Calmanovici G, Alak M, Degrossi O, Carol R, Boccio J. Stable isotope techniques for the detection of *Helicobacter pylori* infection in clinical practice. 13C-Urea Breath Test in different experimental conditions. Acta Physiol Pharmacol Ther Latinoam 1999; 49(2):101-7.
 17. Barrado A, Preston T, Slater C, Zubillaga M, Miranda-da-Cruz B, Mokhtar N, Zednik M, Valencia M, Boccio J. Utilidad de los Isótopos Estables en Salud Humana y nutrición: Espectrometría de masas y test del aliento con ¹³C-urea aplicados a la detección de Infección por *Helicobacter pylori*. Arch Latinoamer Nutr 2004; 54(S2): 5-19.
 18. López de Blanco M, Landaeta M, editores. Manual de Crecimiento y Desarrollo. Caracas: Fundacredesa-Sociedad Venezolana de Puericultura y Pediatría; 1991.
 19. Kuczumski RJ, Ogden, CL, Grummer-Strawn, LM et al. CDC growth charts: United States, Advance data from vital and health statistics; no. 314. Hyattsville, Maryland: National Center for Health Statistics. 2000.
 20. WHO. (2001) Iron deficiency anemia assessment, prevention and Control. WHO/NHD/01.3.
 21. Claus DR, Osmand AP, Gewurz H. Radioimmunoassay of human C-reactive protein and levels in normal sera. J Lab Clin Med 1976; 87:120-128.
 22. Méndez Castellano H, Méndez MC. Sociedad y Estratificación. Método Graffar. Méndez Castellano. Fundacredesa. 1994.
 23. Camargo C, Lazcano-Ponce E, Torres J, Velasco-Mondragón E, Qúiterio M, Correa P. Determinants of *Helicobacter pylori* seroprevalence in Mexican adolescents. Helicobacter 2004; 9(2): 106-14.
 24. Gómez NA, Salvador A, Vargas PE, Zapatier JA, Alvarez J. Seroprevalencia de *Helicobacter pylori* en la población infantil ecuatoriana. Rev Gastroenterol Peru 2004; 24(3): 230-3.
 25. Sullivan PB, Thomas JE, Wight DG, Neale G, Eastham EJ, Corrah T, Lloyd-Evans N, Greenwood BM. *Helicobacter pylori* in Gambian children with chronic diarrhoea and malnutrition. Arch Dis Child 1990; 65(2):189-91.
 26. Dale A, Thomas JE, Darboe MK, Coward WA, Harding M, Weaver LT. *Helicobacter pylori* infection, gastric acid secretion, and infant growth. J Pediatr Gastroenterol Nutr: 1998; 26(4):393-7.
 27. Mera RM, Correa P, Fonthan EE, Reina JC, Pradilla A, Alzate A, Bravo LE. 2005. Effects of a new *Helicobacter pylori* infection on Height and Weight in Colombian Children. Ann Epidemiol: 2005; Oct 21. Received 21 December 2004; accepted 23 August 2005. Available online 24 October 2005.
 28. Passaro DJ, Taylor DN, Gilman RH, Cabrera L, Parsonnet J. Growth slowing after acute *Helicobacter pylori* infection is age-dependent. J Pediatr Gastroenterol Nutr. 2002; 35: 4: 522-6.
 29. Bener A, Uduman SA, Ameen A, Alwash R, Pasha MA, Usmani MA, Al-Naili SR, Amiri KM. Prevalence of *Helicobacter pylori* infection among low socio-economic workers. J Commun Dis 2002; 34(3):179-84.
 30. Malcom CA, MacKay WG, Shepherd A, Weaver LT. *Helicobacter pylori* in children is strongly associated with poverty. Scott med J 2004; 49(4):136-8.
 31. Karaca C, Guler N, Yazar A, Camlica H, Demir K, Yildirim G. Is lower-socioeconomic status a risk factor for *Helicobacter pylori* infection in pregnant women with hyperemesis gravidarum? Turk J Gastroenterol 2004; 15(2):86-9.
 32. Leandro Liberato SV, Hernández Galindo M, Torroba Álvarez L, Sánchez Miramón F, Leandro Ciriza SE, Gómez Abadía A, Chueca Rodríguez P. Infección por *Helicobacter pylori* en población infantil: Prevalencia, factores asociados e influencia sobre el crecimiento. Anales de Pediatría 2005 63(06): 489-494.
 33. Kim N. Epidemiology and transmission route of *Helicobacter pylori* infection. Korean J Gastroenterol 2005; 46(3):153-8.
 34. Kivi M, Johansson AL, Reilly M, Tindberg Y. *Helicobacter pylori* status in family members as risks factors for infection in children. Epidemiol Infec 2005; 133(4):645-52.
 35. Farrel S, Doherty GM, Milliken I, Shield MD, McCallion WA. Risk factors for *Helicobacter pylori* infection in children: an examination of the played by intrafamilial bed sharing. Pediatr Infec Dis J 2005; 24(2): 149-52.

Recibido: 10-08-2006

Aceptado: 24-11-2006

Estudio de las modificaciones en proteínas de reineta (*Brama australis*), sometidas a congelación y almacenamiento a -18°C y -30°C

Lilian Abugoch, Vilma Quitral, Ma. Angélica Larraín, Julia Vinagre, Andrei Kriukov y Gloria Chávez

Universidad de Chile Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Depto. Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química. Santiago, Chile

RESUMEN. El presente trabajo tuvo como objetivo estudiar las propiedades funcionales y térmicas en carne de reineta (*Brama australis*) congelada, mediante los análisis de capacidad de retención de agua (CRA), capacidad formadora de gel (CFG), textura, capacidad emulsionante (CE) y calorimetría diferencial de barrido (DSC). Para este estudio se utilizaron filetes de reineta obtenidos y extraídos bajo las mismas condiciones, los cuales fueron trozados, envasados, congelados y almacenados a temperaturas de -18°C y -30°C durante 7 meses. Los resultados para todos los tratamientos térmicos empleados no mostraron diferencias significativas entre individuos. Para los pescados congelados a -18°C y -30°C, los valores de proteínas totales fluctuaron entre 23,5 ± 0,0 y 25,4 ± 1,0 % respectivamente. Para el caso de CRA los valores se encontraron en un rango de 0,45 ± 0,1 y 1,59 ± 0,0 g agua/ g proteínas. En cuanto a la CFG sólo hubo formación de gel para la reineta fresca, existiendo producción de agregados proteicos para las muestras almacenadas. Por otra parte los valores de CE fluctuaron entre 960 a 1400 g de aceite/g proteína, con una tendencia al aumento a medida que el tiempo de almacenamiento fue mayor. Para el caso del DSC los valores de temperatura de desnaturalización (T_d) y entalpía de desnaturalización (ΔH) de miosina fluctuaron entre 39,2 ± 0,5 y 44,8 ± 0,8 °C y entre 1,12 ± 0,3 y 0,52 ± 0,2 J/g. Para la actina los valores fluctuaron entre 71,0 ± 0,6 y 75,3 ± 0,5 °C y entre 0,5 ± 0,1 y 0,7 ± 0,1 J/g, la cooperatividad disminuyó a medida que pasó el tiempo, lo cual está mostrando un cierto grado de desplazamiento de las proteínas. Los valores encontrados para propiedades térmicas presentan una directa relación con respecto a los valores de propiedades funcionales estudiadas, presentando ambos una disminución en el tiempo.

Palabras clave: Reineta, congelación, propiedades funcionales, propiedades térmicas.

INTRODUCCION

La reineta se ha convertido en una interesante alternativa de pesca para la flota artesanal que captura merluza común, obteniéndose en la actualidad rendimientos comparables a este último recurso en Valparaíso y muy superiores en la zona de San Antonio de la 5° Región de Chile. Tiene un alto grado de aceptación en el mercado interno, razón por la cual en años recientes hubo una continua alza en los desembarques anuales (1). Durante la última década su extracción ha ido aumentando a casi al doble (2).

SUMMARY. Study of the reineta protein modifications (*Brama australis*), put under freezing and storage to -18° C and -30° C.

The objective of the present work was to study functional and thermal properties of reineta (*Brama australis*) frozen meat, analysed by water retention capacity (WRC), gel forming capacity (GFC), texture, emulsifying capacity and differential scanning calorimetry (DSC). For this study, reineta fillets were obtained and extracted by the same conditions, and cutted, packaged, frozen and stored at -18°C and -30°C for 7 months. The results obtained, showed that there were no significant differences in the responses to thermal treatment for all the specimens. For samples frozen at -18°C and -30°C, the protein contents were 23.5 ± 0.0 and 25.4 ± 1.0%, respectively. The WRC values were 0.45 ± 0.1 and 1.59 ± 0.0 g water/ g protein, respectively. The gel forming capacity was only present in the fresh samples, whereas the frozen stored ones only form protein aggregates. The emulsifying capacity was between 960 and 1400 g oil / g protein, and the storage time increased this value. The miosin denaturation temperature (T_d) and denaturation enthalpy (ΔH), obtained by DSC, fluctuated between 39.2 ± 0.5 to 44.8 ± 0.8 °C and 1.12 ± 0.3 to 0.52 ± 0.2 J/g, respectively. The actina values were between 71.0 ± 0.6 to 75.3 ± 0.5 °C and between 0.5 ± 0.1 to 0.7 ± 0.1 J/g. Cooperativity decreased as the storage time increased. This is showing a certain degree of protein displacement. The values found by thermal analyses showed a direct relationship with the functional properties, both decreasing with storage time.

Keywords: Reineta, freezing, functional properties, thermal properties.

Los representantes de la familia Bramidae poseen una amplia distribución geográfica, aunque preferentemente se encuentran en la zona oceánica, llegando a habitar profundidades de 400-500 m (3). *B. australis* tendría una distribución circumglobal en el hemisferio sur dentro de los límites de circulación de las masas de agua subtropicales, entre las latitudes 35°S y 48°S (3-5). La reineta es una especie pelágica de amplia distribución en el Pacífico Sur, circunscrita a las aguas subantárticas asociadas a la costa chilena (1), está clasificada dentro del grupo de los teleósteos y vive en cardumen, su carne es blanca lo que le da un gran atractivo

para el consumidor (6). El tamaño en las capturas chilenas fluctúa entre los 20 y 57 centímetros de longitud de horquilla, que es la distancia entre la boca del pez y los radios medios de la aleta caudal, y su promedio es de 37 cm (1). Se hace interesante el estudio y caracterización de sus propiedades funcionales durante el almacenamiento congelado de modo de asegurar una buena calidad al momento de su consumo y prever los usos tecnológicos que podría tener su carne.

El deterioro del músculo de pescado durante su almacenamiento o elaboración es principalmente el resultado de la desnaturalización de la miosina (7,8). Esta estabilidad puede ser evaluada mediante calorimetría diferencial de barrido, DSC, la cual permite el estudio de la estabilidad térmica de las proteínas de pescado bajo diversas condiciones de procesamiento (9). La actina y la miosina son dos proteínas que contribuyen de forma importante con sus propiedades funcionales y el método de DSC ofrece una forma directa para el estudio de las transiciones térmicas de músculo de pescado (10,11)

En la ictiofauna chilena existen muchas especies de las cuales se desconocen sus características fisicoquímicas, bajo esta consideración es importante conocer dichas propiedades principalmente de aquellas especies que tienen importancia como recurso pesquero, tal como ocurre con las especies del género *Brama* tanto en el ámbito mundial como nacional. En relación con los antecedentes expuestos se ha propuesto el estudio de las propiedades funcionales (capacidad de retención de agua, capacidad formadora de gel y capacidad emulsionante), además de estudiar la estabilidad térmica de las proteínas miofibrilares mediante el uso de DSC, en la especie reineta (*Brama australis*), a través de una cinética del músculo sometido a diferentes temperaturas de almacenamiento congelado en forma comparativa a -18°C y -30°C .

MATERIALES Y METODOS

Materia prima

La materia prima utilizada fue reineta (*Brama australis*), capturadas en la V región de Chile. Los tamaños fluctuaron entre 30 y 35 cm de longitud de horquilla y el peso varió entre 1 y 1,5 kg. Posteriormente se procedió en el mismo terminal pesquero a eviscerar y filetear los individuos, obteniéndose un rendimiento del 43%. Las muestras fueron transportadas al laboratorio en cajas de material aislante y cubiertas de hielo, con un tiempo aproximado desde la captura hasta la llegada al laboratorio de 20 horas.

Tratamiento de las muestras

Una vez en el laboratorio, se tomaron 3 individuos para los estudios de DSC, CRA, CE y Proteínas totales, y 3 individuos para los estudios de CFG. Los pescados utilizados en

este estudio pesaron aproximadamente 1 kg cada uno, fileteados y eviscerados. Cada individuo fue separado en 2 filetes, uno para ser almacenado a -18°C y el otro a -30°C , posteriormente cada filete fue trozado transversalmente en 5 partes iguales (uno para cada punto del estudio) y se procedió a identificar cada trozo con un número que correspondiera a su mes de evaluación. Finalmente se almacenaron las muestras a las temperaturas de congelación correspondientes. Se separaron los otros 3 individuos e para el estudio de CFG, los cuales fueron tratados en forma similar a lo ya descrito.

Métodos de análisis

Proteínas totales: de acuerdo a lo indicado en la norma chilena NCh 1370/V-1978 (12), aplicando el factor 6,25 (13).

Calorimetría diferencial de barrido (DSC): Se utilizó un equipo Perkin Elmer DSC 7, intracooler 2P. Se pesó entre 10 y 15 mg en una cápsula, la cual posteriormente es sellada, como referencia se utilizó una cápsula con aire. Se trabajó a una velocidad de calentamiento de $10^{\circ}\text{C}/\text{min}$, entre 10°C y 100°C . Se obtuvieron datos de temperaturas máximas de desnaturalización y de áreas, que representan la entalpía de desnaturalización de proteínas normalizadas (9).

Capacidad de retención de agua (CRA): El método consistió en colocar en un tubo de centrifuga una cierta cantidad de músculo molido (± 15 g) junto con una cantidad equivalente de agua destilada, luego se dejó bajo condiciones de refrigeración durante aproximadamente 20 horas. Finalmente el tubo se sometió a centrifugación, para luego eliminar el exceso de agua mediante decantación (14).

Capacidad de gelificación (CFG): La metodología aplicada para la medición de la capacidad de gelificación se basa en la técnica descrita por Suzuki (4). Este método se basa en extraer las proteínas miofibrilares mediante el efecto de la fuerza iónica, para luego por acción del calor formar un gel tridimensional, el cual implica la formación de enlaces hidrófobos y covalentes de elevada estabilidad. Las condiciones de trabajo de la prensa Lloyd utilizadas fueron las siguientes:

- Temperatura de la muestra: ambiente (26°C).
- Alto de la muestra: 25 mm.
- Profundidad de penetración: 15 mm.
- Velocidad de penetración: $100\text{ mm}/\text{min}$.
- Vástago utilizado: extremo esférico de 5 mm.

Capacidad emulsionante (CE): A una solución de cloruro de sodio 0,5 M se adicionaron 0,5 g de músculo de pescado molido, se homogeneizó la mezcla y se mantuvo a temperatura de refrigeración (4°C), a esta solución de proteínas se le midió el paso de corriente a medida que se le fue adicionando aceite a una velocidad de 0,1ml/s en el centro de la mezcla hasta la inversión de fases donde se detectó el punto final (14).

Análisis estadístico: Los resultados obtenidos fueron analizados con el software Statgraphics plus v 2.0, mediante el cual se realizó un análisis de varianza ($p < 0,05$) y comparación múltiple de medias por el test de Duncan.

RESULTADOS Y DISCUSION

Proteínas totales

Los valores encontrados varían entre un $23,5 \pm 0,0$ y un $25,4 \pm 1,0$ g/100g de proteínas, lo cual es muy superior a las cantidades encontradas por Schmidt-Hebbel y Pennacchiotti (15) y Vivanco (16), quienes informaron un 19,3 y un 19,5 g/100g respectivamente. Sin embargo estos valores no escapan a las cantidades de proteínas contenidas en músculos de pescado, ya que se ha encontrado que éstas fluctúan entre un $15,4 \pm 0,01$ y un $25,6 \pm 3,1$ g/100g. Incluso peces como el *Seriola rivoliana* y el *Pristipomoides filamentosus*, que viven en ambientes similares a la reineta (*Brama australis*), en cuanto a la temperatura del agua en la que habitan (menor de 20°C), tienen concentraciones de proteína de $24,4 \pm 0,1$ y $25,6 \pm 3,1$ g/100g (17). Al analizar la Tabla 1 se puede apreciar que existen diferencias significativas, a un nivel del 5%, entre los distintos meses del estudio y que estas diferencias se encuentran entre los meses 2 y 4 con respecto a los meses 0, 5 y 7.

TABLA 1
Variación de la cantidad total de proteínas totales en músculo de reineta congelada y almacenada durante 7 meses a -18 °C

Tiempo (meses)	Proteínas g/100g
0	23,5 ^a ± 0,0
2	25,4 ^b ± 1,00
4	24,9 ^b ± 0,47
5	23,6 ^a ± 0,32
7	23,8 ^a ± 0,21

^{a, b}: Letras distintas indican diferencia estadísticamente significativas ($p < 0,05$).

Como las muestras analizadas para los distintos tiempos de almacenamiento corresponden a los mismos individuos,

pero a distintas partes de sus cuerpos, se podría presumir que las variaciones encontradas en las concentraciones de proteína pueden deberse a las variaciones debido al “dripping” que se produce al descongelar las muestras.

Capacidad de retención de agua

Según se puede apreciar en la Tabla 2, los valores de % de aumento de masa para todos los individuos almacenados a -18°C y -30 °C. Los valores de CRA fluctuaron entre 105,1% a 108%, encontrándose valores levemente superiores para la temperatura de -30°C, para ambas temperaturas se encontraron diferencias significativas ($p < 0,05$) con respecto a la muestra fresca. Estos cambios son esperables debido a que la CRA depende de factores intrínsecos, como la concentración de proteínas (15) y de factores extrínsecos, como el tiempo de almacenamiento, manejo del producto, proceso de congelación y tiempos de congelación (19).

TABLA 2
Variación de la CRA de músculo de reineta congelada y almacenada a -18°C y -30°C durante 7 meses

Tiempo (mes)	% aumento masa	-18°C		-30°C ^e	
		g agua/ g prot.	% aumento masa	g agua/ g prot.	% aumento masa
0	108.1 ^a ± 0.4	1.6 ^a ± 0.0	108.0 ^a ± 1.7	1.5 ^a ± 0.3	
2	105.6 ^{bc} ± 0.8	1.0 ^{bc} ± 0.1	104.7 ^b ± 0.5	0.9 ^b ± 0.1	
4	105.1 ^c ± 0.8	0.9 ^c ± 0.2	103.2 ^{bc} ± 0.8	0.6 ^{bc} ± 0.2	
5	105.4 ^{bc} ± 1.0	1.1 ^{bc} ± 0.3	102.2 ^c ± 0.3	0.45 ^c ± 0.1	
7	106.4 ^b ± 0.3	1.3 ^b ± 0.1	102.5 ^c ± 0.2	0.5 ^c ± 0.1	

^{a, b, c, d, e}: Letras distintas en una misma columna indican diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$)

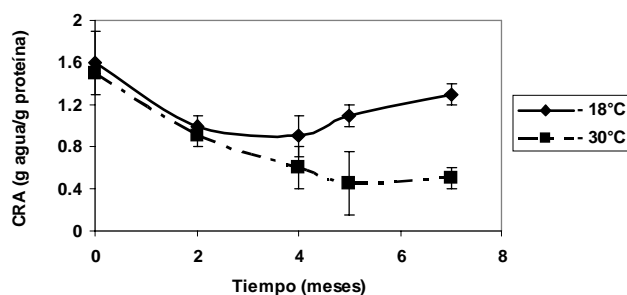
Por otra parte, en esta misma tabla (Tabla 2), se puede apreciar que los valores de CRA expresados en g agua/g proteína para los individuos almacenados a -30°C presentaron valores inferiores con respecto a los almacenados a -18°C para todos los meses, lo cual coincide con los resultados obtenidos en DSC, la temperatura de -30°C produce una menor desnaturalización de las proteínas, y en estudios realizados en propiedades de hidratación la proteína que tiene algún grado de desnaturalización puede favorecer éstas propiedades (20).

Al comparar éstos resultados frente a otros estudios se puede indicar que el músculo de reineta no presenta buena CRA, ya que análisis efectuados en distintas especies presentan valores superiores a los encontrados en el presente estudio, 151,82% para carne de jibia descongelada (18), entre 103% y 179% para carne fresca de vacuno (21), entre 110 y 160% para carne fresca de conejo (22), 154% para carne fresca de jaiba (14) y entre 106% y 111% para carne de jaiba sometida a altas temperaturas (23).

Al analizar la Figura 1, se puede apreciar que ambas temperaturas de almacenamiento presentan un comportamiento similar en el tiempo, ya que hasta el cuarto mes ambas curvas decrecen y luego en los últimos dos meses presentan un leve aumento.

FIGURA 1

Evolución de la relación g agua/g proteína en reineta congelada y almacenada a -18°C y -30°C durante 7 meses



Se pudo observar que la reineta congelada a -18°C tuvo un mejor comportamiento, con respecto a la CRA, en comparación a la reineta congelada a -30°C . Esto puede deberse a una mayor desnaturalización y posterior agregación de las proteínas para la muestra almacenada a -30°C , reduciendo esto la superficie de la molécula proteica y la disponibilidad de los grupos polares capaces de interactuar con el agua (20).

Capacidad formadora de gel

En la Tabla 3, se puede apreciar que la CFG por parte del músculo de reineta es indiferente a la influencia del tiempo y temperatura de almacenamiento congelado, ya que esta propiedad sólo se pudo observar para las muestras frescas. Para las muestras en los distintos tiempos de almacenamiento, se produjo formación de agregados proteicos sin elasticidad. Por otra parte el análisis presentó una gran desviación estándar para la muestra fresca, lo cual está indicando que hay mucha variabilidad entre individuos de la especie reineta, los cuales pueden deberse a cambios “post-mortem” y niveles de stress al momento de la captura.

Como se observa en la Tabla 3 a partir del segundo mes la reineta no forma geles, esto puede deberse a la desnaturalización de las proteínas durante el almacenamiento o al proceso de congelación, produciéndose una disminución en la solubilidad de las proteínas miofibrilares, con la consiguiente disminución de las propiedades funcionales, como la capacidad de formar geles, llegando finalmente a no formar geles (7,24,25) esta pérdida de CFG, puede también ser correlacionada con los resultados obtenidos en DSC, los termogramas muestran una disminución en las estabilidades térmicas de la actina y miosina. Es importante destacar que

las propiedades texturales varían con las especies (26), los valores para la reineta de fuerza de gel son bajos en relación a las especies comercializables por esta propiedad (7).

TABLA 3

Variación de la Fuerza de Gel de músculo de reineta congelada y almacenada a -18°C y -30°C durante 7 meses

Tiempo (mes)	-18°C		-30°C	
	Fuerza de Gel (g-f x cm)	Plegado	Fuerza de Gel (g-f x cm)	Plegado
0	224,007 ± 78,473	Resiste 1° plegado	308,203 ± 110,203	Resiste 1° plegado
2 a 7	No forma gel	No resiste Plegado	No forma gel	No resiste plegado

Capacidad emulsionante

La reineta (*Brama australis*) al estado fresco fue capaz de emulsionar $1015,9 \pm 3,2$ g aceite/ g proteína, lo cual permite visualizar que este recurso sería interesante para la elaboración de alimentos tipo paté que requieren emulsión. A la fecha se registran estudios de CE en algunas especies marinas. Echeverría (27) obtuvo valores de CE de $1.106,7 \pm 60,9$ g aceite/ g proteína en tollo (*Callorhynchus calloriynchus*) fresco y $918,7 \pm 46,3$ g aceite/ g proteína en pejegallo (*Squallus acanthias*) fresco. Otros autores presentan valores de CE al estado fresco obtenidos en proteínas de origen animal y vegetal con diversas metodologías de medición. Lilienfield (28), determinó valores de CE en carne de vacuno de 1.061 g de aceite/ g proteína, en pulpa de pollo de 1.102,0 g aceite/ g proteína y en aislado de soya de 755 g aceite/ g proteína. En la Figura 2 se observa que la CE de la reineta almacenada a -18°C y -30°C , mantiene un comportamiento sin grandes variaciones hasta el 5° mes de almacenamiento. Al 7° mes de almacenamiento la CE aumenta significativamente en 18% y 20% a -18°C y -30°C respectivamente, finalizando así el estudio con registros de CE de $1.226,7 \pm 2,9$ y $1.243,6 \pm 6,7$. Este aumento en la CE podría deberse a un grado de desnaturalización de las proteínas en donde los grupos hidrófobos se encontrarían más expuestos (28).

Estabilidad térmica (DSC)

Para el análisis de las propiedades térmicas los resultados que entrega el DSC son endotermas, como las que se pueden observar en la Figura 3, que permiten conocer la temperatura de desnaturalización (T_d), la entalpía de desnaturalización (ΔH), ambos parámetros entregan información acerca de la estabilidad térmica de las proteínas y el grado de estructura de las proteínas (20).

FIGURA 2
Capacidad emulsionante de reineta (*Brama asutralis*)
durante el almacenamiento a -18 y -30°C.
(Letras distintas indican diferencias significativas $p < 0,05$)

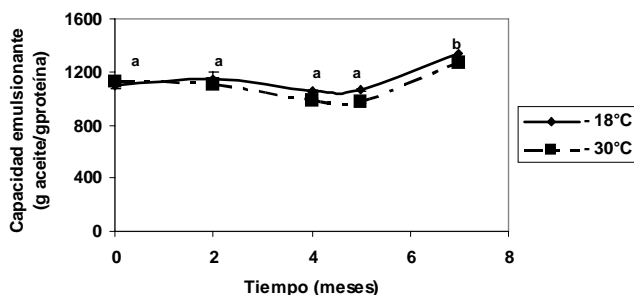
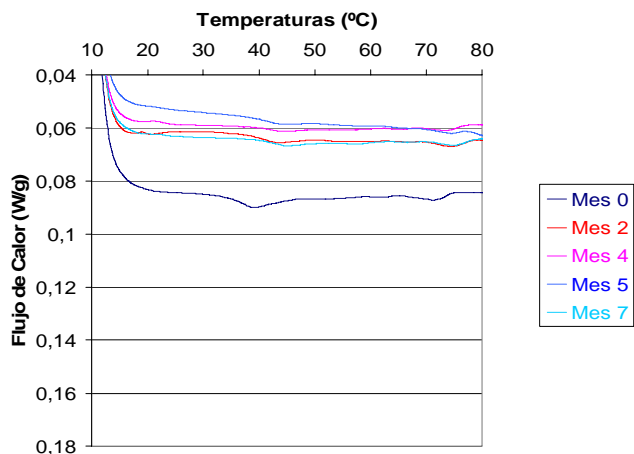


FIGURA 3
Termograma de reineta almacenada a -30°C
durante 7 meses



Se puede observar en la Tabla 4 que la estabilidad térmica de la actina es en promedio 73,8 °C y mayor a la de la miosina que presentó un valor promedio de 43 °C. Por otra parte la tendencia mostrada para la T_d , es que a medida que pasa el tiempo de almacenamiento la temperatura de transición aumenta, lo cual también ha sido informado por Howell y col. (8) y Davies y col. (20) y Paredi y col. (30). Esto se puede deber a que durante el almacenamiento en frío la miosina sufre modificaciones en su estructura terciaria, debido a la ruptura de puentes de hidrogeno, produciéndose una agregación de proteínas que pudiera involucrar restos de miosina nativa y por lo tanto entregarle una mayor estabilidad térmica a esta proteína (17). Por otra parte la entalpía de desnaturalización muestra un notable descenso de un 50%, lo cual está señalando pérdida de estructura durante el almacenamiento congelado, lo cual puede estar explicando la pérdida de funcionalidad para el caso de formación de gel y CRA y un aumento de la CE debido a una mayor exposición de grupos hidrofóbicos provocados por la pérdida de estructura evidenciada por la disminución de la entalpía de desnaturalización.

CONCLUSIONES

De las propiedades funcionales estudiadas se concluye que la reineta posee buena capacidad emulsionante, que se ve favorecida por el efecto del almacenamiento por congelación lo que lo hace apto para la elaboración de productos del tipo paté; por otra parte no posee buena CRA y su capacidad de formara geles es limitada y se ve desfavorecida por el almacenamiento congelado. Por otra los valores de CRA fueron bajos, presentando un máximo en las muestras frescas y una disminución a través del tiempo de almacenamiento. La actina y miosina presentaron un aumento en su estabilidad térmica (T_d mayores) durante el almacenamiento en frío, y una disminución de su estructura, se pudo determinar que existe una directa relación entre los resultados de estabilidad térmica obtenidos y sus propiedades funcionales.

TABLA 4
Variación de las propiedades térmicas de la miosina y de la actina en músculo de reineta congelada y almacenada a -18°C y -30°C durante 7 meses

Tiempo (mes)	Miosina				Actina			
	-18°C		-30°C		-18°C		-30°C	
	T_d (°C)	ΔH (J/g)*	T_d (°C)	ΔH (J/g)*	T_d (°C)	ΔH (J/g)*	T_d (°C)	ΔH (J/g)*
0	39,2 ^a ± 0,5	1,12 ^a ± 0,32	39,2 ^a ± 0,5	1,12 ^a ± 0,32	71,0 ^a ± 0,6	0,51 ^a ± 0,12	71,0 ^a ± 0,6	0,51 ^a ± 0,12
2	43,3 ^b ± 0,1	0,78 ^b ± 0,09	44,0 ^{bc} ± 1,0	0,82 ^b ± 0,06	74,8 ^{cd} ± 0,5	0,65 ^a ± 0,05	74,6 ^{bc} ± 0,2	0,62 ^a ± 0,02
4	44,1 ^{bc} ± 1,4	0,67 ^b ± 0,04	43,4 ^b ± 0,7	0,73 ^b ± 0,06	73,8 ^b ± 0,2	0,57 ^a ± 0,03	74,1 ^b ± 0,6	0,55 ^a ± 0,14
5	43,6 ^{bc} ± 0,6	0,57 ^b ± 0,06	43,2 ^b ± 0,1	0,77 ^b ± 0,09	74,2 ^{bc} ± 0,4	0,63 ^a ± 0,12	74,2 ^b ± 0,2	0,58 ^a ± 0,19
7	44,8 ^c ± 0,8	0,52 ^b ± 0,15	44,8 ^c ± 0,2	0,61 ^b ± 0,02	75,3 ^d ± 0,5	0,57 ^a ± 0,05	75,3 ^c ± 0,1	0,59 ^a ± 0,03

a, b, c, d : Letras distintas en una misma columna indican diferencias estadísticamente significativa ($p < 0,05$).

(*): g = gramo en base seca.

REFERENCIAS

1. IFOP, Instituto de Fomento Pesquero (2001). <http://www.ifop.cl/peces.cfm> (reineta, fichas).
2. SERNAPESCA, Servicio Nacional de Pesca (2006). <http://www.sernapesca.cl> (anuarios estadísticos).
3. Mead GW. Bramidae. Dana- Report. 1972;81:1-175.
4. Pavlov YP. Information on morphometrics and ecology of Pomfrets of the Genus *Brama* inhabiting the Southeastern Pacific Ocean. *Journal of Ichthyology* 1991;31(2):120-124.
5. Last P. Rays bream - a new pelagic fishery? *Australian Fisheries*. 1994;20:19-22.
6. Lorenzen S. Mariscos y Peces de importancia Comercial en el Sur de Chile. Universidad Austral de Chile. Valdivia. Chile. 1979.
7. Suzuki T. Tecnología de las proteínas de pescado y krill. Ed. Acribia S.A., Zaragoza, España. 1987.
8. Howell BK, Matthews AD y Donnelly AP. Thermal Stability of fish miofibrils: a Differential Scanning Calorimetric Study. *Int. J Food Sci & Technol*. 1991; 26: 283-295.
9. Hastings RJ, Rodgen GW, Park R, Mattehws AD y Anderson EM. Differential Scanning Calorimetry of fish Muscle: The Effect of Processing and Species Variation. *J Food Sci*. 1985;50: 506-510
10. Beas VE, Crupkin M y Trucco RE. Gelling properties of actomyosin from pre- and post-spawning hake. *J Food Sci*. 1988;53:1322
11. Wright D.J, Leach IB, Wilding P. Differential scanning calorimetric studies of muscle and its constituent proteins. *J Sci Food Agric*. 1977;28: 557-564.
12. NCh 1370/V (1978). Procedimiento para la Determinación de Proteínas Totales. INN, Santiago, Chile.
13. Schmidt-Hebbel H. Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Alfabeta Impresores, Santiago, Chile, 1981;pág. 19-24.
14. 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, 25-28
15. Schmidt-Hebbel H y Pennacchiotti I. Tabla de composición química de alimentos chilenos. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 1985.
16. Vivanco M. (1997). Estudio Composicional y vida útil en Fresco de la especie Reineta (*Brama Australis*) capturada en la zona de Valparaíso. Tesis Escuela de Alimentos, Facultad de Recursos Naturales, U.C.V.
17. Davies, JR, Ledward DA, Bardsley RG y Poulter G. Species dependence of fish myosine stability to heat and frozen storage. *Int J Food Sci & Technol*. 1994;29: 287-301.
18. Abugoch L, Guarda A, Pérez LM y Donghi I. Caracterización funcional y bioquímica de la carne del manto de jibia (*Dosidicus gigas*). *Arch Latinoamer Nutr*, 2000; 50, 4.
19. Hamm R. Biochemistry of meat hydration. *Adv In Food Research* 1969;19: 356-376.
20. Añon C y Martínez N. Propiedades estructurales y funcionales de proteínas vegetales. Curso Internacional de Post-Grado, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 2000.
21. Bendall JR. The swelling effect of polyphosphates on lean meta. *J Sci Food Agric*. 1954;5: 468-475.
22. Swift C y 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: 468-473.
23. Santana GA. Estudio de las Modificaciones por Tratamientos Térmicos de las Propiedades Funcionales y Químicas de Carne de Jaiba Mora (*Homalaspis plana*). Memoria para optar al título de Ingeniero en Alimentos. Universidad de Chile. Santiago. Chile. 1998.
24. Montero P y Borderías A. Alteraciones de las proteínas de pescado. *Control de Calidad*. *Revista Alimentos*. 1988;13: 43-52.
25. Konno K y Fukazawa C. Autolysis of Squid Mantle Muscle Protein as Affected by Storage Conditions and Inhibitors. *J Food Sci*. 1993;58: 1198-1202.
26. Cheng CS, Hamann DD y Webb NB. Effect of Thermal Processing on Minced Fish Gel Texture. *J Food Sci*. 1979;44: 1080-1086.
27. Echeverría X. Estudio de las modificaciones de las propiedades funcionales de carne de Pejegallo (*Callorhynchus callorhynchus*) y Tollo (*Mustelus mento*) durante el almacenamiento congelado. Memoria para optar al título de Ingeniero en Alimentos. Universidad de Chile. Santiago. Chile. 2003.
28. Lillienfeld C. Sustitución parcial de carne de vacuno por pulpa de pollo deshuesada mecánicamente y/o aislado proteico de soya en mortadela lisa. Estudio de algunas propiedades funcionales. Memoria para optar al título de Ingeniero en Alimentos. Universidad de Chile. Santiago. Chile. 1982.
29. Dondero M. Bioquímica y tecnología de la aplicación del frío en alimentos. Universidad Católica de Valparaíso. Facultad de Recursos Naturales. Escuela de Alimentos. Valparaíso. Chile. 1990.
30. Paredi ME, Tomas MC, Crupkin M y Añon MC. "Thermal Denaturation of *Anlaconmya ater ater* (Molina) Myofibrillar Proteins: A Differential Scanning Calorimetric Study". *J Agric Food Chem*. 1994; 42. N°4: 873-877.

Recibido: 17-11-2006

Aceptado: 31-01-2007

Aceptabilidad y calidad nutricional de una bebida a base de zumo de naranja y suero de leche, conservado con calor o campos eléctricos pulsados de alta intensidad

Amalia Mónico Pifarré, Olga Martín, María Luz de Portela, Silvia H. Langini, Adriana R. Weisstaub, Carola Greco y Patricia Ronayne de Ferrer

Departamento de Tecnología de Alimentos, Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria, Universidad de Lleida, Lleida, España. Facultad de Farmacia y Bioquímica, UBA, Buenos Aires, Argentina

RESUMEN. El zumo de naranja puede ser vehículo de nutrientes para mejorar la calidad de una dieta, pero es preciso que tenga buena aceptabilidad. Los objetivos del presente trabajo fueron: a) estudiar la aceptabilidad de bebidas preparadas a partir de zumo de naranja (Z) con agregado de suero lácteo en polvo (SL) al 7% (Z+SL7) ó al 13% (Z+SL13); b) evaluar el contenido de lisina disponible y la retención de ácido ascórbico, del preparado de mayor aceptación, comparando el efecto del tratamiento de Campos Eléctricos Pulsados De Alta Intensidad (CEPAI) (29 kV/cm, t_{acum} : 59 μ s) con un proceso térmico convencional a 75°C, 15 minutos (TT). Las bebidas se sometieron a una evaluación sensorial (test de Friedman). Se determinó lisina disponible por el método de Carpenter modificado por Booth y vitamina C por HPLC; minerales: Na y K, por fotometría de llama; Ca, Mg y Zn por espectrometría de absorción atómica. No hubo diferencias significativas entre la aceptación de Z y Z+SL7. La de Z+SL13 fue significativamente menor ($p<0,01$), por lo cual se descartó. El contenido de lisina disponible (mg/g de proteína) en Z+SL7 sin tratar fue 60,2 \pm 0,15; después de los tratamientos fue: 50,0 \pm 2,8 (TT) y 51,0 \pm 3,4 (CEPAI). Los productos Z y (Z+SL7) tratados con CEPAI retuvieron 100 y 98% de vitamina C, y los sometidos a TT, 91% y 88%, respectivamente. La cantidad agregada de suero lácteo condicionó la aceptabilidad. La formulación de la bebida a base de zumo de naranja con 7% de suero lácteo tuvo buena aceptación y, después del tratamiento con CEPAI, retuvo una buena calidad nutricional, en relación al contenido de lisina disponible y vitamina C, constituyendo una fuente importante de algunos nutrientes minerales.

Palabras clave: Zumo enriquecido, campos eléctricos pulsados de alta intensidad, lisina disponible, vitamina C, minerales.

INTRODUCCION

Las bebidas analcohólicas pueden ser utilizadas como vehículo de diversos nutrientes, añadidos con el fin de mejorar la calidad de una dieta, especialmente en aquellos casos en que son consumidas por grupos vulnerables (1,2). Además, algunas industrias tratan de desarrollar bebidas sin alcohol, con bajo contenido calórico, que puedan servir para sustituir

SUMMARY. Acceptability and nutritional quality of a beverage based on orange juice and whey powder, preserved by heat or high-intensity pulsed electric fields (HIPEF). Orange juice may be a nutrient vehicle that helps to improve diet quality. The addition of whey allows the incorporation of high quality proteins. However, a good acceptability is necessary. The aims of the present study were: a) to assess the acceptability of a beverage prepared with orange juice (J) and whey powder (WP) at 7 g/100 g (J+WP7) or at 13g/100 g (J+WP13); b) to measure available lysine content and ascorbic acid retention of the more accepted formulation, comparing the effect of HIPEF treatment (29 kV/cm, t_{acum} : 59 μ s) with a conventional heat treatment at 75°C, for 15 minutes (HT). The beverages were subjected to sensory evaluation (Friedman test). Available lysine was assessed by the Carpenter method, modified by Booth, and vitamin C by HPLC; minerals Na and K, by flame photometry; Ca, Mg and Zn by atomic absorption spectrometry. There were no significant differences between the acceptance of J and J+WP7. J+WP13 was significantly less accepted ($p<0.01$), so it was discarded. Available lysine (mg/g protein) in untreated J+WP7 was 60.2 \pm 0.15; after treatments: 50.0 \pm 2.8 (HT) and 51.0 \pm 3.4 (HIPEF). The HIPEF treated J and (J+WP7) retained 100% and 98% of their vitamin C initial content and the HT treated, 91% and 88%, respectively. The amount of whey powder added to the orange juice conditioned the acceptability. The juice containing 7% of whey powder was well accepted, and after treatment by HIPEF, it retained a good nutritional quality, regarding available lysine, vitamin C retention and provision of mineral nutrients.

Key words: Enriched juice, high-intensity pulsed electric fields, available lysine, vitamin C, minerals.

una comida rápida aportando nutrientes marginales o deficitarios en la sociedad moderna. Estas bebidas han registrado una importante tasa de crecimiento en Europa desde 1998 (3).

Los zumos cítricos, en particular el de naranja, se encuentran entre los de mayor venta y gozan de amplia aceptación. Por otra parte, el suero lácteo, subproducto de la industria quesera, se ha considerado durante mucho tiempo

un desecho industrial, utilizado sólo para alimentación animal, o bien, vertido como desecho a corrientes de agua o a los suelos (4). La mayor conciencia relativa al cuidado del medio ambiente así como una mejor apreciación del valor nutricional de este subproducto han llevado a plantear la posibilidad de su utilización en la industria alimentaria, por lo cual se está revalorizando como un suplemento interesante por su aporte de proteínas de elevado contenido en lisina y de minerales como calcio, potasio y zinc, fundamentalmente (5,6). Por ello, la adición de suero lácteo al zumo de naranja permite incrementar el aporte de aquellos nutrientes que pueden ser deficitarios o marginales en ciertos grupos vulnerables como niños y ancianos.

Por otra parte, los métodos no térmicos de conservación de alimentos están siendo investigados para evaluar su potencial como proceso alternativo o complementario a los métodos térmicos tradicionales (6,7). Su desarrollo responde al propósito de obtener productos estables microbiológica y enzimáticamente, minimizando la pérdida de calidad de los alimentos debida a los efectos del calor.

El objetivo del presente trabajo fue elaborar una bebida a base de zumo de naranja y suero lácteo, estudiar su aceptabilidad por parte del consumidor potencial, y determinar el efecto de dos tratamientos de conservación diferentes (campos eléctricos pulsados de alta intensidad y tratamiento térmico convencional) sobre su calidad nutricional. Para ello se determinaron los niveles de lisina disponible remanentes después de cada uno de los tratamientos; el grado de retención de ácido ascórbico y el contenido de algunos minerales de interés nutricional (calcio, magnesio y zinc).

MATERIALES Y METODOS

Materias primas

Las materias primas utilizadas fueron zumo de naranja y suero de leche en polvo. El zumo de naranja (Z) se obtuvo de naranjas frescas, *Navelate*, adquiridas en el mercado local de la Ciudad de Lleida (España), exprimidas con un exprimidor, marca SANTOS tipe-10 a una velocidad de rotación de 1500 a 1800 rpm. El suero de leche en polvo fue donado por Copirineo (S.C.C.L.) de La Pobla de Segur (Lleida, España) y su composición fue mayoritariamente lactosa (aproximadamente 75%) y 12,3 g/100 g de proteínas. Cabe señalar que el suero de leche, además, es un aportador importante de calcio, potasio, magnesio y zinc.

Bebidas formuladas

1. zumo de naranja con agregado de 7 g/100 g de suero lácteo (Z+SL7).
2. zumo de naranja con agregado de 13 g/100 g de suero lácteo (Z+SL13).

Métodos

Procesos aplicados

Tratamiento Térmico (TT)

Los productos se sometieron a un calentamiento en baño de agua, a una temperatura de 75°C, durante 15 minutos. El tiempo necesario para llegar a dicha temperatura fue de 10 minutos; el enfriamiento posterior a 25°C, también duró 10 minutos.

Tratamiento con Campos Eléctricos Pulsados de Alta Intensidad (CEPAI)

Los productos se sometieron a pulsos de 2µs, a 24-29 kV/cm, en un equipo de laboratorio (OSU-4F, Ohio State University, OH, USA) durante un tiempo total de tratamiento de 59µs y un flujo de 118 ml/min. La temperatura al finalizar el tratamiento por CEPAI fue de 35°C.

Evaluación sensorial

La evaluación sensorial se llevó a cabo a fin de determinar la aceptabilidad de los distintos productos por parte de los consumidores; las bebidas se prepararon con las materias primas inmediatamente antes de la degustación. Los jueces debían ordenar las 3 bebidas (zumo de naranja, Z+SL7 y Z+SL13) de acuerdo a sus preferencias (de mayor a menor). Se contó con 43 jueces no entrenados. Los resultados se analizaron aplicando el test de Friedman (9).

Análisis realizados

Todas las determinaciones se realizaron por triplicado y se efectuaron duplicados de las muestras procesadas.

Lisina disponible

Se utilizó el método de Carpenter (10), modificado por Booth (11). Se determinó el contenido de nitrógeno total (NT) por el método de Kjeldahl (12). El factor de conversión a proteína utilizado fue de 6,25.

Acido ascórbico

Se extrajo con ácido metafosfórico al 10% y 0,5 mL de 2,3-dimercapto-1-propanol (BAL) y se determinó por HPLC, utilizando una columna NH₂-Spherisorb S5. La fase móvil fue una mezcla de 60% de solución reguladora de fosfato 5 mM (ajustada a pH 3,5) y 40% de acetonitrilo. Se utilizó un patrón externo de ácido L-ascórbico (Sigma Chemical, Co, St. Louis, MO) (13).

Minerales

Se realizó una digestión por vía húmeda con "bombas" Parr (14), con NO₃H p.a., en un horno de microondas Samsung, modelo MW 5720 (900–1400 W). El mineralizado

se diluyó a volumen adecuado según las determinaciones a efectuar utilizando agua desionizada ultrapura. Para las curvas estándar se utilizaron patrones Merck. Se utilizó como material de referencia leche entera en polvo RM 8435, NIST, sometida al mismo tratamiento que las muestras. Se determinó sodio y potasio por fotometría de llama; calcio, magnesio y zinc por espectrometría de absorción atómica (15) con lámparas específicas de cátodo hueco (espectrofotómetro Varian Spectr AA 20, Varian Techtron Pty., Limited; Victoria, Australia). Se agregó Cl_3La como supresor de interferencia de fosfatos. Todo el material utilizado se lavó en NO_3H 20%, enjuagándolo 6 veces con agua destilada y 6 veces con agua desionizada ultrapura.

RESULTADOS

Evaluación Sensorial

Los resultados no evidenciaron diferencias significativas entre la aceptación del zumo de naranja y la bebida preparada con zumo de naranja y 7% de suero lácteo (Z+SL7). Sin embargo, la aceptación de la bebida preparada con zumo de naranja y con agregado de 13% de suero lácteo (Z+SL13) fue significativamente menor que la de los anteriores ($p < 0,01$). Por este motivo, los estudios de calidad nutricional se realizaron exclusivamente sobre el Z+SL7.

Acido ascórbico

Los niveles de ácido ascórbico antes y después del procesado y el porcentaje de retención del mismo se detallan en la Tabla 1. Los resultados evidenciaron una mejor retención de vitamina C en la bebida tratada con CEPAI en comparación con la sometida a tratamiento térmico.

TABLA 1

Contenido inicial en el zumo de naranja (Z) y porcentaje de retención en la bebida a base de zumo de naranja y suero lácteo (Z+SL7) de ácido ascórbico y de lisina disponible antes y después de tratamiento térmico (TT) y de campos eléctricos pulsados de alta intensidad (CEPAI)

Tratamiento	Sin tratamiento		Tratamiento térmico		Tratamiento con CEPAI	
	mg/100 g	% de retención	mg/100 g	% de retención	mg/100 g	% de retención
	Ácido ascórbico					
Z	424± 4	100	387± 11	91	431± 6	100
Z + SL 7%	472± 5	100	417± 32	88	462± 4	98
	Lisina disponible					
	mg/g de proteína	% de retención	mg/g de proteína	% de retención	mg/g de proteína	% de retención
Z + SL 7%	60,2±15,0	100	50,0±28,0	83	51,0±34,0	85

* Media ± Desviación Estándar

Lisina disponible

Los resultados de lisina disponible, expresados en g/ 100 g de proteína bruta, no evidenciaron diferencias significativas entre los dos tratamientos; sin embargo, existió una reducción entre el 15% y el 17% con relación al contenido original, como consecuencia de ambos tratamientos (Tabla 1).

Minerales

Los resultados del contenido de minerales en el suero lácteo y en la bebida formulada y sometida a los dos tratamientos se detallan en la Tabla 2. El contenido en minerales del zumo de naranja es mucho menor que el de la bebida preparada con suero lácteo añadido; por tanto, el enriquecimiento del zumo resultó beneficioso en relación al contenido de minerales y dicho contenido, como era de esperar, no se modificó después de cada uno de los tratamientos (TT y CEPAI).

TABLA 2

Contenido de minerales en el suero lácteo, y en la bebida formulada (Z+SL7) sometida a tratamiento térmico (TT) y a campos eléctricos pulsados de alta intensidad (CEPAI) *

Tratamiento	Suero lácteo	Z+SL7	
	Minerales	TT (mg/100 g)	CEPAI
Sodio	741 ± 105	57 ± 9	57 ± 9
Potasio	2242 ± 110	392 ± 20	392 ± 21
Calcio	341 ± 25	42 ± 5	43 ± 3
Magnesio	100 ± 10	21 ± 2	21 ± 1
Zinc	0,28 ± 0,05	0,43 ± 0,03	0,37 ± 0,07

* Media ± Desviación Estándar

Asimismo, cabe señalar que el suero lácteo comercial utilizado presentaba un contenido en minerales (excepto en el caso del potasio) inferior al de las tablas de composición de alimentos (16,17), como se observa en la Tabla 3.

TABLA 3

Contenido de minerales del suero lácteo y su comparación con datos de tablas de composición de alimentos

Minerales	Datos experimentales	Datos publicados	
		Base de datos de USDA (ref. 16)	Tabla alemana (ref. 17)
		mg/100g	
Sodio	741 ± 105	1079	1290
Potasio	2242 ± 110	2080	1860
Calcio	341 ± 25	796	890
Magnesio	100 ± 10	176	180
Zinc	0,28 ± 0,05	1,97	2,10

DISCUSION

La composición del suero lácteo puede variar considerablemente según el proceso de obtención pero, como ya se ha indicado, sus principales componentes son lactosa, proteínas y algunos minerales (18). Estas características lo convierten en un ingrediente ideal para formular productos alimenticios de mejor calidad nutricional. En particular, la formulación de bebidas ácidas se ve favorecida debido a la buena solubilidad de las proteínas en este medio.

Sin embargo, la comercialización de este tipo de productos no ha sido muy exitosa, probablemente porque su aceptabilidad se ve limitada por las características organolépticas que les confiere el suero (19). En concordancia con esos antecedentes, en este estudio se observó que la adición al zumo de naranja de un 13% de suero en polvo dio como resultado una bebida de menor aceptación. No obstante, cuando el agregado fue de un 7% la aceptación fue similar a la del zumo de naranja original. En función de estos resultados, se procedió al procesamiento y análisis de la bebida formulada con un 7% de suero lácteo.

Desde un punto de vista nutricional, es importante destacar que las proteínas del suero, que representan alrededor del 20% del contenido proteico total de la leche de la que provienen, se caracterizan por su elevado contenido de lisina. Esta característica lo convierte en una fuente proteica ideal para elaborar alimentos líquidos que complementen las dietas a base de cereales o, en general, aquellas dietas que se caracterizan por un bajo consumo de productos de origen animal (20).

El suero utilizado en el presente trabajo contenía 12,3 % de proteínas, por lo cual la adición de 7% del mismo contribuyó a un agregado de 0,86 g de proteína por 100 g de producto final. Teniendo en cuenta que el zumo de naranja contiene aproximadamente 0,57% de proteínas (15), la bebida preparada (Z+SL7) contenía 1,43 g de proteínas por 100 g. En consecuencia, comparada con el zumo de naranja, la bebida formulada (Z+SL7) incrementó su aporte de proteína. Además, se debe tener en cuenta que la determinación de lisina disponible es buen indicativo del grado de deterioro producido en las proteínas a causa del procesamiento y, por ende, de la disponibilidad biológica de las mismas, puesto que fácilmente hay interacción entre azúcares reductores y residuos α -amino del aminoácido esencial lisina (reacción de Maillard). En la bebida tratada con CEPAI la cantidad de lisina disponible remanente fue equivalente al 100% de los requerimientos de lisina para los mayores de un año (5,1 g/100 g de proteína). Por ello, el consumo de un vaso de la bebida formulada (250 g) aportaría 3,5 g de proteína, cantidad que puede representar hasta un 10% de las ingestas recomendadas de proteínas para escolares e individuos de tercera edad (21).

Los resultados de este estudio evidenciaron una mejor retención de vitamina C en la bebida tratada con CEPAI en

comparación con la sometida a tratamiento térmico, de modo similar a lo señalado por otros investigadores (22). Estos resultados resaltan la conveniencia de aplicar este proceso de conservación ya que el ácido ascórbico es fácilmente degradable, no sólo durante los procesos de conservación sino incluso durante el almacenamiento.

También es de gran importancia destacar que el producto formulado presentó un bajo contenido de sodio y un elevado contenido de potasio. Además, en relación al zumo de naranja existió un incremento del contenido de calcio, magnesio y zinc. Desde el punto de vista práctico, el incremento en la bebida formulada de los minerales estudiados sería de 624% para el potasio, 390% para el calcio y 175% para el magnesio, lo cual representa un aporte muy importante en relación a las ingestas recomendadas (23). De menor importancia son los incrementos de zinc (24).

CONCLUSIONES

La bebida preparada con zumo de naranja adicionada con 7% de suero lácteo mostró niveles similares de lisina disponible, tanto cuando fue sometido a tratamiento térmico (TT) como a campos eléctricos pulsados (CEPAI). En el contenido de sodio, potasio, calcio, magnesio y zinc no existió diferencia significativa en función de los tratamientos de conservación.

Después de ambos tratamientos (TT y CEPAL) se mantuvo una buena calidad nutricional, en cuanto al contenido de lisina disponible y aporte de vitamina C. Por consiguiente, este producto podría ser una alternativa interesante a las bebidas con fortificación múltiple, destinadas a grupos vulnerables (25).

REFERENCIAS

1. Holsinger VH. Fortification of soft drinks with protein from cottage cheese whey. *Adv Exp Med Biol* 1978; 105:735-47.
2. Sharma SK, Zhang QH, Chism GW. Development of a protein fortified fruit beverage and its quality when processed with pulsed electric field treatment. *J Food Quality* 1998; 21:459-73.
3. Manger J, Wehrheim A. El avance de las bebidas a base de leche y lactosuero. *Énfasis Alimentación* 2004; 4:102-104.
4. Smithers GW, Ballard FJ, Copeland AD, De Silva KJ, Dionysius DA, Francis GL, et al. Symposium: Advances in dairy foods processing and engineering. New opportunities from the isolation and utilization of whey proteins. *J Dairy Sci* 1996; 79:1454-59.
5. Huffman LM. Processing whey protein for use as a food ingredient. *Food Technol* 1996; 2:49-52.
6. de Wit JN. Nutritional and functional characteristics of whey proteins in food products. *J Dairy Sci* 1998; 81:597-608.
7. Barbosa-Cánovas GV, Pothakamury UR, Palou E, Swanson BG. Conservación no térmica de los alimentos. Zaragoza, España: Acribia; 1998.

8. McDonald CJ, Lloyd SW, Vitale MA, Peterson K, Innings E. Effects of pulsed fields on microorganisms in orange juice using electric field strengths of 30 and 50 kV/cm. *J Food Sci* 2000; 65:9840-9.
9. Meilgaard M, Civille GV, Carr BT. *Sensory Evaluation Techniques*. 2nd ed. Boca Raton, (FL) USA: CRC Press; 1991.
10. Carpenter KJ. The estimation of available lysine in animal protein foods. *Biochem J* 1960; 77:604-10.
11. Booth VH. Problems in the determination of FDNB-available lysine. *J Sci Food Agric* 1971; 22:658-66.
12. *Official Methods of Analysis*. Association of Official Analytical Chemists A.O.A.C. 13th Edition; Washington DC, USA; 1980.
13. Soliva-Fortuny RC, Martín-Belloso O. Microbiological and biochemical changes in minimally processed fresh-cut Conference pears. *Eur Food Res Technol* 2003; 217:4-9.
14. Sapp RE, Davidson SD. Microwave digestion of multi-component foods for sodium analysis by atomic absorption spectrometry. *J Food Sci* 1991; 56:1412-14.
15. Perkin Elmer Corp. Analytical method for atomic absorption spectrophotometry. Perkin Elmer Corp. Norwalk C.T. 1971.
16. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 17; 2004.
17. Souci SW, Fachmann W and Kraut W. *Food Composition and Nutrition Tables*; 5th revised and completed edition; Stuttgart, Germany: Medpharm, Scientific Publishers; 1994.
18. Walstra P, Jenness R. *Química y Física Lactológica*. Zaragoza, España: Acribia; 1987.
19. Branger EB, Sims CA, Schmidt RH, O'Keefe SF, Cornell JA. Sensory characteristics of cottage cheese whey and grapefruit juice blends and changes during processing. *J Food Sci* 1999; 64:180-4.
20. Pellet PL, Ghosh S. Lysine fortification: Past, present and future. *Food and Nutrition Bulletin* 2004; 25:113-117.
21. Subcommittee on Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes, and the Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. *Food and Nutrition Board & Institute of Medicine, National Academy of Sciences. Dietary Reference Intakes, Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein and Amino Acids*. Washington, DC; 2002.
22. Yeom HW, Streaker CB, Zhang QH, Min DB. Effects of pulsed electric fields on the quality of orange juice and comparison with heat pasteurization. *J Agric Food Chem* 2000; 48:4597-4605.
23. Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes, Food and Nutrition Board & Institute of Medicine, National Academy of Sciences. *Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, vitamin D and Fluoride*. Washington, DC; 1997.
24. Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes, Food and Nutrition Board & Institute of Medicine, National Academy of Sciences. *Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iodine, Iron, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium and Zinc*. Washington, DC; 2001.
25. Barclay D. Multiple fortification of beverages. *Nutrition Bulletin* 1998; 19:168-171.

Recibido: 21-09-2006

Aceptado: 23-12-2006

Capacidad antioxidante de frutas y verduras cultivados en Chile*

Héctor Araya L., Carolina Clavijo R. y Claudia Herrera

Universidad de Chile, Facultad de Medicina, Universidad Tecnológica Metropolitana. Santiago, Chile

RESUMEN. El aumento de la prevalencia de las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) relacionadas con la alimentación ha conducido a un mayor interés por estudiar la relación alimentación y salud. Se ha demostrado una menor incidencia de las mismas con patrones alimentarios que involucran un alto consumo de frutas y verduras, lo que ha motivado a investigar las propiedades químicas de estos alimentos. El efecto protector de los alimentos de origen vegetal se ha atribuido a diversos nutrientes y fitoquímicos con actividad antioxidante lo cual es frecuentemente olvidado en las recomendaciones alimentarias. Para determinar la capacidad antioxidante de alimentos vegetales cultivados en Chile, se analizaron frutas y verduras naturales según el método FRAP (ferric reducing activity power), realizando la lectura a los 4 minutos. En las verduras se observaron valores, expresados en base húmeda, comprendidos entre 0,002 y 1,91 milimoles de Fe/100g para zanahoria cocida y ají rojo respectivamente. Los valores de las frutas estuvieron comprendidos entre 0,02 milimoles de Fe/100g para el pepino hasta 12,32 para el maqui, destacando el alto valor de este último y los obtenidos en los berries: frutilla 3,10 y zarzamora 3,55. En la zona intermedia se ubicaron frutos como el limón y el membrillo con 0,25 y 0,23 respectivamente; los valores más bajos dentro de las frutas correspondieron a manzana (variedad fuji) y duraznos.

Palabras clave: Capacidad antioxidante, polifenoles, frutas, verduras, fitoquímicos.

INTRODUCCION

El aumento de la prevalencia de las enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) relacionadas con la alimentación de la población ha conducido a un mayor interés por estudiar la relación alimentación y salud. En este sentido, estudios epidemiológicos han demostrado una menor incidencia de las mismas con patrones alimentarios que involucran un alto consumo de frutas y verduras (1-4). Esta situación ha motivado a investigar las propiedades químicas de estos alimentos que, además de su importancia nutricional, muestran un efecto protector de la salud, expresado por una disminución del riesgo de sufrir determinadas patologías.

El efecto protector de los alimentos de origen vegetal, se atribuye a diversos nutrientes y fitoquímicos con actividad antioxidante; sin embargo, cuando se ha relacionado el con-

SUMMARY. Antioxidant capacity of fruits and vegetables cultivated in Chile. The high prevalence of non transmissible chronic diseases (NCD) related to food consumption had increased the studies conducted to investigate the relationship between diet and health. A smaller incidence of NCD, with food patterns with high consumption of fruits and vegetables has been observed and chemical compounds of these foods have been one of the main subjects of the actual research in the reaction between food consumption and health. The effect of vegetable foods has been attributed to various nutrients and bioactive compounds with antioxidant activity. In order to determine the antioxidant capacity of vegetable foods cultivated in Chile, natural fruits and vegetables were analyzed according to the FRAP (ferric reducing activity power) method, reading to the 4 minutes. In vegetables, the values were between 0.002 and 1.91 milimoles of Fe/100g for cooked carrot and red pepper respectively. The values of the fruits ranged between 0.02 milimoles of Fe/100g for the cucumber and 12.32 for maqui, the berries studies showed values between 3.10 for strawberry and 3.55 for wild blackberry. Lemon and quince with 0.25 and 0.23 respectively are located in the intermediate level and the lowest values within the fruits corresponded to apple (fuji variety) and peaches.

Key words: Antioxidant capacity, polyphenols, fruits, vegetables, phytochemical.

sumo de nutrientes antioxidantes con la prevalencia de ECNT, no se han encontrado las relaciones descritas y en otros casos se observa un efecto limitado (5). Por otra parte, en las intervenciones que suplementan la dieta con nutrientes antioxidantes no se ha demostrado efectos protectores, lo que sugiere que los beneficios del consumo de frutas y verduras podrían deberse a la acción concertada de nutrientes y compuestos bioactivos con acción antioxidante (6-8).

El énfasis en destacar la capacidad antioxidante de los alimentos se sustenta en que el stress oxidativo es un proceso biológico propuesto como un factor etiológico de las ECNT (9-11) y ocurre cuando la velocidad de formación de los radicales libres es superior a la actividad de los sistemas protectores. En condiciones fisiológicas, los compuestos agresores son controlados por la acción integrada y armónica de enzimas generadas por la evolución de miles de años y que depende de nutrientes antioxidantes de los alimentos de origen vegetal, como las vitaminas E y C y compuestos bioactivos antioxidantes llamados fitoquímicos, siendo el grupo más

*Parcialmente financiado por Proyecto FONDEF DO1/1069.

importante el de los polifenoles, que actúan de forma directa e independiente del sistema enzimático (12-15). La nutrición juega un rol clave en la mantención del balance adecuado y es necesario considerar prioritariamente la propiedad antioxidante de los alimentos y jerarquizar el valor de los mismos (7,16-19). La biosíntesis de los compuestos bioactivos depende de factores tales como la variedad, el tipo de suelo, la temperatura y el tipo de fertilizante utilizado (12,20) por lo que es indispensable disponer de datos de los alimentos cultivados en el país.

Es importante conocer la capacidad antioxidante de los alimentos como primer acercamiento para evaluar sus efectos biológicos. Se han desarrollado diversas metodologías para estimar la capacidad antioxidante no enzimática de los vegetales y sus derivados (19,21) y así disponer de una herramienta de laboratorio para recomendar el consumo de los alimentos que muestren una alta capacidad antioxidante. En consecuencia en el presente trabajo, se estudia, utilizando el método FRAP, la capacidad antioxidante de alimentos de origen vegetal de consumo habitual en la población chilena.

Los alimentos seleccionados fueron frutas, y verduras compradas en el comercio local y clasificados de acuerdo a la nomenclatura botánica estándar y con un grado de madurez adecuado para su consumo. Los alimentos se analizaron en el mismo día de su compra. Para cada alimento se analizaron 4 muestras, se homogenizaron en un Warring Blendor y se adicionó agua debidamente medida. Se tomó 1 gramo de este homogenizado y se adicionaron 10 mL de metanol absoluto y se realizó la extracción durante una hora, bajo agitación magnética. Posteriormente se centrifugó a 12 000 x g y en el sobrenadante se determinó la capacidad antioxidante por duplicado de acuerdo al método FRAP, según Benzie and Strain (21), realizando la lectura espectrofotométrica a los 4 minutos después de la adición de los reactivos. Los resultados se expresan como promedio y desviación estándar.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos, expresados en base húmeda, se muestran en la Tabla 1. En las verduras se observa que los valores están comprendidos entre 0,0015 milimoles de Fe/100 g para zanahoria cocida hasta 1,91 para ají rojo. Los valores de las frutas se encuentran entre 0,018 milimoles de Fe/100 g para el pepino hasta 12,32 para el maqui, destacando la alta capacidad antioxidante de este último, así como los altos valores obtenidos para los berries, por ejemplo: frutilla 3,10, zarzamora 3,55. En la zona intermedia se ubican los cítricos como limón y el membrillo con 0,25 y 0,23 respectivamente; los valores más bajos corresponden a una serie de frutas de consumo habitual como peras, manzanas y duraznos. En las Figuras 1, 2 y 3 se muestran los efectos de diversos

factores inherentes y adquiridos sobre la capacidad antioxidante de los alimentos.

DISCUSION

El organismo dispone de un sistema enzimático antioxidante generado por la evolución a través de miles de años y que es dependiente de una serie de vitaminas y microminerales provenientes de la dieta. También, algunos nutrientes como la vitamina E, vitamina C, beta caroteno y compuestos bioactivos, entre los que se destacan los polifenoles y licopenos, actúan como antioxidantes sin estar asociados a enzimas (22-24). En la dieta existen un gran número de estos compuestos, principalmente polifenoles que son los antioxidantes más abundantes y su ingesta puede alcanzar a 1 g/persona/día, siendo su consumo varias veces mayor a la de los nutrientes antioxidantes (12).

El hecho que los alimentos difieran en su poder antioxidante y por lo tanto en su eventual capacidad para disminuir los riesgos de las enfermedades crónicas no transmisibles es un aspecto que frecuentemente es olvidado en las recomendaciones alimentarias. Estas aconsejan aumentar el consumo de frutas y verduras de acuerdo a las sugerencias establecidas en el modelo de la pirámide alimentaria, sin recomendar en forma específica aquellos con mayor capacidad antioxidante. Sin embargo, en vista de la evidencia de la relación que existe entre consumo de alimentos con nutrientes y compuestos bioactivos antioxidantes y las ECNT, se han propuesto modelos alimentarios que privilegian su capacidad antioxidante: rueda y pirámide alimentaria antioxidante (16).

Existen diversos factores que inciden en la capacidad antioxidante de los alimentos *in vitro*. Por ejemplo es destacable el hecho que los polifenoles le confieren a los alimentos colores acentuados con diferentes matices que los hacen atractivos al consumidor. En nuestros resultados por ejemplo, claramente se puede evidenciar una mayor capacidad antioxidante de aquellos alimentos que presentaron un color en la gama del rojo al vino tinto: maqui, zarzamora, frambuesa, guinda, ají rojo, mora y uva (Figura 1).

Excepcional es el caso del maqui que presentó la mayor capacidad antioxidante dentro del grupo de alimentos estudiados (12,323 + 0,168) con un color rojo vino tinto atribuido al contenido de antocianinas, presentes en frutos pertenecientes a la familia de los berries de reconocida capacidad antioxidante (18,25,26).

La forma de consumo de las frutas, es otra variable que es necesario considerar. Se observó diferencias entre la capacidad antioxidante de la fruta con y sin cáscara (Figura 2), hecho que se explica por la ubicación de los polifenoles, que se encuentran en mayor cantidad en la cáscara. En el caso del haba, se llega a una actividad cercana a cero cuando esta sin cáscara y en la manzana se aprecia una reducción de alrede-

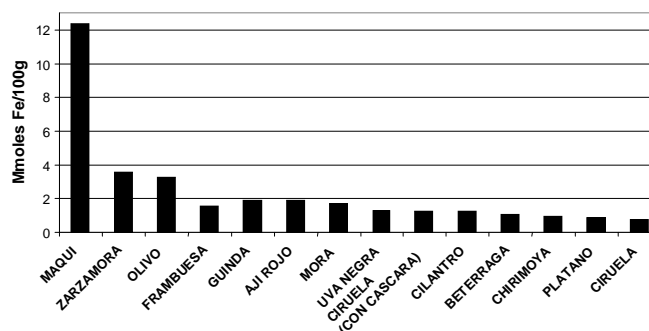
dor de un 50% de la capacidad antioxidante, principalmente debido a la pérdida de quercetina, flavonol presente en la cáscara en una cantidad de alrededor de 1mg/g peso fresco (27).

TABLA 1
Capacidad antioxidante de frutas y verduras*

	mmoles Fe/100g (4 min) (promedio ± d.s.)
Frutas	
Ciruela (<i>Prunus domestica</i>)	0,755 ± 0,060
Ciruela con cáscara (<i>Prunus domestica</i>)	1,233 ± 0,092
Chirimoya (<i>Annona cherimola</i>)	0,946 ± 0,091
Damasco (<i>Prunus armeniaca</i>)	0,194 ± 0,020
Durazno (<i>Prunus persica</i>)	0,042 ± 0,004
Durazno con cáscara (<i>Prunus persica</i>)	0,050 ± 0,010
Frambuesa (<i>Rubus idaeus</i>)	1,569 ± 0,084
Frutilla (<i>Fragaria ananassa</i>)	3,102 ± 0,249
Guinda (<i>Prunus cerasus</i>)	1,911 ± 0,051
Kiwi (<i>Actinidia Chinensis</i>)	0,504 ± 0,064
Manzana fuji (<i>Malus domestica</i>)	0,121 ± 0,029
Manzana fuji con cáscara (<i>Malus domestica</i>)	0,458 ± 0,021
Manzana roja (<i>Malus domestica</i>)	0,253 ± 0,041
Manzana roja con cáscara (<i>Malus domestica</i>)	0,671 ± 0,005
Maqui (<i>Aristotelia chilensis</i>)	12,323 ± 0,168
Membrillo (<i>Cydonia oblonga</i>)	0,236 ± 0,015
Mora (<i>Morus alba</i>)	1,723 ± 0,193
Mora blanca (<i>Morus alba</i>)	0,225 ± 0,016
Níspero (<i>Mespilus germanica</i>)	0,174 ± 0,007
Olivo (<i>Olea europaea</i>)	3,254 ± 0,100
Pepino (<i>Solanum muricatum</i> Ait)	0,018 ± 0,001
Pera (<i>Pyrus communis</i>)	0,485 ± 0,040
Platano (<i>Musa paradisiaca</i>)	0,881 ± 0,166
Limón (<i>Citrus limon</i>)	0,250 ± 0,023
Tuna (<i>Opuntia spp</i>)	0,171 ± 0,013
Uva blanca (<i>Vitis vinifera</i>)	0,232 ± 0,034
Uva negra (<i>Vitis vinifera</i>)	1,331 ± 0,052
Zarzamora (<i>Rubus fruticosus</i>)	3,549 ± 0,166
Verduras	
Acelga (<i>Beta vulgaris</i> var. <i>Cicla</i>)	0,190 ± 0,014
Ajo (<i>Allium sativum</i>)	0,125 ± 0,006
Ajo cocido (<i>Allium sativum</i>)	0,021 ± 0,004
Ají rojo (<i>Capsicum spp</i>)	1,911 ± 0,051
Ají verde (<i>Capsicum spp</i>)	0,667 ± 0,081
Alcachofa (<i>Cynara scolymus</i>)	0,353 ± 0,045
Betarraga cocida (<i>Beta vulgaris</i>)	1,055 ± 0,223
Brocoli (<i>Brassica oleracea</i>)	0,121 ± 0,029
Cebolla (<i>Allium cepa</i>)	0,259 ± 0,039
Cebolla cocida (<i>Allium cepa</i>)	0,062 ± 0,004
Cilantro (<i>Coriandrum sativum</i>)	1,231 ± 0,126
Espárrago (<i>Asparagus officinalis</i>)	0,233 ± 0,008
Espinaca (<i>Spinacia oleracea</i>)	0,274 ± 0,030
Espinaca cocida (<i>Spinacia oleracea</i>)	0,210 ± 0,029
Orégano (<i>Lippia spp</i>)	0,688 ± 0,032
Palta (<i>Persea americana</i>)	0,167 ± 0,020
Perejil (<i>Petroselinum crispum</i>)	0,504 ± 0,021
Pimentón rojo (<i>Capsicum annuum</i>)	0,618 ± 0,025
Zanahoria cruda (<i>Daucus carota</i>)	0,027 ± 0,004
Zanahoria cocida (<i>Daucus carota</i>)	0,015 ± 0,004

*n=4

FIGURA 1
Frutas y verduras con mayor capacidad antioxidante, cultivadas en Chile



Otro factor importante es la forma de preparación de los alimentos. La cocción de las verduras, realizada de acuerdo a las prácticas culinarias de la población chilena (Figura 3), es un proceso que disminuye en diferentes porcentajes el poder antioxidante, de acuerdo al tipo de alimentos elaborados; siendo menor en la espinaca y cercana a un 50% en el ajo y la cebolla. Las explicaciones propuestas para este hecho son: la sensibilidad de los polifenoles a la temperatura y la solubilización de los mismos en el agua de cocción (12,13).

Con respecto al real significado de los valores descritos en el presente trabajo, es necesario examinar las limitaciones de la metodología del FRAP, las que se sintetizan en los siguientes aspectos: a) no informa acerca de los compuestos responsables de la acción antioxidante ya que proporciona valores totales, b) la preparación del extracto puede hacer variar significativamente los resultados c) la lectura se hace a los 4 minutos o a los 30 minutos después de adicionar el reactivo de desarrollo de color, hecho que se ve reflejado directamente en los resultados. Por lo tanto para fines comparativos se deben tener en cuenta sólo metodologías similares. Nuestros resultados presentan algunas diferencias con los valores de antioxidantes encontrados por Halvorsen (7), existiendo cierta similitud en betarraga, ciruela, manzana y zanahoria, la cual en ambos trabajos resultó ser el vegetal, con menor poder antioxidante. No debe sorprender que en algunos alimentos existan variaciones, debido a que no sólo la variedad botánica influye en el contenido de polifenoles, sino también, las condiciones del cultivo, de almacenamiento y de procesamiento y comercialización.

Es necesario considerar que una capacidad antioxidante más alta, no siempre significa que su acción sea mejor o más efectiva in vivo, ya que la estructura química determina la absorción de los polifenoles y la efectividad en el organismo depende de la biodisponibilidad de estos compuestos antioxidantes. Por ejemplo el té, el vino tinto y el chocolate tienen catequinas de buena biodisponibilidad; no así el maqui rico en antocianinas de baja biodisponibilidad (5).

FIGURA 2
Comparación de la capacidad antioxidante de frutos con y sin cáscara

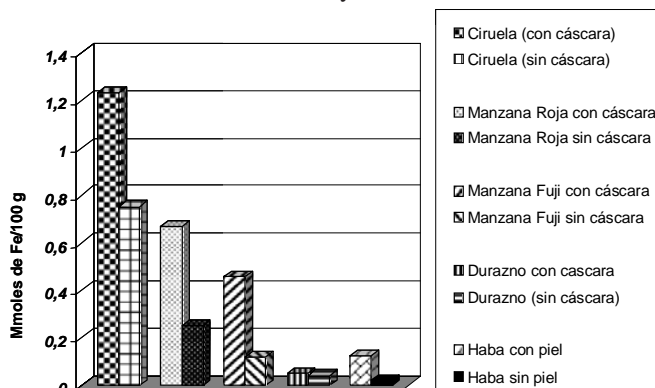
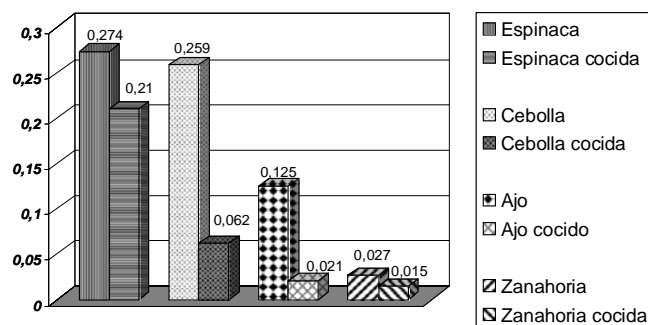


FIGURA 3
Comparación de la capacidad antioxidante de alimentos crudos y cocidos



Siguiendo la perspectiva descrita, es importante conocer las propiedades antioxidantes de los alimentos como un primer e ineludible acercamiento al estudio de sus efectos biológicos, tal como ocurre con el método del cómputo aminoacídico para estimar la calidad de las proteínas de los alimentos. La recomendación alimentaria para disminuir los riesgos inherentes al estrés oxidativo se fundamenta en privilegiar el consumo de los alimentos que tengan un alto contenido en los nutrientes protectores y en aquellos compuestos del tipo no nutriente con capacidad reductora. En lo que respecta a los nutrientes antioxidantes, esta recomendación no sólo debe estar dirigida a cubrir las recomendaciones nutricionales, sino que debe proporcionar cantidades mucho más altas, debido a que las recomendaciones se elaboran con el propósito de disminuir los riesgos por déficit de nutrientes y no consideran la protección de las ECNT. Por otra parte, cuando se disponga de la información de la capacidad antioxidante de los alimentos se debe considerar tanto sus

ventajas como sus limitaciones y como cualquier indicador, sus valores deben interpretarse y aplicarse en forma adecuada. La información de la capacidad antioxidante influirá sobre los profesionales que elaboren recomendaciones alimentarias y a los consumidores, para que tengan los elementos necesarios para seleccionar alimentos con mayor capacidad antioxidante.

REFERENCIAS

1. Ness A, Powles JW. Fruit and vegetables, and cardiovascular disease: a review. *Int J Epidemiol* 1997; 26:1-13.
2. Prior RL, Fruits and vegetables in the prevention of cellular oxidative damage. *Am J Clin Nutr* 2003; 78:570-578.
3. Law MR, Morris JK. By how much does fruit and vegetable consumption reduce the risk of ischaemic heart disease? *Europ J Clin Nutr* 1998; 52:549-556.
4. Hung HC, Joshipura KJ, Jiang R, Hu FB, Hunter D, Smith Warnes SA, et al. Fruit and vegetable intake and risk of major chronic disease. *J Natl Cancer Inst* 2004; 96:1577-1584.
5. Williamson G, and Manach C. Bioavailability and bioefficacy of polyphenols in humans II. Review of 93 intervention studies. *Am J Clin Nutr* 2005; 81 (suppl): 243S-255S.
6. Hai Lui R. Health benefits of fruits and vegetables are from additive and synergistic combinations of phytochemicals. *Am J Clin Nutr* 2003; 78(suppl): 517S-520S.
7. Halvorsen BL, Holte K, Myhrstad MCW et al. A systematic screening of total antioxidants in dietary plants. *J Nutr* 2002; 132:461-471.
8. Stahl W, Van den BH, Arthur JI, Bast A, Dainty J, Faulks RM, et al. Bioavailability and metabolism. *Mol Aspects Med* 2002; 23:39-100.
9. Halliwell B. Reactive oxygen species in living systems: Source, biochemistry, and role in human diseases. *Am J Med* 1991; 91:14-22.
10. Slater TF. Free radicals mechanisms in tissue injury. *Biochem J* 1984; 222:1-15.
11. Halliwell B. Oxidation of low density lipoproteins: questions of initiation, propagation, and the effect of antioxidants. *Am J Clin Nutr* 1995; 61: 6705-6775.
12. Manach C, Scalbert A, Morand C, Rémésy C, Jiménez L. Polyphenols: food sources and bioavailability. *Am J Clin Nutr* 2004;79: 727-747.
13. Agostini LR, Moron Jimenez MJ, Ramon AN, Ayala Gomez A. Determination of the antioxidant capacity of flavonoids in fruits and fresh and thermally treated vegetables. *Arch Latinoam Nutr* 2004;54: 89-92.
14. Scalbert A, Johnson IT, Saltmarsh Polyphenols: antioxidants and beyond. *Am J Clin Nutr* 2005; 81: 215 S- 217 S.
15. Diplock A. Antioxidant nutrients and disease prevention: an overview. *Am J Clin Nutr*. 1991; 53:189-193.
16. Saura-Calixto F, Goñi I, Antioxidant capacity of the Spanish Mediterranean diet. *Food Chemistry* 2006;94:442-447.
17. Ninfali P, Mea G, Giorgini S, Rocchi M, Bacchiocca M. Antioxidant capacity of vegetables, spices and dressing relevant to nutrition. *Br J Nutr* 2005;93: 257-266.

18. Reyes-Carmona J, Youssef GG, Martínez-Peniche R, Lila MA. Antioxidant capacity of fruit extracts of blackberry (*Rubus* sp.) produced in different climatic regions. *J Food Sci* 2005;70:497-503.
19. Ou B, Huang D, Hampsch - Woodill M, Flanagan J, Deemer E. Analysis of antioxidants of common vegetables employing oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and ferric reducing antioxidant power (FRAP) assays: a comparative study. *J Agric Food Chem* 2002; 50:3122-3128.
20. Burda S., Oleszed W. & Lee, C.Y. Phenolic compounds and their changes in apples during maturation and cold storage. *J Agric Food Chem* 1990;38:945-948.
21. Benzie IFF, Strain JJ. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of "antioxidant power": the FRAP assay. *Anal Biochem* 1996;239:70-76.
22. Bendich A, Machlin LJ, Scandurra O, Burton GW, Wayner DDM. The antioxidant role of vitamin C. *Free Rad Biol Med* 1986;2:419-444.
23. Traber MG, Sies H. Vitamin E in humans: demand and delivery. *Ann Rev Nutr* 1996;16: 321-347.
24. Edge R, McGarvey DJ, Truscott TG. The carotenoids as antioxidants- a review. *J Photochem Photobiol* 1997; 41:189-200.
25. Silva M. y Bittner M. Estudio Químico de las especies de la familia Eleocarpaceae que crecen en Chile. En: *Química de la Flora de Chile*. Santiago, Chile. Universidad de Chile. Departamento Técnico de Investigación. Chile. 1992; p.153-164.
26. Hong V, Wrolstad RE. Characterization of anthocyanin containing colorants and fruits juices by HPLC/ photodiode array detection. *J Agric Food Chem* 1990;38:698-708.
27. Eberhardt MV, Lee CY, Liu RH. Antioxidant activity of fresh apples. *Nature* 2000; 405:903-904.

Recibido: 28-06-2006

Aceptado: 24-10-2006

Tabela Brasileira de Composição de Alimentos TBCA-USP (Versões 3 e 4) no contexto internacional

Eliana Bistriche Giuntini, Franco M. Lajolo y Elizabete Wenzel de Menezes

Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental.
Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo. São Paulo-Brasil

RESUMO. A Tabela Brasileira de Composição de Alimentos-USP (TBCA-USP) tem como meta divulgar informações de qualidade sobre a composição química de alimentos brasileiros. Para isso adota padrões internacionais que definem diretrizes e critérios para a área de composição de alimentos, através de guias e manuais com protocolos a serem usados na geração e compilação de dados, o que amplia a comunicação e o intercâmbio entre laboratórios. Entre os anos de 2001 a 2004, foram introduzidos 863 novos dados na TBCA-USP, totalizando 1838, sendo 1200 referente à composição centesimal. Durante este período foram desenvolvidas e disponibilizadas na *Internet* as versões TBCA-USP 3.0, 4.0 e 4.1, que apresentaram inúmeras modificações estruturais e de *layout* em relação às versões anteriores. A versão 3.0 da TBCA-USP apresentava uma tabela blocada com os alimentos separados por grupos, devido ao grande número de informações. Como esse número continuou aumentando, as versões 4.0/4.1 passaram a apresentar os dados dos alimentos de maneira individualizada, acessada por busca, pelo nome do alimento (em português, inglês ou nome científico). Os dados são apresentados por 100g/alimento e medidas caseiras usuais. Está disponível um formulário para compilação de dados de composição de alimentos, para incentivar o envio e a publicação de dados que possam ser avaliados de maneira adequada. A TBCA-USP está estruturada de forma similar às demais tabelas internacionais que seguem padrões da rede INFOODS (*International Network of Food Data Systems*); e está centralizando esforços para a criação de bancos específicos de nutrientes ou alimentos com propriedade funcional. **Palavras-chave:** TBCA, Tabela Brasileira de Composição de Alimentos, nutrientes, composição de alimentos.

INTRODUÇÃO

A Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA-USP) (1), criada em 1998, vem sendo elaborada mediante a adoção de uma série de critérios que incluem informações referentes a amostragem, procedimento analítico e identificação detalhada do alimento, conferindo confiabilidade aos dados analisados diretamente ou compilados, a serem incluídos (2,3,4).

1. O BRASILFOODS está ligado ao LATINFOODS (Red Latinoamericana de Datos de Composición de Alimentos) / INFOODS (International Network Food Data Systems).

SUMMARY. Brazilian Food Composition Table TBCA-USP (Versions 3 and 4) in the international context. The Brazilian Food Composition Table (TBCA-USP) aims to divulge information about Brazilian food composition. Therefore, it adopts international patterns that define rules and criteria for the food composition area, through guides and manuals with protocols to be used for data generation and compilation, which amplifies the communication and exchange between laboratories. From 2001 to 2004, 863 new data were introduced in the TBCA-USP, in a total of 1838 data, 1200 of which refers to proximal composition. During this period, the versions 3.0, 4.0 and 4.1 of the TBCA-USP were developed and put on the Internet. These versions had several structural modifications in relation to the ones before. The version 3.0 of the TBCA-USP used to be separated by groups of foods, due to its large number of information. Once this number kept growing, the versions 4.0/4.1 turned to have their food data showed individually, accessed through the name of the food (in Portuguese, English or scientific name). All data is presented as 100g/food and domestic measurement. There is a form available for compilation of food composition data, in order to stimulate researchers to send and publish data that may be evaluated correctly. The TBCA-USP is being structured similarly to the other international tables that follow patterns of INFOODS (*International Network of Food Data Systems*); and it is making an effort to create specific databases of nutrients or foods that have functional properties.

Keywords: TBCA, Brazilian Food Composition, nutrients, food composition.

A Rede Brasileira de Dados de Composição de Alimentos (BRASILFOODS)¹ iniciou suas atividades na década de 80, e, ao longo dos anos, vem discutindo aspectos relacionados à importância de obtenção de dados de qualidade. Entre estes aspectos estão os estudos colaborativos para aferição de técnicas analíticas para nutrientes críticos, com a realização de estudos para composição centesimal, aminoácidos, fibra alimentar e vitamina A e carotenóides; compilação de dados com avaliação e documentação de metodologia utilizada; integração com organismos internacionais, como INFOODS, que define normas e padrões, com base científica, na área de composição de alimentos (5,6).

Uma primeira iniciativa de compilação de dados nacionais no início da década de 90 detectou a reduzida qualidade dos dados de composição de alimentos (7). Muitos alimentos, basicamente de origem vegetal, não apresentavam a descrição dos métodos analíticos utilizados ou haviam sido analisados por métodos inadequados, principalmente em relação à fibra alimentar (FA). Inúmeros dados foram descartados, outros foram utilizados após a complementação de informação com a realização de análise da FA por métodos adequados pela Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo (FCF/USP) (4). Dessa forma, reiterou-se a necessidade de uniformizar procedimentos analíticos.

O Projeto Integrado de Composição de Alimentos, criado pelo BRASILFOODS, tem como objetivo principal a elaboração e manutenção de uma tabela nacional de composição de alimentos, através da análise de novos alimentos, da compilação e avaliação da qualidade de dados

de composição. Para tanto, foi criado um banco de dados de alimentos brasileiros, baseado nas diretrizes preconizadas pelo INFOODS, e adotadas pelo LATINFOODS, relativas à identificação de nutrientes e alimentos, que visam facilitar a troca de informações entre pesquisadores da área e bancos de dados de diferentes regiões do mundo (2,8).

A Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA-USP), que se tornou realidade em 1998 (<http://www.fcf.usp.br/tabela>), é o resultado da soma de esforços de mais de 27 laboratórios participantes do Projeto Integrado de Composição de Alimentos. É coordenada pela Rede Brasileira de Dados de Composição de Alimentos (BRASILFOODS)/ Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental da FCF/USP, e visa disponibilizar informações de qualidade sobre composição de alimentos. Desde sua criação, a TBCA-USP sofreu uma série de atualizações em termos de número de alimentos e/ou estruturais, que estão resumidas na Tabela 1 (8).

TABELA 1
Perfil das diferentes versões e dados de composição centesimal da Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA-USP)

Versão	Lançamento	Dados CC	Alterações principais
TBCA-USP 1.0	Julho/1998	300	Formato de tabela tradicional
TBCA-USP 1.1	Março/1999	390	Número de dados
TBCA-USP 2.0	Junho/2000	390	Apresentação gráfica
TBCA-USP 3.0	Março/2001	696	Tabela blocada, divisão por grupos de alimentos, número de dados
TBCA-USP 4.0	Julho/2004	1200	Sistema de busca por alimento, medidas caseiras, energia em kJ, número de dados
TBCA-USP 4.1	Novembro/2004	1200	Sistema de busca alimento/ nutriente Conferência Eletrônica

Fonte: Giuntini, 2005 (8).

Todos estes esforços foram reconhecidos pelo Ministério da Saúde que indicou a TBCA-USP como referência para o estabelecimento da RDC 40, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, sobre a rotulagem nutricional obrigatória em alimentos e bebidas embaladas (9), e da RDC 360 de dezembro de 2003 (10), que substituiu a RDC 40 para se tornar compatível com o Mercado Comum do Sul (Mercosul).

O Projeto Integrado de Composição de Alimentos também colabora com a *Tabla de Composición de Alimentos de América Latina*, disponibilizando suas informações atualizadas para esta base de dados e participando de atividades que tem como meta gerar, compilar e difundir informações adequadas e confiáveis sobre composição de alimentos na região, e promover a melhoria da qualidade desses dados (11).

Últimas versões da TBCA-USP na internet TBCA-USP 3.0

A versão 3.0 da TBCA-USP foi lançada em abril de 2001, e foram inseridos dados de 300 alimentos industrializados (biscoitos, bolos, tortas, pudins, pães, iogurtes, enlatados), totalizando 696 dados de composição centesimal. Este número de dados incluído foi possível devido ao relacionamento positivo estabelecido com as indústrias de alimentos. Os representantes de diversas indústrias brasileiras passaram a entender que a TBCA-USP é uma importante fonte de informação de qualidade utilizada e desta forma seu produto está sendo divulgado com credibilidade. Essa conscientização foi fruto de um longo e árduo trabalho por parte do BRASILFOODS junto às indústrias e laboratórios credenciados, pois esta parceria não se limita apenas à remessa de informações. Para que um dado possa ser aceito para sua inclusão na TBCA-USP, além do laudo de análise, são

verificados os métodos de análise, o controle de qualidade analítica, fatores de conversão adotados, o planejamento da amostragem, entre outros. Após a avaliação, alguns dados precisaram de análises complementares ou precisaram ser recalculados, em função da adoção de diferentes fatores de conversão. Os dados foram inseridos em planilhas, no formato do formulário e novamente apresentados às empresas para

autorização expressa de divulgação das informações. Dados de empresas obtidos mediante cálculo não foram incluídos (8).

Essa versão manteve a apresentação dos dados em formato de tabela, dividida em 5 bancos de dados: Composição centesimal, Fibra alimentar, Amido resistente, Ácidos graxos e colesterol, Vitamina A e carotenóides, cujos números de alimentos disponíveis estão apresentados na Tabela 2.

TABELA 2
Número de alimentos disponíveis na TBCA-USP na versão 3.0, de acordo com o grupo de alimentos e nutrientes

Cód.	Grupo do alimento	Composição centesimal	Fibra alimentar	Amido resistente	Vitamina A e carotenóides	Ácidos graxos/ colesterol
A	Cereais e derivados	169	61	42	-	13
B	Vegetais e derivados	97	70	74	219	1
C	Frutas e derivados	50	30	8	51	8
D	Óleos e gorduras	17	-	-	8	16
E	Pescados e frutos do mar	67	2	-	1	33
F	Carnes e derivados	43	-	-	-	41
G	Leites e derivados	82	7	1	5	1
J	Ovos	15	-	-	-	1
K	Açúcares e doces	11	6	-	-	3
R	Produtos industrializados	139	44	3	6	-
S	Produtos preparados	6	-	-	2	-
	Total	696	226	128	290	77 / 49

Fonte: Menezes et al., 2002 (4)

Embora o número de dados de composição centesimal tenha dobrado, ainda era considerado reduzido em vista da grande quantidade de itens encontrados no comércio, principalmente no que se refere aos produtos industrializados, que é um mercado extremamente dinâmico. Assim, as empresas de alimentos continuaram a ser contatadas a fim de que dados de novos alimentos fossem obtidos (8).

Nesta versão 3.0 da TBCA-USP, as informações eram apresentadas em tabela blocada, não em formato tradicional de colunas e linhas. Os alimentos estavam divididos por grupos de alimentos (Cereais e derivados; Vegetais e derivados; Frutas e derivados; Gorduras e Óleos; Pescados e frutos do mar; Carnes e derivados; Leite e derivados; Açúcares e doces; Ovos; Alimentos infantis; Alimentos para dietas especiais; Alimentos industrializados; Alimentos preparados) para facilitar a navegação, pois esses grupos eram carregados individualmente (Nessa versão foi utilizado o *Personal Home Hypertext Preprocessor* (PHP) (versão 4.1.1) para a montagem do *script*, onde é determinado todo o processamento do *website*, as relações entre os bancos e as informações e textos que serão visualizadas na tela. O *software Microsoft® Windows 2000* foi utilizado como plataforma e o *software Microsoft® Internet Information Server 5.0* como servidor *Web*. Os bancos de dados

foram criados no *software Microsoft® Access 2000*, e eram acessados pelo programa *Application Program Interface Open Database Connectivity (API OBDC)*. O *software Microsoft® WordPad 5.0* foi utilizado para redigir o *script* (4).

FIGURA 1
Página inicial da TBCA-USP 3.0



FIGURA 2

Exemplo de apresentação dos dados na TBCA-USP 3.0 em tabela blocada e janelas de navegação

The screenshot shows the TBCA-USP 3.0 interface. It features a header with the logo 'Tabela Brasileira de Composição de Alimentos USP' and a sub-header 'Projeto Integrado de Composição de Alimentos'. The main content is a table with columns for 'Arroz, creme, cozido' and 'Código: 88A'. The table includes fields for 'Número de Amostras (n): 1', 'Umidade (g): 75.79', 'Energia (kcal): 97', 'Proteínas (g): 2.01', 'Lípidios (g): 0.14', 'Carboidratos Totais (g): 21.88', 'Cinzas (g): 0.18', and 'Fibra Alimentar Total (g): 0.00'. Below this, there is another table for 'Arroz, creme, cru' with 'Código: 87A' and 'Umidade (g): 10.08', and a third table for 'Arroz, farelo' with 'Código: 87B' and 'Umidade (g): 4.98'. A navigation menu is visible on the right side of the interface.

FIGURA 3

Página inicial da TBCA-USP 4.1



FIGURA 4

Exemplo da página de resultados da busca na TBCA-USP 4.1


O banco de dados estava dividido em 5 bancos de nutrientes conforme citado acima, sendo que cada banco estava dividido em três planilhas. A planilha de dados era referente aos dados numéricos, onde os alimentos estavam divididos de acordo com o grupo a que fazem parte, e dentro dele em ordem alfabética, sendo que cada alimento tinha um código de identificação alfa-numérico próprio. A outra planilha era a de identificação onde os alimentos estavam em seqüência alfabética geral para facilitar a localização de alimento, caso houvesse dúvida quanto à sua classificação dentro de um grupo; dessa forma, seguido ao nome constava o código alfa-numérico, quando através da letra era possível identificar em qual grupo o alimento estava listado. A terceira planilha, de referências bibliográficas, permitia obter informações sobre a origem do dado (8).

TBCA-USP 4.0. / 4.1

A versão 4.0 lançada em julho de 2004 foi totalmente modificada em termos de apresentação. Em função do número de alimentos cada vez maior, o formato de tabela tornou-se inapropriado para a navegação pela *Internet*, assim foi adotado o sistema de Busca pelo nome do alimento, em português, inglês ou nome científico. Após a introdução da versão 4.0 na Internet, foi verificada a necessidade de corrigir alguns detalhes para facilitar a navegação e visualização das informações, assim foi lançada em novembro de 2004 a versão 4.1 aperfeiçoando a anterior. Como estas duas versões são bastante similares, a versão 4.1 será apresentada e discutida (Figuras 3, 4 e 5) (8).

No *website* podem ser encontrados, na página inicial, vários itens que fornecem subsídios para usar e conhecer a TBCA-USP. Em “Qualidade dos dados e critérios adotados” pode-se tomar conhecimento sobre a metodologia analítica utilizada, identificadores (*tagnames*), fatores de conversão e cálculo de energia, com o objetivo de garantir a padronização e confiabilidade dos dados. É possível conhecer também detalhes das redes BRASILFOODS, LATINFOODS e INFOODS, o Projeto Integrado de Composição de Alimentos, os laboratórios participantes. Estão ainda disponíveis explicações sobre forma de apresentação dos dados, siglas, comparação com dados de rótulo e forma de participação das indústrias de alimentos (8).

FIGURA 5
Exemplo de apresentação dos dados na TBCA-USP 4.1

resultado						
Aveia, flocos, finos, <i>Avena sativa</i> , "Float"						160A «Out»
	Unidade	Número de Amostras	Valor por 100g	Desvio Padrão	1 colher de sopa 10g	1 xícara de chá 70g
Composição Centesimal						
Umidade	g	1	9,80	0,1	0,98	6,86
Energia	kcal	1	360	-	36	252
Energia	kJ	1	1.505	-	151	1.054
Proteínas	g	1	15,80	0,1	1,58	10,92
Lípidios Totais	g	1	8,60	0,1	0,86	6,02
Carboidratos Totais	g	1	64,50	-	6,45	45,15
Carboidratos "Disponíveis"	g	1	55,00	-	5,50	38,50
Cinzas	g	1	1,50	0	0,15	1,05
Fibra Alimentar Total	g	1	9,50	0,37	0,95	6,65
Fibra Insolúvel	g	1	5,73	0,22	0,57	4,01
Fibra Solúvel	g	1	3,77	0,25	0,38	2,64
Amido Resistente						
Umidade (g)	g	2	9,80	-	0,98	6,86
Amido Resistente (g)	g	2	0,77	0,04	0,08	0,54
De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária a porção recomendada deste alimento para uma dieta de 2000 kcal é de 30g.						
Referências Bibliográficas						
<ul style="list-style-type: none"> DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS E NUTRIÇÃO EXPERIMENTAL, FACULDADE DE CIÊNCIAS FARMACÉUTICAS, USP (análises realizadas nos diversos laboratórios). Eventualmente podem ocorrer diferenças entre os dados apresentados e do rótulo deste produto em virtude de ajuste de formulação.						
						
Copyright © 2004 Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental FCF/USP Criada em 1998, última atualização em março de 2005. É estimulada a divulgação de dados, sem fins comerciais, sendo necessário citar a fonte. Para fins comerciais, é necessário contactar os coordenadores.						

Com a finalidade de facilitar a busca por informações de alimentos/produtos não contemplados pela TBCA-USP, estão disponíveis aos usuários *links* com *websites* relacionados, assim como referências bibliográficas publicadas pela Rede BRASILFOODS e algumas de outros órgãos internacionais, relevantes na área de composição de alimentos e bancos de dados; várias destas publicações estão em formato *Portable Document Format* (PDF), possibilitando arquivamento ou impressão (8).

No item "Como enviar dados", o Formulário para compilação de dados, acompanhado de manual de preenchimento, está disponível para *download*, tanto para estimular a remessa de dados, como para incentivar os pesquisadores a divulgarem seus dados de maneira mais completa, a fim de que possam ser devidamente avaliados em termos de qualidade da informação (8). Para facilitar o trabalho de compilação de dados e promover a uniformização das informações enviadas, o formulário é composto de planilhas de compilação independentes para os grupos de nutrientes: carboidratos, aminoácidos, ácidos graxos, minerais, vitaminas

lipossolúveis, vitaminas hidrossolúveis, composição centesimal, além de incluir as planilhas para a identificação dos alimentos e para avaliação da qualidade analítica dos dados (12).

Para os usuários a alteração de maior impacto foi a introdução do sistema de Busca pelo nome do alimento (português, inglês ou nome científico), sistema este que é também adotado por outras tabelas de composição de alimentos como *USDA database* (13) que contém dados de 6000 alimentos, a tabela alemã *online* (14) com 800 alimentos, e a finlandesa com 1823 alimentos (15). A tabela dinamarquesa Danish Food Composition Databank 5.0 (16) apresenta sistema de busca pelo nome do alimento, por grupo de alimentos ou ordem alfabética; há também uma opção por lista de componentes, que apresenta os dados por concentração de nutriente em 100g de alimentos, sendo que os dados podem ser visualizados em ordem crescente ou decrescente.

O *website New Zealand Food Composition Data* (17) representa parte de um sistema chamado *Nutrition Information Panel*, que executa cálculos. Estão disponíveis dados de energia e 7 nutrientes (proteínas, lipídios, lipídios saturados, carboidratos disponíveis, açúcares, sódio e fibra alimentar) de 2470 alimentos. As informações são acessadas por busca, e resulta em uma lista de alimentos com seus respectivos dados (formato tabela) relacionados a um determinado alimento pesquisado; como, por exemplo, todos aqueles que sejam preparados/produzidos com arroz, incluindo arroz cru. Este processo é similar à tabela sul-africana *SA Food Composition Database* (18), que também apresenta tabelas por grupos de alimentos, com dados de energia, proteínas, lipídios, fibra alimentar e carboidratos, apresentado de forma genérica; embora não haja esclarecimento refere-se aos carboidratos totais, pois para o cálculo de energia foram utilizados dados de proteínas, lipídios, carboidratos e fibra alimentar.

Para uma maior identificação com as necessidades dos usuários e com a legislação sobre a rotulagem de alimentos industrializados (10) os dados da TBCA-USP também são apresentados em medidas caseiras mais usuais para cada alimento. Todos os dados do alimento, a respeito do qual se procura a informação, são apresentados em uma única página, por 100g de porção comestível e por gramas de determinada medida caseira/unidade. Um mesmo alimento pode conter dados provenientes de vários bancos: composição centesimal (CC); fibra alimentar (FA); amido resistente (AR); vitamina A e carotenóides (VitA); ácidos graxos e colesterol (AcGr), outros de apenas um; assim, durante a busca, ao lado do nome do alimento/produto/preparação surgem siglas a fim de esclarecer ao usuário que tipo de informação pode ser encontrada se aquele alimento for selecionado (Figura 4), a fim de evitar que sejam selecionados alimentos sobre os quais não se tem a informação desejada (8). No rodapé da página de dados do alimento selecionado pode ser encontrada a

recomendação de porcionamento daquele alimento para uma dieta de 2000 kcal ou 8400 kJ, de acordo com a ANVISA (10), e a fonte de dados sobre o alimento, ou seja, a publicação ou nome do laboratório ou empresa que analisou o produto (Figura 5).

No Canadá foi criado, em 2003, o *Canadian Nutrient Data System* (19) para interligar várias bases de dados, integradas com um *software* analítico. Existe uma versão dirigida aos profissionais de saúde com 4943 alimentos e dados de 112 nutrientes, e uma versão chamada resumida, *Nutrient Value of Some Common Foods* com informações sobre 975 alimentos mais vendidos naquele país, e dados de 19 nutrientes. Esta versão, em formato de tabela, separada por grupos de alimentos, está disponível na *Internet* em pdf (http://www.hc-sc.gc.ca/food-aliment/ns-sc/nr-rn/surveillance/cnf-fcen/e_index.html). Nessa versão resumida, os dados, diferentemente das demais tabelas, estão apresentados em volume, com o respectivo peso, que correspondem a medidas caseiras (1, ½ ou ¼ de xícara, 1 colher de sopa e 1 colher de chá) que estão descritas no início do documento; esta forma de apresentação, embora seja de fácil visualização para o usuário, não é usual, e dificulta a comparação de dados de outras fontes, pois são necessárias conversões para 100g de alimento (8).

Para o cálculo de medidas caseiras na TBCA-USP foram levantadas informações sobre cerca de 1700 alimentos, basicamente utilizando informações do Virtual Nutri (20), e complementando com dados das indústrias de alimentos, quando o programa não continha o produto. O mesmo levantamento foi feito para a porção diária recomendada pelo Ministério da Saúde.

O banco de dados da TBCA-USP é composto atualmente por sete planilhas: cinco planilhas de dados de nutrientes por 100g de alimento, uma planilha de identificação geral e uma de medidas caseiras/unidade e porção recomendada. No *website* é feita a interface entre essas planilhas utilizando o código alfa-numérico de identificação do alimento. O nome do alimento é composto através da seqüência de colunas preenchidas na planilha de identificação, que segue a mesma ordem do formulário de compilação; e o programa executa cálculos, cruzando as informações do banco de dados por 100g com as gramas correspondentes à(s) determina(s) medida(s) caseira(s), que aparecerão no resultado da Busca, ao lado das informações por 100g (Figura 5) (8).

Nessa versão foram incluídas informações sobre cerca de 600 alimentos, totalizando dados de 1838 alimentos e produtos, sendo 1200 referentes a composição centesimal, 193 a fibra alimentar, 128 a amido resistente, 198 a vitamina A e carotenóides e 119 a ácidos graxos e colesterol, em relação aos três últimos nutrientes não houve alterações. Cabe lembrar que os dados de composição centesimal apresentam dados de fibra alimentar em alimentos de origem vegetal e em produtos

industrializados que não sejam essencialmente de origem animal; portanto, os 193 dados de fibra alimentar, referem-se a alimentos dos quais não estavam disponíveis dados completos da composição centesimal (8).

A TBCA-USP informa o nome do alimento/produto de maneira completa, incluindo dados de alimentos/produtos crus e cozidos, assim como a tabela americana (13). Esse tipo de informação é importante visto que grande parte dos alimentos não são consumidos na forma crua, e alterações no conteúdo dos nutrientes podem ocorrer em função do processamento. Nestas duas bases de dados os nomes dos produtos industrializados vêm acompanhados do nome comercial a fim de oferecer ao usuário uma rápida identificação do produto sobre o qual se quer a informação. Na tabela alemã (14, 21) não se encontra este tipo de informação, e os produtos de origem vegetal, em sua maioria, aparecem com dados na forma crua, necessitando, portanto, da aplicação de fatores de retenção de nutrientes e índices de cocção para o cálculo de dietas. A versão desta tabela, que se encontra *online*, oferece um serviço de cálculo de receita, porém tendo por base os alimentos crus, o que pode comprometer o teor final de alguns nutrientes, já que podem ocorrer ganho/perda de umidade e gordura e a complexação de nutrientes modificando assim a proporção entre os macronutrientes, além de alterações sofridas pelos micronutrientes em função do tipo de preparação a que o alimento foi submetido.

O cálculo de preparações é bastante complexo. Este assunto vem sendo discutido exaustivamente; inclusive, preconiza-se a implantação de normas de procedimento para este fim, pois esta é uma parte importante na compilação de dados de composição de alimentos e considerada essencial nos estudos de consumo e ingestão (22,23). De acordo com Unwin (22) a utilização de procedimentos consistentes, baseados em normas bem definidas, possibilitará que resultados obtidos de diferentes sistemas de cálculos de receitas possam ser comparados. Entre os aspectos abordados está a listagem de ingredientes e peso de cada um deles; utilização de fatores de rendimento para alteração de peso; modo de preparo; peso total e da porção (para que se possa relacionar a lista de ingredientes de acordo com 100g da preparação pronta).

Hakala *et al.* (24) compararam teores de nutrientes obtidos por cálculo e análise de dietas de redução de peso e concluíram que há uma boa correlação entre a estimativa de ingestão por cálculo e por análise para proteínas, lipídios, fibra alimentar e alguns minerais (cálcio, magnésio, potássio e manganês), e também para carboidratos e energia, embora menor. Porém, levantando alguns pontos problemáticos do estudo que podem prejudicar a correlação, apontaram para as variações esperadas em função de variedade, solo, estação do ano, formulação, e o efeito do processamento sobre alguns nutrientes, já que os dados em tabelas muitas são apresentados crus enquanto a

dieta apresenta muitos alimentos cozidos.

Entre as tabelas disponíveis na *Internet*, a tabela dinamarquesa *Danish Food Composition Databank* (16), a Souci-Fachmann-Kraut (14), a do USDA (13), a da rede LATINFOODS (11), a da Argentina (21), a TACO (26) e a TBCA-USP (1) apresentam dados de umidade e cinzas, o que possibilita a completa avaliação da composição centesimal, a conversão de dados para base seca durante comparações e a importação/ exportação de dados.

Em relação aos dados de fibra alimentar e forma de cálculo do conteúdo energético, não há um consenso entre as diversas tabelas de composição de alimentos; paralelamente quase todas utilizam carboidratos calculados por diferença, com exceção da tabela alemã (14) que apresenta dados analíticos das diferentes frações. Na tabela canadense (19) não há dados disponíveis de fibra alimentar para todos os alimentos, desta forma muitos vêm acompanhados da sigla (N/A – não analisada) e, neste caso, o teor energético é calculado sobre os carboidratos totais; estas informações estão misturadas com dados de teor energético calculado sobre carboidratos disponíveis quando o teor de fibra alimentar é conhecido. O mesmo ocorre na tabela argentina (25). Esta prática foi adotada para não inutilizar uma grande parcela de informações sobre outros nutrientes, analisados anteriormente e por métodos adequados, o que também acontece na Tabela do LATINFOODS (11). É importante ressaltar que nestas três tabelas podem ocorrer superestimação do valor energético de alimentos, principalmente daqueles que contém alto teor de fibra alimentar. A adoção deste tipo de procedimento, ou seja, elaboração de tabelas com dados calculados por diferentes formas, não é a recomendável, pois pode dificultar a seleção da informação, caso o usuário não esteja familiarizado com o processo de elaboração de tabelas de composição de alimentos e com as implicações em termos de teor energético.

Na tabela da Dinamarca (16) a fibra alimentar foi analisada pelo método adequado, mas o teor energético foi calculado sobre o teor de carboidratos totais. Nas tabelas da Nova Zelândia (17) e da África do Sul (18) não há explicações sobre como o cálculo de energia é efetuado, nem referência sobre os fatores de conversão utilizados, somente através de cálculos é possível observar que a fibra alimentar é utilizada com o mesmo fator dos carboidratos (4kcal ou 17kJ).

A tabela da Finlândia *Finnish Food Composition Database* (15) apresenta dados tanto de carboidratos totais por diferença e de carboidratos disponíveis pela soma dos componentes, e o teor energético sobre este último valor. No entanto, com relação à fibra alimentar apresenta dados de fibra insolúvel, que é descrita como celulose, lignina e polissacarídeos insolúveis, e fibra bruta descrita como celulose, hemicelulose, lignina, gomas e pectinas segundo método da AOAC. Não há determinação da fibra solúvel, nem da fibra alimentar total, nem menção aos métodos adotados.

Como se pode observar, diferentes definições de macronutrientes e fatores de conversão vem sendo adotados, especialmente no que se refere a carboidratos e fibra alimentar, apesar do esforço internacional relativo à harmonização de dados de composição de alimentos realizado pelo INFOODS e FAO. A FAO (27) publicou em 2003 um trabalho técnico sobre as definições mais aceitas sobre macronutrientes e fatores de conversão de energia, os quais, se forem adotados de maneira global poderiam contribuir para a harmonização internacional e, permitiriam a comparação entre conteúdo energético e de nutrientes entre diferentes tabelas. Nesse aspecto considera-se que a adoção dos identificadores do INFOODS (*tagname*), já representaria um avanço (28).

Na *Tabla de Composición de Alimentos de América Latina* (11) podem ser encontradas informações de até 24 componentes, para 4691 alimentos distribuídos em diferentes grupos. Os países participantes do LATINFOODS (Argentina, Bolívia, Brasil, Chile, Colômbia, Costa Rica, Cuba, Equador, Honduras, México, Peru, República Dominicana, Uruguai e Venezuela) utilizam em suas bases locais os padrões propostos pelo INFOODS, e adotados pelo LATINFOODS, tais como identificadores (*tagnames*) e divisão por grupos de alimentos, e vêm discutindo, através de conferências e outras atividades, formas de padronização de compilação e análise de alimentos visando obter dados de qualidade e harmonizados em composição de alimentos.

Por serem países de realidades muito diferentes, a padronização de metodologia analítica para alguns nutrientes torna-se muito complicada, pois a disponibilidade de recursos e pessoal é bastante variada; ainda hoje, por exemplo, o método enzimico-gravimétrico para determinação da fibra alimentar não é adotado por parte de muitos países, o que se reflete na tabela regional, que além de não disponibilizar esse dado para muitos alimentos, tem seus dados de energia calculados de duas formas diferentes, por diferença com carboidratos totais e/ou carboidratos disponíveis.

É importante ressaltar que a TBCA-USP desde sua criação vem apresentando dados de alimentos de forma individualizada, fornecendo informações detalhadas sobre variedade, espécie, grau de maturação, sazonalidade, entre outras. Estas informações são extremamente importantes do ponto de vista nutricional, porque podem implicar em variações na quantidade de nutrientes dos alimentos. Tal detalhamento vem, também, de encontro com a preocupação que muitos organismos internacionais têm demonstrado em relação à biodiversidade de alimentos, pois os bancos de dados e tabelas de composição de alimentos, em sua maioria, apresentam valores médios de amostras compostas ou provenientes de cálculos sobre dados de amostras individuais. Paralelamente, muitos dados de qualidade eram descartados por serem de cultivares não comerciais, sazonais ou de pequenas regiões, e atualmente se reconhece que esses dados

podem ser importantes para compor bancos especializados nos campos da saúde, agricultura, comércio ou pesquisa (29).

Introdução de novos componentes na TBCA-USP

Além de continuar alimentando a TBCA-USP com dados de novos alimentos, serão criados bancos de componentes específicos com ação funcional entre eles:

- flavonóides;
- vitamina C;
- frações de carboidratos (oligossacarídeos, fibra alimentar, entre outros).

Em adição serão criados bancos referentes a capacidade antioxidante, índice glicêmico e carga glicêmica.

AGRADECIMENTOS

Capex, CNPq e Projeto CYTED XI.18 pela concessão de bolsa e verba para pesquisa.

REFERÊNCIAS

1. Universidade de São Paulo (USP). Faculdade de Ciências Farmacêuticas. Departamento de Alimentos e Nutrição Experimental). Tabela Brasileira de Composição de Alimentos-USP. Versão 4.1. No ar desde 1998 [mar 2005]. Se consegue en: URL: <http://www.fcf.usp.br/tabela>.
2. Menezes EW, Caruso, L, Lajolo, FM. Uniformização internacional de dados brasileiros de composição de alimentos. Bol SBCTA 1997; 31(2):93-104.
3. Greenfield, H.; Southgate, D.A.T. Food Composition data: production, management and use. 2nd ed. Roma: Food and Agriculture Organization of United Nations (FAO). 2003. 288p
4. Menezes EW, Gonçalves FAR, Giuntini EB, Lajolo FM. Brazilian food composition database: Internet dissemination and others recent developments. J Food Compos Anal 2002;15(4):453-64.
5. Lajolo FM. Grupo de trabalho: composição de alimentos. Bol SBCTA 1995;29:57-69.
6. Lajolo FM, Menezes EW. Atividades nacionais sobre composição de alimentos no Brasil, 1995-1997. En: Simpósio FAO/SLAN/LATINFOODS sobre composición de alimentos. XI Congreso da Sociedad Latinoamericana de Nutrición. SLAN 97, Guatemala. 1997.
7. Lajolo FM, Menezes EW. Uma análise retrospectiva e contextualização da questão. Grupo de Trabalho de Composição de Alimentos. Bol SBCTA 1997;31(2):90-2.
8. Giuntini EB. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos TBCA-USP: 2001-2004 [Tese de doutorado]. São Paulo: Programa Interunidades de Nutrição Humana Aplicada – PRONUT FCF/FEA/FSP – USP, 2005. 140p.
9. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento técnico para Rotulagem nutricional obrigatória de alimentos e bebidas embaladas RDC 40, 21 de março de 2001 [mar 2001]. Se consegue en: URL: <http://www.anvisa.gov.br/legis/>.
10. Brasil. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Regulamento técnico para Rotulagem nutricional obrigatória de alimentos e bebidas embaladas. RDC 360, 23 de dezembro de 2003 [jan 2004]. Se consegue en: URL: <http://www.anvisa.gov.br/legis/>.
11. Food and Agriculture Organization/ Red Latinoamericana de Datos de Composición de Alimentos (FAO/LATINFOODS). Tabla de Composición de Alimentos de América Latina. No ar desde 2000 [jul 2005]. Se consegue en: URL: <http://www.rlc.fao.org/bases/alimento>.
12. Menezes EW, Ratto AT, Giuntini EB, Lajolo FM. Composição de alimentos:compilação e informatização de estruturas para intercâmbio de dados. Braz J Food Tecnol 2005;8(1):25-33.
13. U.S. Department of Agriculture - Agricultural Research Service (USDA-ARS). Nutrient Data Laboratory. [out 2005]. Se consegue en: URL:<http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp>.
14. Souci-Fachmann-Kraut Online-Database. 2000. Food Composition and Nutrition Tables, based on the 6th ed. [fev 2005]. Se consegue en: URL: <http://www.sfk-online.net>.
15. Finnish Food Composition Database (FINELI). National Public Health Institute, Nutrition Unit. Release 4. [mar 2005]. Se consegue en: URL: <http://www.ktl.fi/fineli/>.
16. Danish Food Composition Databank. Danish Institute for Food and Veterinary Research. [mar 2005]. Se consegue en: URL: http://www.foodcomp.dk/fcdb_default.htm.
17. New Zealand Food Composition Data. [mar 2005]. Se consegue en: URL: <http://www.crop.cri.nz/home/products-services/nutrition/fcdnip/index.jsp>.
18. SA Food Composition Database. Medical Council Research of South Africa. [mar 2005]. Se consegue en: URL: <http://www.mrc.ac.za/FoodComp/>.
19. Canadian Nutrient Data System. [mar 2005]. Se consegue en: URL: http://www.hc-sc.gc.ca/food-aliment/ns-sc/nr-m/surveillance/cnf-fcen/e_index.html.
20. Philippi ST, Szarfarc SC, Latterza AR. Virtual Nutri: sistema de análise nutricional – versão 1.0. São Paulo: Departamento de Nutrição, Faculdade de Saúde Pública – Universidade de São Paulo (FSP/USP), 1996.
21. Souci SW, Fachmann W, Kraut H. Food Composition and Nutrition Tables. Stuttgart: Medpharm Scientific Publishers/CRC Press, 1994, 1091p.
22. Unwin ID. EUROFOODS guidelines for recipe information management. J Food Compos Anal 2000;13:745-54.
23. Rand WM, Pennington JAT, Murphy SP, Klensin JC. Compiling data for food composition data bases. Tokyo: United Nations University Press. 1991. 68p.
24. Hakala P, Marniemi J, Knuts LR, Kumpulainen J, Tahvonen R, Plaami S. Calculated vs analysed nutrient composition of weight reduction diets. Food Chem 1996;57(1):71-5.
25. Closa SJ, Landeta MC. Tabla de Composición de Alimentos. [mar 2005]. Se consegue en: URL: <http://www.unlu.edu.ar/~argenfoods/Tablas/Tabla.htm>.
26. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO). Campinas: Nepa-Unicamp, 2004. 42p. [jul 2004]. Se consegue en: URL: <http://www.unicamp.br/nepa/taco>.

27. Food and Agriculture Organization (FAO). Food energy: methods of analysis and conversion factors. Report of a technical workshop. FAO, Food and Nutrition Paper, 77, Rome, 2003. [out de 2003]. Se consigue en: URL: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/y5022e/y5022e00.pdf>.
28. Charrondiere UR, Chevassus-Agnes S, Marroni S, Burlingame B. Impact of different macronutrient definitions and energy conversion factors on energy supply estimations. *J Food Compos Anal* 2004;17:339-60.
29. Burlingame B. Fostering quality data in food composition databases: visions for the future. *J Food Compos Anal* 2004;17:251-8.

Recibido: 04-08-2006

Aceptado:05-12-2006

Evaluación de harinas y almidones de mapuey (*Dioscorea trifida*), variedades blanco y morado

Lizet Bou Rached, Consuelo A. de Vizcarrondo, Alicia M. Rincón, Fanny Padilla

Unidad de Análisis de Alimentos, Facultad de Farmacia, Universidad Central de Venezuela. Caracas

RESUMEN. El mapuey (*Dioscorea trifida*), tubérculo nativo de América tropical y apreciado por su sabor y fina textura, ha sido poco explotado en Venezuela. Su cultivo pudiera sustituir harinas y almidones de uso convencional. En este trabajo se estudiaron física y químicamente harinas de mapuey (variedades blanco y morado), así como algunos micronutrientes. Se evaluaron física, química, fisicoquímica y reológicamente los almidones extraídos. La obtención de las harinas y almidones, se realizó por secado y extracción acuosa respectivamente. El análisis químico se efectuó siguiendo los métodos oficiales. El mayor rendimiento y el más alto contenido de proteínas lo presentó la harina de mapuey morado. En cuanto a los minerales, existen diferencias significativas entre variedades, resultando el mapuey morado con mayor contenido. Los almidones extraídos fueron de alta pureza, corroborada en la microscopía electrónica de barrido. Las micrografías revelaron forma irregular de gránulos (ovalados y alargados), con extremo truncado y superficies lisas; encontrándose gránulos más pequeños en el mapuey morado. Ambas variedades exhibieron un espectro de difracción tipo B. El mayor poder de hinchamiento y capacidad de absorción de agua lo presentó el mapuey blanco; y la mayor solubilidad, el morado. La máxima viscosidad y el más alto valor de Estabilidad ó “Breakdown” lo tuvo el mapuey blanco, sugiriendo gránulos más frágiles. El Asentamiento ó “Setback” resultó menor en el mapuey blanco, infiriéndose menor tendencia a retrogradar. No hubo diferencias significativas en la consistencia de ambos almidones, aún cuando el almidón de mapuey morado tuvo el mayor contenido de amilosa.

Palabras clave: *Dioscorea trifida*, mapuey, almidón, harinas, composición química, propiedades fisicoquímicas, reología.

INTRODUCCION

Las raíces, tubérculos y rizomas alimenticios forman el principal y más económico recurso energético en la dieta de los pueblos tropicales. Su importancia en Venezuela y el mundo es creciente ya que, aparte de su empleo tradicional en la alimentación humana, hoy día han adquirido, gracias al desarrollo científico y tecnológico, gran valor económico, estratégico y agroindustrial (1).

Mundialmente la industria del almidón y las harinas ha estado limitada a unos pocos cultivos tradicionales, maíz, papa, trigo, arroz y yuca. Desde hace algún tiempo se ha venido estudiando la incorporación en productos alimenticios, de

SUMMARY. Evaluation of the flour and starch from white and purple varieties of mapuey (*Dioscorea trifida*). Mapuey (*Dioscorea trifida*), is a tropical America tuber, which is appreciated for its taste and fine texture. It has not been fully cultivated in Venezuela, even though products like its flour and starch could replace conventional used products. In this work physical and chemical characteristic of flours from mapuey (varieties white and purple), were assessed, as well as some of their micronutrients. Physical, physicochemical and rheological properties, and chemical composition of isolated starches were also evaluated. Flours were obtained by a drying process and starches by aqueous extraction. Chemical analysis was performed following standard methodologies. The flour yield of purple mapuey was the highest, as was its protein content. The minerals content, showed significant differences between both varieties, presenting purple variety a higher content. Isolated starches showed high purity, this was corroborated by the scanning electron microscopy which showed irregular shaped granules (oval and elongated), with truncated end and smooth surfaces. Purple mapuey granules were smaller. Both varieties exhibited a B type diffraction pattern. The greater swelling power and water absorption capacity was presented by white mapuey, while the highest solubility was shown by the purple one. The white mapuey had maximum viscosity, as well as the highest value of breakdown, suggesting more fragile granules. Setback was lower in the white mapuey, suggesting lower tendency to retrogradation. The purple mapuey although, it showed a higher amylose content, presented lower consistency, even though the difference was not relevant.

Key words: *Dioscorea trifida*, mapuey, starch, flours, chemical composition, physicochemical properties, rheology.

materias primas no convencionales, provenientes de raíces y tubérculos de origen local, que sean de importancia comercial y nutricional.

La utilización de productos derivados de tubérculos no convencionales en la industria de alimentos en Venezuela es poca, generalmente éstos son preparados y consumidos a nivel doméstico y artesanal. Tubérculos y bulbos de diferentes especies del género *Dioscorea* son utilizados en Venezuela, así como en el resto de Latinoamérica y África como fuente de energía por su alto contenido en nutrientes (carbohidratos).

Las harinas de estos tubérculos podrían constituirse en una alternativa de nutrientes e ingredientes funcionales para formulaciones alimenticias; además, de convertirse en una vía

para el enriquecimiento con vitaminas y minerales, contribuyendo de esta manera a resolver deficiencias en sectores de la población afectados nutricionalmente.

Para el hombre, el almidón es el biopolímero más importante, ya que constituye parte fundamental de su dieta. Tiene gran significado en diversas industrias, tales como la alimentaria, farmacéutica, cosmética, textil y papel, donde no sólo debe tenerse presente la cantidad sino el tipo de almidón a emplear (2).

El almidón se ha usado en la industria de alimentos por sus propiedades funcionales, además de su versatilidad y bajo costo en comparación con otros productos. Este polisacárido contribuye en gran parte a las propiedades de textura de muchos alimentos, ya que actúa, entre otras cosas, como espesante y agente gelificante, enlazante de agua o grasa, controla e influye sobre ciertas características, tales como humedad, consistencia, apariencia y estabilidad en el almacenamiento; además de jugar un papel importante en la aceptabilidad y palatabilidad de numerosos productos alimenticios.

Por otra parte, Venezuela y otros países que utilizan almidón, requieren ampliar y diversificar la utilización de los recursos alimenticios locales. Una manera de lograrlo es produciendo y explotando productos provenientes de fuentes no convencionales como el mapuey (*Dioscorea trifida* L.), el cual tiene un alto potencial alimentario, es de fácil cultivo y producción económica. A partir de este tubérculo es posible obtener harinas y almidones, que podrían ser utilizados como sustitutos parciales o totales en la elaboración de productos alimenticios, representando ésto, una alternativa de uso, ya sea en forma directa o como ingrediente en la formulación de alimentos.

El mapuey es una planta monocotiledónea perteneciente a la familia Dioscoreaceae (la cual tiene alrededor de 600 especies distribuidas en zonas tropicales), género *Dioscorea* L. (el cual tiene de 15 a 20 especies comestibles). Su nombre científico es *Dioscorea trifida* L. y se caracteriza por presentar raíces tuberosas pequeñas, de unos 15 cm de largo. Es originaria y cultivada en la América Tropical y también cultivada en menor escala en el Sureste de Asia. Es muy apreciada por el sabor y la fina textura de sus tubérculos. Venezuela es uno de los principales productores y su área de cultivo está supeditada a la región oriental del país. Hasta el presente el uso principal es el consumo directo como hortaliza cocida para la alimentación humana (3).

Es quizás por la poca importancia que se le ha dado a este cultivo, que el mismo ha sido objeto de muy pocas investigaciones; el conocimiento existente de la harina y el almidón de mapuey es muy reducido, razón por la cual el propósito de este estudio fue obtener harinas y almidones de mapuey (*Dioscorea trifida* L.), variedades blanco y morado y evaluar sus propiedades físicas y químicas, así como las características fisicoquímicas y reológicas de los almidones;

para determinar el uso potencial en la industria de alimentos, en el enriquecimiento nutricional o como ingrediente en la preparación de nuevos productos.

MATERIALES Y METODOS

Materiales

Los tubérculos de mapuey (*Dioscorea trifida* L.), variedades blanco y morado fueron adquiridos en el mercado de Chacao (Caracas, Venezuela). Todos los reactivos fueron de grado analítico. Se utilizó amilosa de papa estándar, tipo III (Sigma) y almidón de papa estándar (*Solanum tuberosum*), Lyckeby Stärkelsen, Karlshamn (Sweden). Los resultados se expresaron como el valor promedio \pm la desviación estándar (SD) de $n=3$.

Obtención y caracterización de las harinas

Las harinas de cada variedad se obtuvieron después de procesar los tubérculos, según metodología descrita por Rincón *et al.* (4). Los análisis de humedad, grasa y fibra cruda se determinaron de acuerdo a lo descrito por la AOAC (5), las cenizas según la AACC (6) y las proteínas mediante el método Micro-Kjeldahl utilizando un equipo digestor, marca Velp Scientifica, modelo DK 6 y un destilador, marca Velp Scientifica, modelo UDK 140. Se establecieron los parámetros y condiciones según el manual del equipo, de acuerdo a la metodología descrita por la AOAC (6) (método 960.52). La preparación de la muestra para la determinación de minerales (hierro, sodio, calcio, potasio, magnesio y cobre) se realizó de acuerdo a lo señalado en la AOAC (6) (método 999.11) y la determinación de cada uno de esos minerales fue por espectrofotometría de absorción atómica de acuerdo a las instrucciones del manual del equipo Atomic Absorption Spectrometer, modelo 3110, marca Perkin Elmer, USA.

Morfometría

Las harinas de mapuey (*Dioscorea trifida* L.), variedades blanco y morado fueron estudiadas por Microscopía Electrónica de Barrido (SEM), usando un equipo Marca Hitachi, Modelo S-2400 a 20 KV; de acuerdo a la técnica establecida por el Centro de Microscopía Electrónica de la Facultad de Ingeniería de la UCV. En primer lugar se procedió a la metalización de las muestras en un Metalizador iónico, Marca Hitachi, Modelo E102, Ión Sputter. Las muestras se colocaron en el portamuestras metálico y se sellaron con varios puntos de pintura color plata y recubiertas con oro-paladio.

Extracción, purificación y caracterización del almidón

La extracción y purificación de las muestras de almidón se realizó por el método descrito por Rincón (7). La determinación de humedad, cenizas, proteínas y fibra cruda se efectuó de acuerdo a las metodologías anteriormente citadas

para las harinas. El contenido de grasa se determinó de acuerdo al método descrito por Schoch (8). El almidón total se calculó en base seca por sustracción del contenido de proteínas, grasa y cenizas de 100 g de muestra. El contenido de amilosa se determinó mediante método espectrofotométrico, basado en la formación de un complejo I_2/KI , leído a una absorbancia de 600 nm, según modificación del método de McGrance *et al* (1998) realizada por Hoover & Ratnayake (2000), citado por Ratnayake *et al* (9).

Sinéresis

Esta prueba se realizó cualitativamente. Para ello se prepararon suspensiones de almidón a las concentraciones de 6% y 8%. Luego se colocaron en el recipiente del Micro Visco-Amilógrafo, se calentaron a una tasa de 7,5°C/min, desde 30°C hasta 95°C y luego enfriadas hasta la temperatura de ensayo 50°C. Posteriormente se colocó la suspensión de almidón en un vaso de precipitado de 100 ml de capacidad y se llevó a refrigeración ($\pm 5^\circ\text{C}$) para observar la presencia o ausencia de sinéresis a las 24 y 48 horas.

Morfometría

Los almidones de mapuey, variedades blanco y morado fueron estudiados por Microscopía Electrónica de Barrido (SEM), tal como se hizo para las harinas.

Difracción por rayos X

Los almidones nativos de *Dioscorea trifida* y un estándar de almidón de papa fueron analizados mediante un Difractómetro de rayos X, marca Bruker Siemens, Modelo D8 Advance.

Poder de hinchamiento, solubilidad y absorción de agua

El poder de hinchamiento, absorción de agua, y solubilidad se determinaron según el método descrito por Whistler (10) y Anderson (11) con algunas modificaciones realizadas por Rincón y Pérez (12).

Acidez y pH

Estos parámetros se determinaron según la AACC (6), métodos 02-31 y 02-52 respectivamente.

Estudio amilográfico

Para la realización del perfil amilográfico se empleó el Micro Visco-Amylo-Graph® Brabender, Duisburg, Alemania (Rapid ViscoAnalyser). Para ello se prepararon suspensiones al 8%, de cada una de las variedades de almidón de mapuey.

Análisis estadístico

La evaluación estadística de los resultados se realizó mediante análisis de varianza de una vía (ANOVA). Esto para

determinar la existencia de diferencias estadísticamente significativas entre las diferentes muestras a un nivel de significancia de 0,05. Este análisis estadístico se realizó mediante el programa Statgraphics Plus for Windows 1.4, Versión 5.1, 1994-1995 by Statistical Graphics Corp, USA.

RESULTADOS Y DISCUSION

Composición química de las harinas

El rendimiento de las harinas por cada 100 g de pulpa (expresada en base seca) fue 18,48 g para el mapuey blanco y 19,90 g para el mapuey morado, resultando estos valores bastante aceptables tomando en cuenta el factor de desecho y el contenido de humedad de la variedad blanco y morado (75,6% y 69,9% respectivamente) (13).

La Tabla 1 presenta la composición química de las harinas de tubérculos de *Dioscorea trifida* (g/100g en base seca), variedades blanco y morado. En cuanto al contenido de humedad, proteínas, grasa y cenizas no hubo diferencias significativas entre una variedad y la otra.

TABLA 1
Composición química de las harinas de tubérculos de *D. trifida* (mapuey)

	Variedad blanco	Variedad morado
Humedad (%) ¹	10,94 \pm 0,14 ^a	10,73 \pm 0,42 ^a
Grasa (%) ¹	0,85 \pm 0,08 ^a	1,29 \pm 0,36 ^a
Proteínas (%) ¹ (N x 6,25)	4,56 \pm 0,08 ^a	4,84 \pm 0,26 ^a
Fibra cruda (%) ¹	0,05 \pm 0,006 ^a	0,06 \pm 0,003 ^b
Cenizas (%) ¹	4,04 \pm 0,17 ^a	3,91 \pm 0,13 ^a
Carbohidratos (%) ²	90,50	89,90

Letras diferentes en una misma fila denotan diferencias significativas ($p < 0,05$).

¹Valores reportados en base seca (excepto humedad) y representan el promedio \pm desviación estándar ($n=3$).

²Calculados por diferencia.

Rincón *et al* (14), reportaron resultados similares para la *D. trifida* en sus dos variedades, siendo la excepción el contenido de proteínas y fibra las cuales presentaron valores más altos que los encontrados en este estudio. Por otra parte, Blanco *et al* (15), reportaron valores menores de proteína, grasa, cenizas y carbohidratos totales en *D. alata* cocida, debido posiblemente al efecto del procesamiento. El análisis estadístico reflejó que hubo diferencias significativas ($p < 0,05$) entre el contenido de todos los minerales estudiados en las harinas de mapuey blanco y morado, siendo los valores más altos para el mapuey morado (Tabla 2). Si se compara el contenido de estos minerales con el de otros tubérculos, ñame, papa y yuca (13), las dos variedades de mapuey presentaron

valores superiores en cuanto al contenido de hierro y cobre; no obstante, el sodio fue inferior que el reportado para el ñame; a su vez el mapuey blanco tuvo menor contenido de sodio que la yuca; y la papa de acuerdo a la literatura (13) es la que reporta menor cantidad de este mineral. También se observó menor contenido de magnesio que lo reportado para la papa y yuca (Tabla 2).

Todos estos resultados indican que las harinas de mapuey, variedades blanco y morado, tienen un contenido importante de micronutrientes, lo que sugiere que pudieran ser utilizadas como una alternativa desde el punto de vista nutricional, pudiendo constituirse en insumos no convencionales para la preparación de alimentos que tradicionalmente son elaborados con otros ingredientes.

TABLA 2
Contenido de minerales en harinas de *D. trifida* (mapuey) y otros tubérculos mg/100g

Harinas	Hierro	Calcio	Sodio	Magnesio	Cobre
Variedad blanco ²	5,89 ± 0,44 ^a	18,03 ± 0,52 ^a	28,58 ± 0,73 ^a	36,24 ± 1,02 ^a	12,33 ± 1,50 ^a
Variedad morado ²	10,47 ± 1,02 ^b	24,40 ± 0,79 ^b	39,54 ± 1,48 ^b	40,82 ± 2,02 ^b	31,14 ± 0,93 ^b
Ñame ¹	3,38	N.D	1477,44	N.D0,	36
Papa ¹	3,56	N.D.	13,33	88,89	0,4
Yuca ¹	1,82	N.D.	39,06	182,29	0,42

Letras diferentes en una misma columna denotan diferencias significativas ($p < 0,05$).

¹Valores modificados (para expresar en base seca) a partir de la Tabla de Composición de Alimentos (13).

²Valor promedio ± desviación estándar ($n=3$).

N.D.= No determinado.

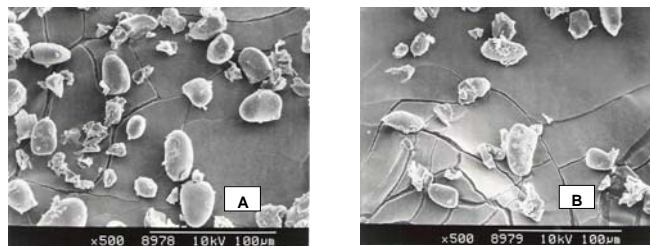
Morfometría de las harinas

La técnica de Microscopía Electrónica de Barrido ha permitido estudiar la forma, tamaño y apariencia de los gránulos de almidón en las harinas, además de permitir comprender diferencias en cuanto a propiedades físicas, los cuales son parámetros útiles en el procesamiento tecnológico (16).

Las fotomicrografías obtenidas por microscopía electrónica de barrido para las muestras de harinas de mapuey, variedades blanco y morado, se muestran en las Figura 1. En estas micrografías se aprecian gránulos de almidón con forma irregular, algunos ovalados con un extremo truncado, observándose la presencia de los otros componentes de la harina (fibra y proteínas).

FIGURA 1

Fotomicrografías de las harinas de *D. trifida* (mapuey) variedades blanco (A) y morado (B)



Además, se encontró que los gránulos de almidón de las harinas de mapuey blanco y morado presentan un diámetro (micras) promedio máximo y mínimo, con sus desviaciones estándar de $28,60 \pm 6,36$ - $19,20 \pm 3,43$ ($n = 13$) y $26,06 \pm 11,29$ - $15,14 \pm 4,03$ ($n = 6$) respectivamente; siendo los gránulos de almidón de mapuey blanco los de mayor tamaño.

Composición química de los almidones extraídos

El rendimiento de los almidones por cada 100 g de pulpa expresada en base seca fue 8,48 g para el mapuey morado y 11,08 g para el mapuey blanco. Este resultado es relativamente bajo, pudiendo atribuirse a pérdidas durante el pelado de los tubérculos y durante el aislamiento y purificación de los almidones, lo cual se realizó a nivel piloto en el laboratorio.

La Tabla 3 muestra los resultados correspondientes a la composición química, rendimiento y algunas propiedades físico-químicas del almidón de mapuey variedades blanco y morado.

El almidón de mapuey presentó alta pureza (almidón total), tanto en la variedad blanco como morado; ésta se juzgó en base a la composición química y las observaciones microscópicas, especialmente por su bajo contenido de proteínas y lípidos. Esto se corresponde con lo reportado para otras fuentes, tales como trigo, maíz, arroz y papa (17).

Con respecto al contenido de humedad, grasa y fibra cruda no hubo diferencias significativas entre las dos variedades estudiadas; sin embargo, los contenidos de proteínas y cenizas sí presentaron diferencias significativas.

TABLA 3
Composición química de los almidones extraídos
de mapuey blanco y morado
(g/100g)

	Variedad morado	Variedad blanco
Humedad ¹	11,49 + 2,06 ^a	9,05 + 0,10 ^a
Nitrógeno ¹	0,009 + 0,00 ^a	0,06 + 0,00 ^b
Proteína ¹ (N x 6,25)	0,06 + 0,01 ^a	0,36 + 0,04 ^b
Grasa ¹	0,02 + 0,00 ^a	0,07 + 0,00 ^a
Ceniza ¹	0,11 + 0,00 ^b	0,07 + 0,00 ^a
Fibra cruda ¹	0,0031 + 0,00 ^a	0,0173 + 0,018 ^a
Almidón total ²	99,81	99,50 ^a
Amilosa ¹	43,33 ± 0,45 ^b	34,72 + 0,30 ^a
Amilopectina	56,67	65,28
Relación Amilosa/ Amilopectina	0,76	0,53
pH ¹	4,12 + 0,03 ^a	4,25 + 0,03 ^b
Acidez titulable (meq/g) ¹	0,0030 + 0,00 ^a	0,0039 + 0,00 ^b

Letras diferentes en una misma fila denotan diferencias significativas ($p < 0,05$).

Base seca (excepto humedad).

¹Valor promedio ± desviación estándar ($n = 3$).

²Calculado por diferencia.

Los contenidos de humedad, proteína, grasa y cenizas fueron inferiores a los reportados para el almidón de trigo y algunas variedades de sorgo (18).

El pH y la acidez en los almidones, son indicadores del uso de aditivos, fermentación o aplicación de algún tipo de modificación. Los ácidos orgánicos presentes en los alimentos influyen en el sabor, color y en la estabilidad de los mismos. Asimismo, la acidez es uno de los índices comunes de la materia prima vegetal, y la misma se debe a la presencia de diversos ácidos orgánicos, en proporciones variables, principalmente: cítrico, málico, tartárico, oxálico, fórmico, succínico, galacturónico, entre otros. Por lo tanto, la determinación de la acidez constituye un índice de calidad importante, que además, permite determinar si un producto ha sufrido o no algún deterioro, ya sea de tipo físico-químico o microbiológico (2,19). En la Tabla 3, se puede observar que los valores de pH y acidez fueron similares para ambos almidones; sin embargo, hubo diferencias significativas entre ellos; resultando los más altos valores para el mapuey blanco.

En cuanto al contenido de amilosa aparente, hubo diferencias significativas entre las variedades estudiadas, presentando el almidón de mapuey morado el valor más alto.

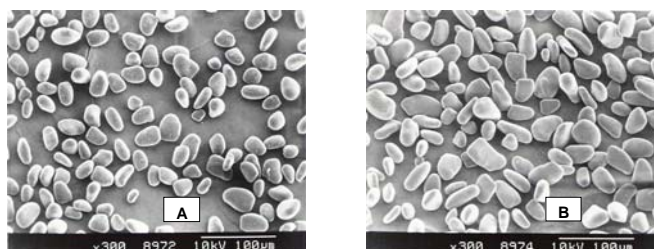
Si se comparan los valores de amilosa reportados por otros autores (20), con los encontrados en este estudio, se puede observar que el valor obtenido para el mapuey blanco, se encuentra en un rango ligeramente superior a los almidones de papa, maíz y trigo normal, y arroz alto en amilosa; mientras

que el mapuey morado es similar al valor obtenido para el maíz alto en amilosa. Los valores de amilosa de las muestras evaluadas, permiten catalogarlos como almidones con alto contenido en amilosa. Asimismo, la relación amilosa/amilopectina fue mayor para el mapuey morado, indicando mayor contenido de amilosa y por consiguiente geles más fuertes con mayor tendencia a retrogradar, con lo cual el comportamiento de la pasta de almidón en sistemas acuosos puede depender de ello, además de otras características físicas y químicas de los gránulos de almidón, tales como, promedio del tamaño de gránulo, distribución del tamaño del gránulo y contenido mineral. El contenido de amilosa de los gránulos de almidón varía con la fuente botánica y es afectado por las condiciones climáticas y tipo de suelo durante el crecimiento. La actividad de las enzimas involucradas en la biosíntesis del almidón puede ser responsable de la variación en el contenido de amilosa entre diferentes almidones, así como los distintos procedimientos de aislamiento y los métodos analíticos usados para determinar el contenido de amilosa.

Morfometría del almidón extraído

Las fotomicrografías de los gránulos de almidón aislado de *D. trifida*, variedades blanco y morado, son presentadas en la Figura 2. Los gránulos de almidón de mapuey blanco mostraron forma irregular, algunos ovalados y alargados, con un extremo truncado y superficies lisas, mientras que los gránulos de almidón de mapuey morado mostraron forma más alargada que la variedad blanca, algunos con forma de pera y otros con un extremo truncado.

FIGURA 2
Fotomicrografías del almidón aislado de *D. trifida*
(mapuey) variedades blanco (A) y morado (B)



Con respecto al diámetro de los gránulos de almidón, el mapuey blanco presentó un diámetro (micras) promedio máximo y mínimo, con sus desviaciones estándar de $34,15 \pm 7,97 - 21,39 \pm 4,00$ ($n = 51$) y el mapuey morado presentó $30,33 \pm 9,16 - 16,67 \pm 3,27$ ($n = 36$); resultando los gránulos de almidón de mapuey blanco de mayor tamaño que el morado.

Sinéresis

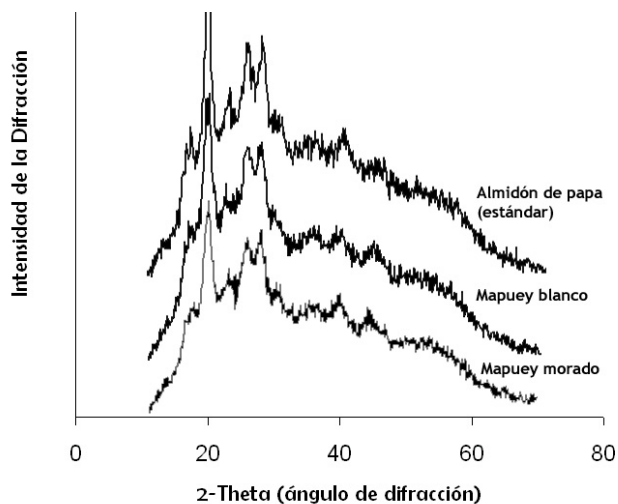
La sinéresis es la tendencia que puede tener un gel a contraerse y exudar líquidos, debido a que el efecto de ligar agua no se obtiene completamente. Es un fenómeno no deseable en los geles de almidones y es indicativo de rearrreglos de los componentes amiláceos, después de la formación del gel, perdiéndose el dominio de las moléculas de agua, las cuales salen fuera del gel (19). La sinéresis es vista desfavorablemente como deterioro de un producto. La cantidad de sinéresis está relacionada directamente con la tendencia de un almidón a retrogradar (21).

En tal sentido, las suspensiones de almidón de mapuey blanco y morado evaluadas (6% y 8%) no presentaron exudado de agua, resultando en ambos casos sinéresis negativa a las 24 y 48 horas. Es de señalar que ambos geles mostraron opacidad a las 48 horas, lo cual podría afectar las características organolépticas cuando se incorporen como ingredientes en un producto.

Difracción de rayos X

Los gránulos de almidón para ambas variedades, blanco y morado, presentaron el patrón característico tipo “B”, correspondiente a los gránulos de almidón de tubérculos (22,23). En la Figura 3 se observan los difractogramas de las dos variedades de mapuey y un estándar de almidón de papa. El patrón de difracción para el mapuey blanco se caracterizó por cinco picos de fuerte intensidad para los ángulos 2-Theta (2θ): 17.5°, 20.1°, 22.6°, 26.1° y 28.1°. Con respecto al mapuey morado, el patrón de difracción se caracterizó también por cinco picos de fuerte intensidad para los ángulos 2-Theta a 17.8°, 20°, 23.1°, 26.1° y 28.1°; mostrando gran simetría en la línea a 20°. Si comparamos estos resultados con lo obtenido para el almidón estándar (papa), éste tuvo también cinco picos de fuerte intensidad para los ángulos 2-Theta: 17.4°, 20.2°, 23.2°, 26.1° y 28.3°, siendo estos resultados muy similares a los presentados por las dos variedades de mapuey.

FIGURA 3
Difractogramas de almidones nativos de *D. trifida* (mapuey) variedades blanco y morado y almidón estándar de papa



Poder de hinchamiento, solubilidad y absorción de agua del almidón

Durante la gelatinización, el gránulo de almidón se hincha, sufre ruptura y simultáneamente se libera al exterior la amilosa que se encontraba dentro del gránulo, formando una red tridimensional. El hinchamiento del almidón es la propiedad relacionada con su contenido de amilopectina, actuando la amilosa como un diluyente e inhibidor del hinchamiento (21).

En la Tabla 4 se muestran los resultados correspondientes al poder de hinchamiento, solubilidad y absorción de agua, de los almidones. Este estudio reveló, como era de esperarse, que los valores de poder de hinchamiento incrementaran con el aumento de la temperatura, presentándose el mayor valor a los 95° C; siendo más alto para el mapuey blanco, lo cual se confirma por su mayor contenido en amilopectina.

TABLA 4
Propiedades fisicoquímicas del almidón nativo de *D. trifida* (mapuey) variedades blanco y morado

Temperatura (°C)	Poder de Hinchamiento ¹		Solubilidad ¹ (g/100g)		Absorción de agua ¹ (g/100g)	
	Variedad blanco	Variedad morado	Variedad blanco	Variedad morado	Variedad blanco	Variedad morado
60	3,76 ± 0,52	3,66 ± 0,15	0,79	0,23 ± 0,16	2,76 ± 0,52	2,66 ± 0,16
65	3,28 ± 0,08	3,64 ± 0,30	1,45 ± 0,12	0,24 ± 1,41	2,28 ± 0,08	2,64 ± 0,30
70	4,50 ± 1,24	3,18 ± 0,60	1,82 ± 2,18	0,94 ± 0,16	3,50 ± 1,24	2,18 ± 0,60
75	7,93 ± 1,85	4,18 ± 0,28	3,21 ± 0,19	1,00 ± 0,003	6,93 ± 1,85	3,18 ± 0,28
80	13,17 ± 1,15	9,09 ± 0,19	3,77 ± 0,25	4,70 ± 0,18	12,17 ± 1,15	8,09 ± 0,19
85	16,25 ± 0,58	11,97 ± 1,83	5,09 ± 0,24	5,21 ± 1,37	15,25 ± 0,58	10,97 ± 1,83
90	19,36 ± 0,60	15,48 ± 1,38	7,08 ± 1,85	8,08 ± 4,39	18,36 ± 0,60	14,48 ± 1,38
95	22,34 ± 0,35	18,05 ± 2,66	9,89 ± 3,18	11,32 ± 6,28	21,34 ± 0,35	17,05 ± 2,66

¹Valor promedio ± desviación estándar (n= 3)

Como un resultado directo del hinchamiento del gránulo, hay un incremento en la solubilidad del almidón. Los valores de solubilidad, entre 60 y 95°C aumentaron con el incremento de la temperatura para las dos variedades. El mayor grado de solubilidad a 95°C se observó en el mapuey morado (Tabla 4). Este incremento en la solubilidad podría atribuirse al mayor contenido de amilosa en esta variedad, debido a que estas moléculas se solubilizan y salen al exterior del gránulo de almidón hinchado (24).

La capacidad de absorción de agua y la temperatura de gelatinización son características específicas de cada almidón en particular y dependen de diversos factores como por ejemplo el tamaño de los gránulos, relación amilosa/amilopectina, fuerzas intra e intermoleculares, entre otras. La capacidad de absorción de agua de los gránulos de almidón en las dos variedades aumentó con el incremento de la temperatura, presentándose el mayor incremento entre 75 y 80°C; a su vez, ésta fue mayor para el almidón de mapuey blanco (Tabla 4).

Las variaciones en la capacidad de absorción de agua podrían ser atribuidas a la existencia de proporciones diferentes de regiones cristalinas y amorfas dentro de los gránulos de almidón, así los gránulos con muchas zonas amorfas, débilmente asociadas, presumiblemente deberían absorber más agua y viceversa.

Comportamiento reológico de la suspensión de almidón

El comportamiento reológico de las suspensiones de almidón de mapuey blanco y morado, a la concentración de 8 %, se muestra en la Tabla 5.

TABLA 5

Características viscosigráficas de las suspensiones de almidón de *D. trifida*, (mapuey) variedades blanco y morado (8.0g/ 100 ml)

Parámetros	Variedad blanco	Variedad morado
A= Comienzo de la gelatinización (° C)	75, 1	77,5
B= Máxima viscosidad (UB)	3660	3487
C= Viscosidad a 95° C (UB)	3412	3417
D= Viscosidad a 95° C x 5 min. (UB)	2236	2361
E= Viscosidad a 50° C (UB)	2710	2831
F= Viscosidad a 50° C x 1 min. (UB)	2785	2918
Estabilidad o "Breakdown" (B - D)	1424	1126
Asentamiento o "Setback" (E - B)	- 950	- 656
Consistencia o "Setback total" (E - D)	474	470

UB = Unidades Brabender

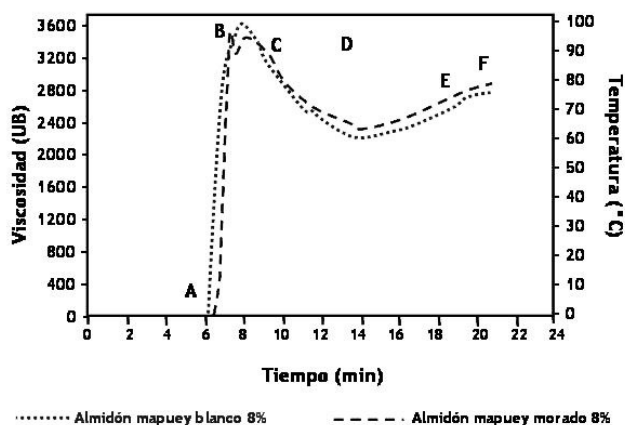
La temperatura de gelatinización es un índice del ordenamiento (asociación) intragranular, por lo que mientras mayor

sea este valor, mayor será el grado de asociación entre las macromoléculas en el interior del gránulo de almidón (20,25). En este estudio, el mapuey morado tiene una temperatura de gelatinización ligeramente mayor que la variedad blanco. Esa diferencia pudiera atribuirse a la relación amilosa/amilopectina, pH, origen botánico o tamaño del gránulo, entre otros factores. Los gránulos de mapuey morado resultaron ser más pequeños (30,33 -16,67 μm) que los de mapuey blanco (34,15-21,39 μm); al ser más pequeños son más resistentes a la ruptura y pérdida del orden molecular; de allí que la temperatura de gelatinización sea más elevada. La máxima viscosidad (B) fue observada en el almidón de mapuey blanco a 88° C y 7:50 min.; mientras que en el mapuey morado fue a 9°C y 8:20 min. (Figura 4); lo que hace suponer que la suspensión de almidón de mapuey morado no es de muy fácil cocción. De acuerdo a los resultados, se puede concluir que los gránulos de la suspensión de almidón de mapuey blanco, tienen mayor capacidad de hinchamiento, lo cual se corresponde con la mayor capacidad de absorción de agua obtenida y por ende una mayor disrupción granular, produciéndose más componentes lixiviados hacia el medio circundante y una mayor viscosidad en la pasta formada. Durante el tiempo en el cual la temperatura se mantuvo a 95°C por 5 min, la viscosidad del sistema disminuyó gradualmente alcanzando 2236 Unidades Brabender (UB) en el mapuey blanco (Tabla 5). Esto es debido posiblemente a que las moléculas de almidón solubles se orientan en la dirección en la cual es agitado el sistema, originándose una disminución en la viscosidad, fenómeno conocido como "Shear Thining" (25). En el mapuey morado este descenso llegó a 2361 UB. En la Tabla 5, se observan también los valores de Estabilidad (Breakdown). En el almidón de mapuey blanco este valor fue superior al morado. Esto confirma nuevamente la mayor capacidad de hinchamiento que tienen los gránulos de mapuey blanco, su menor estabilidad durante la cocción, lo cual se ve reflejado al mostrar una marcada disminución de la viscosidad una vez alcanzado el valor máximo (Figura 4). De ello se puede inferir que los gránulos son muy frágiles y se destruyen fácilmente con la pérdida de viscosidad en el sistema. Esta fragilidad se observa más pronunciadamente en el mapuey blanco, sus gránulos presentan mayor tamaño y se destruyen más fácilmente ya que son más susceptibles a la ruptura por las fuerzas térmicas o mecánicas aplicadas, indicando que las fuerzas de enlaces entre los gránulos de almidón no son tan fuertes. Por otra parte, se produjo un aumento en la viscosidad al final del período de enfriamiento (E) y al final del proceso (F) para cada una de las suspensiones de los almidones en estudio (Tabla 5). Este nuevo y gradual incremento de la viscosidad durante el período de enfriamiento es debido a que se restablecen los enlaces de hidrógeno entre las moléculas de amilosa y amilopectina, dando lugar a la consistencia tipo gel, además se debe a la pérdida de calor en el sistema y

al proceso de retrogradación que se genera. El incremento de la viscosidad durante el período de enfriamiento indica una tendencia de varios constituyentes presentes en la pasta caliente (gránulos hinchados, fragmentos de gránulos hinchados, moléculas de almidón coloidalmente - y molecularmente - dispersas) para asociar o retrogradar, mientras la temperatura de la pasta disminuye (20).

FIGURA 4

Amilogramas de almidones nativos de *D. trifida* (mapuey), variedades blanco y morado (8.0 g/100 ml)



La suspensión de mapuey morado presentó el mayor valor de viscosidad a 50° C; este hecho probablemente se debe al rearrreglo lineal que adquieren las moléculas de amilosa que fueron liberadas por los gránulos durante el calentamiento. La diferencia de la viscosidad a 50° C (E) con respecto a la máxima viscosidad (B) es denominado Asentamiento o Setback (Tabla 5). Para el caso del almidón de mapuey blanco este valor resultó mucho menor (-950 UB) que el mapuey morado (-656UB), por lo que se puede inferir que ambas variedades tienen poca tendencia a la retrogradación, pero el mapuey blanco en menor grado. Este resultado de poca tendencia a retrogradar también se pudo corroborar con la prueba de sinéresis, no observándose en ninguno de los casos. La pasta de almidón obtenida después de la gelatinización no es estable debido a transformaciones estructurales que ocurren durante el almacenamiento y que se denominan retrogradación. La retrogradación es la cristalización de la cadena de almidón en el gel. Cada almidón tiene una tendencia diferente a la retrogradación, la cual está relacionada con su contenido de amilosa, la longitud de esta molécula y el estado de dispersión de las cadenas lineales. En el caso del almidón de mapuey morado, éste tiene mayor contenido de amilosa, por lo que presenta mayor tendencia a retrogradar.

La consistencia es la diferencia entre la viscosidad al final del período de enfriamiento (E) y la viscosidad al final del

período de calentamiento (D). Este parámetro está relacionado con el contenido de amilosa de un almidón al enfriarse y da una idea de la consistencia del gel (2).

Los valores de consistencia obtenidos para las suspensiones de almidón en estudio fueron 474 UB para el mapuey blanco y 470 UB para el mapuey morado, resultando estos valores muy similares entre sí (Tabla 5).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las harinas obtenidas a partir de *Dioscorea trifida* L (mapuey), variedades blanco y morado, son fuentes potenciales de nutrientes representando ambas, una posible alternativa de uso como sustitutos parciales o totales en la elaboración de productos alimenticios. El almidón obtenido de la variedad blanco es de fácil cocción por lo que podría pensarse en su incorporación en formulaciones de productos donde se requiere el desarrollo de una rápida viscosidad y menos tendencia a la retrogradación.

REFERENCIAS

1. Montaldo A, Montilla JJ, Perdomo D, Luciani JF, Mantilla JE. Investigación y mejora de los cultivos de raíces y tubérculos en Venezuela. Rev Fac Agron (Maracay)1992;18:1-19.
2. Tovar ME. Aprovechamiento integral del mango (*Mangifera indica* L.), Caracterización del almidón extraído de la semilla de mango de las variedades Hilacha, Sprongfels y Ford. Trabajo Especial de Grado, Facultad de Ciencias, Escuela de Biología, Universidad Central de Venezuela, Caracas. 1999.
3. Hernández Y, Trujillo GE. Bacteriosis en mapuey (*Dioscorea trifida* L.). Rev Fac Agron. (Maracay) 1993;19:87-98.
4. Rincón AM, Padilla FC, Tillet S. *Myrosma canifolia*, chemical composition and physicochemical properties of the extracted starch. J Sci Food Agric 1999;79 (4): 532-536.
5. Association of Official Analytical Chemists (AOAC). Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists International. 17th Edition. Editor Horwitz, W. Maryland, USA. 2000.
6. American Association of Cereal Chemists (AACC). 1995. Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. Ninth Edition. Ed. AACC. St. Paul, Minnesota, USA.
7. Rincón AM. Modificación por extrusión y deshidratación por doble tambor de almidones de granos de amaranto y canavalia. M.S. Tesis. Postgrado Interfacultades en Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad Central de Venezuela, Caracas. 1993.
8. Schoch TJ. 1964. "Fatty substances in starch" in: Methods in Carbohydrate Chemistry. Vol. IV. Ed. Whistler R. L. Ed. Academic Press. New York, USA. pp. 56-61.
9. Ratnayake WS, Hoover R, Shahidi F, Perera C. Jane J. Composition, molecular structure, and physicochemical properties of starches from four field pea (*Pisum sativum* L.) cultivars. Food Chem 2001;4: 189-202.
10. Whistler RL. "Swelling Power" in "Methods in Carbohydrate Chemistry". Vol II. Ed. cademic Pres. New York, USA. 21964.

11. Anderson RA. Water Absorption and Solubility and Amilograph Characteristic of roll cooked small grain product. *Cereal Chem* 1982;59:265-269.
12. Rincón CA, Pérez SE. Characterization of Drum Drying Pregelatinized Amaranth Starch. *Rev Facultad de Farmacia* 2002;65(2): 39-45.
13. Tabla de Composición de Alimentos para uso práctico. 2001. Ministerio de Salud y Desarrollo Social. Instituto Nacional de Nutrición. Publicación N° 54. Serie Cuadernos Azules. Caracas, Venezuela.
14. Rincón AM, Araujo de VC, Carrillo de PF, Martín E. Evaluación del posible uso tecnológico de algunos tubérculos de las dioscoreas: ñame congo (*Dioscorea bulbifera*) y mapuey (*Dioscorea trifida*). *Arch Latinoamer Nutr* 2000;50(3):286-290.
15. Blanco-Mstzler A, Tovar J, Fernández-Piedra M. Caracterización nutricional de los carbohidratos y composición centesimal de raíces y tubérculos tropicales cocidos, cultivados en Costa Rica. *Arch Latinoamer Nutr* 2004;54(3):322-327.
16. Otto T, Baik B-K, Czuchajowska S. Microstructure of seed, flours and starches of legumes. *Cereal Chem* 1997;74(4): 445
17. García-Alonso A, Jimenez-Escrig A, Martín-Carrón N, Bravo L, Saura-Calixto F. Assessment of some parameters involved in the gelatinization and retrogradation of starch. *Food Chem* 1999;66:181-187.
18. Carcea M, Cubadda R, Acquistucci R. Physicochemical and Rheological Characterization of Sorghum Starch. *J Food Sci* 1992;57(4):1024-1025-1028.
19. Requena. Efecto del grado de acetilación sobre las propiedades fisicoquímicas y reológicas del almidón de arroz (*Oryza sativa* L.). Trabajo Especial de Grado, Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Facultad de Ciencias, Escuela de Biología, Universidad Central de Venezuela, Caracas. 2003.
20. Singh N, Singh J, Kaur L, Singh SN, Singh GB. Morphological, thermal and rheological properties of starches from different botanical sources. *Food Chem* 2003;81:219-231.
21. Karim AA, Norziah MH, Seow CC. Methods for the study of starch retrogradation. *Food Chem* 2000; 71:9-36.
22. Zobel HF. Molecules to granules: A comprehensive starch review. *Starch/Stärke* 1988;40(2):44-50.
23. Gallant D, Bewa H, Buy QH, Bouchet B, Szylit O, Sealy L. On Ultrastructural and Nutritional Aspects of Some Tropical Tuber Starches. *Starch Stärke* 1982;34 (8):255-262.
24. Rincón AM. Estudio del "Guapo" (*Myrosma cannifolia*) y del "Pan de Árbol" (*Artocarpus altilis*), cultivos no convencionales con posible potencial agroalimenticio e industrial. Trabajo de Ascenso. Facultad de Farmacia. Universidad Central de Venezuela. 2000.
25. Hosney. Principles of cereal science and technology. Published by the American Association of Cereal Chemists, Inc, St. Paul, Minnesota, USA. 1986.

Recibido: 03-11-2006

Aceptado:30-01-2007

NUEVOS LIBROS

Energía y macronutrientes en la Nutrición del Siglo XXI

Maria Luz Pita Martin de Portela.

Octubre 2006. La Prensa Médica Argentina.

Junín 845. CP 1113. Buenos Aires, Argentina.

presmedarg@hotmail.com

ISBN: 10.950-9250-23-6 13:978-950-9250-23-9

El párrafo que sigue, extractado del Prólogo escrito por la Dra. Maria Esther Rio de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires, es acertada presentación del texto que hoy damos a conocer .

“Los avances en el campo de los *macronutrientes*, han sido enormes en las últimas décadas: hoy sabemos mucho más sobre las necesidades de energía; las funciones no energéticas de los lípidos han modificado los conceptos que sobre ellos teníamos y los carbohidratos han dejado de ser *la cenicienta de la nutrición* y debieron dividirse para poder ser estudiados en profundidad. Por último, las proteínas han recorrido un curioso camino que nos lleva del nitrógeno a los aminoácidos y sus funciones específicas. Los nuevos conocimientos han inclusive llevado a modificar la jerga que era propia de la Nutrición en sus orígenes.

Todo este panorama ha sido incorporado en este libro en el que se ha buscado no solo proporcionar información sino también hacer llegar a sus lectores la atmósfera de cambio permanente en la que se encuentra inmersa la ciencia en general y la de la Nutrición en particular. “

“... creemos que hemos logrado escribir un texto que es a la vez actualizado y comprensible y esperamos que esa sea la experiencia de nuestros lectores.”

Contenido

Introducción

Capítulo 1: ENERGÍA

Capítulo 2: HIDRATOS DE CARBONO

Capítulo 3: FIBRA

Capítulo 4: LÍPIDOS

Capítulo 5: PROTEÍNAS

Anexo 1:

METODOLOGÍA PARA EVALUAR LA CALIDAD DE LAS PROTEÍNAS

Anexo 2:

PROBLEMAS DE APLICACION

Coautores

Profesoras y docentes de la Cátedra de Nutrición, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Dra. María Esther Río

Dra. María Elena Sambucetti

Dra. Dra. Sara J Closa

Dra. Nora H Slobodianik

Dra. Silvia H Langini,

Dra. Liliana Zago

Dra. Anabel Pallaro,

Dra. Inés Fernández

Dra. Ana Lía Felipoff