



Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Organo Oficial de la
Sociedad Latinoamericana de Nutrición

VOL 50

DICIEMBRE 2000

Nº 4

Contenido

Paginas

ARTICULOS GENERALES

Relação de alguns suplementos nutricionais e o desempenho físico
Mariana de Rezende Gomes, Julio Tirapegui 317

TRABAJOS DE INVESTIGACION

Nutrición Humana

Contenido y absorción del calcio proveniente de la dieta del noroeste de México. Una retrospectiva
bibliográfica
Rosa Olivia Méndez E., C. Jane Wyatt 330

La adaptación y validación de una escala de seguridad alimentaria en una comunidad de Caracas
Venezuela
Paulina Lorenzana Albert y Diva Sanjur 334

Bioquímica Nutricional

Avaliação da eficácia da suplementação com melação na dieta de ratos normais e depletados
M.J. de C. C. Costa, L.H.M. Moraes, F.M. Bion, M.A.A.Rivera, L.S.A.Moura, M.L.Conceição 341

Dietas à base de arroz e feijão aumentam a atividade plasmática e hepática da gama-glutamyltranspeptidase em ratos jovens Ida Maria Vianna de Oliveira , Elizabeth Fujimori , Luciana da Silva	346
Ciencia de Alimentos	
Evaluación de leches UHT comerciales y optimización del proceso industrial Ricardo Simpson R., Maite Jiménez P., Mauricio Vega F., Alejandro Romero M. y Marcia Costa L.	353
Tecnología para la utilización integral de la levadura de cerveza en la industria alimenticia Miguel A. Otero, Agustín Cabello, María C. Vasallo, Lourdes García y Juan López	361
Aplicación de un proceso de cocimiento dieléctrico en la elaboración de harinas instantáneas de maíz amarillo para preparación de frituras de masa y tortillas Marcela Gaytán Martínez, Fernando Martínez-Bustos y Eduardo Morales Sánchez	366
Tecnología de Alimentos	
Nutritional composition and vitamin C stability in stored camu-camu (<i>Myrciaria dubia</i>) pulp Karin Cristiane Justi, Jesu Vergílio Visentainer, Nilson Evelázio de Souza & Makoto Matsushita	374
Caracterización funcional y bioquímica de la carne del manto de jibia (<i>Dosidicus gigas</i>) Lilian Abugoch J., Abel Guarda M., Luz María Pérez R. y M. Isabel Donghi V.	380
Elaboración de galletas con una mezcla de harina de trigo y de plátano verde Ronald Maldonado y Emperatriz Pacheco de Delahaye	387
Latin Foods. Composición de Alimentos	
Vegetales silvestres sub explotados del Chaco argentino y su potencial como recurso alimenticio Marcelino R. Freyre, Claudia M. Baigorria, Víctor.R. Rozycki,Cecilia M. Bernardi, Margarita Charpentier	394
Composición química de carne de ganado bovino criollo Norma Farfán, Daniela Juarez, Analía Rossi, Norma Sammán.....	400
Nutritional value of mung bean (<i>Vigna radiata</i>) as effected by cooking and supplementation Nighat Bhattay, A. H. Gilani, Saeed Ahmad Nagra	405
Análisis comparativo proximal y de minerales entre carnes de iguana, pollo y res Lilia Arenas de Moreno, Argelis Vidal, Diana Huerta-Sánchez, Yannellys Navas, Sojn Uzcátegui-Bracho y Nelson Huerta-Leidenz	409
NUEVOS LIBROS	416
INDICE GENERAL DEL VOLUMEN 50, 2000	417
INDICE DE AUTORES	421
INDICE DE MATERIAS	428

Archivos Latinoamericanos de Nutrición

Official Publication of the
Latin American Society of Nutrition

VOL 50

DECEMBER 2000

N° 4

Contents

	Pages
GENERAL ARTICLES	
Relation of some nutritional supplements and physical performance Mariana de Rezende Gomes, Julio Tirapegui	317
RESEARCH PAPERS	
Human Nutrition	
Content and absorption of calcium in diets of Northwestern Mexico: a look at the literature Rosa Olivia Méndez E., C. Jane Wyatt	330
The process of adapting and validating a perceived household food security scale in a poor community Paulina Lorenzana Albert and Diva Sanjur	334
Nutritional Biochemistry	
Efficacy of adding molasses to the diet of normal and depleted rats M.J. de C. C. Costa, L.H.M. Moraes, F.M. Bion, M.A.A.Rivera, L.S.A.Moura, M.L.Conceição	341
Rice and bean diets increase hepatic and plasmatic activity of gammaglutamyltranspeptidase in growing rats Ida Maria Vianna de Oliveira , Elizabeth Fujimori , Luciana da Silva	346

Food Science

Evaluation of commercial UHT milk and optimization of industrial process
Ricardo Simpson R., Maite Jiménez P., Mauricio Vega F., Alejandro Romero M. and Marcia Costa L. 353

Technology for the whole utilization of brewer's yeast in food industry
Miguel A. Otero, Agustín Cabello, María C. Vasallo, Lourdes García and Juan López 361

Application of dielectric cooking to produce instant maize flour for corn and tortilla chips
Marcela Gaytán Martínez, Fernando Martínez-Bustos and Eduardo Morales Sánchez 366

Food Technology

Nutritional composition and vitamin C stability in stored camu-camu (*Myrciaria dubia*) pulp
Karin Cristiane Justi, Jesú Vergílio Visentainer, Nilson Evelázio de Souza & Makoto Matsushita 374

Biochemistry and functional characterization of squid mantle meat (*Dosidicus gigas*)
Lilian Abugoch J., Abel Guarda M., Luz María Pérez R. and M. Isabel Donghi V. 380

Elaboration of a formula of cookies with a flour mixture of wheat/green plantain
Ronald Maldonado and Emperatriz Pacheco de Delahaye 387

Latin Foods. Food Composition

Suitability of wild underexploited vegetables from the Argentine Chaco as a food resource
Marcelino R. Freyre, Claudia M. Baigorria, Víctor.R. Rozycki, Cecilia M. Bernardi, Margarita Charpentiero ... 394

Chemical composition of creole cattle meat
Norma Farfán, Daniela Juarez, Analía Rossi, Norma Sammán..... 400

Nutritional value of mung bean (*Vigna radiata*) as effected by cooking and supplementation
Nighat Bhatti, A. H. Gilani, Saeed Ahmad Nagra 405

Comparative proximate and mineral analysis of iguana, poultry and beef meats
Lilia Arenas de Moreno, Argelis Vidal, Diana Huerta-Sánchez, Yannellys Navas,
Soján Uzcátegui-Bracho and Nelson Huerta-Leidenz 409

NEW BOOKS 416

GENERAL INDEX OF VOLUME 50, 2000 417

AUTHOR INDEX 421

SUBJECT INDEX 428

Relação de alguns suplementos nutricionais e o desempenho físico

Mariana de Rezende Gomes e Julio Tirapegui

Laboratório de Nutrição. Faculdade de Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo

RESUMO. Muitos atletas e praticantes de atividade física vem consumindo os mais diversos suplementos afim de obterem melhor forma física e desempenho em competições. Com isso estudos vem sendo feitos para determinar se estes suplementos realmente promovem efeitos ergogênicos. A creatina parece estar relacionada com aumento do desempenho em exercícios intermitentes de alta intensidade, a carnitina com a melhora da capacidade aeróbia estimulando a utilização da gordura como substrato energético durante os exercícios de longa duração e o bicarbonato com o aumento do pH sanguíneo prorrogando a fadiga em exercícios semelhantes aos indicados para creatina. Outros suplementos como cromo e aminoácidos de cadeia ramificada estão também envolvidos nas alterações de composição corporal como ganho de massa magra e perda de gordura corporal. A maior parte dos efeitos causados por esses suplementos durante a atividade física ainda não está totalmente elucidada na literatura, bem como seus efeitos colaterais. **Palavras chaves:** Suplementação, desempenho físico, creatina, carnitina, aminoácidos de cadeia ramificada, bicarbonato de sódio, cromo.

SUMMARY. Relation of some nutritional supplements and physical performance. Many athletes and active people have consumed a large variety of supplements in order to get a good shape or a better performance in competitions. Due to this, several studies have been carried out to determine if these supplements are in fact ergogenic aids. Creatine seems to be related to the performance enhance in high intensity intermittent exercises. Carnitine might probably improve the aerobic capacity by stimulating lipid oxidation on muscle cells during long term exercise. Bicarbonate is thought to increase blood pH delaying the onset of peripheral fatigue in high intensity exercises of short duration and strength training. Some other supplements like branched-chain amino acids and chromium are also involved in body composition changes as a gain of fat free mass and loss of fat mass. The effects caused by these supplements during physical activity have not been fully described in literature yet as well as their side effects.

Key words: Supplementation, physical performance, creatine, carnitine, branched-chain amino acids, sodium bicarbonate, chromium.

INTRODUÇÃO

A suplementação vem se tornando cada vez mais comum no meio esportivo. Isto porque os atletas ou mesmo as pessoas que praticam atividade física estão visando um melhor rendimento e/ou ganho de saúde e forma física. Muitos suplementos ditos ergogênicos são baseados em dados obtidos com animais de laboratório (1) e pouco se pode extrapolar para o ser humano garantindo os mesmos benefícios. Estudos dentro de um mesmo elemento trazem os mais diversos resultados e argumentos por parte dos autores, logo a comparação entre esses estudos se torna difícil em função dos diferentes protocolos utilizados. Nesta revisão serão abordados alguns dos suplementos mais discutidos ultimamente (creatina, aminoácidos de cadeia ramificada, L-carnitina, bicarbonato de sódio e cromo) no que diz respeito aos mecanismos de ação desses compostos no organismo e aos resultados de pesquisas recentes relacionando-os com a prática esportiva.

Creatina

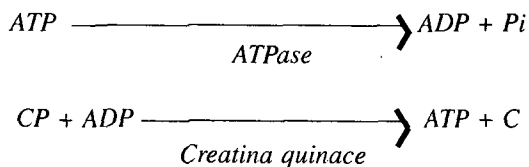
A creatina é um composto nitrogenado derivado do aminoácido glicina (N-[aminoiminomethyl]-N-methylglycine) e pode ser encontrado em alimentos de origem animal principalmente nas carnes vermelhas ou então ser sintetizado no organismo pelos rins, fígado e pâncreas a partir dos aminoácidos glicina, arginina e metionina (2-4). A maior reserva de creatina do organismo está nos músculos esqueléticos (95%), tanto na forma livre como na forma de creatina-fosfato (CP) representando de forma absoluta entre 120 e 140 g (3). As reservas de CP se esgotam rapidamente durante o exercício, sendo responsáveis pelo declínio do desempenho, mesmo não ocorrendo redução significativa do conteúdo de glicogênio muscular (5). Aproximadamente 2/3 do "pool" de creatina muscular está sob a forma de creatina fosfato e em uma concentração 3 a 4 vezes maior que a reserva de ATP (adenosina trifosfato), a forma de energia utilizada para contração muscular (6).

O "turnover" diário de creatina é aproximadamente 2g

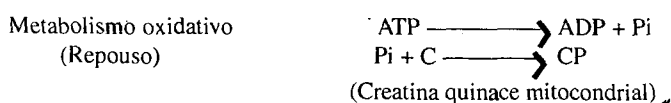
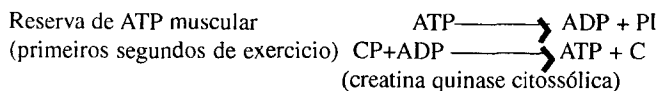
em um homem de 70 kg, enquanto a ingestão média corresponde a 1 g/dia (2-7).

A concentração plasmática de creatina está entre 40 e 100 $\mu\text{mol.L}^{-1}$ (3) enquanto a muscular é em média 125 mmol/kg de músculo seco limitando-se em 150-160 mmol/kg de músculo seco, ou seja dificilmente as reservas de creatina superam esses valores (4). A suplementação seria eficaz quando os estoques de creatina muscular fossem inferiores à 120 mmol/kg de músculo seco (8,9) e o aumento desses estoques ocorre em fibras do tipo II. (2-4).

Nos exercícios de alta intensidade e curta duração a reserva de ATP é hidrolizada rapidamente no citoplasma da célula, mas não atinge um nível zero, é observado em humanos uma queda de 25 a 30% da concentração inicial no momento da fadiga (10). O composto creatina fosfato está no músculo servindo como um reservatório de fosfato de alta energia, assim conforme a reserva de ATP vai sendo hidrolizada a creatina quinase vai transferindo fosfatos das CPs para as moléculas de ADP, resintetizando o ATP até 30 segundos de exercício (4,6). O nível basal de ATP, que está por volta de 24 mmol/kg, não pode diminuir mais que 30% para não comprometer o mecanismo de contração muscular, daí a importância da ressíntese de ATP imediata pela quebra da CP (6). Contudo, além de manter níveis elevados de ATP intracelular a hidrólise da CP libera 10,3 kcal/mol de energia enquanto a energia livre da hidrólise do ATP é igual a 7,3 kcal/mol (2).



A creatina livre originada da ressíntese do ATP pode se transformar em creatinina e cair na circulação sanguínea, sendo posteriormente excretada pelos rins. Entretanto se houver participação do metabolismo oxidativo (utilização de gorduras e carboidratos como substratos energéticos) durante o exercício, no repouso os ATPs que “sobraram” provenientes desta via são hidrolizados no interior da mitocôndria liberando fosfatos que vão reconstituir a molécula de creatina fosfato através da ação da enzima creatina quinase mitocondrial (3,6).



Uma maior disponibilidade de creatina fosfato no músculo pode influenciar a geração de energia durante exercícios de alta intensidade e curta duração acelerando a ressíntese de ATP (10). Essa maior disponibilidade está relacionada com uma maior concentração de creatina fosfato muscular que pode ser alcançada através da suplementação de curta duração (20-30 g/dia – 1 semana) ou prolongada (5 g/dia – semanas) (1-3,6,7,11). Esse aumento dos estoques de creatina muscular pode variar entre 10 e 20% para creatina livre e entre 20 e 40% sob a forma de CP (11).

A suplementação de 25 g/dia dividida em 5 doses de 5 g por 7 dias não mostrou eficácia em promover maior desempenho em 3 tiros de corrida de 60m no estudo de Redondo et al. (7). Isto pode ser explicado pelo fato desses autores não terem medido o nível basal de creatina muscular antes do teste. O efeito ergogênico é dado pelo aumento da concentração de creatina muscular que ocorre por sua vez, quando os estoques estão reduzidos, pois a capacidade de captação de creatina pela fibra muscular é limitada. Visto isso, os autores levantam a hipótese de que os atletas que não responderam à suplementação de creatina provavelmente estavam com seus estoques repletos antes da suplementação (7).

Burke et al. (8) também não observaram resultados ergogênicos em nadadores de elite suplementados com 4 doses de 5 g/dia por 5 dias que se submeteram a uma única sessão de velocidade de 25, 50 e 100 m. Os autores descrevem que fatores como o desconhecimento da concentração de creatina muscular antes do teste e as variações de condição de treinamento podem interferir no aproveitamento da creatina ingerida, mas argumentam que estes podem não ser fatores limitantes para a resposta ergogênica em um “sprint” único entre 25-100 m (12-60s). A suplementação de creatina pode ser efetiva para testes de repetidas séries de alta intensidade e curta duração com pequenos intervalos entre elas (menos de 1 minuto), mas que por outro lado não refletiriam situações de competição como esta (8).

O mesmo resultado foi observado por Peyrebrune et al. (12) confirmando a argumentação de Burke et al. (8). Em um estudo feito com nadadores, Peyrebrune et al. (12) testaram o desempenho de atletas de elite em um único “sprint” de 50 jardas e em uma série de 8 “sprints” de 50 jardas com intervalo de 1 minuto e 30 segundos entre eles. A suplementação de creatina foi de 9 g/dia por 5 dias. Mesmo sem o conhecimento das concentrações de creatina pré-exercício, os autores descrevem que a retenção da creatina suplementada durante os cinco dias foi elevada, cerca de 67% ou aproximadamente 26 g evidenciada pelos dados de análise urinária. As respostas metabólicas para ambas situações foram similares, porém o desempenho durante os “sprints” repetidos foi mais veloz após a suplementação de creatina. Os resultados encontrados por estes autores em

relação ao desempenho de um único "sprint" coincidem com a argumentação de Burke et al. (8), de que a suplementação de creatina em séries repetidas levaria a um ganho de performance, como foi observado por Peyrebrune et al. (12). O efeito do aprimoramento do desempenho nas séries repetidas pode ter sido dado pelo aumento da creatina muscular que propiciaria maior ressíntese de CP refletida nas maiores concentrações desta nas últimas séries. Sem a suplementação o conteúdo de CP assim como a ressíntese desta diminuem, pelo intenso consumo para a formação de ATP ao longo das séries, o que reflete em uma queda na ressíntese do próprio ATP, ocasionando a fadiga. Por outro lado, nos exercícios de uma única série esses estoques poderiam não se depletar o suficiente para se beneficiarem do aumento da concentração de CP muscular dada pela suplementação. Outro fato que poderia explicar um aumento do desempenho em exercícios de séries repetidas seria uma maior captação de íons H^+ para ressíntese da CP. Durante o processo de ressíntese tanto de ATP quanto de CP há necessidade de incorporação de H^+ e um aumento no "turnover" de creatina fosfato aumentaria o consumo desses íons impedindo a queda de pH do meio, melhorando a capacidade de tamponamento muscular e retardando a fadiga (6,12,13). Contudo, as alterações de pH sanguíneo forma similares para os grupos suplementados e controles. Níveis de amônia também podem estar aumentados em função da desaminação do AMP em exercícios de alta intensidade, e servirem como um dos parâmetros para medir a taxa de ressíntese de ATP, porém neste estudo não houve diferença entre os grupos (12).

O efeito da suplementação de 20 g/dia de creatina fosfato por 7 dias para um teste de dois tiros de 700m (90-120s) de corrida não refletiu em melhor desempenho para nenhum dos atletas participantes. Neste estudo os autores argumentam que o aumento dos níveis de creatina muscular não garantiram um melhor desempenho devido, ao menos em parte, pelo curto intervalo relativo de descanso entre as séries o qual consistia de 60 minutos, menor que de outros eventos atléticos, mas bem maior que os citados até agora e sugerido por Burke et al. (8) para que a suplementação de creatina surta efeitos positivos (13). Em corredores de 150 m ("sprinters") a suplementação de 25 g/dia/3dias também não resultou em aumento de desempenho (13). Snow et al. (15) também não obtiveram o mesmo resultado em 20s de "sprint" em bicicleta ergométrica com indivíduos não treinados suplementados com 30 g de creatina/dia/5dias. Bem como, não houve diferença entre os grupos no que diz respeito à degradação muscular e acúmulo de metabólitos durante o exercício e recuperação apesar de haver aumento significativo no total de creatina muscular.

Por outro lado em diferentes durações de "sprints" únicos (90,150 e 300s) em bicicleta ergométrica, McNaughton et

al. (16) encontrou resultados positivos da suplementação de 20 g/dia/5dias no aumento do desempenho de indivíduos jovens não treinados.

Vandebuerie et al. (17) estudaram os efeitos da suplementação de creatina antes e durante um exercício com protocolo de endurance acrescido de 5 "sprints" finais de 10 s cada. Os resultados obtidos demonstraram que a dosagem de creatina de 25 g/dia por 5 dias aumentou a potência para os "sprints" finais do exercício em cerca de 8 a 9%, após o protocolo de endurance de 2 horas e 30 minutos pedalando abaixo do limiar anaeróbio. Isto indica que mesmo após um esforço de endurance a suplementação de creatina é capaz de aprimorar uma fase final de alta intensidade prioritariamente anaeróbia. Surpreendentemente, a administração de 5 g/h durante os 5 "sprints" não potencializou o efeito ergogênico da creatina, pelo contrário provocou um efeito dito ergolítico ainda não elucidado (17).

Dosagens menores de creatina podem produzir às vezes os mesmos efeitos de superdoses ou até mais acentuados. Em um estudo a suplementação de 6 g/dia por 5 dias ou 30 g/semana promoveu aumento dos níveis plasmáticos de creatina e creatinina durante o repouso, elevou os picos de potência em 18 % durante o protocolo de exercício de endurance intervalado com fases de maior intensidade e velocidade na bicicleta e diminuiu a queda da glicemia durante o exercício. Contudo não aprimorou o desempenho de endurance isolada (3). Este estudo como o de Vandebuerie et al. (17), vêm demonstrando uma maior eficácia da suplementação de creatina em "sprints" dentro de exercícios de endurance em comparação aos "sprints" isolados, bem como quanto menor o número de repetições destes menor o benefício da suplementação (8,11-13).

O suplemento de creatina fosfato tem sido usado também entre alterofilistas no intuito de ganhar massa muscular e força. A dosagem de 10 g/dia/5dias no estudo de Maganaris & Maughan (18), resultou em uma captação de creatina entre 64 e 66% equivalendo a 30 a 31 g das 50 g oferecidas na suplementação. Contudo, o dado mais importante deste trabalho foi o aumento da contração voluntária máxima (CVM) e resistência isométrica em sustentar as contrações até a fadiga após a ingestão de creatina. Ocorreu ainda aumento da massa magra em 1,7 – 1,8 kg nos indivíduos que participaram do programa de treinamento de força que pode ser dado por aumento da síntese protéica muscular (hipertrofia) ou retenção hídrica (18).

O ganho de massa magra com a suplementação de creatina está entre 0,8 e 3 kg dependendo da duração do experimento, protocolo de exercício e quantidade de creatina oferecida (19).

Kreider et al. (11) também observaram ganho de peso correspondente ao aumento da massa muscular de 0,6 a 1,1 kg, ganho de força e melhor desempenho em 6 "sprints" em

bicicleta ergométrica em jogadores de futebol. A análise dos lipídios séricos trouxe ainda a evidência de que a creatina pode elevar os níveis de HDL e reduzir os níveis de VLDL e triacilgliceróis em indivíduos ativos moderadamente hiperglicêmicos. Esses atletas ingeriram 15 g de creatina por 28 dias e os autores sugerem que a suplementação de creatina por 9-56 dias pode melhorar a qualidade do treinamento levando a um aumento do desempenho em "sprints" e/ou força (11).

O mesmo resultado não foi encontrado por Bermon et al. (20) em 8 semanas de treinamento de força com 52 dias de suplementação, sendo 20 g de creatina monohidratada nos primeiros 5 dias e manutenção de 3 g/dia até o final do experimento. Os indivíduos que participaram do estudo tinham idade média de 70 anos e eram sedentários ou moderadamente ativos, implicando respostas diferentes em comparação à indivíduos jovens e treinados. A distribuição dos tipos de fibras é diferente no idoso evidenciando uma diminuição do conteúdo de fibras do tipo II que poderia explicar a baixa retenção de creatina muscular nestes indivíduos (32-47%). Não foi detectado alterações de composição corporal nem aumento de resistência isométrica (20).

Surpreendentemente a captação de creatina pode ser maior em indivíduos de meia idade em comparação à indivíduos jovens. Smith et al. (21) observaram um maior tempo à exaustão e maior disponibilidade de fosfocreatina muscular durante exercícios de força com a suplementação de 3 g/kg por dia durante 7 dias em indivíduos de meia idade comparando-os com jovens. Na fase de meia idade há uma redução na ressíntese de CP refletindo uma menor concentração desta nas fibras musculares. Contudo, ainda não há um decréscimo significativo das fibras do tipo II, como observado em indivíduos idosos. Com estoques mais baixos que indivíduos jovens e sem decréscimo na quantidade de fibras tipo II como nos idosos o aumento da ressíntese de CP em resposta à suplementação de creatina é mais evidente nos indivíduos de meia idade. Além disso, a hidrólise de CP durante o exercício após a suplementação parece ser maior nos mesmos, sugerindo que uma grande proporção do ATP gerado no trabalho muscular é proveniente da CP. Entretanto os autores argumentam que seus resultados não indicam que a suplementação de creatina eleva a resistência muscular numa magnitude maior em indivíduos de meia idade x jovens (21).

O tempo de dosagem prolongado pode trazer benefícios em exercícios de resistência como os resultados encontrados por Vandenberghe et al. (22) em 10 semanas de ingestão de creatina iniciadas por 4 dias com 20 g/dia e mantido 5 g/dia até a última semana. Houve aumento de força, diminuição de gordura corporal e aumento de performance em exercícios de alta intensidade e curta duração em uma magnitude maior que a superdosagem de 4 dias. Esses resultados são contrários

aos achados por Bermon et al. (20), contudo os participantes escolhidos em ambos estudos eram sedentários demonstrando que o condicionamento físico não interfere nas respostas à suplementação de creatina. Os diferentes resultados reforçam então a argumentação de Bermon et al. (20) de que a ineficácia da suplementação de creatina em seu estudo deve-se ao fato de que idosos possuem um menor conteúdo de fibras do tipo II e portanto menor captação de fosfocreatina.

Poucos estudos relatam os efeitos colaterais das dosagens prolongadas de creatina em atletas e não atletas. Embora muitos efeitos positivos da suplementação de creatina estejam descritos na literatura com indivíduos saudáveis, poucos se preocuparam com seus efeitos deletérios e incluíram em seus trabalhos variáveis clínicas para avaliar algum potencial negativo do uso agudo e crônico da creatina. Em função disso deve-se ter muita cautela antes de se recomendar o uso deste suplemento (23,24). Todavia, mais estudos são necessários para afirmar os efeitos ergogênicos da suplementação de creatina, bem como os transtornos à saúde advindos dos seus efeitos colaterais.

Aminoácidos de cadeia ramificada (leucina, isoleucina e valina)

A suplementação de aminoácidos de cadeia ramificada (AACR) surgiu com a hipótese da fadiga central. Este tipo de fadiga seria causado por um declínio da concentração plasmática de AACR permitindo então, um maior influxo de triptofano livre no cérebro, que por sua vez é precursor do neurotransmissor serotonina ou 5-hidroxitriptamina (5-HT) relacionado ao estado de letargia, cansaço e sono. Os AACR e o triptofano são aminoácidos neutros que competem na barreira hematoencefálica, logo aquele que estiver em maior concentração é transportado para dentro do cérebro. O aumento do triptofano livre durante o exercício deve-se a maior mobilização de gordura que aumenta os níveis de ácidos graxos no plasma que necessitam da albumina para serem carregados. Uma vez estando grande parte da albumina plasmática ligada à esses elementos não restaria albumina suficiente para então carrear o triptofano (único aminoácido que necessita de carreador plasmático) permanecendo este na forma livre (25-27).

Durante a atividade motora prolongada o músculo capta AACR da corrente sanguínea para oxidá-los na geração de energia, logo a ingestão de AACR poderia resultar num aumento de performance por oferecer ao músculo substratos que diminuíssem a necessidade da quebra do glicogênio (1). Da mesma forma reduziria a degradação protéica durante o exercício e aumentaria o ganho de massa magra no repouso (19). A ingestão conjunta de AACR e carboidratos diminuiria a degradação muscular durante o exercício minimizando o catabolismo por aumento da oferta de substratos energéticos (19,26).

Em exercícios prolongados nos quais a temperatura corporal eleva-se significativamente a fadiga poderia ocorrer de forma mais rápida em função da diminuição do volume sanguíneo, maior concentração de lactato plasmático e consumo de glicogênio. Mittleman et al (28) argumentam que a suplementação de AACR nas condições de exercício em altas temperatura reduzem em 50% a relação triptofano livre/AACR que pode por sua vez ser responsável pela prorrogação do aparecimento da fadiga encontrada neste estudo.

Calders et al. (29) observaram uma redução da relação triptofano livre/AACR plasmática e o aumento do tempo à exaustão em ratos que receberam injeção intraperitoneal de uma solução contendo 30 mg de AACR 5 minutos antes do esforço de resistência. Entretanto esses autores descreveram um aumento significativo da concentração sanguínea de amônia durante o exercício, fato também observado em outros estudos (26,30-32).

O aumento da concentração plasmática de amônia pode levar a um aumento do influxo de amônia no cérebro durante o exercício ocasionando a fadiga central por mecanismos ainda não totalmente esclarecidos. Uma das hipóteses seria a da detoxicação, onde a amônia incorporar-se-ia ao glutamato estimulando a síntese de glutamina no sistema nervoso central (SNC). O glutamato por sua vez é responsável pela síntese de GABA (ácido gama-aminobutírico) e ambos atuam como intermediários metabólicos e neurotransmissores. O glutamato é o aminoácido excitatório mais importante que dentre outras funções age no estímulo locomotor e o GABA é considerado o maior neurotransmissor inibitório envolvido na regulação da locomoção pela medula. Se o influxo de amônia no SNC estimula a síntese de glutamina, as concentrações de glutamato e GABA diminuem e seus efeitos sob a regulação motora também, podendo explicar a fadiga (33).

O exercício praticado em maiores altitudes promoveria uma maior degradação protéica e uma perda de peso variando entre 1,1 e 1,8 kg. Nestas situações uma adição diária de AACR poderia minimizar esse catabolismo (34). As concentrações plasmáticas de AACR normalmente diminuídas durante o exercício prolongado mantêm-se e esse efeito preventivo está relacionado com a suplementação dietética de acordo com Bigard et al. (34). Contudo, apesar de mantidos os níveis plasmáticos de AACR, em seu estudo os autores não conseguiram demonstrar alterações significativas de composição corporal (34).

Vukovich et al. (35) não observaram alterações de desempenho ou composição corporal com dosagens baixas de AACR (2,6 g/dia) isoladamente ou combinadas com treinamento de ciclismo.

Com doses muito elevadas (308 mg/kg) o efeito ergogênico parece ser mais significativo em 90 minutos de

exercício dinâmico localizado segundo MacLean et al. (30). Os autores observaram em seu estudo uma elevação significativa da concentração plasmática de AACR acompanhada do aumento da captação desses aminoácidos pelo músculo e da redução dos níveis sanguíneos de lactato. Porém, a liberação de amônia, bem como glutamina e alanina também foi alta (32).

O momento de fadiga em exercícios de longa duração parece estar relacionado com o conteúdo de glicogênio muscular pré-exercício e a oferta de carboidratos durante o mesmo. A oferta de carboidratos na forma líquida durante as provas, além de ter grande praticidade parece não influenciar nas respostas glicêmicas e insulinêmicas de forma significativa (36). Alguns estudos associam a suplementação de AACR com carboidratos no intuito de potencializar o efeito ergogênico dos aminoácidos e poupar glicogênio durante o exercício de endurance. Contudo os resultados encontrados não favorecem esta conduta. Quando a glicose (100 mg) foi administrada antes do exercício o suplemento de AACR (30 mg) não demonstrou efeito adicional no desempenho, enquanto o suplemento de AACR (30 mg) isolado aumentou o tempo à exaustão em ratos (37). A administração de glicose + AACR durante exercício de endurance prolongado de 100 km de bicicleta com ciclistas treinados também não resultou em aumento de desempenho (38). Em outro estudo indivíduos treinados foram submetidos a exercício exaustivo a 75% do VO_2 máx em bicicleta ergométrica após a redução de seus estoques de glicogênio e receberam soluções a 6% de carboidrato e 0,7% de AACR durante o teste. Nenhuma diferença foi encontrada em termos de desempenho entre os grupos que ingeriram só carboidrato e carboidrato + AACR. As concentrações musculares e plasmáticas de AACR aumentaram 35 e 120% respectivamente no grupo que ingeriu AACR + carboidrato, mas não influenciaram a degradação protéica durante o exercício (39).

A redução dos níveis de glicogênio muscular por efeito de jejum não interferiu na concentração plasmática de AACR durante o exercício, mas propiciou um aumento do aparecimento de triptofano livre na circulação sanguínea em função do maior catabolismo protéico e aumento da concentração sanguínea de ácidos graxos livres. Isto refletiu na elevação da relação triptofano livre/AACR plasmática nos indivíduos que iniciaram a atividade com pouca reserva de glicogênio em comparação àqueles que ingeriram carboidrato pré-exercício (40).

Numa situação de "overtraining" (aumento de 40% no volume de treinamento) não houve alteração na relação triptofano livre/AACR, sendo que a fadiga não pode ser relacionada com a hipótese do maior influxo de triptofano livre para o cérebro e dispensaria a suplementação de AACR (41).

Mais estudos ainda precisam ser feitos para afirmar ou

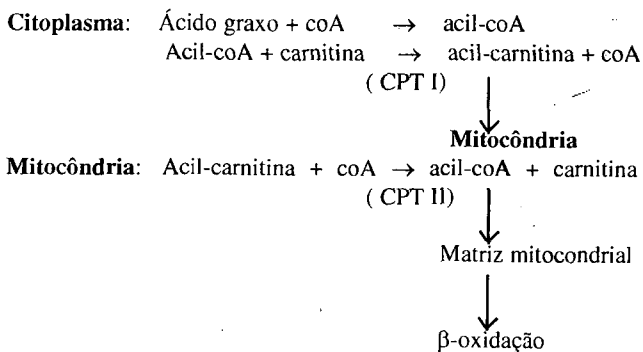
negar os efeitos ergogênicos dos AACR principalmente para exercícios de endurance.

Carnitina

A carnitina é um composto fundamental para o transporte de ácidos graxos de cadeia longa para serem oxidados na mitocôndria. É sintetizada no fígado, rins e cérebro mas também pode ser consumida em alimentos de origem animal, principalmente a carne vermelha. Sua maior concentração endógena está nos músculos esqueléticos (42,43). Sua forma ativa é a L-carnitina (1).

No citoplasma os ácidos graxos de cadeia longa se unem a uma molécula de coenzima A (acil-coA) a qual é impermeável a membrana mitocondrial necessitando então da carnitina para formar um complexo permeável (acil-carnitina) pela ação da enzima carnitina palmitoil transferase I (CPT I). No interior da mitocôndria esse complexo é desfeito e o grupo acil é ligado a uma coenzima A mitocondrial pela enzima carnitina palmitoil transferase II (CPT II), regenerando a molécula de acil-coA que é levada à matriz para então ser oxidada na β -oxidação e dar origem ao acetil-coA para o ciclo de Krebs (44,45).

A carnitina aumenta também a disponibilidade de coenzima A garantindo a funcionalidade do ciclo de Krebs. Uma redução na relação de acetil-coA : coA pode estimular a enzima piruvato desidrogenase aumentando a conversão de piruvato em acetil-coA, o que resultaria numa redução da produção de ácido láctico (1).



A trajetória da carnitina no metabolismo oxidativo levanta a hipótese de que esta promova um possível efeito ergogênico durante o exercício principalmente os de longa duração aumentando a taxa de oxidação de ácidos graxos de cadeia longa e poupando glicogênio (1,44,46). A lipólise começa a se tornar realmente importante quando o exercício ultrapassa 4 horas de duração com uma intensidade abaixo de 70% do VO_2 máx, logo a suplementação de carnitina seria indicada para esportes de ultra-endurance (47).

A biodisponibilidade da carnitina ingerida é cerca de 10 a 15% e os estoques corporais estão estimados em 128 mmol

ou 20 g em indivíduo de 70 kg. Uma dose oral de 2 g/dia pode aumentar 0,12 g diárias no "pool" de carnitina e a suplementação de 8 semanas pode resultar num aumento apenas de 8% desse "pool"(44).

Muitos estudos foram feitos mensurando a capacidade de aumento no VO_2 máx (volume de oxigênio máximo inspirado durante o exercício) dado pela suplementação de carnitina como parâmetro para avaliar alterações no metabolismo oxidativo (48-52). Em três estudos houve aumento do VO_2 máx com dosagens de carnitina de 2 g uma hora antes do exercício (51), 3 g por 3 semanas (50) e 4 g por 2 semanas (48), sendo os dois últimos realizados com atletas competitivos de endurance. Em outros dois, 3 g por 1 semana (52) e 2 g por 2 semanas (49) não produziram qualquer efeito sob a captação máxima de oxigênio durante o exercício.

A administração de 2 g de carnitina 2 horas antes de uma maratona e aos 20 km da mesma foi associada a um aumento da concentração plasmática de carnitina não acompanhada por alteração no tempo percorrido, razão de troca respiratória (RER) e metabólitos plasmáticos (lactato, piruvato, glicose, ácidos graxos livres, glicerol, β -hidroxibutirato), hormônios (insulina, glucagon, cortisol) ou atividade das enzimas creatina quinase e lactato desidrogenase. Isto indica que a utilização de substrato durante a corrida não foi modificada pela suplementação aguda de carnitina (53).

Outro estudo feito com maratonistas a dosagem de carnitina foi prolongada (2 g/dia/6 semanas) entre dois testes de esteira. No segundo, após a suplementação, houve um aumento de aproximadamente 6% na velocidade da corrida acompanhado de um decréscimo no consumo de oxigênio, diminuição do RER e aumento da concentração plasmática de carnitina em relação ao primeiro teste sem a ingestão de carnitina. Os autores desse trabalho concluíram que a suplementação de carnitina influencia de modo positivo na capacidade aeróbia e sugeriram estudos associados à suplementação conjunta de ácidos graxos para verificar o efeito sobre a performance atlética (54).

No que diz respeito a modificação na utilização de substrato energéticos durante o exercício, uma redução do RER causado pela suplementação de carnitina indicaria um maior consumo de triglicéridios, principalmente intramusculares (55,56) e diminuição da necessidade de glicogênio, poupando esses estoques e retardando a fadiga (56). Contudo Décombaz et al. (56) não encontraram resultados significativos sobre o efeito poupador de glicogênio em ratos submetidos a treinamento de corrida por 3 semanas e suplementados com 100 mg/kg/dia nos últimos três dias de experimento, nem quando a lipólise foi estimulada por injeção de heparina.

Igualmente, em humanos, Vukovich et al. (55) não encontraram efeito da suplementação de 6 g/dia por 7 e 14

dias sobre o aumento da oxidação de ácidos graxos, diminuição da utilização de glicogênio e aumento da concentração de carnitina muscular durante testes de endurance. Mesmo com a elevação dos lipídios plasmáticos por aumento da ingestão de gordura 3 horas antes do teste, administração de heparina e aumento da concentração plasmática de carnitina livre não houve alteração dos valores de RER, VO_2 máx e utilização de substratos (55).

Após a depleção de glicogênio muscular também não há evidências de que a suplementação de L-carnitina altere a taxa de oxidação de lipídios durante exercício submáximo. Na situação de redução nos estoques de carboidratos a lipólise pode aumentar até duas vezes em comparação ao estado normal e a oferta de L-carnitina poderia acelerar o transporte dos ácidos graxos provenientes desta para o interior da mitocôndria. Contudo, Décombaz et al. (57) não verificaram esses efeitos em seu estudo. Após a suplementação de carnitina a concentração plasmática desta aumentou 5 vezes, mas não evidenciou alterações no RER, retardo na fadiga ou produtos da oxidação de lipídios e carboidratos no sangue.

Tem sido observado que a ingestão de L-carnitina aumenta as concentrações plasmáticas da mesma, mas a sua captação pelo músculo não é influenciada pela concentração plasmática. Isto pode ser explicado pelo fato de que os níveis plasmáticos de carnitina é cerca de 100 vezes menor que os musculares, logo a captação de carnitina ocorre contra um gradiente de concentração. A carnitina plasmática encontra-se 40 e 60 $\mu\text{mol/L}$ enquanto a muscular de 3 a 4 mmol/L demonstrando que se a suplementação promove um aumento da concentração plasmática, os níveis musculares podem se manter inalterados (42,43). A maioria dos estudos não descrevem efeitos positivos na utilização de substratos ou performance com administração oral ou intravenosa de L-carnitina (42).

Todavia, a suplementação de 2 g/dia de L-carnitina por 4 semanas aumentaria os níveis musculares desta e a atividade de enzimas oxidativas. A ingestão por menos de 14 dias parece não trazer efeito ergogênico algum, enquanto que doses mais elevadas acarretam uma maior excreção de carnitina pela urina (1).

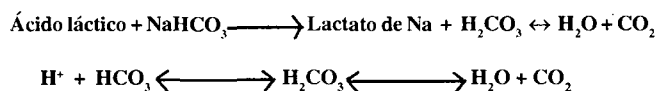
O exercício de endurance provoca uma série de alterações adaptativas para melhorar a captação de substratos energéticos, como aumento no tamanho e número de mitocôndrias, migração destas para as extremidades da célula e maior capilarização (58). Isto facilita o acesso de nutrientes e oxigênio para dentro da célula, entretanto, foi proposto recentemente que a difusão de ácidos graxos livres do sangue para os espaços intersticiais das fibras musculares pode consistir na maior limitação para a utilização destes durante o exercício (56). Da mesma forma que a quantidade de L-carnitina no interior da mitocôndria parece estar adequada à oxidação lipídica (55).

Bicarbonato de sódio

Durante o exercício há um aumento da captação de O_2 e conseqüentemente maior produção de CO_2 em função do aumento da ventilação pulmonar. Quanto maior a intensidade do exercício, maior a contribuição da glicose como substrato energético e a produção de CO_2 pode exceder a 5000 ml/min. Contudo altas taxas de glicólise levam à um acúmulo de ácido láctico no sangue associado à um aumento da concentração dos íons H^+ na célula (excedendo 300 a 400 nmol/L), reduzindo o pH do meio intracelular ($>6,5$) o que ocasionaria a inativação de enzimas e conseqüente fadiga periférica (59).

A fadiga esta associada com esforços de alta intensidade durante um período de 30 segundos a 3 minutos, no qual há grande acúmulo de ácido láctico no sangue ou depleção de ATP e fosfocreatina. A alta concentração de H^+ , dissociados do ácido láctico, inibe a atividade de enzimas como a fosfofrutoquinase e fosforilase que são críticas para regulação da glicólise e ressíntese de ATP. A falta de ATP se torna um fator limitante para a contração muscular, assim como a redução de pH diminui a capacidade de ligação do cálcio com a troponina, necessária para a formação do complexo actina-miosina na contração muscular (60).

O organismo possui um mecanismo regulador do pH sanguíneo que consiste no tamponamento dos íons H^+ dissociados no plasma pelos íons de bicarbonato através da seguinte reação:



O aumento da capacidade desse sistema tampão, ou seja o aumento da concentração plasmática de bicarbonato poderia proteger o organismo contra a acidose metabólica e retardar a fadiga durante os exercícios com um componente anaeróbio predominante. A forma de aumentar essa capacidade de tamponamento seria a suplementação de bicarbonato de sódio para os praticantes desses exercícios (61).

O aumento do pH extracelular causado pela ingestão de bicarbonato de sódio resulta num gradiente de pH (queda da concentração de íons H^+ no sangue) responsável por um aumento no efluxo de íons H^+ e lactato do meio intracelular, aumentando indiretamente o pH dentro da célula. Sabido que o bicarbonato é impermeável à membrana celular ele não age diretamente pelo efeito tampão no meio intracelular, mas pode contribuir para um controle do pH desse meio através do mecanismo descrito acima (61).

As dosagens mais comuns utilizadas nos estudos estão entre 0,2 g/kg a 0,3 g/kg, mas também há relatos de dosagens mais altas, porém causando sérios distúrbios gastrointestinais, principalmente em se tratando de dosagens agudas (19,62).

As dosagens de 0,3 g/kg promovem efeitos positivos mais significativos, ou seja maior capacidade de tamponamento do ácido láctico sanguíneo em comparação às dosagens de 0,15 e 0,2 g/kg (61) e pode resultar num aumento de 4 a 5 mmol/L na concentração de bicarbonato e 0,03 a 0,06 unidades de pH no plasma venoso 2 a 3 horas após a administração (62).

Relacionando a ingestão de bicarbonato e fadiga muscular periférica, Verbitsky et al. (63) observaram que a ingestão 0,4 g/kg de bicarbonato 1 hora antes de iniciar um teste com estimulação elétrica para contração isométrica do quadríceps resultou em redução de fadiga e aceleração da recuperação. Um maior número de contrações foi obtido até a exaustão do músculo e uma maior concentração de CO_2 no plasma indicaram a atividade mais efetiva do bicarbonato em tamponar o ácido láctico e prolongar a fadiga em carga supramáxima (63).

O efeito ergogênico da suplementação de bicarbonato é susceptível a algumas variáveis como dosagens, tipos e intensidades dos exercícios praticados (61), contudo Someren et al. (64), argumentam que em exercícios anaeróbios o estresse máximo da via glicolítica ocorre por volta dos 2 minutos de atividade (déficit máximo de oxigênio acumulado), logo este seria o momento em que ocorreria uma produção aguda de ácido láctico com aumento da capacidade do sistema tampão. Esses autores fizeram um estudo com suplementação de citrato, pois este metaboliza-se à bicarbonato e causa menos distúrbios gastrointestinais e sugeriram que para obter um efeito ergogênico significativo da suplementação de citrato ou bicarbonato esta deve ser feita em caso de exercícios que se aproximem ou excedam 2 minutos.

Comparando a suplementação de bicarbonato de sódio com a de citrato de sódio em exercício de 600 m de corrida, Tiryaki & Atterbom (65) não encontraram diferenças no que diz respeito às concentrações de H^+ e NaHCO_3 e acúmulo de lactato dada pelos dois suplementos. Isto veio indicar que os efeitos em exercícios curtos de ambos suplementos na homeostase ácido-básico são indistinguíveis.

Em 3 dias de ingestão de um suplemento múltiplo de tampões (bicarbonato de potássio, fosfato de sódio e carnosina as concentrações de bicarbonato e pH plasmáticos se elevaram, mas não refletiram num aumento do pico de potência (ponto máximo de velocidade atingida) de ciclistas durante teste de exercício intermitente de alta intensidade. Um dado interessante foi o aumento do 2,3 difosfoglicerato (2,3 DPG - composto que auxilia a liberação de oxigênio da hemoglobina para os tecidos) acompanhado de melhora na recuperação após o pico de potência. Este aumento pode ser explicado pelo aumento da concentração plasmática de fosfato inorgânico (Pi) que é captado pela hemoglobina para a síntese de 2,3DPG (66).

No estudo de Granier et al. (62) a injeção intravenosa contínua de bicarbonato de sódio aumentou significativamente a concentração sanguínea arterial deste, diminuindo a diferença artério-venosa de lactato durante um teste de exercício intermitente (força e velocidade). Um aumento na concentração de lactato pôde ser explicado pela redução da captação deste pelas fibras musculares e maior capacidade de tamponamento do ácido láctico. Contudo a alcalose metabólica induzida não ocasionou aumento dos picos de potência durante o exercício, mas elevou a força máxima estendendo a duração do teste, ou seja o número de repetições. Esse aumento no desempenho pode ter sido dado pelo fato de que o lactato é um substrato muito utilizado como precursor para a gliconeogênese, sua elevação no plasma implicaria em uma maior preservação dos estoques de glicogênio, que quando estão muito reduzidos levam à fadiga periférica (62).

Ciclistas competitivas suplementadas com 0,3 g/kg de bicarbonato 2 horas antes de um teste de exercício intermitente até a exaustão em altitude de 2800 m, também não apresentaram melhora de desempenho. O protocolo do estudo baseava-se em intervalos que consistiam de 1 minuto de trabalho intenso a 95 % do VO_2 máx seguido de 1 minuto de recuperação pedalando a 60 W. A performance foi medida através do número de intervalos completados pelas ciclistas. Em maiores altitudes a pressão parcial de oxigênio é menor e conseqüentemente a saturação de hemoglobina diminui, havendo um maior estímulo à ventilação pulmonar. Num primeiro momento esse aumento da ventilação provoca alcalose por maior liberação de CO_2 e no intuito de regularizar o pH sanguíneo o organismo aumenta a excreção de bicarbonato pela urina, diminuindo por outro lado a capacidade do sistema tampão de íons H^+ . Baseado nisto, os autores argumentam que o impacto da suplementação de bicarbonato poderia ser maior em exercícios praticados em altitudes maiores, mas o resultado encontrado não justifica essa teoria. Um fato que poderia explicar a ineficácia da suplementação de bicarbonato nestas condições seria o de que indivíduos aclimatados apresentam menor necessidade de tamponamento do ácido láctico durante o exercício em comparação à indivíduos que se encontram ao nível do mar, por razões ainda não esclarecidas, mas que demonstram um mecanismo de compensação da perda de HCO_3^- (67).

Embora a suplementação de bicarbonato seja mais indicada para exercícios intermitentes, existem alguns estudos que relatam os seus efeitos em exercícios de endurance (68-71). Apesar da alcalose metabólica favorecer uma redução da concentração sanguínea de H^+ não há melhora no desempenho físico em nenhum momento durante o exercício que entra em "steady state" e termina com aumento da intensidade até a exaustão (69). O aumento da concentração de lactato no sangue induzida pela maior

presença de bicarbonato é inversamente proporcional aos níveis plasmáticos de ácidos graxos livres, isto porque o lactato possui um forte efeito inibitório sob a lipase hormônio sensível do tecido adiposo, diminuindo a mobilização dos ácidos graxos para o sangue. Contudo Galloway & Maughan (70) não verificaram diferentes níveis sanguíneos de ácidos graxos entre os grupos que ingeriram 0,3 g/kg de bicarbonato e placebo, bem como a alcalose metabólica induzida não repercutiu em aumento de performance. Houve uma elevação significativa do VO_2 máx após a ingestão de bicarbonato que poderia ser explicada por uma maior oxidação de lipídios como substratos energéticos, mas neste estudo não houve evidência de que isto estivesse ocorrendo. Em outro estudo não foi observado alteração de VO_2 máx e concentração de lactato em exercício submáximo com a suplementação 0,3 g/kg de bicarbonato, apesar dos valores de pH e concentração de bicarbonato sanguínea mostrarem-se elevadas. O bicarbonato como substância ergogênica para exercícios aeróbios de intensidade constante pode ter um potencial limitado (71).

A acidose metabólica pode ser atingida por manipulações dietéticas como a restrição da ingestão de carboidratos, além do exercício. Ball et al. (68) investigaram os efeitos da suplementação aguda de bicarbonato após uma acidose induzida por restrição glicídica de 3 dias durante exercícios de alta intensidade. Esses autores não encontraram efeitos sobre a duração do exercício com a administração de bicarbonato. Os grupos com dieta baixa em carboidratos ingerindo bicarbonato ou não, levaram menos tempo para terminarem o exercício em relação aos que estavam com dieta normal. A ingestão aguda de bicarbonato reverteu a acidose metabólica provocada pela restrição de carboidratos, porém não foi demonstrado efeito ergogênico da suplementação de bicarbonato sobre a capacidade de endurance até 95 % do VO_2 máx. Assim como Someren et al. (64), seus resultados demonstraram uma concentração de lactato maior aos 2 minutos de exercício no grupo com dieta normal, no qual a ingestão de bicarbonato levou a um aumento mais acentuado da concentração de lactato plasmático em comparação ao grupo de restrição glicídica. Isto reforça a teoria de que o efluxo de H^+ do meio intracelular durante o exercício é maior mediante a suplementação de bicarbonato (68).

O bicarbonato pode ser realmente efetivo para "sprints" repetidos com curto espaço de recuperação entre eles ou em protocolos que iniciem com uma intensidade submáxima e aumente progressivamente até um nível próximo ao máximo (ex: protocolos em rampa) (60).

Cromo

O cromo é um mineral traço essencial envolvido no metabolismo de carboidratos, lipídios e proteínas, mais especificamente na captação da glicose e aminoácidos pelas

células. As principais fontes deste são: oleaginosas, aspargos, cogumelos, ameixa, cereais integrais, carnes, vísceras, leguminosas e vegetais (73,74). Este mineral age potencializando a ação da insulina e é portanto, fundamental para a manutenção da função desse hormônio (19,72). O mecanismo pelo qual o cromo potencializa a ação da insulina ainda não está totalmente esclarecido na literatura, mas ele pode aumentar a fluidez da membrana celular, facilitar a ligação da insulina com seu receptor e a internalização da mesma. O seu papel no metabolismo lipídico parece estar relacionado com o aumento das lipoproteínas de alta densidade (HDL) e redução do colesterol total e das lipoproteínas de baixa densidade (LDL, VLDL) em indivíduos com valores inicialmente elevados. Durante o exercício o cromo é mobilizado de seus estoques orgânicos para aumentar a captação de glicose pela célula muscular, mas sua secreção é muito mais acentuada em presença de insulina. Um aumento da concentração de glicose sanguínea induzida pela dieta estimula a secreção de insulina que, por sua vez provoca maior liberação de cromo. O cromo em excesso no sangue não pode ser reabsorvido pelos rins, logo é excretado na urina. É muito comum observar níveis aumentados de cromo na urina após grande ingestão de carboidratos, principalmente simples (73).

O exercício aeróbio agudo eleva as perdas urinárias de cromo que pode ser dada pelo aumento das perdas teciduais que não são acompanhadas pelo restabelecimento das reservas através da maior absorção intestinal de cromo (75). Rubin et al. (75) diferenciaram o cromo absorvido do cromo perdido pelos tecidos através da análise com isótopos estáveis (^{53}Cr) e observou que o exercício tanto agudo quanto o treinamento de força aumenta a absorção de cromo e mais acentuadamente a perda urinária deste mineral.

O interesse em colocar o cromo como suplemento dentro do meio esportivo é que ele poderia estar favorecendo a via anabólica através do aumento da sensibilidade à insulina que por sua vez estimularia a captação de aminoácidos e conseqüentemente a síntese protéica. Isto levaria a um aumento do componente corporal magro por ganho de massa muscular (19). Ainda existe a especulação de um efeito lipolítico causado pelo cromo, porém os resultados de estudos em humanos ainda são muito controversos, mas podem ser validados pelos estudos em animais (76). Rubin et al. (75) também observaram em seu estudo que o aumento da absorção de cromo, estimulado pelo exercício, aumentou o percentual de massa magra e diminuiu o percentual de gordura corporal em 16 semanas de treinamento de resistência, melhorando também a resposta à insulina mediante ao conteúdo de glicose plasmática (aumentou a sensibilidade à insulina).

As dosagens mais comuns e seguras de toxicidade são por volta de 200 μg /dia (19,76,73). A Organização Mundial

de Saúde (OMS) não determina um valor seguro para a ingestão de cromo, mas relata que dosagens de 125 a 200 $\mu\text{g}/\text{dia}$ além da dieta habitual pode reverter a hipoglicemia e intolerância à glicose, melhorar o perfil lipídico e os níveis plasmáticos de insulina. Dessa forma a dosagem máxima, dentro de um limite de segurança, poderia estar acima de 250 $\mu\text{g}/\text{dia}$, o que chegaria a ser dez vezes maior que a necessidade basal aproximada (25 $\mu\text{g}/\text{dia}$), a qual acrescida de 30 % representaria as necessidades normativas de ingestão de cromo por dia (33 $\mu\text{g}/\text{dia}$) para a população (77).

As formas mais comuns de cromo comercializadas são : picolinato de cromo > nicotinato de cromo > cloreto de cromo numa escala de potencialidade, mesmo porque as duas primeiras consistem em formas orgânicas e são melhor absorvidas (73). Existem estudos que administram doses maiores de cromo, que alcançam até 800 $\mu\text{g}/\text{dia}$ (19), ainda não se tem ao certo o conhecimento sobre os efeitos colaterais de altas dosagens de cromo e a partir de quanto eles ocorrem (76). Contudo parece que dosagens entre 200 $\mu\text{g}/\text{dia}$ e 800 $\mu\text{g}/\text{dia}$ em curto espaço de tempo não produzem efeitos positivos no que diz respeito à perda de massa gorda e ganho de massa magra (19).

Hallmark et al. (78) suplementaram 200 $\mu\text{g}/\text{dia}$ de picolinato de cromo em indivíduos sedentários por 12 semanas com programa de treinamento de resistência 3 vezes por semana. Esses autores encontraram que a suplementação de cromo auxiliada pelo treinamento não aumentou significativamente o conteúdo de massa muscular ou reduziu o percentual de gordura corporal. O ganho de força foi igual para ambos os grupos (suplementado – 24% e placebo – 33%) indicando que as alterações observadas resultaram somente do treinamento. A excreção de cromo urinário foi maior no grupo que ingeriu o picolinato de cromo.

Durante 24 semanas de suplementação de 400 $\mu\text{g}/\text{dia}$ de picolinato de cromo em nadadores resultou em uma perda de massa gorda da ordem de 4,6% com decréscimo de 6,4% na porcentagem de gordura corporal e ganho de massa magra de 3,3% que ocorreu entre a 12ª e a 24ª semana. Os autores deste estudo sugerem tempos mais prolongados assim como dosagens maiores para que alterações significativas na composição corporal possam ocorrer (79).

Em outro estudo 16 semanas de suplementação de 400 $\mu\text{g}/\text{dia}$ de picolinato de cromo não foram suficientes para alterar a composição corporal de indivíduos ativos também submetidos à exercícios aeróbios moderados, 3 vezes por semana de no mínimo 30 minutos. Os autores argumentam que de acordo com a literatura os resultados efetivos da suplementação de cromo deve ocorrer com exercícios os quais possuam maior componente anaeróbio (80).

Grant et al. (81) observaram que a administração de cromo sem programa de treinamento ocasionou ganho de peso em

mulheres obesas, enquanto que, quando esse suplemento era conjugado com atividade física ocorria perda significativa de peso e menor secreção de insulina em resposta a quantidade de glicose sanguínea em 9 semanas de experimento. Esses autores sugerem que altas dosagens de cromo (400 $\mu\text{g}/\text{dia}$) não devem ser administradas isoladamente, principalmente para indivíduos obesos ou com tendência à ganho de peso. A suplementação deve estar sempre associada à programas de treinamento e pode ser mais efetiva em casos de pessoas diabéticas, diminuindo os fatores de risco gerados pela hiperglicemia.

Atletas diabéticos podem se beneficiar com a ingestão aumentada de cromo, mas ainda não existem dados suficientes na literatura de estudos feitos com esse tipo de população (73).

Alguns dos estudos que não encontraram efeitos ergogênicos na suplementação de cromo justificam que isto pode ser dado pelo fato de que nenhum dos indivíduos participantes sofressem de deficiência de cromo e isto seria um fator limitante para o melhor aproveitamento do cromo exógeno. Pelo fato deste ser altamente hidrossolúvel e não ser reabsorvido pelos rins a sua excreção urinária é aumentada quando os estoques corporais não precisam ser preenchidos (78,80,81).

Mais estudos ainda precisam ser feitos para garantir o limite máximo de segurança para a ingestão adicional de cromo, enquanto isso a OMS aconselha não ultrapassar 250 $\mu\text{g}/\text{dia}$. Paralelamente, mais estudos para maior esclarecimento da contribuição do cromo no desempenho físico, bem como as alterações na composição corporal decorrente da suplementação.

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

As substâncias discutidas nesta revisão são propostas como ergogênicas por possuírem efeitos positivos no aumento da performance física. Contudo nem todos os estudos encontraram esses resultados, provavelmente em função dos diferentes protocolos utilizados, ou seja, tipos e intensidades de exercícios, dosagens suplementadas e população estudada. Este fato limita a comparação dos dados encontrados por diversos autores, mas que por outro lado podem se completar e enriquecer a discussão da questão da suplementação.

A suplementação de creatina parece ser mais efetiva em exercícios intermitentes de alta intensidade e curta duração e intervalo entre as séries. Dentro do exercício de endurance, caracterizado por um alto componente aeróbio, existem momentos anaeróbios nos quais aumenta-se a velocidade e a intensidade da atividade, como nas retas finais das competições de maior duração. Nesses momentos a reserva aumentada de fosfocreatina muscular pode proporcionar um

melhor desempenho para o atleta. Apesar de muitos estudos não descreverem resultados satisfatórios, a maioria foi unânime em afirmar o aumento dos níveis plasmático e musculares (fibras do tipo II) de creatina com a suplementação.

Os aminoácidos de cadeia ramificada estão relacionados principalmente a hipótese da fadiga central. Muitos estudos falharam em demonstrar um aumento do tempo de exercício até a fadiga com a suplementação de AACR e concordaram em descrever um aumento significativo da amônia circulante. Os níveis plasmáticos desses aminoácidos aumentam com a suplementação, mas isto não reflete necessariamente um aumento da captação destes pela célula muscular e menor degradação protéica. Não há evidências científicas suficientes para afirmar o ganho de massa magra através do aumento da ingestão de AACR, mais estudos ainda precisam ser feitos neste sentido.

A L-carnitina por ter uma participação fundamental no transporte de ácidos graxos de cadeia longa para dentro da mitocôndria gerou a hipótese de que a sua disponibilidade aumentada causaria um aumento na oxidação desses ácidos graxos. Contudo não se obteve resultados, na maioria dos estudos descritos, de que isto realmente ocorresse, o que se encontrou foi uma controversa muito grande e estudos mais voltados para o aumento da capacidade aeróbia (VO_2 máx) que para diminuição de gordura corporal. O aumento da captação de L-carnitina pela célula muscular não está relacionada com o aumento desta na corrente sanguínea, pois o seu transporte para a célula vai contra um gradiente de concentração, diminuindo as possibilidades da suplementação promover uma maior disponibilidade de L-carnitina dentro da célula.

A suplementação de bicarbonato está relacionada com o tamponamento do ácido láctico proveniente da via glicolítica anaeróbia durante os exercícios de curta duração e alta intensidade ou treinamento de força. Os estudos são unânimes em demonstrar que a suplementação de $NaHCO_3$ promove um aumento da concentração plasmática de lactato, bicarbonato, unidades de pH e efluxo de íons H^+ e lactato do meio intracelular, mas poucos demonstram um aumento de desempenho relacionando a normalização do pH sanguíneo e a prorrogação da fadiga.

O efeito da suplementação de cromo estudada é o ganho de massa magra por maior estímulo à síntese protéica e ainda há evidências de que ele diminua o conteúdo de gordura corporal e das lipoproteínas de baixa densidade. Esses resultados parecem ser obtidos com dosagens altas (400 μg /dia) e por um tempo mais prolongado (aproximadamente 1 mês). Contudo a maioria dos estudos disponíveis consistem em experimentos com metade desta dosagem, dentro do preconizado pela OMS, não relatando efeitos significativos no que diz respeito à alterações de composição corporal.

Existe um ponto comum que poderia justificar os resultados não obtidos por estes suplementos com exceção dos AACR, que seria o fato da ausência de deficiência desses elementos no organismo. Com os estoques repletos o excesso da substância administrada é excretada através da urina, assim como quando essas reservas estão reduzidas o efeito ergogênico pode ser evidenciado. Muitos estudos ainda precisam ser feitos incluindo a dosagem dos estoques corporais desses elementos pré e pós experimento e repetindo protocolos afim de definir melhor o papel destes e outros suplementos sobre o desempenho físico.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPESP e CNPq pelo apoio financeiro e bolsas outorgadas.

REFERÊNCIAS

1. Clarkson PM. Nutrition for improved sports performance. *Sports Med* 1996; 21: 393-401.
2. Toler SM. Creatine is an ergogen for anaerobic exercise. *Nutr Rev* 1997; 55: 21-23.
3. Engelhardt M, Neumann G, Berbalk A, Reuter I. Creatine supplementation in endurance sports. *Med Sci Sports exerc* 1998; 30: 1123-1129.
4. Williams MH & Branch JD. Creatine supplementation and exercise performance: an update. *J Am Coll Nutr* 1998; 17:216-234.
5. Hargreaves M, McKenna MJ, McKenna MJ, Jenkins DJ, Warmington SA, Li JL, Snow RJ, Febbraio MA. Muscle metabolites and performance during high-intensity, intermittent exercise. *J Appl Physiol* 1998; 84: 1687-1691.
6. Maughan RJ. Creatine supplementation and exercise performance. *Int J Sports Nutr* 1995; 5: 94-101.
7. Redondo DR, Dowling EA, Graham BL, Almada AL, Williams MH. The effect of oral creatine monohydrate supplementation on running velocity. *Int J Sports Nutr* 1996; 6: 213-221.
8. Burke ML, Pyne DB, Telford RD. Effect of oral creatine supplementation on single-effort sprint performance in elite swimmers. *Int J Sports Nutr* 1996; 6: 222-233.
9. Geenhaff PL. Creatine and its application as an ergogenic aid. *Int J Sports Nutr* 1995; 5 (suppl): S100-S110.
10. Karlsson J & Saltin B. Lactate, ATP and CP in working muscles during exhaustive exercise in man. *J Appl Physiol*, 1970; 29: 598-602.
11. Kreider RB, Ferreira M, Wilson M, Grindstaff P, Plisk S, Reinardy J, Cantler E, Almada AL. Effects of creatine supplementation on body composition, strength, and sprint performance. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30: 73-82.
12. Peyrebrune MC, Nevill ME, Donaldson FJ, Cosford DJ. The effects of oral creatine supplementation on performance in single and repeated sprint swimming. *J Sports Sci* 1998; 16:271-279.

13. Terrillion KA, Kolkhorst FW, Dolgener FA, Joslyn SJ. The effect of creatine supplementation on two 700-m maximal running bouts. *Int J Sports Nutr* 1997; 7: 138-143.
14. Javierre C, Lizarraga MA, Ventura JL, Garrido E, Segura R. Creatine supplementation does not improve physical performance in 150m race. *Rev Esp Fisiol* 1997; 53: 343-348.
15. Snow RJ, McKenna MJ, Selig SE, Kemp J, Stathis CG, Zhao S. Effect of creatine supplementation on sprint exercise performance and muscle metabolism. *J Appl Physiol* 1998; 84: 1667-1673.
16. McNaughton LR, Dalton B, Tarr J. The effects of creatine supplementation on high-intensity exercise performance in elite performers. *Eur J Appl Physiol* 1998; 78:236-240.
17. Vandebuerie F, Eynde B V, Vandenberghe K, Hespel P. Effect of creatine loading on endurance capacity and sprint power in cyclists. *Int J Sports Med* 1998; 19:490-495.
18. Maganaris CN & Maughan RJ. Creatine supplementation enhances maximum voluntary isometric force and endurance capacity in resistance trained men. *Acta Physiol Scand* 1998; 163: 279-287.
19. Kreider RB. Dietary supplements and the promotion of muscle growth with resistance exercise. *Sports Med* 1999; 27:97-110.
20. Bermon S, Venembre P, Sachet C, Valour S, Dolisi C. Effects of creatine monohydrate ingestion in sedentary and weight-trained older adults. *Acta Physiol Scand* 1998; 164:147-155.
21. Smith AS, Montain SJ, Matott RP, Zientara GP, Jolesz FA, Fielding RA. Creatine supplementation and age influence muscle metabolism during exercise. *J Appl Physiol* 1998; 85: 1349-1356.
22. Vandenberghe K, Goris M, Hecke V, Leemputte, Vangerven L, Hespel P. Long term creatine intake is beneficial to muscle performance during resistance training. *J Appl Physiol* 1997; 83: 2055-2063.
23. Bolotte CP. Creatine supplementation in athletes: benefits and potential risks. *J La State Med Soc* 1998; 150: 325-327.
24. Cordain L. Does creatine supplementation enhance athletic performance? *J Am Coll Nutr* 1998; 17:205-206.
25. Kreider RB, Mirel V, Bertun E. Amino acids supplementation and exercise Performance: proposed ergogenic value. *Sports Med* 1993; 16: 190-209.
26. Davis JM. Carbohydrate, branched-chain amino acids and endurance: The central fatigue hypothesis. *Int J Sport Nutr* 1995; 5 (suppl): S29-S38.
27. Davis JM. Central and peripheral factors in fatigue. *J Sports Sci* 1995; 13 (suppl): S49-S53.
28. Mittleman KD, Ricci MR, Bailey SP. Branched-chain amino acids prolong exercise during heat stress in men and woman. *Med Sci Sports Exerc* 1998; 30 : 83-91.
29. Calders P, Pannier JL, Matthys DM, Lacroix EM. Pre-exercise branched-chain amino acids administration increases endurance performance in rats. *Med Sci Sports Exerc* 1997; 29: 1182-1186.
30. MacLean DA & Grahan TE. Branched-chain amino acids supplementation augments plasma ammonia responses during exercises in humans. *J Appl Physiol* 1993; 74: 2711-2717.
31. Wagenmakers AJM & Edwards RHT. Metabolism of BCAA and ammonia during exercise: clues from McArdle disease. *Int J Sport Med* 1990; Suppl 2 (11): S101-S113.
32. MacLean DA, Grahan TE, Saltin B. Stimulation of muscle ammonia production during exercise following BCAA supplementation in humans. *J Physiol* 1996; 493: 909-922.
33. Guezennec CY, Abdelmalki, Serrurier B, Merino D, Bigard X, Berthelot M, Pierard C, Peres M. Effects of prolonged exercise on brain ammonia and amino acids. *Int J Sports Med* 1998; 19: 323-327.
34. Bigard AX, Lavier P, Ullman L, Legrand H, Douce P, Guezennec CY. Branched-chain amino acids supplementation during repeated prolonged skiing exercises at altitude. *Int J Sports Nutr* 1996; 6: 295-306.
35. Vukovich MD, Sharp RL, Kels LD, Schaulis DL, King DS. Effects of low-dose amino acid supplement on adaptations to cycling training in untrained individuals. *Int J Sports Nutr* 1997; 7: 298-309
36. Cyrino ES, Burini RC. Modulação nutricional na fadiga. *Rev Bras Ativ Fís Saúde* 1997; 2 : 67-74.
37. Calders P, Matthys DM, Derave W, Pannier JL. Effect of branched-chain amino acids (BCAA), glucose, and glucose plus BCAA on endurance performance in rats. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31: 583-587.
38. Madsen K, MacLean DA, Kiens B, Christensen D. Effects of glucose, glucose plus branched-chain amino acids, or placebo on performance over 100 km. *J Appl Physiol* 1996; 81: 2644-2650.
39. Blomstrand E, Anderson S, Hassmen P, Ekblom B, Newsholme EA. Effects of branched-chain amino acid and carbohydrate supplementation on the exercise-induced change in plasma and muscle concentration of amino acids in human subjects. *Acta Physiol Scand* 1995;153:87-96.
40. Zanker CL, Swaine IL, Castell LM, Newsholme EA. *Eur J Appl Physiol* 1997; 75: 543-548.
41. Tanaka H, West KA, Duncan GE, Bassett DR Jr. Changes in plasma tryptophan/branched-chain amino acid ratio in responses to training volume variation. *Int J Sports Med* 1997; 18: 270-275.
42. Jeukendrup AE, Saris WHM, Wagenmakers AJM. Fat metabolism during exercise: A review – Part III: Effects of nutritional interventions. *Int J Sports Med* 1998; 19: 371-379.
42. Hawley JA, Brouns F, Jeukendrup A. Strategies to enhance fat utilization during exercise. *Sports Med* 1998; 25: 241-257.
44. Brass EP & Hiatt WR. The role of carnitine supplementation during exercise in man and in individuals with special need. *J Am Coll Nutr* 1998; 17: 207-215.
45. Champe PC, Harvey RA. Fat acid and tryacylglycerol metabolism. In: *Biochemistry*. 2nd rev. New Jersey: Lippincott-Raven, 1994: 171-190.
46. Glace, B. Carnitine as an ergogenic aid in health and disease. *J Am Coll Nutr* 1998; 17:203-204.
47. Lambert EV, Hawley J, Goedecke J, Noakes TD, Dennis SC. Nutritional strategies for promoting fat utilization and delaying the onset of fatigue during prolonged exercise. *J Sports Sci* 1997; 15: 315-324.
48. Marconi C, Sassi G, Carpinelli A, Cerretelli P. Effects of carnitine loading on the aerobic and anaerobic performance of endurance athletes. *Eur J Appl Physiol* 1985; 54: 131-135.

49. Greig C, Finch KM, Jones DA, Cooper M, Sargeant AJ, Forte CA. The effects of oral supplementation with L-carnitine on maximum and submaximum exercise capacity. *Eur J Appl Physiol* 1987; 56: 457-460.
50. Dragan GI, Vasiliu A, Georgeseu E, Dumas I. Studies concerning chronic and acute effects L-carnitine on some biological parameters in elite athletes. *Physiologie* 1987; 24: 23-28.
51. Vecchiet L, Di Lisa F, Pieralisi G, Ripari P, Menabo R, Giamberardino MA, Siliprandi N. Influence of L-carnitine administration on maximal physical exercise. *Eur J Appl Physiol* 1990; 61: 486-490.
52. Wyss V, Ganzit GP, Rienzi A. Effects of L-carnitine administration on VO_2 máx and aerobic-anaerobic threshold in normoxia and acute hipoxia. *Eur J Appl Physiol* 1990; 60: 1-6.
53. Colombani P, Wenk C, Kunz I, Krähenbühl S, Kuhnt M, Arnold M, Frey-Rindova P, Frey W, Langhans W. Effects of L-carnitine supplementation on physical performance and energy metabolism of endurance-trained athletes: a double-blind crossover field study. *Eur J Appl Physiol* 1996; 73: 434-439.
54. Stewart I, Rossouw J, Loots JM, Kruger MC. The effects of L-carnitine supplementation on plasma carnitine levels and various performance parameters of male marathon athletes. *Nutr Res* 1997; 17: 405-414.
55. Vukovich MD, Costill DL, Fink WJ. Carnitine supplementation: effects on muscle carnitine and glycogen content during exercise. *Med Sci Sport Exerc* 1994; 26: 1122-1129.
56. Décombaz JE, Reffet B, Bloemhard Y. Effect of L-carnitine and stimulated lipolysis on muscle substrates in the exercising rat. *Experientia* 1990; 46: 457-458.
57. Décombaz JE, Deriaz O, Acheson K, Gmuender B, Jequier E. Effect of L-carnitine on submaximal exercise metabolism after depletion of muscle glycogen. *Med Sci Sport Exerc* 1993; 25: 733-740.
58. McArdle WD, Katch FI, Katch VL. *Fisiologia do exercício*. 4ª rev ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1998.
59. Kowalchuck JM & Scheuermann BW. Acid-base balance: Origin of plasma $[H^+]$ during exercise. *Can J Appl Physiol* 1995; 20: 341-356.
60. Horswill CA. Effects of bicarbonate, citrate, and phosphate loading on performance. *Int J Sports Nutr* 1995; 5 (suppl): S111-S119.
61. Linderman JK & Gosselink KL. The effects of sodium bicarbonate ingestion on exercise performance. *Sports Med* 1994; 18: 75-80.
62. Granier PL, Dubouchaud H, Mercier BM, Mercier JG, Ahmaidi S, Préfaut CG. Effect of $NaHCO_3$ on lactate kinetics in forearm muscles during leg exercise in man. *Med Sci Sports Med* 1996; 28: 692-697.
63. Verbitsky O, Mizrahi J, Levin M, Isakov E. Effect of ingested sodium bicarbonate on muscle force, fatigue, and recovery. *J Appl Physiol* 1997; 83: 333-337.
64. Someren KV, Fulcher K, McCarthy J, Moore J, Horgan G, Langford R. An investigation into the effects of sodium citrate ingestion on high-intensity exercise performance. *Int J Sports Nutr* 1998; 8: 356-363.
65. Tiryaki GR & Atterbom HA. The effects of sodium bicarbonate and sodium citrate on 600m running time of trained females. *J Sports Med Phys Fitness* 1995 Sep; 35: 194-8.
66. Kraemer WJ, Gordon SE, Lynch JM, Pop MEMV, Clark KL. Effects of multibuffer supplementation on acid-base balance and 2,3-diphosphoglycerate following repetitive anaerobic exercise. *Int J Sport Nutr* 1995; 5: 300-314.
67. Kozack-Collins K, Burke ER, Schoene RB. Sodium bicarbonate ingestion does not improve performance in women cyclists. *Med Sci Sports Exerc* 1994; 26: 1510-1515.
68. Ball D, Greenhaff PL, Maughan RJ. The acute reversal of a diet-induced metabolic acidosis does not restore endurance capacity during high-intensity exercise in man. *Eur J Appl Physiol* 1996; 73: 105-112.
69. Potteiger JA, Webster MJ, Nickel GL, Haub MD, Palmer RJ. The effects of buffer ingestion on metabolic factors related to distance running performance. *Eur J Appl Physiol* 1996; 72: 365-371.
70. Galloway SDR & Maughan RJ. The effects of induced alkalosis on the metabolic response to prolonged exercise in humans. *Eur J Appl Physiol* 1996; 74: 384-389.
71. Heck KL, Potteiger JA, Nau KL, Schroeder M. Sodium bicarbonate ingestion does not attenuate the VO_2 Slow component during constant-load exercise. *Int J Sport Nutr* 1998; 8: 60-69.
72. Clarkson PM. Micronutrients and exercise: Anti-oxidants and minerals. *J Sports Science*, 1995;13 (suppl): S11-S24.
73. Clarkson PM. Effects of exercise on chromium levels: Is supplementation required?. *Sports Med* 1997; 23:341-349.
74. McArdle WD & Katch FI. *Minerais*. In: *Nutrição, Exercício e Saúde*. 4ª rev. Rio de Janeiro: Medsi, 1996:152-180.
75. Rubin MA, Miller JP, Ryan AS, Treuth MS, Patterson KY, Pratley RE, Hurley BF, Veillon C, Moser-Veillon PB, Anderson RA. Acute and chronic resistive exercise increase urinary chromium excretion in men as measured with an enriched chromium stable isotope. *J Nutr* 1998; 128: 73-78.
76. Anderson RA. Effects of chromium on body composition and weight loss. *Nutr Rev* 1998; 56: 266-270.
77. Organização Mundial de Saúde. *Cromo*. In: *Elementos Traço na Nutrição e Saúde Humana*. São Paulo: Rocca, 1998: 135-138.
78. Hallmark MA, Reynolds TH, DeSouza CA, Dotson CO, Anderson RA, Rogers MA. Effects of chromium and resistive training on muscle strength and body composition. *Med Sci Sports Exerc* 1996; 28: 139-144.
79. Bulbulian R, Pringle DD, Liddy MS. Chromium picolinate supplementation in male and female swimmers. *Med Sci Sport Exerc* 1996; 28 (suppl 5): S111.
80. Trent LK & Thieding-Cancel D. Effects of chromium picolinate on body composition. *J Sports Med Phys Fitness* 1995; 35: 273-280.
81. Grant KE, Chandler RM, Castle AL, Ivy JL. Chromium and exercise training effect on obese women. *Med Sci Sport Exerc* 1997; 29: 992-998.

Recibido:29-06-1999
 Aceptado:28-08-2000

Contenido y absorción del calcio proveniente de la dieta del noroeste de México. Una retrospectiva bibliográfica

Rosa Olivia Méndez E., C. Jane Wyatt

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. Hermosillo, Sonora, México

RESUMEN. El calcio es un mineral indispensable para el crecimiento y desarrollo del esqueleto y de los dientes en el hombre. Durante la edad adulta la actividad ósea se limita al mantenimiento de la masa esquelética para lo cual se requiere cubrir adecuadamente la ingestión de calcio. El objetivo de este escrito es realizar una retrospectiva de la información bibliográfica sobre contenido y biodisponibilidad de calcio proveniente de la dieta del Noroeste de México. Los trabajos dietarios mostraron que las cantidades de calcio (1164 mg) en las dietas del Noroeste de México cubren la recomendación de la RDA para adultos mayores de 25 años y que sus principales aportadores son las tortillas de maíz, las tortillas de harina de trigo y los frijoles. Los valores de disponibilidad de calcio de las dietas conteniendo esos alimentos aumentaron con tan solo agregar pequeñas cantidades de productos aportadores de calcio de origen animal. Esa diferencia en la disponibilidad del calcio se observó aún cuando uno de los estudios *in vivo* se realizó con un número mínimo de mujeres, por lo que podemos concluir que existe la necesidad de evaluar el efecto del calcio aportado por las dietas del Noroeste de México directamente en la población, considerando, además, otros factores que intervienen en el mantenimiento del esqueleto (ejercicio, edad, sexo, etc).

Palabras clave: Calcio, biodisponibilidad.

SUMMARY. Content and absorption of calcium in diets of Northwestern Mexico: a look at the literature. Calcium is an essential mineral in humans for growth and development of bones and teeth. In adults, bone activity is limited to maintaining bone mass and in order to do this, an adequate intake of calcium is necessary. The objective of this study was to conduct a review of the information available in the literature on the content and availability of calcium in the diet in Northwestern Mexico. The diet studies show that the amount of calcium (1164 mg/d) in the diets in Northwestern Mexico meets the RDA for adults 25 or older and that the principal sources of calcium are corn tortillas, wheat flour tortillas and beans. Bioavailability of calcium in diets containing these foods increases when small amounts of dairy products are added to the diet. This same difference in the availability of calcium was observed in an *in vivo* study conducted in young women. We can conclude, based on the studies mentioned, that it is necessary to evaluate the effect of calcium in the diets of Northwestern Mexico directly in the general population taking into consideration factors that may play a role in maintaining bone structure such as exercise, age, sex.

Key words: Calcium, bioavailability.

INTRODUCCION

El calcio es un mineral indispensable para el crecimiento y desarrollo del esqueleto en el hombre ya que es uno de los constituyentes mayoritarios del tejido óseo (1). La recomendación de consumo para adultos mayores de 25 años es de 800 mg diarios y de 1200 mg para adolescentes, adultos jóvenes y para mujeres embarazadas y lactando (2). Además de considerar el consumo de calcio, varios estudios muestran una serie de factores que influyen en la biodisponibilidad del mineral. Entre ellos se citan la composición de la dieta, la edad, la absorción intestinal, etc.

Durante los últimos diez años, hemos cuantificado y evaluado la disponibilidad del calcio proveniente de dietas y alimentos regionales por lo que el objetivo de este escrito es realizar una retrospectiva de la información bibliográfica sobre contenido y biodisponibilidad de calcio proveniente de la dieta del Noroeste de México.

Relación calcio-hueso

El calcio es un mineral indispensable para el crecimiento y desarrollo del esqueleto y de los dientes en el hombre (1). Durante la adolescencia los huesos empiezan a ganar masa ósea hasta que alrededor de los 30 años llega a su valor máximo (3). El valor máximo de masa ósea es determinado genéticamente aunque también contribuyen la ingestión de calcio, el ejercicio, etc. Una vez alcanzada la madurez del esqueleto, la actividad ósea se limita al mantenimiento de los huesos para lo cual también es indispensable cubrir adecuadamente la ingestión de calcio. La recomendación de consumo para adultos mayores de 25 años es de 800 mg diarios y de 1200 mg para adolescentes, adultos jóvenes y para mujeres embarazadas y lactando (2).

El Consensus Development Conference on Osteoporosis de 1994 (4) sugirió una ingestión de 1000 mg de calcio diarios para mujeres saludables de 25 a 50 años de edad, mientras que para mujeres postmenopáusicas sin reemplazo hormonal la sugerencia fue de 1500 mg/d.

Calcio-dieta

Varios estudios muestran una serie de factores dietarios que influyen en la absorción intestinal del calcio. Así tenemos, por ejemplo, que aunque existen controversias en cuanto al efecto que el fósforo pudiera tener sobre la absorción de calcio, se recomienda que su ingestión no exceda el consumo de calcio, o sea que se mantenga una relación 1:1, (calcio:fósforo) cuando la ingestión de calcio es inadecuada (2). En el caso de los fitatos contenidos en algunos alimentos de origen vegetal se considera la posibilidad de que pudieran actuar como aportadores de fósforo dietario; o bien, favoreciendo la formación de complejos insolubles con calcio. En ambos casos se considera que la presencia de altas cantidades de fitatos podría ser un factor inhibidor de la absorción intestinal de calcio. Sin embargo, en el área de nutrición animal se resaltan efectos benéficos de los fitatos, como son los resultados obtenidos contra carcinogénesis (5, 6) y los referentes a las propiedades antioxidantes del ácido fítico (7). Además, en esta misma área de investigación se está buscando la posibilidad de disminuir el uso de suplementos de fósforo inorgánico en alimentos para animales, por lo que se está utilizando fitasa microbiana para liberar el fósforo de los fitatos durante la elaboración de las dietas (8, 9).

Otro componente dietario que se reporta como inhibidor de la absorción intestinal de calcio es la fibra, ya que al atrapar nutrientes (como el calcio) favorece su excreción fecal (10). En las dietas de EEUU donde el 75% del calcio dietario es aportado por productos lácteos y donde el contenido de fibra y fitatos es de 11 g (11) y de 395 mg (12) respectivamente, es probable que su efecto final sobre la absorción intestinal de calcio no tenga mayor relevancia, sin embargo en países donde el aporte de calcio es a partir de alimentos de origen vegetal, la situación podría requerir de más atención.

Por otra parte, además de conocer la composición química de las dietas se recomienda evaluar la biodisponibilidad del calcio. Greger (13) consideró que para ello deben tomarse en cuenta todos los componentes dietarios (calcio total, fósforo, proteína, magnesio, fibra, fitatos, grasa, vitamina D, lactosa y otros azúcares) ya que la influencia de todos ellos en conjunto determinará la biodisponibilidad del mineral. Esto se logrará, señaló, al realizar las evaluaciones directamente sobre las dietas y no en cada alimento en particular.

Métodos para evaluar biodisponibilidad de minerales

Todas las técnicas *in vitro* e *in vivo* desarrolladas permiten conocer, en mayor o menor grado, la influencia de la composición de la dieta sobre la absorción de nutrientes. Respecto a los métodos *in vitro* enfocados a minerales, algunos consideran a la solubilidad como indicador de su disponibilidad (14), de tal manera que los alimentos con un alto contenido de sustancias formadoras de complejos

insolubles se les considera alimentos aportadores de minerales no biodisponibles. La metodología descrita por Rao y Prabhavathi (15) utiliza pepsina para simular la digestión gástrica de los alimentos y cuantifica el contenido de minerales en las porciones solubles e insolubles de los alimentos.

Shen et al (16) utilizaron otra técnica *in vitro* en la que primeramente imitaron la digestión gástrica utilizando pepsina y después cuantificaron la cantidad de calcio que logró atravesar una membrana semipermeable durante una simulación de digestión intestinal con una mezcla de pancreatina y sales biliares. Los autores señalaron que este método presenta modificaciones al descrito por Miller et al., con el cual obtuvieron buena correlación con estudios *in vivo* para cinc y hierro.

La realización de estudios *in vivo* permite medir el efecto de diferentes niveles de calcio dietario o su biodisponibilidad evaluando diferentes características de los huesos en animales, por ejemplo tamaño, densidad y grosor del fémur, o bien, parte de su composición química como sería el contenido de ceniza y calcio. La utilización de ratas para evaluar diferentes fuentes de calcio es en vista de que en ellas se observa un comportamiento óseo semejante al de los humanos, incluyendo pérdida de minerales y de matriz ósea llegando a desarrollar osteoporosis (17).

Contenido de calcio en dietas consumidas en el Noroeste de México

El contenido de calcio en dietas de adultos del Noroeste de México cubrió la recomendación dietaria (2) para adultos mayores de 25 años con 1164 mg, pero no alcanzó los 1500 mg sugeridos por el Consensus Development Conference on Osteoporosis (4) para mujeres postmenopáusicas. El promedio de consumo diario de leche y queso fue de 228 g y 40 g, respectivamente (18), por lo que no se alcanzó la recomendación de dos porciones diarias de productos lácteos (19). Los principales alimentos aportadores de calcio fueron de origen vegetal: frijoles, tortillas de maíz y tortillas de harina de trigo, con un contenido de calcio de 186 ± 6 , 158 ± 1 y 43 ± 2 mg/100g, respectivamente (base seca)(20). La aportación al calcio dietario a partir de tortillas de maíz alcanza a cubrir el 22% de la recomendación dietaria para Estados Unidos (RDA). Cabe señalar que los frijoles y las tortillas de maíz son los principales alimentos aportadores de fibra y fitatos, alcanzando en las dietas del Noroeste de México valores de 49 g y 2088 mg, respectivamente (21). Estas composición de la dieta podría comprometer la disponibilidad de los minerales, sin embargo se menciona que existen procesos de adaptabilidad en los humanos orientados a optimizar la absorción de calcio de acuerdo al contenido y/o composición de las dietas, por lo cual requerimos de más estudios que nos muestren el

aprovechamiento del calcio considerando las características específicas de las dietas.

Evaluación *in vitro* del calcio contenido en dietas consumidas en el Noroeste de México

Aunque el contenido de calcio en las dietas del Noroeste de México cubre la recomendación para adultos, el alto contenido de fibra y fitatos nos haría esperar un alto contenido de minerales no biodisponibles. Sin embargo, los resultados obtenidos con los alimentos de mayor consumo en el Noroeste de México utilizando técnicas *in vitro* mostraron que el contenido de calcio soluble era elevado (21). La solubilidad se evaluó de acuerdo a la metodología descrita por Rao y Prabhavathi (15). La cantidad de calcio soluble fue de 61.3, 67.1 y 83.7 % del calcio total en frijoles, tortillas de maíz y tortillas de harina de trigo, respectivamente (20). En la dieta total, con un contenido de fitatos de 2088 mg (base húmeda), el calcio soluble fue del 87.3% (21). Estos datos, contrarios a lo que se esperaba, pudieran ser resultado de la influencia de todos los constituyentes dietarios o bien a que la técnica solo considera un mínimo de condiciones presentes en el tracto digestivo.

Al utilizar la técnica de Shen et al (16) para evaluar dietas con diferentes fuentes de calcio, se observó que del calcio total contenido en una dieta con tortilla de maíz solo el 6% fue dializable y que el valor se elevó a un 8% cuando se adicionaron fuentes de calcio de origen animal (leche y huevo) (22).

La utilización de estas técnicas resulta práctica dada la rapidez y el bajo costo de su desarrollo, no obstante, los resultados aportan sólo tendencias en el aprovechamiento del calcio. En nuestros estudios nos permitieron observar diferencias de disponibilidad de calcio dependiendo del tipo del alimento aportador y la posibilidad de problemas de disponibilidad de calcio con las dietas estudiadas.

Evaluación *in vivo* del calcio contenido en dietas consumidas en el Noroeste de México

En otro estudio (23) realizado en nuestro centro de trabajo se midió el contenido de calcio y fósforo en fémur de ratas alimentadas con dietas conteniendo diferentes fuentes de calcio. Las diferencias obtenidas en el contenido de calcio y fósforo en el fémur de las ratas se interpretaron como diferencias en la biodisponibilidad de dichos minerales. De esa manera se concluyó que la biodisponibilidad de estos minerales es mayor en una dieta con alimentos vegetales y animales que la que solo contenía fuentes vegetales (tortillas de maíz) como aportadores de calcio. El contenido de calcio y fósforo en el fémur de las ratas que consumieron la dieta basada en alimentos vegetales, no mostró diferencias estadísticas significativas con la dieta control deficiente en calcio y fósforo. Obviamente el contenido de calcio en el

fémur de los dos grupos de ratas fue menor que en el grupo alimentado con una dieta control que cubría todos los requerimientos para ratas. Al comparar estos resultados con los obtenidos con el calcio dializable, se pudo concluir que el método *in vitro* es un buen predictor de la biodisponibilidad del calcio dietario.

En la evaluación antes mencionada (23) también se midió la posible interferencia que pudiera presentar el fósforo ya que en las dietas experimentales la relación calcio:fósforo presentó una proporción contraria (1:1.8) a la indicada por la RDA (2). Los resultados obtenidos al alimentar las ratas mostraron diferencias significativas entre las dietas control y las dietas experimentales, pero las diferencias se atribuyeron a la fuente de calcio y no a la proporción calcio:fósforo.

Otro estudio *in vivo* que se realizó para evaluar fuentes de calcio de origen vegetal y animal, se desarrolló en mujeres utilizando isótopos estables. Se hizo una comparación de la absorción de calcio en dos grupos de mujeres jóvenes, uno alimentado con dietas con tortillas de maíz y el otro con productos lácteos como fuentes de calcio. A cada persona se le administró ^{46}Ca vía intravenosa y los isótopos ^{44}Ca y ^{48}Ca añadidos a las tortillas de maíz (10 mg/persona) y a la leche (1.8 mg/persona) respectivamente. Para calcular la absorción de calcio se cuantificó la cantidad de isótopos excretada en orina de 24 h y se midió la proporción relativa del isótopo oral contra el administrado por vía intravenosa. A pesar de que participaron muy pocas personas en cada grupo de estudio se pudieron establecer diferencias significativas entre los grupos ya que los resultados mostraron un porcentaje de absorción fraccional de 27.56 para ^{44}Ca y 31.04 para ^{48}Ca , lo cual indica una mayor biodisponibilidad del calcio contenido en los productos lácteos (24). Esta metodología ofrece la oportunidad de evaluar la absorción de calcio directamente en los humanos, aunque su elevado costo ha limitado su uso en nuestro medio.

CONCLUSION

El contenido de calcio en las dietas del Noroeste México cubre la recomendación diaria para adultos mayores de 25 años. Sin embargo, los estudios *in vitro* e *in vivo* mostraron que la disponibilidad del calcio contenido en las dietas podría estar dependiendo de los alimentos aportadores de calcio. Esa diferencia en la disponibilidad del calcio se observó aún cuando uno de los estudios *in vivo* se realizó con un número mínimo de mujeres, por lo que concluimos que existe la necesidad de evaluar el efecto del calcio aportado por las dietas del Noroeste de México directamente en la población considerando, además, otros factores que intervienen en el mantenimiento del esqueleto (ejercicio, edad, sexo, etc).

REFERENCIAS

1. Matkovic V. Calcium metabolism and calcium requirements during skeletal modeling and consolidation of bone mass. *Am J Clin Nutr.* 1991;54:245S-605.
2. NAS. National Academy of Science. Recommended Dietary Allowances 10th edition. Washington, D. C. 1989.
3. Abrams S and Stuff J. Calcium metabolism in girls: current dietary intakes lead to low rates of calcium absorption and retention during puberty. *Am J Clin Nutr.* 1994;60: 739-43.
4. Consensus Development Conference on Osteoporosis. En: National Institute Health Consensus Development Panel on *Optimal Calcium Intake.* JAMA 1994;272:1942-1948.
5. Graf E, Eaton JW. Suppression of colonic cancer by dietary phytic acid. *Nutr Cancer* 1993;19:11-19.
6. Shamsuddin AM. Inositol phosphates have novel anticancer function. *J Nutr* 1995;125:725S-732S.
7. Graf E, Empson KL, Eaton JW. Phytic acid. A natural antioxidant. *J Biol Chem* 1987;262:11647-11650.
8. Edwards HM. Dietary 1,2,5-dihydroxycholecalciferol supplementation increases natural phytate phosphorus utilization in chickens. *J Nutr* 1993;23:566-77.
9. Ketola HG, Harland BF. Influence of phosphorus in rainbow trout diets on phosphorus discharges in effluent water. *Transactions of the American Fisheries Society.* 1993;122:1120-6.
10. Harland BF. Dietary fibre and mineral bioavailability. *Nutr Res Rev* 1989;2:133-147.
11. Lanza E, Jones BY, Block G and Kessler L. Dietary fibre intake in the U.S. population. *Am J Clin Nutr;* 1987;46:790-7.
12. Murphy SP. Nutrient intakes of women in NHANES II, emphasizing trace minerals, fiber and phytate. *J Am Diet Ass* 1986;86: (10)1366-72.
13. Greger JL. Calcium Bioavailability. *Cereal Foods World,* 1988;33: (9)796-800.
14. Levenson DI and Bockman RS. A Review of calcium preparations. *Nutr Rev.* 1994;52: (7) 221-232.
15. Rao N. and Prabhavathi T. An in vitro method for predicting the bioavailability of iron from foods. *Am J Clin Nutr.* 1978;31:169-175.
16. Shen L, Robberecht H, van Dael P, Deelstra H. Estimation of the bioavailability of zinc and calcium from human, cow, goat and sheep milk by an in vitro method. *Biol Trace Elem Res* 1995;49: 107-118.
17. Krishnarao GVG, Draper HH. Influence of dietary phosphate on bone resorption in senescent mice. *J Nutr.* 1972;102: 1143-46. 1972.
18. Méndez RO y Wyatt CJ. Comparación entre los valores analizados y calculados del contenido de energía, grasa, proteína, fibra dietética, hierro y zinc en dietas del noroeste de México de diferentes niveles socioeconómicos. *Arch. Latinoamer. Nutr.* 1995;45:(2), 151-158.
19. USDA. US Department of Agriculture and US Department of Health and Human Services. *Nutrition and your health: dietary guidelines for Americans,* 2nd Ed. Home and Garden Bulletin No 232; US Government Printing Office: Washington, DC. p.1-25. 1985.
20. Wyatt C. Jane and Triana-Tejas, MA. Soluble and insoluble Fe, Zn, Ca, and phytates in foods commonly consumed in Northern Mexico. *J Agric and Food Chem* 1994;42: 2204-2209.
21. Wyatt CJ, Méndez RO, Triana MA, Meléndez JM. Protein, energy fat and mineral composition of diets for low income adults in Sonora, México. *J Agric Food Chem,* 1995;43: 2636-2640.
22. Jane Wyatt C, Hernández ME, and Méndez RO. Dialyzable calcium and phosphorus in Mexican diets high in insoluble Fiber. *J Agric Food Chem.,* Vol 1998;46:4662-4666.
23. Jane Wyatt C, Hernández ME, and Méndez RO y Valencia ME. Effect of different calcium and phosphorus content in Mexican diets on rat femur bone growth and composition. *Nutr Res.* 2000;20:427-437.
24. Jane Wyatt C. Nutrient composition of the diet in Northern Mexico: A review. *Res. Adv in Food Science I.* 2000.

Recibido:07-12-1999

Aceptado:02-11-2000

La adaptación y validación de una escala de seguridad alimentaria en una comunidad de Caracas, Venezuela

Paulina Lorenzana Albert y Diva Sanjur

Universidad Simón Bolívar Caracas, Venezuela y Cornell University, Ithaca, NY

RESUMEN. Este trabajo describe el proceso de modificar y validar un índice de hambre desarrollado en los Estados Unidos por Wehler y colaboradores (1992). Forma parte de un trabajo de investigación cuyo objetivo principal es desarrollar y validar un método abreviado que estima dimensiones tanto cuantitativas (suficiencia alimentaria) como cualitativas (percepción de la mujer) de la seguridad alimentaria en el hogar. En un estudio piloto se modificó la escala original de 2 puntos 8 ítems a una escala de 4 puntos, 12 ítems. La confiabilidad medida por el coeficiente Alpha de Cronbach fue alto (0.871) sugiriendo consistencia en los ítems de la escala.

El instrumento fue aplicado a una muestra de 238 hogares pobres y muy pobres de un barrio periurbano de Caracas. Para determinar la validez global del instrumento se analizó la relación entre posibles determinantes: económicos, sociales y de comportamiento y el nivel de seguridad alimentaria medido con la escala.

Mediante análisis factorial se constata la validez conceptual del instrumento. Utilizando el método estadístico de regresión múltiple se presentan evidencias de la validez interna de la escala. Cuatro determinantes: puntaje de predictores de suficiencia energética, ingreso per cápita mensual, clase social y número de hijos en el hogar predicen en dirección esperada el nivel de seguridad alimentaria percibida por la mujer ($R^2 = 0.343$). Se concluye que este instrumento junto con otro para medir en forma breve la suficiencia alimentaria, basada en alimentos estratégicos, podría ser un método simple, válido y preciso para identificar y vigilar hogares que padecen algún grado de inseguridad alimentaria en zonas urbanas de bajos recursos del país.

Palabras clave: Escala de percepción, validación, seguridad alimentaria del hogar.

SUMMARY. The process of adapting and validating a perceived household food security scale in a poor community. This paper describes the process of modifying and validating a hunger index developed in the United States by Wehler et al (1992). It is part of a research whose main objective is to develop and validate a simple method that measures both quantitative (food sufficiency) and qualitative (female self-perception) dimensions of household food insecurity. In a pilot study, the original instrument was modified from a 2 point 8 item to a 4 point 12 item scale. Precision measured with Alpha Chronbach's coefficient was high (0.871) suggesting consistency in the scale's items.

The instrument was applied to a sample of 238 poor and very poor households in a peri-urban barrio of Caracas. To determine overall internal validity of the scale the relationship between possible economic, social and behavioral determinants and food security level measured with the scale, was analyzed. Construct validity of the scale was established with factor and principal components analysis. Finally, with multiple regression analysis evidence is presented for overall validity of the scale.

Four determinants: predictors of food sufficiency score, monthly income per capita, social class, and number of children in the household predict in the expected direction self-perceived food security level ($R^2 = 0.343$). Results suggest that this instrument, together with an abbreviated measure of food sufficiency, based on strategic foods may be a valid, precise, and simple method for identifying and monitoring households that suffer from some degree of food insecurity in poor urban communities.

Key words: Self-perceived scale, validation, household food security.

INTRODUCCION

Durante la Cumbre Mundial de Alimentación celebrada en Roma en Noviembre de 1996, 187 naciones acordaron que existe seguridad alimentaria cuando todas las personas, en todo momento, tienen acceso físico y económico a alimentos nutritivos en cantidad y calidad suficientes para cubrir sus necesidades y preferencias alimentarias para una vida activa, saludable y productiva. Los países reconocieron que la seguridad alimentaria implica disponibilidades alimentarias suficientes y acceso a alimentos adecuados. Reconocieron además, que la reducción de la pobreza, la

justicia social y sistemas alimentarios sostenibles son condiciones esenciales para el logro de la seguridad alimentaria para todos (1).

Los gobiernos nacionales, regionales y locales de países en desarrollo están luchando por resolver los problemas de pobreza, inseguridad alimentaria y malnutrición. En un mundo cada vez más globalizado y urbanizado, el desafío crece a medida que las brechas internas se agrandan, los empleos urbanos se tornan cada vez más escasos y por lo tanto la posibilidad de acceder a los recursos necesarios para cubrir las necesidades básicas se presentan cada vez más difíciles. Las evidencias señalan que la asociación entre

ingreso y seguridad alimentaria de hogares es mayor en el sector urbano que en el sector rural (2).

En Venezuela, el logro de la seguridad alimentaria nacional preveía sobre la seguridad alimentaria de los hogares, hasta 1989-90 con el desmantelamiento de los subsidios para los diferentes componentes del sistema alimentario. Hoy día, el acceso a alimentos, sobre todo por parte de los pobres quienes viven en sectores urbanos donde viva el 70-80% del total de los venezolanos menos privilegiados, se ha convertido en una preocupación nacional. Se considera que un mejor acceso a suficientes alimentos depende del desarrollo socioeconómico que permitirá un incremento en el ingreso real y el acceso a empleo (3). Mientras tanto, la dimensión de acceso a alimentos suficientes para cubrir las necesidades nutricionales es el enfoque principal de las medidas para realzar la seguridad alimentaria de hogares, implementados por el gobierno a través de una variedad de programas sociales compensatorios (PSC) cuyos fines es proveer a los pobres de un conjunto de bienes y servicios que le permitan cubrir fundamentalmente sus necesidades de tipo primarias. Como dichos programas requieren de cuantiosos recursos de origen interno y externo, las distintas instancias gubernamentales deben garantizar que efectivamente estos recursos vayan a satisfacer las demandas de los sectores menos favorecidos de la sociedad. Varios de los PSC ofrecen asistencia alimentaria y monetaria directa a familias de bajos recursos económicos. Sin embargo, evaluaciones realizadas sobre ellas apuntan a la deficiente focalización de los programas como una de sus debilidades (4) ya que estos no contaban con métodos válidos y precisos para medir la magnitud y la prevalencia de la inseguridad alimentaria de hogares (5).

Investigadores en los EEUU fueron pioneros en el desarrollo y la validación de instrumentos para estimar hambre e inseguridad alimentaria (6-9). Los enfoques incluyen la construcción de un índice de hambre que capta insuficiencia alimentaria en el hogar por falta de dinero y experiencias de hambre entre adultos y niños (9); una escala de inseguridad alimentaria que además de lo anterior considere aspectos psicosociales de la inseguridad alimentaria (8) y algunos ítems incluidos en unas encuestas nacional (6,7).

En Argentina, Aguirre (10) documentó las estrategias de ajustes internos que hogares pobres implementaban para hacer frente a la hiperinflación y los programas de ajuste macroeconómico durante el periodo 1989-1994. Maxwell (11) reportó sobre los mecanismos de sobrevivencia como indicadores de inseguridad alimentaria entre campesinos Africanos. En América Latina, el enfoque de la canasta básica de alimentos ha sido utilizado para estimar la prevalencia de la inseguridad alimentaria entre hogares en Colombia (12) y Cuba (13).

Hasta el presente, no conocemos de la existencia de un método cuali-cuantitativo validado, para identificar y vigilar el nivel de seguridad alimentaria en hogares pobres de América Latina. Por lo tanto, emprendimos una investigación cuyo propósito principal fue desarrollar y validar un método sencillo para estimar y monitorear niveles de seguridad alimentaria en hogares, basados en dos mediciones: las principales fuentes energéticas y de micronutrientes específicos en el hogar (la medida cuantitativa), además de una escala de percepción de la mujer sobre la seguridad alimentaria en su hogar (la medida cualitativa). La medida cuantitativa estima suficiencia alimentaria en el hogar; la medida cualitativa capta dos dimensiones de la inseguridad alimentaria percibida: modificaciones en la ingesta debido a recursos insuficientes y experiencias de hambre entre adultos y niños en el hogar. Este trabajo busca describir el proceso de adaptación y validación del "índice de hambre" de Wehler y colaboradores (9) para su posible uso en la valoración de la inseguridad alimentaria de hogares urbanos de bajos recursos económicos.

MÉTODOS

El proceso de adaptación y validación del índice de hambre (9) se desarrolló en dos etapas: un estudio piloto donde se comprobó la confiabilidad de la escala modificada y un estudio de campo en una comunidad peri-urbana de bajos recursos económicos para validar dicha escala.

Estudio piloto

El propósito del estudio piloto fue: a) adaptar el índice de hambre del "Community Childhood Hunger Identification Project" (CCHIP) (9), para uso en el presente estudio y b) probar el cuestionario que recoge datos para medir las variables determinantes del nivel de seguridad alimentaria en el hogar. Se aplicó un cuestionario desarrollado para recoger los datos de este estudio durante el lapso comprendido entre noviembre de 1994 y diciembre de 1995, en el distrito sanitario número 4 del Ministerio de Sanidad y Asistencia Social en el Valle de Caracas, entre mujeres atendidas en una clínica de consulta externa.

Adaptación de la escala de SAH autopercibida

El índice de CCHIP es una escala de 2 puntos (sí o no) y 8 ítems que indica si los adultos o niños del hogar son afectados por insuficiencia alimentaria percibida o una ingesta alimentaria alterada debido a falta de dinero (Tabla 1). Uno a cuatro respuestas positivas sugiere que la familia está a riesgo de hambre; de cinco a ocho respuestas afirmativas indican un claro 'problema de hambre'; es decir, hay 5 o más signos de hambre en el hogar y por lo menos

uno afecta directamente a los niños. Una encuesta de 377 familias pobres en Seattle Washington reportaron una fuerte asociación entre el índice de hambre y variables socioeconómicas a nivel del hogar, como también entre el índice y las estrategias de ajuste para hacer frente a la falta de alimentos en el hogar, validando así la escala para la valoración del hambre en los hogares estudiados (9).

TABLA 1
Índice de Hambre CCHIP

Ítems de la Escala
1. Falta dinero en el hogar para comprar alimentos?
2. Se reduce el número de alimentos para alimentar a los niños por falta de dinero?
3. Algún adulto come menos de lo que desea por falta de dinero para comprar alimentos?
4. Algún adulto reduce el número de comidas por falta de dinero para comprar alimentos?
5. Algún niño se queja de hambre porque ni hay suficiente comida en el hogar?
6. Algún niño come menos de lo que desea porque no hay suficiente dinero para comprar alimentos?
7. Algún niño se acuesta con hambre porque no hay suficiente dinero para comprar alimentos?
8. Algún niño reduce el consumo de comidas porque no hay suficiente dinero para comprar alimentos?

Fuente: (9)

El índice anterior fue modificado a una escala de 12 ítems, 4 puntos (Tabla 2). La escala valora la percepción de la mujer con respecto a la severidad de la insuficiencia alimentaria en su hogar, reflejada en modificaciones del consumo alimentario debido a falta de recursos, o en experiencias de hambre entre adultos y niños, durante los últimos seis meses. Cada ítem se codifica como 0 para 'nunca', 1 para 'pocas veces', 2 para 'frecuentemente' y 3 para 'siempre', dando un máximo de 36 puntos. Desde el punto de vista de la seguridad alimentaria percibida por el ama de casa, hogares con 0 puntos se consideran seguros, 12 o menos puntos refleja 'inseguridad leve', de 13 a 24 puntos 'inseguridad moderada' y 25 puntos o más 'inseguridad severa'.

El índice se probó en dos etapas durante el estudio piloto. En la primera etapa, la escala se administró a 20 familias pobres (estratos IV y V) según el Método Graffar para clases sociales modificado para la población venezolana (14), en el distrito sanitario descrito arriba. Se evaluaron los aspectos cognitivos de los ítems incluyendo uso de palabras, orden de preguntas, comprensión y categorías de respuestas. Se consideraron cuidadosamente el flujo de la entrevista, la secuencia de las preguntas y la posición de cada una de las preguntas dentro del índice. Con base al análisis anterior, el

cuestionario fue rediseñado y aplicado por el investigador principal a 65 mujeres en una comunidad con características similares a la población de este estudio. El coeficiente de consistencia interna, dado por él α -Cronbach fue de 0.871 para los 12 ítems, indicativo de una escala bastante confiable y precisa; es decir, considerados en conjunto los ítems miden consistentemente las dos dimensiones de insuficiencia alimentaria (modificaciones en la ingesta por falta de recursos y experiencias de hambre en el hogar) que la escala pretende medir

Para probar la validez global de la escala, se desarrolló un modelo conceptual basado en las características del hogar y las decisiones/comportamiento dentro de este que la literatura sugiere como determinantes de la seguridad alimentaria de hogares de bajos recursos económicos (Figura 1).

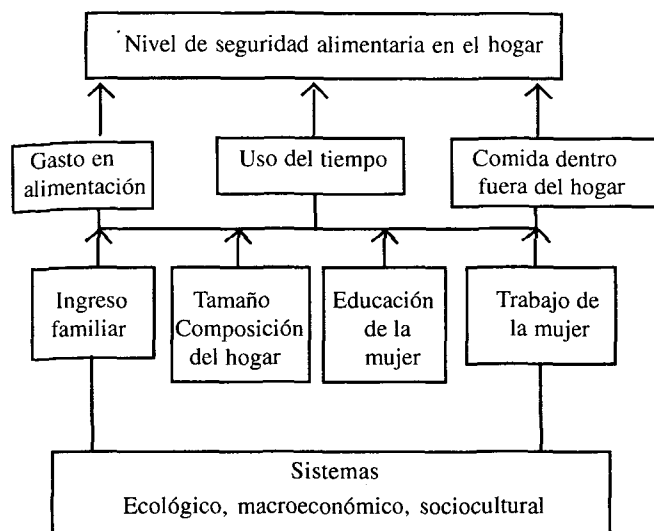
TABLA 2
Escala de Seguridad Alimentaria Percibida

Ítems de la Escala	N	AV	F	S
*Falta de dinero en el hogar para comprar alimentos	0	1	2	3
*Algún miembro del hogar come menos de lo que desea por falta de dinero en el hogar	0	1	2	3
*Disminuye el número usual de comidas por falta de dinero	0	1	2	3
*Disminuye el número de comidas de algún adulto por falta de dinero en el hogar	0	1	2	3
*Disminuye el número de comidas de algún niño por falta de dinero en el hogar	0	1	2	3
*Algún adulto come menos en la comida principal por que los alimentos no alcanzan	0	1	2	3
*Algún niño come menos en la comida principal por que los alimentos no alcanzan	0	1	2	3
*Algún adulto se queja de hambre por falta de alimentos	0	1	2	3
*Algún niño se queja de hambre por falta de alimentos	0	1	2	3
*Se compran menos alimentos indispensables para niños por falta de dinero	0	1	2	3
*Algún adulto se acuesta con hambre porque no alcanza la comida	0	1	2	3
*Algún niño se acuesta con hambre porque no alcanza la comida	0	1	2	3

N= nunca; AV= a veces; F= frecuentemente; S= siempre

FIGURA 1

Determinantes sociales y de comportamiento de la SAH



Estudio de campo

Una vez comprobada la confiabilidad de la escala, se llevó a cabo un estudio de campo en un barrio peri-urbano del Área Metropolitana de Caracas, para aplicar la escala y recoger los datos sociodemográficos y de comportamiento requerido para su validación global. Los datos fueron recogidos a través de entrevistas personales con las mujeres en sus casas en una muestra representativa de 238 familias pobres y muy pobres (estratos IV y V según el Método Graffar Modificado).

Administrando la Escala de SAH

El enumerador inició la entrevista diciendo: "Pensando en los últimos 6 meses, por favor dígame con qué frecuencia se presenta las siguientes situaciones en su hogar. Por favor responda con (0) nunca, (1) pocas veces, (2) frecuentemente o (3) siempre". Las 12 preguntas fueron interrogadas consecutivamente y se encerró con un círculo la respuesta correspondiente. Cada uno de los 12 ítems en la escala de SAH percibida por la mujer fue codificado tal como fue explicado previamente. Para el análisis estadístico, de los datos las familias fueron clasificadas en dos maneras: a) con seguridad alimentaria (0 puntos) vs con inseguridad alimentaria (1-36 puntos) y b) según niveles progresivos de inseguridad alimentaria (leve, moderada o grave).

Análisis estadístico

La validez conceptual de los ítems de la escala fue determinada mediante el análisis factorial y análisis de componentes principales (15). Para la selección del número de factores se utilizó como criterio un valor Eigen de uno.

Se aplicaron a todos los datos análisis estadístico descriptivo y bivariado usando el paquete estadístico de SYSTAT para Windows (versión 5) (16). Para el análisis descriptivo se determinaron las frecuencias, promedios y desviaciones estándar para todas las variables, así como también la mediana y el coeficiente de variación para algunas variables seleccionadas. Se utilizaron la prueba t-Student y Chi-cuadrado para comparar grupos. Además, los coeficientes de correlación de Pearson fueron examinados para estimar la fortaleza de la correlación entre la variable de respuesta (nivel de seguridad alimentaria percibida) y como un chequeo inicial para multicolinealidad entre las variables predictoras. También la correlación de Pearson fue usada para medir la relación entre predictores individuales y la variable de respuesta, ayudando en la selección de los predictores determinantes para modelar con análisis de regresión.

RESULTADOS Y DISCUSION

Emergieron del análisis factorial dos factores: a) modificaciones en el consumo de alimentos a causa de limitación de recursos y, b) experiencias de hambre de adultos o niños, la Tabla 3 indica que 7 ítems correlacionaban en el factor 1 (modificaciones en el consumo de alimentos por falta de recursos) con un rango de cargas de factores entre 0.56 y 0.88. En el factor 2 (experiencias de hambre en el hogar), 5 ítems se cohesionan con rangos de carga de 0.67 a 0.91. El factor 1 explica 37.2% y el factor 2 el 32.1% de la varianza total. Una medida separada se formó para cada uno de los 2 niveles y la confiabilidad de las medidas valoradas con el coeficiente α de Cronbach, resultó de 0.91 y 0.88 respectivamente para cada factor. El α estandarizada para los 12 ítems tomada en conjunto fue 0.92, indicando muy alta confiabilidad. Estos resultados proveen evidencias de la validez conceptual de la escala de SAH: los ítems "se adhieren juntos" como una unidad y revelan dos dimensiones subyacentes del concepto (17).

La Tabla 4 resume los niveles de SAH para todas las familias y para grupos específicos. Para toda la muestra, el 78% de las mujeres perciben que sus hogares sufren de algún grado de inseguridad alimentaria. Basados en los criterios utilizados en este estudio, el 59, 14 y 5 por ciento de las mujeres percibían que sus hogares sufrían de inseguridad alimentaria en forma leve, moderada y severa, respectivamente. En la Tabla 5 se presenta la asociación entre pobreza y niveles de SAH. Los datos muestran claramente una asociación muy fuerte y positiva ($p = .000$) entre los niveles de inseguridad alimentaria y el nivel de pobreza. Porcentualmente, el doble de los hogares pobres está categorizados como seguros comparados con los hogares muy

pobres. Al contrario, el doble de hogares muy pobres están categorizados como severamente inseguros, comparados con los hogares pobres. La prueba t-Student en los puntajes de SAH, reveló una diferencia estadísticamente significativa ($p < .001$) entre los hogares pobres y muy pobres.

TABLA 3
Análisis factorial para la escala de SAH percibida

Descripción del ítem	Factor 1	Factor 2
*Reduce el número de comidas en el hogar por falta de dinero	<u>0.881</u>	0.180
*Adultos que reducen el número usual de comidas	<u>0.875</u>	0.199
*Alguien come menos de lo deseado por falta de dinero	<u>0.803</u>	0.303
*Falta de dinero para comprar alimentos	<u>0.777</u>	0.139
*Adultos que comen menos en la comida principal por falta de dinero	<u>0.734</u>	0.400
*Compra de menos alimentos indispensables para niños	<u>0.567</u>	0.357
*Niños reducen el número usual de comidas por falta de dinero	<u>0.564</u>	0.558
*Niños se quejan de hambre	0.176	<u>0.905</u>
*Niños se acuestan con hambre	0.066	<u>0.850</u>
*Niños comen menos en la comida principal por falta de alimentos	0.342	<u>0.786</u>
*Adultos se acuestan con hambre	0.376	<u>0.680</u>
*Adultos se quejan de hambre	0.443	<u>0.670</u>
Eigenvalue	4.458	3.852
Porcentaje de la varianza total explicada	37.2	32.1

TABLA 4
SAH percibida para todos los hogares

Nivel de SAH	Frecuencia	Porcentaje
Seguro	53	22.3
Medianamente inseguro	140	58.8
Moderadamente inseguro	34	14.3
Severamente inseguro	11	4.6
Total inseguridad	185	77.7
Total hogares	238	100.0

TABLA 5

Nivel de SAH percibida para todos los hogares según nivel de pobreza $n=238$

Nivel de SAH percibida	Hogares pobres		Hogares muy pobres	
	Frec.	Porcentaje	Frec.	Porcentaje
Seguro	45	27.6	8	10.7
Medianamente inseguro	98	60.1	42	56.0
Moderadamente inseguro	14	8.6	20	26.7
Severamente inseguro	6	3.7	5	6.6
Total	163	100.0	75	100.0

Chi-cuadrado = 19.509

$p = .000$

Los 12 ítems se señalan en la Tabla 6 en orden del más común indicador de inseguridad alimentaria para la muestra completa y para las familias agrupadas según el nivel de pobreza. La tabla señala que el indicador más común de inseguridad alimentaria dentro del hogar es la falta de dinero para comprar alimentos. Los subsiguientes ítems parecen reflejar las estrategias de ajuste a los recursos limitados dentro del hogar: comprar menos alimentos esenciales para los niños, reducir el número de comidas usuales en el hogar, los miembros de la familia comen menos alimentos, y reducir el número de comidas usuales de los adultos o comer menos en la comida principal. Es notable, que las experiencias de hambre en el adulto son reportadas más comúnmente que la reducción en el número de comidas de los niños. Además, los datos sugieren que un adulto podría acostarse con hambre antes que un niño coma menos en la comida principal. Finalmente, la queja de hambre por los niños, o niños que se acuestan con hambre, son los indicadores menos reportados de inseguridad alimentaria percibida y así pueden reflejar la incapacidad del hogar para afrontar el limitado acceso a los alimentos. El porcentaje de distribución de respuestas de estos ítems parece indicar que el racionamiento de alimentos en los adultos precede lo de los niños. Los resultados del presente estudio son muy similares a aquellos reportados por Scott et al (18), con el uso del índice de hambre (9) entre hogares pobres en Estados Unidos.

TABLA 6

Respuestas positivas a la escala por nivel de pobreza

Ítems de la Escala	Pobre	Muy pobre
	$n=163$ %	$n=75$ %
*Falta de dinero en el hogar para comprar alimentos	62.0	78.2
*Se compran menos alimentos indispensables para niños por falta de dinero	40.5	37.7
*Disminuye el número usual de comidas por falta de dinero	34.5	54.7
*Algún miembro del hogar come menos de lo que desea por falta de dinero en el hogar	28.8	56.0
*Disminuye el número de comidas de algún adulto por falta de dinero en el hogar	24.5	50.7
*Algún adulto come menos en la comida principal por que los alimentos no alcanzan	22.7	46.7
*Algún adulto se queja de hambre por falta de alimentos	14.1	26.7
*Disminuye el número de comidas de algún niño por falta de dinero en el hogar	11.7	24.0
*Algún adulto se acuesta con hambre porque no alcanza la comida	12.9	17.3
*Algún niño come menos en la comida principal por que los alimentos no alcanzan	8.6	18.7
*Algún niño se queja de hambre por falta de alimentos	9.2	12.0
*Algún niño se acuesta con hambre porque no alcanza la comida	3.7	6.7

Valorando la validez interna de la Escala de SAH percibida

Para probar la precisión y la validez interna de la escala de SAH propuesta en este estudio, se aplicó el análisis de regresión multivariada, relacionando estas mediciones con las características, decisiones y comportamiento en el hogar señalados en el modelo conceptual (Figura 1).

Las principales determinantes de la SAH percibida identificados son presentados en la Tabla 7. Todos los determinantes inciden sobre la SAH en la dirección esperada. El puntaje de los predictores de disponibilidad energética (PREDENAV): el número de alimentos que contribuye al 85% o más de la disponibilidad de energía en el hogar, fue el determinante más significativo (beta = 0.298). El puntaje de PREDENAV por sí mismo explica el 19.2% del nivel de seguridad alimentaria en los hogares pobres. El ingreso mensual por persona emergió como un fuerte predictor (beta = -0.292). Como se señaló anteriormente, el indicador más común de inseguridad alimentaria dentro del hogar, reflejado en la frecuencia de respuestas positivas a la escala es la falta de dinero para comprar alimentos. Además, el modelo estima que la variable nivel de pobreza también predice la inseguridad alimentaria percibida por la mujer. Esto está en concordancia con el análisis de Chi-cuadrado que muestra una asociación muy significativa ($p = .000$) entre el nivel de inseguridad alimentaria y el nivel de pobreza. Finalmente, la variable “número de niños en el hogar” es otro predictor del nivel de inseguridad alimentaria. Estos cuatro predictores explican el 34.3% de la variación en el puntaje de inseguridad alimentaria en el hogar.

TABLA 7
Factores que influyen en el Puntaje de SAH percibida¹

Variables Predictoras	Puntaje de SAH percibida		
	Coefficiente De regresión estimado	valor t	valor p
Constante	- 0.643	0.722	0.471
Ingreso mensual por persona	- 0.292	- 4.616	0.000
Puntaje de predictores de disponibilidad energética	- 0.298	- 5.146	0.000
Puntaje de clase social	0.151	2.623	0.009
Numero de niños	0.103	1.724	0.086

¹0 - 36 indicando aumento en el nivel de inseguridad alimentaria percibida
F ratio = 19.876 ($p = 0.000$) $R^2 = 0.304$

CONCLUSIONES

Una escala de 4 puntos, 12 ítems adaptada del “índice de hambre CCHIP” desarrollada en Estados Unidos mostró tener

validez interna con pruebas reiterativas, análisis factorial y un coeficiente α Cronbach de 0.92. Los resultados con análisis bivariado y de regresión múltiple provee evidencias que la medición de la dimensión cualitativa de SAH utilizada en este estudio, tiene validez global: la medida varía de una manera esperada con las variables predictoras en un modelo teórico de inseguridad alimentaria (17,19). La medida, junto con la estimación cuantitativa de suficiencia alimentaria basada en alimentos predictores de la suficiencia alimentaria, podría constituirse en un método sencillo para identificar y monitorear la inseguridad alimentaria de hogares pobres en zonas urbanas.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue posible gracias a la colaboración de las amas de casa del Barrio “Ojo de Agua” de Baruta, Edo Miranda, Venezuela y la ayuda financiera recibida del Decanato de Investigaciones de la Universidad Simón Bolívar y la División de Nutrición de la Universidad de Cornell.

REFERENCIAS

1. FAO. World Food Summit. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Roma, Italia. 1996.
2. Garrett y Ruel. Are determinants of rural and urban food security and nutritional status different? Some insights from Mozambique. *World Development* 1999;27(11):1955-1975.
3. FAO. Seguimiento de la Cumbre Mundial sobre la Alimentación. Esquema de Estrategia para el Desarrollo Agrícola Nacional Hacia el 2010. VENEZUELA. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Caracas, 2000.
4. Blanco B y Suárez S. Programas Alimentarios en Venezuela. *Direccionalidad para el Nuevo Milenio*. UNICEF, Caracas. 1998.
5. Lima B. La política alimentaria nutricional del periodo 1989-1993. *Revista Venezolana de Análisis de Coyuntura* 1995;1:28-55.
6. Alaimo K, Briefel R, Frongillo E, Olson C. Food insufficiency exists in the United States: Results from the third national health and nutrition examination survey (NHANESIII) *Am J Public Health* 1998;88:419-426.
7. Briefel R y Woteki CE. Development of food sufficiency questions for the Third National Health and Nutrition Survey. *J Nutr Educ* 1992;24:245-285.
8. Radimer KL, Olson CM, Greene JC, Campbell CC, Habicht JP. “Understanding hunger and developing indicators to assess it in women and children” *J Nutr Ed.* 1992;24:36S-45S.
9. Wehler CA, Scott RI, Anderson JJ. “The community childhood identification project: a model of domestic hunger— Demonstration project in Seattle, Washington”. *J Nutr Ed.* 1992;24:29S-35S.

10. Aguirre P. Papel de las estrategias domésticas de consumo en el acceso a los alimentos. *Arch LA Nutr* 1995;45: 341-350.
11. Maxwell DG. Measuring food insecurity: the frequency and severity of "coping strategies". *Food Policy* 1996;21:291-303.
12. Lareo LR, Garcia BN, Fajardo L, Romero LH, Acciarri G, Pradilla A, Maldonado C, Reed M, y Daza CH. From food basket to food security. The food factor in nutritional surveillance. *Arch Latinoamer Nutr* 1990;XL:22-39
13. Gay J. Vigilancia alimentaria y nutricional de alerta en Cuba. XI Congreso Latinoamericano de Nutrición, Ciudad de Guatemala, Guatemala, Noviembre 9-15, 1997.
14. Méndez Castellano H. "Estratificación social: Método Graffar modificado". *Arch Ven Puer Ped*. 1986;49:93-104.
15. Nunnally JC. *Psychometric Theory*. Mc Graw Hill, New York, 1978.
16. Wilkinson L, Hill M, Wilna J, Birkenbeuel G. *Systat for Windows, versión 5, Statistics*. Systat Inc. Illinois, 1992.
17. Frongillo EA Jr, Rauschenbauch BA, Olson C et al. "Estimating the prevalence of hunger and food insecurity: The validity of questionnaire-based measures for the identification of households." Institute for Research on Poverty. Discussion paper # 1083-96. Division of Nutritional Science, Cornell University, 1996: 1-36.
18. Scott RI, Wehler CA, Anderson JJ. "Measurement of coping behaviors as an aspect of food insecurity". Paper presented at the USDA/Food and Nutrition Service, Food Security Measurement and Research Conference, Washington DC, 1994.
19. Campbell CC. "Food insecurity: A nutritional outcome or a predictor variable?" *J Nutr* 1991;121:408-415.

Recibido:13-01-1999

Aceptado:17-07-2000

Avaliação da eficácia da suplementação com melaço na dieta de ratos normais e depletados

M.J. de C. C. Costa, L.H.M. Moraes, F.M. Bion, M.A.A.Rivera, L.S.A.Moura, M.L.Conceição

Universidade Federal da Paraíba Campus Universitário- Paraíba, Brasil

RESUMO. O melaço, subproduto da industrialização da cana-de-açúcar, tem sido bastante utilizado na alimentação desde a colonização do Brasil. A eficácia da suplementação alimentar com o melaço no estado nutricional e nos níveis de hemoglobina, foi avaliada em animais de laboratório normais e com depleção protéica. A amostra foi constituída por quarenta (40) ratos Wistar machos, com vinte e um (21) dias de vida, recém-desmamados, divididos em quatro grupos de dez animais: Controle (ração à base de caseína com 10,14% de proteína), Melaço (ração experimental, à base de caseína com 10,14% de proteína e melaço a 12,50%) em substituição à igual quantidade de amido, Depletado Controle e Depletado Melaço, os dois últimos submetidos à depleção protéica durante sete dias (do 1º ao 7º dia). Os animais foram pesados ao desmame (peso inicial) e no final do experimento (peso final), receberam as respectivas rações e água *ad libitum* durante 28 dias (animais sem depleção) e 21 dias (animais depletados). Foi registrado o consumo total de alimentos para o cálculo do Coeficiente de Eficácia Alimentar (CEA). Ao final do experimento os animais foram submetidos a jejum dez (10) horas e a seguir sacrificados; o sangue foi coletado por punção cardíaca, para dosagem de hemoglobina. O ganho de peso dos animais do grupo controle não diferiu significativamente em relação aos demais grupos. Os animais alimentados com ração suplementada com melaço apresentaram aumento não significativo na concentração média de hemoglobina. Considerando os possíveis efeitos prejudiciais à saúde que podem ser desencadeados por uma alimentação rica em açúcares, que potencialmente dão origem ao furfural durante o processamento, faz-se necessário realizar outros estudos, para se avaliar a utilização deste produto na alimentação humana.

Palavras-chave: Melaço, suplementação, ratos, depleção, hemoglobina.

SUMMARY. Efficacy of adding molasses to the diet of normal and depleted rats. Molasses, a sugar cane by-product, has been consumed in Brazil since colonial times. The efficacy of molasses added to the diet of normal and depleted laboratory animals on growth and hemoglobin was tested. Forty weaning males rats, of 21 days of age, were divided into four groups of ten animals: Control (casein diet with 10.14% protein); Molasses (casein diet with 10.14% protein and 12.50% molasses); Depleted Control and Depleted Molasses, the later two submitted to protein depletion for the first 7 days of the trial. Animals were weighed at weaning (initial weight) and at the end of the experiment (final weight) and were fed the experimental rations and water *ad libitum* for 28 days (normal animals) and 21 days (depleted animals). Consumption was registered in order to calculate the Food Efficiency Ratio. At the end, animals fasted for 10 hours, killed and blood was collected by cardiac puncture to determine hemoglobin levels. Weight gain in all groups did not show statistically significant differences. Molasses fed animals presented a small, but not significant increase in hemoglobin levels, compared to the control groups. Considering the possible deleterious effects of a high sugar diet, that can originate furfural during food processing, it is necessary to conduct more studies to evaluate the utilization of these products for human consumption.

Key words: Molasses, supplementation, rats, depletion, hemoglobin.

INTRODUÇÃO

A utilização dos produtos da cana de açúcar (*Saccharum officinarum*) como alimento, no Brasil, constitui um hábito desde o período da colonização. Em 1877, os índios Caiapós já fabricavam a rapadura que, nos engenhos, era a "alimentação forte" dos escravos. Com o passar do tempo, os subprodutos da cana-de-açúcar tornaram-se fonte de carboidratos e de ferro, de grande valor para o aporte

alimentar da população regional (1).

A cana-de-açúcar é de grande importância econômica devido ao número de funções alternativas; planta industrial por excelência, não apenas constitui matéria-prima para a fabricação de um alimento básico para o homem, o açúcar, mas também dá origem a numerosos derivados e subprodutos, todos de grande utilidade, como melaço, melado, açúcar mascavo, rapadura, álcool, aguardente, fermento para panificação, celulose, proteína para rações e fertilizantes (1).

O melaço é o mel final, mel exausto ou mel residual, correspondente ao mel de furo nos antigos engenhos-banguês. É um subproduto resultante de massas de 3ª, submetidas às turbinas e centrífugas, que o separam dos cristais de açúcar da massa, que já foi duas vezes ao tacho de cozimento a vácuo, passou duas vezes pelos cristalizadores e turbinas, para se tornar um mel do qual não é mais possível extrair açúcar (2).

Este subproduto tem sido empregado na alimentação animal há vários anos, junto com a alfafa e o milho, nos Estados Unidos, na Europa, na Argentina e em outros países. Adicionado à forragem, tem dado bons resultados na alimentação de cavalos, mulas, gado bovino em geral e, em particular, vacas leiteiras. Trata-se de um alimento adequado e de fácil digestão, com valor nutricional equivalente ao do milho e de menor custo (2).

Nos alimentos ricos em açúcares, o 5-Hidroximetil-2-furfuraldeído (HMF) é o principal produto da decomposição por hidrólise ácida da glicose e frutose e o furfural o principal produto da hidrólise das pentoses. O furfural é uma substância natural, que se forma durante a elaboração industrial e a preparação doméstica de uma grande variedade de alimentos ricos em açúcares, a exemplo do melaço. O composto se apresenta na cor parda ou castanha, em diversos alimentos quando submetidos a altas temperaturas, ou durante o armazenamento (3). Considerando as evidências comprovadas de genotoxicidade e carcinogenicidade do furfural (4) o Comitê Misto FAO/OMS de Expertos em aditivos alimentares determinou que a quantidade usada como aditivo alimentar não pode ultrapassar as concentrações de 0,5% a 1,0% para consumo humano (5).

O melaço é um alimento bastante consumido pela população do Nordeste. Contudo, ainda não está suficientemente comprovada sua eficácia na melhoria do estado nutricional e dos níveis de hemoglobina. Assim, a realização deste estudo em animais de laboratório, com e sem depleção protéica, pretendeu contribuir para um maior conhecimento do assunto.

MATERIAL E MÉTODOS

Animais

Utilizaram-se 40 ratos da raça Wistar, machos, com 21 dias de idade, recém-desmamados, com peso médio inicial de 47,3g provenientes do Biotério do Departamento de Nutrição da UFPE. Os animais foram mantidos sob condições-padrão de iluminação (claro/escuro 13/11 horas), receberam água e as respectivas rações *ad libitum*. Foram divididos em quatro grupos de dez animais (Controle, Melaço, Controle com Depleção e Melaço com depleção).

Os ratos foram pesados ao desmame (peso inicial) e no

final do experimento (peso final), a fim de ser calculado o Coeficiente de Eficácia Alimentar, dividindo o ganho total de peso pelo consumo de ração durante os 21 e 28 dias do experimento (6).

Rações

Foram oferecidos diferentes tipos de rações (Tabela 1), formando quatro grupos experimentais, obedecendo o seguinte esquema:

- * Grupo Controle - ração equilibrada à base de caseína com 10,14% de proteína.
- * Grupo Melaço - ração equilibrada contendo caseína com 10,14% de proteína e melaço a 12,50% em substituição a igual quantidade de amido.
- * Grupo Depletado Controle - ração aprotéica durante 7 dias seguida por dieta à base de caseína com 10,14% de proteína.
- * Grupo Depletado Melaço - ração aprotéica durante 7 dias seguida por dieta a base de caseína a 10,14% de proteína e melaço a 12,50%.

As rações foram nutricionalmente balanceadas de acordo com as necessidades mínimas de nutrientes para ratos em crescimento, segundo normas do National Research Council (8). As dietas Controle e Melaço, continham 10,14% de proteínas e 0,15% de L-metionina. Na ração Melaço foram adicionados 12,50% de melaço, em substituição ao amido de milho. A fibra foi fornecida pelo papel de filtro, os lipídeos pelo óleo de soja e a fonte de amido foi a maisena. As dietas foram acrescidas de uma mistura de vitaminas e outra de sais minerais (9), preparadas de acordo com as necessidades orgânicas dos animais. A mistura de sais minerais continha, em média, 0,095g de sulfato ferroso heptaidratado por 100g de ração.

A ração foi consumida pelos animais com depleção durante 21 dias e pelos sem depleção, durante 28 dias.

Métodos

As determinações de umidade e açúcares foram feitas segundo a metodologia recomendada pelo Instituto Adolfo Lutz (10) e a de proteína, cinzas e extrato etéreo, pelos métodos descritos pela Association of Official Analytical Chemists (7).

Quanto à avaliação biológica, foi utilizado o ganho de peso obtido pela diferença entre o peso final (21 e 28 dias do experimento) e o peso inicial, nas diferentes situações a que os ratos foram submetidos. O consumo de ração total foi medido a cada 7 dias, pela diferença entre o alimento oferecido e o residual. O Coeficiente de Eficácia Alimentar foi obtido pelo quociente entre o ganho de peso total e o consumo de ração durante os 21 e 28 dias do experimento (6).

TABELA 1
Composição centesimal das dietas

	%	Proteína	Carboidrato	Gordura	Fibra	Misturas Vitamínica	Salina
Aprotéica							
Maizena	83,00	0,48	73,29	0,17	-	-	-
Óleo vegetal	9,00	-	-	9,00	-	-	-
Mistura vitamínica	2,00	-	-	-	-	2,00	-
Mistura salina	4,00	-	-	-	-	-	4,00
Fibra	2,00	-	-	-	2,00	-	-
Total	100,00	0,48	73,29	9,17	2,00	2,00	4,00
Controle (Caseína)							
Caseína*	12,08	9,42	-	-	-	-	-
Maizena	70,77	0,72	62,49	0,14	-	-	-
Óleo vegetal	9,00	-	-	9,00	-	-	-
Mistura vitamínica	2,00	-	-	-	-	2,00	-
Mistura salina	4,00	-	-	-	-	-	4,00
Fibra	2,00	-	-	-	2,00	-	-
Metionina**	0,15	-	-	-	-	-	-
Total	100,00	10,14	62,49	9,14	2,00	2,00	4,00
Melaço							
Melaço***	12,50	-	-	-	-	-	-
Caseína	12,58	9,81	-	-	-	-	-
Maizena	57,77	0,33	51,01	0,12	-	-	-
Óleo vegetal	9,00	-	-	9,00	-	-	-
Mistura vitamínica	2,00	-	-	-	-	2,00	-
Mistura salina	4,00	-	-	-	-	-	4,00
Fibra	2,00	-	-	-	2,00	-	-
Metionina	0,15	-	-	-	-	-	-
Total	100,00	10,14	51,01	9,12	2,00	2,00	4,00

*Caseína – proveniente da Argentina, com grau de pureza de 78%.

**DL-Metionina – utilizada foi a sintética.

***Melaço – fornecido pela Usina São João, Município de Santa Rita-Pb.

Para as análises bioquímicas os animais foram submetidos a jejum por dez horas e a seguir sacrificados, coletando-se sangue por punção cardíaca. Uma alíquota de 2 ml foi colocada em tubos contendo o anticoagulante EDTA, para determinar hemoglobina (11,12).

Análise Estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância, para verificação da significância dos quadrados médios de tratamentos pelo teste F, ao nível de 5% de probabilidade. A composição das médias de tratamento em cada grupo de animais (sem e com depleção) foi realizada pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade. Nestas análises foi usado o programa software-científico NTIA da EMBRAPA, descrito por Paniago et al (13).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição centesimal do melaço determinada no presente estudo apresentou os seguintes resultados: 20,8% de umidade, 2,6% de proteína, 0,7% de extrato etéreo, 54,3% de açúcares totais e 8,5% de cinzas.

Em relação à umidade, o valor encontrado (20,8%) é concordante com os indicados por vários pesquisadores, entre 20 e 25% (14-17). O mesmo se verifica com o percentual de glicídios (54,3% de açúcares totais) e os valores encontrados na literatura, que se situam entre 50 e 69% (14, 18, 19). Vale salientar que a parte seca do melaço está quase totalmente representada por monossacarídeo e dissacarídeos (18). Quanto à proteína, o valor encontrado foi de 2,6%, dentro da faixa relatada em outros estudos, ou seja, médias de 1,1 a 3,4% (14, 15, 19). O residual mineral fixo (cinzas) foi de 8,5%, ligeiramente superior ao encontrado pela ABIA (6%) (17), porém semelhante ao de outros trabalhos, 8,1% (14) e 8,8%

(19) e inferior ao encontrado por Anderson, McNeil e Waston (20) de 14,6%. Segundo Mohamed, Awadallah e Hasson (21), o melaço contém, em sua composição, minerais-traço (Al, Br, Ca, Cl, Co, Cr, Fe, K, La, Mg, Na, Rb, Se), contidos na fração de resíduos minerais fixos (cinzas). O conteúdo destes minerais varia de uma amostra para outra, de acordo com o solo, variedade da cana, idade da planta e clima, dentre outros fatores (18).

Os dados referentes ao consumo de ração, consumo protéico, coeficiente de eficiência alimentar (CEA) e ganho de peso dos animais são apresentados na Tabela 1. Ao se analisar o consumo de ração pelos animais constataram-se diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os grupos. Ao final do 28^o dia do experimento, os animais normais alimentados com ração suplementada com melaço (Grupo Melaço) ingeriram maior quantidade de ração (9%) do que os animais alimentados com a ração controle (Grupo Controle). Este resultado indica que a suplementação da ração com melaço proporcionou aumento significativo no consumo de ração pelos animais.

Já em relação ao consumo de proteína, levando-se em consideração o período de 0 a 28 dias verificou-se que não houve diferença significativa entre os grupos ($p > 0,05$). Tanto no período de 0 a 28 dias quanto no período de 7 a 28 dias o grupo controle de animais normais (Grupo Controle) apresentou melhor CEA do que o grupo experimental de animais normais consumindo ração com melaço (Grupo Melaço). Embora os grupos experimentais de animais depletados e recuperados com ração controle e com melaço obtivessem coeficientes de eficácia alimentar semelhantes, apresentaram melhor eficácia do que os grupos normais. A comparação das médias de ganho de peso do Grupo Controle, de animais normais consumindo ração controle, não diferiu significativamente do ganho de peso dos demais grupos estudados.

No presente estudo o ganho de peso não diferiu estatisticamente entre os animais que consumiram ração com e sem suplementação de melaço. Quanto a este aspecto, os dados da literatura são conflitantes: alguns estudos constataram ganho de peso oferecendo alimentação contendo de 10 a 50% de melaço (22); já outros, empregando 4% do melaço incorporada à alimentação, afirmaram não obter um bom crescimento (23); finalmente outro estudo relatou que a adição de 10% de melaço em uma alimentação de baixa qualidade, na fase de crescimento de caprinos, acarretou perda de peso (24).

No que se refere ao consumo de proteína no período de 0 a 28 dias do experimento, observaram-se valores semelhantes de ganho em peso, tanto nos animais sem depleção protéica (Controle) como naqueles consumindo ração suplementada com melaço, o que, de certa forma, justifica não ter ocorrido diferença no ganho em peso entre os animais que consumiram melaço e os grupos que não o ingeriram. Por outro lado, o consumo de ração foi mais elevado no grupo de animais sem depleção consumindo ração com melaço, no período de 0 a 28 dias, embora o CEA tenha sido inferior neste grupo, em comparação ao grupo de animais alimentados com caseína, sem depleção, no período estudado.

A Tabela 2 apresenta os níveis sanguíneos médios de hemoglobina e de ácido ascórbico nos grupos estudados. Constatou-se, como era de se esperar, que os grupos com animais normais apresentaram valores médios de hemoglobina mais elevados do que aqueles dos grupos depletados. Contudo a adição do melaço à dieta, pelo período de 28 dias, não produziu incrementos estatisticamente significativos nos níveis médios de hemoglobina. A média registrada para o Grupo Controle (que consumia 0,095g de sulfato ferroso heptaidratado por 100g de ração) foi de 14,1g/dl, dentro dos padrões de normalidade (11 a 18g/dl) (26) e concordante com os resultados obtidos em ratos alimentados com ração padrão semi-sintética contendo sulfato ferroso (26).

Tabela 2
Valores médios do consumo de ração de proteína, do coeficiente de eficácia protéica e do ganho de peso de ratos submetidos a diferentes dietas

Grupos	CONSUMO (g)				CEA		GANHO DE PESO (g)	
	0-28 dias	Ração 7-28 dias	Proteína		0-28 dias	7-28 dias	0-28 dias	7-28 dias
Controle (n = 10)	364,97±41,05 ^b	311,59±34,05 ^{ab}	41,06±4,03 ^a	33,81±3,69 ^a	0,41±0,04 ^a	0,38±0,02 ^b	148,87±17,83 ^a	118,33±17,31 ^a
Melaço (n = 10)	399,60±22,50 ^a	327,14±23,19 ^a	42,87±2,38 ^a	35,10±2,45 ^a	0,38±0,02 ^b	0,34±0,03 ^c	151,53±12,16 ^a	111,04±4,84 ^a
Depletado Controle (n = 10)	-	268,48±11,47 ^c	-	29,13±1,24 ^b	-	0,42±0,02 ^a	-	112,92±7,06 ^a
Depletado Melaço (n = 10)	-	290,29±24,65 ^{bc}	-	31,18±2,63 ^b	-	0,40±0,02 ^a	-	117,69±11,85 ^a

Nas colunas, as médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade

TABELA 3
Valores médios de hemoglobina no sangue em ratos submetidos a diferentes dietas

Grupos	Concentração de hemoglobina (g/dl)
Controle (n=10)	14,07 ± 0,76 ^a
Melaço (n=10)	14,36 ± 0,56 ^a
Depletado Controle (n=10)	12,52 ± 0,80 ^b
Depletado Melaço (n=10)	13,13 ± 0,76 ^b

Na coluna, as médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente, pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

A análise dos dados coletados neste estudo indica que suplementação com melaço, na proporção de 12,50% da ração, não exerce efeitos notórios sobre o estado nutricional dos animais, tanto em relação ao ganho de peso, como ao consumo total de proteína e aos níveis de hemoglobina. Apenas o consumo de ração foi superior no grupo de animais alimentados com melaço. Considerando os possíveis efeitos prejudiciais à saúde que podem ser desencadeados por uma alimentação rica em açúcares, que potencialmente dão origem ao furfural durante o processamento, faz-se necessário realizar outros estudos, para se avaliar a utilização deste produto na alimentação humana.

REFERÊNCIAS

- Câmara Cascudo L. Sociologia do açúcar. Rio de Janeiro, Instituto do Açúcar e do Alcool 1971.
- Bayma C. Tecnologia do açúcar: cozimento, cristalização e turbinção, o produto, mel final e sua utilização, resíduos. v.2. Rio de Janeiro, Instituto do Açúcar e do Alcool, 1974.
- Braverman JBS. Introducción a la bioquímica de los alimentos. Barcelona, Omega, 1967.
- Bruce WR, Archer MC, Carpet DE, Medline A, Minkin S, Stamp D, Yin Y, Zhang, XM. Diet, aberrant crypt foci and colorectal cancer. *Mutation Research*, 1993;290:111-118.
- FAO/OMS. Evaluación de ciertos aditivos alimentarios y substancias tóxicas naturales. Ginebra, OMS, 1992.
- Campbell JA. Method for determination of PER & NPR. In: Committee on Protein Malnutrition. Food and Nutrition Board. Evaluation of protein quality. Washington, 1963. p. 31-32.
- Association of Official Agricultural Chemists. Official methods of analysis of the AOAC. 16 ed. Washington, AOAC, 1995. p. 1-917.
- National Research Council. Nutrient requirements of laboratory animals. National Academy of Sciences, Washington, NAS, 1978. p. 7-37.

- Tagle MA, Danoso G. Net protein utilization determined in short and long-term experiments with rats. *J Nutrition*, Bethesda, v. 87 n. 2 p. 173-178, 1965.
- Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. 3.ed. São Paulo, Instituto Adolfo Lutz, 1985. P.1-533.
- Dacie JV & Lewis SM. Practical hematology. 6.ed. Edinburgh, Churchill Livingstone, 1984. p. 30-31.
- International Nutritional Anemia Consultative Group. Measurements of iron status. Washington, INAG/ILSI, 1985.
- Paniago CFA, Andrade DP de, Tsuruta JH et al. Software científico NTIA: versão 4.2.1. Campinas, EMBRAPA, NTIA, 1995.
- Herrera H, Gallo JT, Maner JH, Ceballos E. Análises químico-bromatológicas de algumas matérias primas colombianas empleadas en nutrición animal. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario, 1970.
- McLeod NA, Preston TR, Lassota IA, Willis, MB, Velásquez M. Molasses and sugar as energy sources for pigs. *Revista Cubana de Ciência Agrícola*, 2: 205, 1968.
- Preston TR & Willis MB. Sugar cane as an energy source for the production of meat. *Outlook on Agriculture*, 6, p.1, 1979.
- Associação Brasileira das Indústrias da Alimentação. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. Resolução 01/1978. Define açúcares. Brasília, ABIA, 1981.
- Buitrago AJ, Obando BH, Maner JH, Corzo MM, Moncada BA. Subproductos de la cana de azúcar en la nutrición porcina. Bogotá, Instituto Colombiano Agropecuario, Bogotá. 1977. 43 p.
- National Molasses Company. Nutrient requirements of laboratory animals. Washington, National Academy of Sciences, 1970.
- Anderson PJ, McNeil KE & Waston K. Thermotolerant single cell protein production by *Kluyveromyces marxianus* var. *Maxianus*. *Journal of Industrial Microbiology*, 1988;3: 9-14.
- Mohamed AE, Awadallah RM & Hassan AA. Determination of trace elements in egyptian molasses by instrumental neutron activation analysis. *Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry*, 1989;129: 453-457.
- Amin AE & Adam SE. Determination of the toxicity of molasses in Nubian goats. *Veterinary Human Toxicology*, 1993;35: 213-216.
- Zinn RA. Comparative feeding value of wood sugar concentrate and cane molasses for feedlot cattle. *Journal of Animal Science*, 1993;73: 2297-2302.
- Aguiar MO & Mendonza, R. Efecto de la suplementación con melaza o melaza aurea sobre peso y consumo en caprinos alimentados con heno de baja calidad. *Revista da Faculdade de Ciência Veterinária*, 1988;35: 111-120.
- Harkness JE & Wagner JE. Biología e clínica de coelhos e roedores. 3.ed. São Paulo, Roca, 1993. 328 p.
- Carrillo SV, Rossi MA & Luccillo G. Alterações morfológicas e bioquímicas do coração na anemia ferropriva experimental em ratos. *Arch Latinoamer Nutr*, 1982;32: 601-616.

Recibido:07-08-1999
Aceptado:08-09-2000

Dietas à base de arroz e feijão aumentam a atividade plasmática e hepática da gama-glutamiltanspeptidase em ratos jovens

Ida Maria Vianna de Oliveira, Elizabeth Fujimori, Luciana da Silva

Departamento de Enfermagem em Saúde Coletiva - Laboratório de Nutrição, Escola de Enfermagem da Universidade de São Paulo, Brasil

RESUMO. O efeito de dietas à base de arroz-feijão sobre a atividade plasmática e hepática da gama-glutamiltanspeptidase-GGT foi avaliado em ratos jovens (*Experimento A*) e adultos (*Experimento B*). Os animais receberam dietas isocalóricas contendo três níveis de proteína de Arroz, Feijão, Arroz-Feijão ou Caseína, durante 28 dias. Com os menores níveis distintos de proteína dietética, a atividade plasmática e hepática da GGT mostrou-se significativamente elevada em relação ao grupo controle de Caseína a 25%, assemelhando-se àquela do grupo aprotéico. Essa elevação foi mais efetiva com dietas de Feijão e Arroz-feijão em ratos jovens, evidenciando que o efeito da restrição protéica é exacerbado pela baixa disponibilidade de aminoácidos sulfurados, além de um efeito diferencial com a idade. As alterações observadas sugerem uma adaptação metabólica da GGT aos níveis inadequados de proteína e sobretudo de aminoácidos sulfurados e subsidiam a hipótese de redução no nível de glutatión com dietas à base de leguminosas.

Palavras chave: gama-glutamiltanspeptidase; deficiência protéica; dietas de arroz-feijão; ratos jovens; ratos adultos.

SUMMARY. Rice and bean diets increase hepatic and plasmatic activity of gammaglutamyltranspeptidase in growing rats. The effect of feeding rice and bean diets in both hepatic and plasmatic activity of gamma-glutamyltranspeptidase-(GGT-EC 2.3.2.2) activity was evaluated in growing-rats (*Experiment A*) and mature rats (*Experiment B*). During 28 days, the animals were fed with isocaloric-diets composed by tree levels of rice, bean or rice-and-bean protein. Similarly with the aprotéic group, a significant increase on both the hepatic and plasmatic GGT activity were showed with the lowest leves of protein, when compared with 25% casein control group. This rise was more effective in growing-rats fed on legume-based diets (as bean or rice-and-bean diets), making evident a differential effect of age and an exacerbated effect of the protein restriction with the lowest sulfur amino acids disposal. These alterations suggest a metabolic adaptation of GGT to both the inadequate protein and sulfur-amino acid levels, thus supporting the hypothesis that the Glutathione levels may be reduced by these legume-based diets.

Key words: Gamma-glutamyltranspeptidase; protein deficiency; rice-bean diets; growing-rats; mature rats.

INTRODUÇÃO

A gama-glutamiltanspeptidase ou gama-glutamiltansferase (EC 2.3.2.2 - GGT) é uma glico-proteína, ligada à membrana, encontrada em várias células epiteliais, tendo sido observada pela primeira vez em 1950, por Hanes et al. (1) em extratos de rins, pâncreas e glândulas mamárias de carneiro e purificada por Szewczuk & Baranowski (2), em 1963, a partir de homogenato de rim de boi.

Desde então, muito se tem discutido sobre a função fisiológica da GGT. Sabe-se que a enzima tem um papel crucial não só na absorção de aminoácidos de fluidos, como o filtrado glomerular, mas também no transporte intracelular de aminoácidos de fluidos extracelulares em geral (3, 4). Sua função está integrada à de outras enzimas, formando um ciclo de eventos químicos, que envolve todos os aminoácidos de proteínas, chamado por Meister et al (3) de "ciclo γ -glutamil".

A GGT cataliza a reação de grupos glutamiltans (que servem de carregadores), entre os quais o glutatión (γ glutamiltans

cisteinil-glicina - GSH), com qualquer dos inúmeros aminoácidos, possibilitando seu transporte através da membrana celular (3, 5).

Está, ainda, envolvida na degradação de glutatión podendo torná-lo disponível como fonte de cisteína para a síntese protéica (3, 6) sobretudo de albumina (7).

Uma rápida diminuição do GSH hepático de ratos durante períodos de jejum e sua elevação após a realimentação, tem sido descritos (8). A alteração no nível de glutatión, usualmente precede a da atividade da GGT. Tateishi et al (8) relatam que na recuperação de ratos após jejum, o aumento do glutatión foi acompanhado por uma diminuição na atividade da GGT e o declínio por uma subsequente elevação na atividade enzimática.

Evidências do papel desempenhado pela GGT na mobilização de cisteína do "pool" lábil (de menor meia-vida) de glutatión no fígado foram obtidas por Tateishi et al (8, 9). Tais evidências justificam o significativo aumento na atividade de GGT plasmática e hepática de ratos em crescimento, submetidos à restrição protéica por nós

encontrado (10). As mudanças constatadas na atividade da enzima refletem sua participação em mecanismos fisiológicos de adaptação ao baixo suprimento exógeno de proteína, talvez mantendo os níveis de proteínas plasmáticas e prevenindo a hipoalbuminemia.

Resultados de Antener et al, também mostram maior atividade da GGT em crianças e adultos desnutridos em relação aos normais ou aos recuperados (11- 13).

Entretanto, o significado nutricional e o contexto metabólico do envolvimento da GGT, sobretudo em reações adaptativas do organismo à situações diversas, tal como desnutrição, não estão claramente estabelecidos.

Também se desconhece o grau de comprometimento na atividade da GGT em consequência da inadequação de consumo, sobretudo de dietas a base de leguminosas, como o feijão. Considerando que o arroz e o feijão constituem a alimentação básica do brasileiro (14), inclusive das crianças maiores de um ano, pretendeu-se através deste trabalho verificar em ratos albinos quais as alterações na atividade da GGT com a desnutrição calórico-protéica induzida por dietas a base de feijão e arroz durante o processo de crescimento e durante a maturidade.

MATERIAL E MÉTODOS

Animais e tratamento

Para os experimentos foram utilizados um total de 224 ratos (*Rattus Norvegicus* var. *albinus*, Rodentia, Mammalia), da linhagem Wistar, obtidos a partir de colônias mantidas no biotério do Laboratório de Nutrição, do Departamento de Enfermagem em Saúde Coletiva da Escola de Enfermagem da Universidade de São Paulo.

Experimento A - Foram utilizados 112 animais desmamados com 21 dias de idade e pesando $42,8 \pm 1,93$ g no início da experiência.

Experimento B - Cerca de 130 animais recém-desmamados e de mesma idade foram mantidos durante 8 meses nas mesmas condições de dieta e ambientais até atingirem a faixa etária requerida à experimentação (80-100% de maturidade). No início da experiência o peso médio dos animais selecionados foi de $321,0 \pm 23,83$ g e a idade média foi de 275 dias (aproximadamente 9 meses).

Em cada experimento, os animais foram distribuídos aleatoriamente em cinco lotes correspondendo às diferentes dietas e constituindo um total de doze grupos experimentais e dois controles, com 8 ratos em cada, em função das diferentes concentrações protéicas na dieta: Arroz a 3%, 5% e 7%; Feijão a 5%, 7% e 9%; Arroz-Feijão a 3%, 5% e 7%; Caseína a 3%, 5% e 7% (para ratos jovens) e a 1%, 3% e 5% para os adultos e Controles incluindo dieta aprotéica mais dieta de Caseína a 25%.

Todos os animais foram alojados individualmente, em gaiolas metabólicas de zinco galvanizado, com acesso à água e alimento "ad libitum" em ambiente com umidade (60%) e temperatura (23-25°C) e ciclo claro-escuro (12h) controlados. Durante o período experimental, o consumo de ração foi determinado a cada dois dias, sendo o controle de peso de cada animal feito semanalmente.

Composição e preparo das dietas

As diferentes dietas experimentais utilizadas foram preparadas a partir de farinhas obtidas dos grãos após maceração (Arroz 1:2 P/V por 50min; Feijão 1:3 P/V por 16h), autoclavagem (121°C, a 1 atm, por 15min e 30min, respectivamente para o Arroz e o Feijão), secagem (60°C até peso constante) e moagem (tamiz 0,297mm de abertura). A mistura de Arroz e Feijão foi baseada na proporção usualmente consumida na região nordeste do Brasil, 45 e 55% respectivamente (14). Todas as farinhas foram analisadas quanto ao teor de nitrogênio. Na dieta Controle a proteína padrão usada foi a caseína.

As dietas isocalóricas foram preparadas a partir de uma dieta basal aprotéica cujos constituintes foram: 8% de lípides (óleo de soja); 4% de minerais (15); 1% de vitaminas (15); 1% de fibra; e glicídios, representados por 10% de sacarose e amido (q.sp). A adição de proteína em quantidade adequada para obtenção das concentrações planejadas, foi feita substituindo o amido na dieta.

As formulações granuladas foram conservadas em embalagem de polietileno a 3°C durante o decorrer do período experimental e submetidas à análise de nitrogênio.

Obtenção do material de ensaio

Decorridos 28 dias do início da experiência e após jejum de 12 horas, os animais foram sacrificados (entre 10:00-12:00 h.AM), por decapitação, sob suave anestesia com éter etílico. Imediatamente após o sacrifício, foi feita a remoção dos fígados seguida de lavagem em solução fisiológica, pesagem e transferência para nitrogênio líquido. A média de tempo, entre a laparotomia e o congelamento, foi de aproximadamente 2 minutos. O congelamento foi prolongado até as análises (temperatura média de -18°C).

O sangue foi coletado em tubos heparinizados, e centrifugado, sob refrigeração, por 20 minutos a 2.000 rpm. No plasma, mantido a 4°C, procedeu-se no prazo de 24 horas, às análises enzimáticas. Foi, posteriormente, armazenado a -18°C.

Análises bioquímicas

O total de proteína foi dosado, pelo método de Lowry et al (16), com soro-albumina de boi cristalizada como padrão, no plasma diluído (1v/v%) e no homogenato integral de

fígado (20 mg/ml de sacarose 0,3 M).

A determinação da albumina plasmática foi feita através da técnica sugerida por Debro et al (17).

A atividade da gama-glutamyltranspeptidase foi medida, diretamente no plasma e no homogenato de fígado, através da liberação de p-nitroanilina, na presença de glicilglicina como acceptor do grupo glutamyl, conforme o indicado por Szasz et al (18).

O plasma (0,1 ml) ou a solução de enzima (0,1 ml de homogenato a 1,7 ou 3,3 g%) foram adicionados à solução de substrato (1,0 ml) consistindo de: 50 nmol de tampão tris/ pH 8,25; 2 nmol de L- γ -glutamyl-3-carboxi-4-nitroanilida; 50 nmol de glicilglicina na mistura de ensaio. Utilizou-se "Kits" Merck para obtenção do substrato nas condições referidas.

Para o plasma, a atividade foi dada em função da variação na absorvância por minuto (durante 5 minutos), após incubação por 2 minutos. As leituras foram efetuadas em espectrofotômetro acoplado à banho de incubação regulado à 37°C ($\lambda = 405$ nm). Os dados foram corrigidos considerando-se a hidrólise espontânea do substrato que foi 0,5 U/L no *Experimento A* e de 0,3 U/L no *Experimento B*.

Para as análises nos fígados a incubação foi feita a 37°C, durante 45 minutos, sendo o término da reação obtido pela adição de 4 ml de ácido acético 1,1 N. A mistura foi

centrifugada a 2.000 rpm por 10 minutos, determinando-se a quantidade de p-nitroanilina formada, espectrofotometricamente à 405 nm, de acordo com a metodologia proposta por Persijn et al (19).

Análise estatística

Os resultados foram analisados estatisticamente por ANOVA e Regressão Linear, sendo a significância dos Teste *F* e de *Tukey* verificada ao nível de 5%.

RESULTADOS

Conforme o esperado, a variação ponderal observada na Tabela 1, sobretudo para animais em crescimento, foi determinada por mudanças tanto qualitativas quanto quantitativas da proteína ingerida, uma vez que o peso inicial dos animais dos diferentes lotes e grupos se apresentou homogêneo ($P > 0,05$). O aumento do peso foi proporcional ao teor protéico da dieta para todos os grupos. No entanto, só se mostrou significativo, entre os 3 níveis de proteína utilizados, para animais em crescimento consumindo proteínas com maior eficiência de utilização (Caseína e Arroz). Para o grupo alimentado com Arroz-Feijão encontrou-se diferença significativa apenas entre níveis extremos de consumo, e para o alimentado com Feijão não houve diferença significativa entre os níveis.

TABELA 1
Variação ponderal e consumo de alimento e proteína de ratos jovens e adultos*

Dieta	%	Variação Ponderal (g/dia)†		Consumo (g/dia)			
		jovens	adultos	Alimento		Proteína	
				jovens	adultos	jovens	adultos
Arroz	3	-0,06 ± 0,06 ^{ef}	-0,18 ± 0,26 ^{bcd}	4,4 ± 0,9 ^{fg}	15,8 ± 1,0 ^a	0,15 ± 0,03 ^b	0,56 ± 0,07 ^b
	5	0,38 ± 0,04 ^d	0,26 ± 0,44 ^b	6,7 ± 0,2 ^{bcd}	14,7 ± 1,1 ^a	0,32 ± 0,01 ^c	0,73 ± 0,11 ^{bd}
	7	1,03 ± 0,12 ^c	0,44 ± 0,17 ^{bc}	8,2 ± 1,1 ^{ab}	15,0 ± 0,7 ^a	0,60 ± 0,08 ^d	1,05 ± 0,09 ^{cd}
Feijão	5	-0,14 ± 0,06 ^{ef}	-1,40 ± 0,57 ^{de}	4,7 ± 0,3 ^{fg}	12,9 ± 0,8 ^a	0,27 ± 0,02 ^c	0,70 ± 0,07 ^b
	7	0,06 ± 0,09 ^{de}	-0,36 ± 0,20 ^{bcd}	4,6 ± 1,2 ^{fg}	14,5 ± 1,2 ^a	0,37 ± 0,09 ^c	1,05 ± 1,17 ^{cd}
	9	0,23 ± 0,22 ^{de}	-0,28 ± 0,17 ^{bcd}	5,9 ± 1,2 ^{cdef}	13,3 ± 0,6 ^a	0,58 ± 0,11 ^d	1,24 ± 0,09 ^c
Arroz-Feijão	3	-0,16 ± 0,07 ^{ef}	-0,75 ± 0,22 ^{cde}	4,0 ± 0,3 ^{fg}	15,4 ± 2,2 ^a	0,15 ± 0,01 ^b	0,51 ± 0,12 ^{bf}
	5	0,14 ± 0,17 ^{de}	-0,12 ± 0,23 ^{bc}	5,4 ± 0,4 ^{defg}	15,2 ± 0,6 ^a	0,33 ± 0,02 ^c	0,93 ± 0,06 ^d
	7	1,01 ± 0,10 ^c	0,16 ± 0,14 ^{bc}	7,8 ± 0,6 ^{abc}	14,7 ± 0,9 ^a	0,66 ± 0,05 ^d	1,23 ± 0,13 ^c
Caseína	3/1	0,08 ± 0,07 ^{de}	-1,39 ± 0,12 ^{de}	5,2 ± 1,0 ^{efg}	11,9 ± 1,0 ^a	0,19 ± 0,04 ^b	0,21 ± 0,03 ^c
	5/3	0,90 ± 0,24 ^c	-0,61 ± 0,18 ^{bcd}	7,1 ± 0,8 ^{bcd}	14,0 ± 1,1 ^a	0,39 ± 0,04 ^c	0,50 ± 0,06 ^f
	7/5	1,84 ± 0,28 ^b	-0,10 ± 0,27 ^{bc}	8,5 ± 0,5 ^{ab}	14,3 ± 1,4 ^a	0,60 ± 0,04 ^d	0,64 ± 0,10 ^{bf}
Caseína Aprotéica	25	4,63 ± 0,39 ^a	1,76 ± 0,18 ^a	9,7 ± 0,8 ^a	14,3 ± 0,3 ^a	2,70 ± 0,24 ^a	4,00 ± 0,35 ^a
	-	-0,38 ± 0,07 ^f	-1,81 ± 0,18 ^c	3,8 ± 0,3 ^e	12,3 ± 1,3 ^a	0,05 ± 0,00 ^f	0,07 ± 0,01 ^e

* Média ± Desvio Padrão (n=8). Médias, na mesma coluna, seguidas de letras iguais, não diferem significativamente ($P > 0,05$).

† Peso inicial dos animais: jovens 42,8 ± 1,93 g/ adultos 321,0 ± 23,83 g.

Nos animais adultos, o efeito do teor protéico só foi significativo entre os grupos consumindo Caseína em níveis extremos.

O maior aumento ponderal foi obtido com o consumo de Caseína a 25%, que foi significativo em relação aos demais grupos, tanto para jovens como adultos. As maiores perdas de peso foram determinadas, principalmente, pelo consumo dos níveis mais baixos de dietas a base de Feijão (5% e 7%) e Arroz-Feijão (3%) apresentando-se semelhantes à perda ocasionada pela ingestão de dieta aprotéica. Também, os animais adultos submetidos a dietas de Caseína a 1% e a 3%, perderam tanto peso quanto os do grupo sem proteína, mas sem diferenças significativas ($P > 0,05$).

A ingestão de proteína, associada diretamente ao consumo de alimento, se mostrou, tanto quanto este, proporcional à concentração de proteína na dieta nos animais em crescimento ($r = 0,781 \pm 0,12$). Os animais adultos não apresentaram

diferenças no consumo de alimento mas apenas no consumo protéico.

Os resultados de proteína e albumina plasmáticas (Tabela 2) acompanharam os relatados para a variação ponderal ou seja, nos animais em crescimento a restrição protéica (níveis mais baixos de proteína) diminuiu significativamente esses parâmetros bioquímicos (50% e 90% respectivamente).

Entretanto, mesmo nos níveis mais altos de proteína a concentração foi de apenas 30-50% da albumina e 60-80% da proteína do grupo controle (Caseína 25%). Avaliando o efeito da qualidade protéica em níveis dietéticos em torno de 7%, observou-se teores significativamente mais elevados de albumina para a Caseína quando comparada às demais fontes. Verificou-se uma menor diferenciação qualitativa das proteínas conforme se reduziu a concentração na dieta, possivelmente em função da maior variabilidade das respostas nos níveis mais baixos.

TABELA 2
Proteína total, albumina e atividade da GGT no plasma de ratos jovens e adultos*

Dieta	%	Proteína total (mg/ml)†		Albumina (mg/ml)		GGT (mu/ml)	
		jovens	adultos	jovens	adultos	jovens	adultos
Arroz	3	48,55 ± 8,04 ^f	115,52 ± 11,77 ^{ghi}	1,39 ± 1,40 ^h	35,65 ± 9,38 ^{bc}	1,76 ± 0,67 ^{abcd}	1,78 ± 0,75 ^{abc}
	5	69,14 ± 17,20 ^{cdef}	119,97 ± 20,97 ^{fgh}	10,33 ± 3,41 ^{cde}	58,43 ± 9,26 ^a	1,40 ± 0,35 ^{cd}	1,52 ± 0,96 ^{bc}
	7	96,60 ± 32,41 ^{ab}	129,42 ± 16,71 ^{efgh}	13,12 ± 4,17 ^{cd}	61,29 ± 16,67 ^a	1,56 ± 0,72 ^{bcd}	2,06 ± 0,60 ^{abc}
Feijão	5	59,98 ± 12,19 ^{def}	164,42 ± 8,87 ^{cd}	3,24 ± 1,89 ^{gh}	33,03 ± 6,95 ^{bcd}	3,18 ± 1,40 ^{ab}	1,40 ± 0,68 ^{bc}
	7	68,48 ± 20,62 ^{cdef}	208,76 ± 13,74 ^a	11,38 ± 5,55 ^{cdef}	29,55 ± 7,20 ^{bcd}	3,15 ± 1,74 ^{ab}	2,30 ± 0,74 ^{abc}
	9	71,53 ± 7,71 ^{cdef}	195,69 ± 19,55 ^{ab}	13,35 ± 2,48 ^{cd}	32,63 ± 7,31 ^{bcd}	3,45 ± 1,16 ^a	1,81 ± 0,60 ^{abc}
Arroz-Feijão	3	55,03 ± 5,41 ^{ef}	143,71 ± 6,36 ^{cdef}	4,00 ± 1,85 ^{fgh}	16,53 ± 5,76 ^e	3,12 ± 0,99 ^{ab}	2,97 ± 0,74 ^a
	5	63,62 ± 9,87 ^{def}	169,96 ± 16,54 ^{bc}	5,12 ± 2,16 ^{efgh}	20,54 ± 7,34 ^{de}	2,85 ± 0,96 ^{abc}	2,21 ± 0,64 ^{abc}
	7	78,15 ± 7,46 ^{bcd}	138,99 ± 16,73 ^{defg}	8,34 ± 1,73 ^{defg}	22,27 ± 3,23 ^{cde}	1,83 ± 0,95 ^{abcd}	2,02 ± 0,88 ^{abc}
Caseína	3/1	59,87 ± 4,46 ^{def}	113,85 ± 8,87 ^{fghi}	8,22 ± 3,57 ^{defg}	29,93 ± 5,12 ^{bcd}	0,87 ± 0,64 ^d	1,01 ± 0,58 ^c
	5/3	75,47 ± 5,75 ^{bcd}	135,36 ± 19,38 ^{defg}	14,43 ± 1,48 ^c	37,18 ± 9,62 ^b	0,79 ± 0,67 ^d	1,89 ± 0,80 ^{abc}
	7/5	87,62 ± 16,00 ^{bc}	158,11 ± 14,88 ^{cde}	22,44 ± 4,03 ^b	39,32 ± 10,00 ^b	1,07 ± 0,67 ^d	2,37 ± 1,49 ^{ab}
Caseína Aprotéica	25	115,62 ± 9,45 ^a	84,03 ± 37,64 ⁱ	38,44 ± 6,98 ^a	27,84 ± 8,30 ^{bcd}	0,60 ± 0,50 ^d	1,76 ± 0,50 ^{abc}
	-	21,93 ± 2,85 ^g	103,63 ± 12,71 ^{hi}	2,24 ± 1,01 ^b	18,70 ± 4,54 ^{de}	2,83 ± 1,39 ^{abc}	2,90 ± 0,38 ^a

* Média ± Desvio Padrão (n=8). Médias, na mesma coluna, seguidas de letras iguais, não diferem significativamente ($P > 0,05$).

† mU/ml = μ moles de p-nitroanilina liberada/min/ml de plasma

Ratos adultos mostraram respostas menos acentuadas que os mais jovens, quando alimentados com as mesmas fontes protéicas. A concentração de albumina plasmática só se apresentou significativa entre os níveis extremos de proteína para os grupos que consumiram Arroz, que também mostraram os valores mais elevados, e juntamente com os grupos submetidos à Caseína a 3% e a 5%, diferiram do grupo aprotéico ($P < 0,05$).

Em relação à proteína hepática de ratos em crescimento (Tabela 3), embora tenha ocorrido reduções proporcionais aos níveis de ingestão protéica, elas não foram significativas. Nos animais adultos a concentração de

proteína hepática se apresentou significativamente reduzida em relação à Caseína 25% para os que se alimentaram com dietas de Arroz-Feijão a 3% e Caseína a 1%.

Nesse estudo, o efeito mais evidente da qualidade inferior de dietas deficientes em aminoácidos sulfurados, como aquelas à base de Feijão e Arroz-Feijão, foi observado na atividade da GGT de ratos em crescimento. Pelos resultados, se constata um aumento significativo na atividade da enzima, tanto no plasma (Tabela 2) como no fígado (Figura 1) de animais jovens alimentados com Feijão em relação às outras dietas. Todos os grupos de ratos jovens sob dieta de Feijão (5%, 7% e 9%) e os grupos consumindo Arroz-feijão a 3% e

TABELA 3
Peso e proteína total do fígado de ratos jovens e adultos*

Dieta	%	Peso total (g)		Proteína total (mg/g de fígado)	
		jovens	adultos	jovens	adultos
Arroz	3	2,36 ± 0,17 ^a	7,15 ± 0,28 ^{ab}	268,76 ± 24,44 ^{abc}	196,31 ± 18,54 ^{abc}
	5	2,22 ± 0,36 ^{ab}	8,18 ± 1,36 ^{ac}	276,96 ± 76,19 ^{abc}	201,88 ± 20,06 ^{abc}
	7	1,94 ± 0,45 ^{ab}	7,50 ± 0,26 ^a	282,30 ± 56,86 ^{abc}	222,82 ± 10,38 ^a
Feijão	5	1,64 ± 0,55 ^b	5,90 ± 0,96 ^b	336,52 ± 24,93 ^{ab}	217,70 ± 12,34 ^{ab}
	7	1,85 ± 0,50 ^b	7,18 ± 0,81 ^{ab}	314,68 ± 49,21 ^{abc}	231,79 ± 19,93 ^a
	9	2,25 ± 0,63 ^{ab}	6,35 ± 1,02 ^b	368,38 ± 37,78 ^a	232,65 ± 13,50 ^a
Arroz-Feijão	3	1,56 ± 0,16 ^b	6,12 ± 0,84 ^b	301,91 ± 31,26 ^{abc}	166,41 ± 14,93 ^{bc}
	5	1,98 ± 0,51 ^{ab}	6,69 ± 0,71 ^{ab}	292,00 ± 16,77 ^{abc}	203,16 ± 18,27 ^{abc}
	7	2,57 ± 0,49 ^a	8,09 ± 1,37 ^{ac}	326,39 ± 26,80 ^{ab}	215,55 ± 35,44 ^{ab}
Caseína	3/1	2,00 ± 0,30 ^{ab}	7,14 ± 1,62 ^{ab}	238,99 ± 41,89 ^{bc}	162,57 ± 24,04 ^c
	5/3	2,58 ± 0,34 ^a	6,93 ± 0,82 ^{ab}	247,97 ± 38,67 ^{bc}	213,85 ± 11,04 ^{abc}
	7/5	3,18 ± 0,39 ^c	6,97 ± 0,98 ^{abc}	253,56 ± 8,53 ^{bc}	233,93 ± 16,12 ^a
Caseína Aprotéica	25	5,77 ± 0,93 ^d	9,33 ± 1,40 ^c	323,94 ± 37,61 ^{abc}	243,76 ± 30,41 ^a
	-	0,93 ± 0,16 ^c	7,15 ± 0,77 ^{abc}	223,56 ± 55,95 ^c	158,18 ± 17,52 ^c

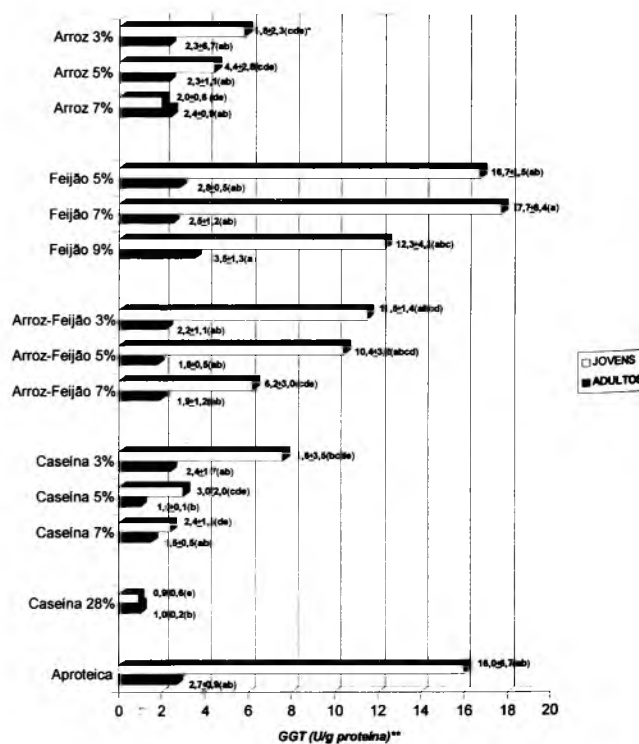
* Média ± Desvio Padrão (n=8). Médias, na mesma coluna, seguidas de letras iguais, não diferem significativamente ($P > 0,05$).

a 5% apresentaram significativa elevação na GGT em relação ao grupo controle ($P < 0,05$), se assemelhando ao grupo aprotéico. Foi, ainda, significativamente mais elevada em ratos consumindo Feijão 5% e 7% do que nos submetidos a Arroz em qualquer nível, a Caseína 5% e 7%, e até nos submetidos a dietas de Arroz-feijão 7%.

A atividade da GGT foi menos sensível a variações dietéticas nos grupos de ratos adultos notando-se diferença significativa da atividade enzimática apenas no fígado dos ratos que consumiram Feijão a 9% em relação àqueles que se alimentaram com Caseína 3% e 25% ($P < 0,05$). Nos animais adultos, submetidos a dietas com os menores níveis de proteína (Arroz-Feijão 3%, Caseína 1%, Arroz 5% ou mesmo Feijão 5%) a atividade plasmática da enzima - embora semelhante a dos animais que receberam dieta aprotéica - não diferiu significativamente da apresentada pelo grupo controle, alimentado com Caseína 25%. As alterações hepáticas mostraram que entre os animais adultos, somente o grupo alimentado com dieta de Feijão a 9% mostrou elevação significativa na GGT, similar a do grupo aprotéico e maior que a do grupo controle. Assim, em ratos adultos, o estresse da restrição protéica produziu menores alterações na atividade tanto plasmática quanto hepática da enzima.

Portanto, parece haver um efeito aditivo da baixa qualidade (representada pela limitação da proteína em aminoácidos sulfurados) e da restrição protéica, já que apenas a restrição protéica, representada pelo consumo de Arroz 3%, 5% e 7% e mesmo Caseína 3%, 5% e 7% não resultou em diferenças significativas na enzima em fígado de ratos jovens em relação à Caseína 25%.

FIGURA 1
Efeito da proteína na atividade hepática da gama-glutamiltanspeptidase em fígado de ratos jovens e adultos



*Considerando, separadamente, ratos jovens e adultos, médias seguidas de letras iguais, não diferem significativamente ($P > 0,05$).

** mU/ml = μ moles de p-nitroanilina liberada/min/ml de plasma.

DISCUSSÃO

Os resultados evidenciaram, assim, não só a capacidade de modulação da GGT ao responder a dietas limitantes em aminoácidos sulfurados, mas também o efeito diferencial dessas dietas sobre a atividade da enzima, em função da idade do animal.

As alterações observadas parecem justificar-se quando se considera o papel que a GGT desempenha no metabolismo do GSH, não só pelo seu envolvimento na síntese e degradação do tripeptídeo, mas sobretudo por ser a única enzima a torná-lo disponível como fonte de cisteína para a síntese protéica (6, 7, 20), sobretudo de albumina (7).

Os resultados obtidos por Tateishi et al (6-8) levaram os autores a pressupor que, tanto a quantidade como a qualidade da proteína, podem determinar o nível necessário de mobilização de cisteína, e assim a concentração de GSH e a atividade da GGT. Pode-se inferir desses resultados que proteínas nutricionalmente completas - não requerendo cisteína endógena para síntese protéica - manteriam os níveis normais de GSH e a atividade da GGT; a inadequação protéica quali e/ou quantitativa, ao contrário poderia induzir ao catabolismo do GSH pela GGT, para prover a cisteína adicional necessária.

Com a suplementação de aminoácidos sulfurados, os níveis hepáticos de GSH podem ser normalizados ou até mesmo superar os obtidos com dietas qualitativamente adequadas (caseína), conforme o constatado com ratos em jejum (6) ou submetidos a dietas à base de arroz-feijão (21).

Adicionalmente, tem-se demonstrado que a deficiência de sulfurados na dieta pode induzir à infiltração gordurosa no fígado (22) e aumentar os níveis de lípidos concomitantemente a alterações do GSH (23) ou, ainda, resultar em elevação na atividade hepática da gama-glutamyltranspeptidase (21).

Está estabelecido há décadas, que o padrão de síntese protéica no fígado (incluindo a síntese de albumina) e a extensão com que a disponibilidade de proteína e aminoácidos o afetam depende do estágio de desenvolvimento do animal (24), sendo os requisitos de aminoácidos uma função da idade (25). Tais desigualdades na síntese protéica, e portanto na necessidade de substrato, poderiam justificar o diferente comportamento da GGT verificado em ratos jovens e adultos e sugerem um efeito diferencial no conteúdo de GSH. Richie et al (26) observaram maiores aumentos (164%) nos níveis séricos de GSH, com simultânea redução no nível do tiol hepático, em ratos velhos submetidos à restrição crônica de metionina em relação a ratos maduros mais jovens (81%). Os autores consideraram esse aumento do GSH o responsável pela maior longevidade constatada nos animais.

A verdade é que, maximizando a concentração de GSH poder-se-ia aumentar a capacidade de defesa do organismo

contra muitas drogas e outros compostos estranhos ao organismo. A depleção do GSH com dietil maleato aumenta a toxicidade de vários xenobióticos (27,28), enquanto um pré-tratamento com metionina, N-acetilcisteína or cisteína, precursores para a síntese GSH, reduz sua toxicidade (29).

Uma menor alteração na atividade da GGT em animais mais velhos, como a observada no presente estudo, poderia ser uma das hipótese explicativas para a manutenção de níveis mais elevados de GSH em ratos velhos conforme os verificados por Richie et al (26). A maior disponibilidade de GSH, poderia resultar em menor susceptibilidade ao estresse oxidativo e aos danos a ele associados como peroxidação lipídica e toxicidade de xenobióticos, o que certamente se relaciona a aumento na vida média. Ao contrário, dietas restritas em sulfurados levando à depleção de GSH, poderiam determinar nos animais jovens, maior vulnerabilidade ao estresse oxidativo e ao desgaste representado por xenobióticos, processos inflamatórios (30), carcinogênicos e aterogênicos (31,32). Estas hipóteses, entretanto, necessitam ser testadas.

REFERÊNCIAS

1. Hanes CS, Hird FJR. Synthesis of peptides in enzymic reactions involving glutathione. *Nature* 1950;166:288-92.
2. Szweczuk A, Baranowski T. Purification and properties of γ -glutamyl transpeptidase from beef kidney. *Biochem J* 1963;338:317-29.
3. Meister A. On the enzymology of amino acid transport. *Science* 1973;180:33-9.
4. Griffith OW, Bridges RJ, Meister A. Transport of gamma-glutamyl amino acids: role of glutathione and gamma-glutamyltranspeptidase. *Proc Natl Acad Sci USA* 1979;76(12):6319-22.
5. Viña J, Puertes IR, Estrela JM, Viña JR, Galbis JL. Involvement of gamma-glutamyltransferase in amino acid uptake by the lactating mammary gland of the rat. *Biochem J* 1981;194(1):99-102.
6. Higashi T, Tateishi N, Naruse A, Sakamoto Y. A novel physiological role of liver glutathione as reservoir of L-cysteine. *J Biochem* 1977;82(1):117-24.
7. Tateishi N, Higashi T, Naruse A, Nakashima K, Shiozaki H, Sakamoto Y. Rat liver glutathione: possible role as a reservoir of cysteine. *J Nutr* 1977;107(1):51-60.
8. Tateishi N, Higashi T, Shinya S, Naruse A, Sakamoto Y. Studies on the regulation of glutathione level in rat liver. *J Biochem* 1974;75:93-103.
9. Tateishi N, Higashi T, Nakashima K, Sakamoto Y. Nutritional significance of increase in γ -glutamyl transferase in mouse liver before birth. *J Nutr* 1980;110(3):409-15.
10. Oliveira IMV, De Angelis R. Differential effects of protein restriction on gamma-glutamyltranspeptidase (EC 2.3.2.2) activity in young and mature rats. *Braz J Med Biol Res* 1996;29:213-7.

11. Antener I, Verwilghen AM, Van Geert C, Mauron J. Biochemical study of malnutrition - situation before treatment. *Acta Trop* 1977;34(4):331-54.
12. Antener I, Verwilghen AM, Van Geert C, Mauron J. Study on malnutrition III - Biochemical assessment of the dietary treatment and evolution of the illness. *Hev Paediatr Acta* 1978;33(6):543-62.
13. Antener I, Givel F, Mauron J, Verwilghen AM. Measurement of serum iso-enzymes of γ -glutamyl transpeptidase in malnutrition. *Acta Paediatr Belg* 1980;33(1):9-15.
14. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (FIBGE). Estudo Nacional da despesa familiar: consumo alimentar despesas das famílias. Rio de Janeiro: The Foundation, 1978.
15. Committee on Laboratory Animal Diet - Control of diets in laboratory animal experimentation. *Nutr Abstr Rev* 1979;49(11):413-9.
16. Lowry OH, Rosebrough NJ, Farr AL, Randall RJ. Protein measurement with the Folin-Phenol reagent. *J Biol Chem* 1951;193:265-75.
17. Debro JR, Taver H, Korner A. The determination of serum albumin and globulin by a new method. *J Lab Clin Med* 1957;50:728-32.
18. Szasz G. Gamma-glutamyltranspeptidase. In: BERGMEYER HV, editor. *Methods of enzymatic analysis*. New York, Academic Press, 1974:715-9.
19. Persijn JP, Van Der Slik W, Zwart WA. Colorimetric assay for γ -glutamyl transpeptidase. *Clin Chim Acta* 1971;35:239-40.
20. Meister A. New aspects of glutathione biochemistry and transport - selective alteration of glutathione metabolism. *Nutr Rev* 1984;42(12):397-409.
21. Oliveira IMV, Fujimori E, Pereira VG, Castro VD. DL-methionine supplementation of rice-and-bean diets affects liver gamma-glutamyltranspeptidase activity and glutathione content in livers of growing-rats. *Braz J Med Biol Res* 1999;32:483-488.
22. Speisky H, Shackel N, Varghese G, Wade D, Israel Y. Role of hepatic γ -glutamyltransferase in the degradation of circulating glutathione: studies in the intact guinea pig perfused liver. *Hepatology* 1990;11(5):843-9.
23. Henning SM, Zhang JZ, Mckee RW, Swendseid ME, Jacob RA. Glutathione blood levels and other oxidant defense indices in men fed diets low in vitamin C. *J Nutr* 1991;121(12):1969-75.
24. Waterlow JC, Stephen JM. Enzyme and the assessment of protein nutrition. *Proc Nutr Soc* 1969;28(2):234-42.
25. Hartsook EW, Mitchell HH. The effect of age on the protein and methionine requirement of rat. *J Nutr* 1956;60:173-95.
26. Richie JP, Leutzinger Y, Parthasarathy S, Malloy V, Orentreich N, Zimmerman JA. Methionine restriction increases blood glutathione and longevity in F344 rats. *FASEB* 1994;8:1302-6.
27. Maellaro E., Casini AF, Del Bello B, Comporti M. Lipid peroxidation and antioxidant systems in the liver injury produced by glutathione depletion agents. *Biochem Pharmacol* 1990;39(10):1513-21.
28. Comporti M, Maellaro E, Del Bello B, Casini AF. Glutathione depletion: its effect on other antioxidant systems and hepatocellular damage. *Xenobiotica* 1991;21(8):1067-76.
29. Pratt S, Ionides C. Mechanism of the protective action of n-acetylcysteine and methionine against paracetamol toxicity in the hamster. *Arch Toxicol* 1985;57(3):173-7.
30. Jahoor F, Wykes LJ, Reeds, PL, Del Rosario, MP, Frazer, ME. Protein-deficient pigs cannot maintain reduced glutathione homeostasis when subjected to the stress of inflammation. *J Nutr* 1995;125(6):1462-72.
31. Farber E. Clonal adaptation during carcinogenesis. *Biochem Pharmacol* 1990;39(12):1837-46.
32. Stark AA, Zeiger E, Pagano, DA. Glutathione metabolism by γ -glutamyltranspeptidase leads to lipid peroxidation: characterization of the system and relevance to hepatocarcinogenesis. *Carcinogenesis* 1993;14(2):183-9.

Recibido:12-09-1998

Aceptado:13-10-2000

Evaluación de leches UHT comerciales y optimización del proceso industrial

Ricardo Simpson R., Maite Jiménez P., Mauricio Vega F., Alejandro Romero M. y Marcia Costa L.

Universidad Técnica Federico Santa María-Valparaíso, Universidad Católica de Valparaíso,
Universidad Austral de Chile. Chile.

RESUMEN. Desde el punto de vista nutricional la leche es uno de los alimentos más completos de la dieta de los mamíferos. Contiene casi todos los nutrientes necesarios para sostener la vida. Pero, una de sus características más relevantes es que puede deteriorarse muy fácilmente, ya sea por contaminación microbiológica o por reacciones químicas durante el procesamiento y también durante el período de almacenamiento. El objetivo de esta investigación, es evaluar leches UHT de cuatro empresas lácteas chilenas y diseñar un tratamiento UHT modificado para cumplir con el criterio de esterilización comercial y a su vez maximizar la estabilidad del producto durante el período de almacenamiento. Para la búsqueda del proceso UHT modificado se desarrolló un modelo matemático, el cual fue acoplado con una rutina de optimización (método *complex*). En este modelo se consideró, la cinética de inactivación de *Bacillus stearothermophilus* (criterio de esterilización comercial) y distintos factores de calidad. Para el cumplimiento de la función objetivo se analizaron varias leches UHT comerciales y para efectos de la optimización computacional se consideró como función objetivo minimizarla aparición de color por la formación de Hidroxi Metil Fulfulal (HMF). También se incluyó como restricción la inactivación de actividad proteásica y lipásica residual. El método de búsqueda (*complex*) se utilizó para encontrar el tratamiento UHT modificado que garantiza la esterilidad comercial y maximiza la estabilidad del producto en el tiempo. Uno de los tratamientos modificados encontrados a través del proceso de búsqueda fue la combinación de dos pre-tratamientos (3,16 minutos a 62,30°C y 6 minutos a 75°C) y luego un tratamiento UHT (0,75 s a 148,8 °C). Este tratamiento logra la máxima estabilidad de la leche, con un efecto mínimo en la formación de color (la formación de HMF fue menor que 3 mg/mL).

Palabras clave: Leche, UHT, termización y optimización.

SUMMARY. Evaluation of commercial UHT milk and optimization of industrial process. From the nutrition al point of view milk is one of the most complete food in the diet of mammals. It contains nearly all the nutrients necessary to sustain life, but milk can deteriorate very easily, either by microbiological contamination or by biochemical reactions during processing and/or storage. The objective of this research study was to design a modified UHT treatment to achieve commercial sterilization and maximize the stabilization of the heat-treated product during storage. To search for a modified UHT process, a mathematical model coupled with an optimization routine (*complex method*) was developed. The mathematical model considers Kinetics for the inactivation of *Bacillus stearothermophilus* and several quality factors. To attain the objective function, several commercial UHT milk were analyzed and for the computer search the minimization of hidroxy methyl furfural (HMF) formation was considered and also including constraints for protease and lipase inactivation. The *complex optimization* procedure was implemented to search for the optimum modified UHT treatment.. One of the optimum modified UHT treatments was the combination of two pre-treatment (3,16 minutes at 62,30°C and 6 minutes at 75°C) in addition with a UHT treatment (0,75 s at 148,8°C). This treatment attains the maximum product stability with a negligible effect on composition and color formation in the treated milk (HMF formation less than 3 mg/mL).

Key words: Milk, UHT, thermization, and optimization.

INTRODUCCION

En Chile, en las últimas décadas, se ha desarrollado de manera importante la actividad lechera, tanto en sus niveles de producción, como en su industrialización. Este aumento ha llevado consigo una considerable masificación del uso de estanques prediales refrigerados, que han contribuido en gran medida a mejorar la calidad higiénica de la leche cruda al

controlar el desarrollo excesivo de bacterias. Sin embargo, un mal manejo de la leche a ese nivel puede generar una selección de la flora psicotrónica con consecuencias negativas para los productos elaborados a partir de ella.

La leche cruda es un producto que tiene una vida útil extremadamente corta si no es expuesta a tratamientos térmicos adecuados, ya que es un fluido biológico de características bioquímicas complejas susceptible de

experimentar pérdidas en su calidad, pues está formada por glóbulos de grasa suspendidos en una solución que contiene el azúcar de la leche (lactosa), proteínas (fundamentalmente caseína) y sales de calcio, fósforo, cloro, sodio, potasio y azufre. No obstante lo anterior, puede igualmente sufrir cambios deteriorativos, aún después de ser procesada térmicamente debido a recontaminación o por el efecto de la actividad enzimática residual (1).

La actividad enzimática residual es debido a la presencia de proteasas y lipasas de origen tanto endógeno como exógeno. Algunos autores (2) han descrito la termorresistencia de las proteasas nativas de la leche: de la plasmina y especialmente su precursor que es el plasminógeno. Según Walstra y Jennes (3) la plasmina resiste la pasteurización y parcialmente también resiste un tratamiento de esterilización del tipo UHT. Sobre las proteasas de origen leucocitario, importante en leches de vaca con mastitis subclínica, hay poca información aunque también se ha descrito que presentan un cierto nivel de termorresistencia (4). El componente exógeno lo conforman enzimas tales como proteasas y lipasas, secretadas por bacterias psicrotróficas. Estas bacterias se ven favorecidas en su desarrollo por las condiciones de almacenamiento refrigerado previo a los tratamientos térmicos de alta temperatura en planta (5). Estas bacterias presentan una marcada termorresistencia aún después de tratamientos térmicos a temperaturas elevadas (6-8). Debido a ello, el uso masivo de estanques prediales ha tenido la desventaja de seleccionar una flora bacteriana diferente, como es la psicrótrofa, la cual genera enzimas de carácter termorresistente que deterioran finalmente el producto, manifestándose en olores y sabores desagradables, producto de la hidrólisis de la materia grasa, y pérdida de textura (aparición mucilaginosa) producto de la acción proteolítica de algunas enzimas.

Así, la búsqueda de un producto que no sólo posea calidad, sino también estabilidad durante su comercialización, se convierte en un problema tecnológico complejo y se han diseñado procesos térmicos como pasteurización, de alta temperatura por corto tiempo (HTST) y de esterilización de ultra alta temperatura (UHT), entre otros, cuya denominación va a depender de la relación existente entre la temperatura y tiempo aplicada sobre el producto. Como ejemplo, el proceso UHT utiliza temperaturas en un rango de 132 a 155°C por 1 a 5 segundos, con el propósito de reducir drásticamente la carga microbiana (5 a 15 reducciones decimales) y al mismo tiempo minimizando las pérdidas nutricionales y cambios organolépticos. Esto permite extender la vida útil del producto hasta en seis meses, sin embargo, de acuerdo con resultados reportados por Driessen (9) después de un proceso UHT quedaría una actividad lipásica y proteásica residual, la que debe ser reducida si se pretende mantener el producto almacenado por largos períodos de tiempo a temperatura

ambiente. Por ello, la optimización del proceso térmico UHT, es de mucho interés económico para el sector (10). Sin embargo, estudios de optimización dinámica aplicados al proceso UHT son escasos (10-12).

La optimización de un proceso industrial, requiere el desarrollo de un buen modelo matemático del sistema, una correcta función objetivo y la aplicación de un algoritmo acorde con las características del problema (13), en resumen, una metodología de optimización debe ser entendible, flexible y automática si se desea que sus resultados sean aplicables (10).

La búsqueda de un proceso UHT dinámico óptimo, se justifica por los disímiles valores de energía de activación (E_a) entre el microorganismo de referencia para el diseño del tratamiento térmico (*Bacillus stearothermophilus*), los factores de calidad (formación de color, retención de vitaminas, pérdida de lisina, etc.) y los factores que determinan la estabilidad del producto en el tiempo (inactivación de lipasas y proteasas). Estos valores disímiles de energía de activación son los que determinan que dos procesos equivalentes desde el punto de vista de la esterilidad comercial no sean equivalentes en cuanto a la inactivación de lipasas, proteasas y tampoco con respecto a los factores de calidad. Incluso mientras más alta es la temperatura de proceso (para procesos de letalidad equivalente), se asegura una mayor retención de calidad, pero simultáneamente se disminuye la inactivación de lipasas y proteasas, lo que se traducirá en una menor estabilidad del producto durante el período de almacenamiento. Esto permite inferir que un proceso a temperatura variable o en etapas puede simultáneamente satisfacer los requerimientos de esterilización comercial, calidad final y estabilidad temporal.

Esta investigación pretende realizar una evaluación de algunas las leches UHT comerciales chilenas e implementar un programa computacional que permita encontrar las condiciones óptimas de operación (tiempo-temperatura) para el proceso de esterilización. La función objetivo será maximizar la calidad final del producto (formación de HMF) y garantizar su estabilidad en el tiempo (minimización de la actividad lipásica y proteásica residual) sujeto a la condición de cumplir con el criterio de esterilización comercial ($\geq 5 D$, *Bacillus stearothermophilus*).

MATERIALES Y METODOS

Descripción del problema

En la práctica comercial (4 empresas chilenas) los procesos UHT varían aproximadamente desde 140 a 150°C, con tiempos que van desde 2 a 4 s. Normalmente el proceso UHT no va acompañado de un pre-tratamiento y cuando lo hay, éste es realizado en un rango entre 70-72°C por aproximadamente 15 s. De acuerdo a antecedentes

bibliográficos y experimentales (14) este tipo de proceso UHT, aún incluyendo pre-tratamiento(s), garantiza un producto comercialmente estéril pero cuya estabilidad a través del período de almacenamiento está seriamente amenazada por los altos niveles de actividad lipásica y proteásica residual.

En este estudio se realiza una evaluación objetiva (actividad lipásica y proteásica residual) de 4 marcas comerciales chilenas y se propone investigar la aplicación de un proceso UHT modificado (incluyendo pre-tratamiento(s) a 55-75°C). Como el objetivo es obtener un producto comercialmente estéril que además sea estable durante el período de almacenamiento (inactivación de actividad proteásica y lipásica), se propone investigar la aplicación de uno o más pre-tratamientos (previos al proceso UHT). Dado que la estabilidad del producto está correlacionada tanto con los niveles residuales de lipasas como de proteasas, es posible que sea más eficiente la incorporación dos o más pre-tratamientos y de esta forma minimizar el tiempo total de proceso.

Materiales y equipos

Para realizar la simulación y obtención de los perfiles óptimos del modelo UHT se dispuso de la siguiente infraestructura:

- Hardware: Computador 486 DX4 100 mhz
8 Mb en Memoria RAM
Impresora HP 560 c
- Software: Microsoft Windows 95
Microsoft Visual Basic 3.0 Professional Edition

Métodos

Modelo matemático, método de optimización y descripción del procedimiento de búsqueda.

Modelo matemático

Para el cálculo de la letalidad acumulada (*Bacillus stearothermophilus*) y el efecto del tratamiento térmico (pre-tratamientos y proceso UHT) sobre la inactivación de enzimas y formación de HMF, se realizaron varios supuestos que se describen a continuación:

- a) Como los productos alimenticios no se calientan instantáneamente, se asumió una curva temperatura/tiempo dividida en cuatro pasos (15).
- b) Otras simplificaciones fueron considerar un sistema homogéneo y que no hay acumulación de lodo en el sistema de intercambio de calor.
- c) Los modelos cinéticos para la letalidad microbiana, inactivación de enzimas y formación de HMF son los que se presentan a continuación:

Inactivación Microbiana (*Bacillus stearothermophilus*)

$$\frac{dN}{dt} = -K_N N \quad (1)$$

Inactivación de Enzimas (lipasas y proteasas)

$$\frac{dE}{dt} = -K_E E \quad (2)$$

Formación de HMF

$$\frac{d(\text{HMF})}{dt} = K_{\text{HMF}} \text{HMF} \quad (3)$$

Los parámetros cinéticos se presentan en la Tabla 1 (10).

Método de optimización

Varios métodos matemáticos de optimización están disponibles en la literatura de ingeniería de alimentos. Un procedimiento que ha generado mucha atención y ha sido empleado en forma consistente en la optimización de procesos alimentarios es el método de búsqueda Complex (10,16,17). Este es uno de los métodos de búsqueda directa disponibles (18,19).

Datos cinéticos

En la Tabla 1 se presentan los ordenes de reacción y valores de energía de activación, E_a y factores de frecuencia, k_o (también llamados factores pre-exponenciales) que se utilizaron como ecuaciones y parámetros en el método de optimización.

TABLA 1

Datos cinéticos para los cambios de calidad y deterioro consideradas en el modelo

Reacción	Orden	k (s ⁻¹)**	E _a (J mol ⁻¹)	Ln (k ₀)
Inactivación de Lipasas	1	0,414	23,105	3,173
Inactivación de proteasas	1	0,259	32,055	5,766
Formación de HMF ^a	0	0,22 *	135,098	39,833
Inactivación de <i>Bacillus Stearothermophilus</i> ^b	1	1,1 10 ⁻²	345,357	101,188

* μmol L⁻¹ s⁻¹, 120 °C

** 70 °C

a Rivera, R. (14)

b Arteaga, et al. (10)

La energía de activación de una reacción esta directamente relacionada con la sensibilidad de la reacción a los cambios de temperatura. Aunque, una reacción con un alto valor de E_a no necesariamente ocurre más rápido que

una con menor E_a . En efecto, la velocidad de reacción a una determinada temperatura esta dada por la constante de reacción, k a esa temperatura. Por ejemplo las enzimas (lipasas y proteasas) tienen una E_a baja en relación a *Bacillus stearothermophilus* y además tienen valores menores de la constante de reacción -en el rango de temperaturas en estudio- que hace posible destruir *Bacillus stearothermophilus* sin afectar significativamente la actividad residual de estas enzimas. En este concepto se fundamenta y sustenta la hipótesis de efectuar pre-tratamiento(s) (temperaturas 55-75°C) para inactivar significativamente las enzimas y un tratamiento UHT (130-150°C) para inactivar *Bacillus stearothermophilus* a los niveles requeridos para la esterilización comercial.

Procedimiento de búsqueda

Para encontrar el proceso óptimo (UHT modificado) se consideró la evaluación con un pre-tratamiento y con dos pre-tratamientos con un solo proceso UHT. En cada pre-tratamiento (con uno o con dos) se definió un límite máximo de tiempo (10 minutos) y un rango de temperatura entre 55 y 75°C; en el caso del proceso UHT el límite de tiempo fue 30 s con un rango de temperatura entre 130 y 150°C. La función objetivo fue minimizar la formación de HMF y se consideró como restricciones los niveles de inactivación de lipasas y proteasas y también el cumplimiento del criterio de esterilización comercial aplicado al microorganismo patrón *Bacillus stearothermophilus* (5 reducciones decimales).

Evaluación de leches comerciales procesadas mediante UHT

Se escogieron 4 marcas comerciales que son representativas en el mercado chileno de productos lácteos y específicamente en leches UHT. Se contacto a los departamentos técnicos de cada empresa y se obtuvo la información relativa a las variables y condiciones de proceso (ver Tabla 2). Haciendo uso del programa computacional se procedió a evaluar los niveles de actividad enzimática residual, formación de HMF y número de reducciones decimales (criterio de esterilización) aplicadas al microorganismo patrón (*Bacillus stearothermophilus*) para cada lote de las diferentes marcas.

TABLA 2
Condiciones de proceso (UHT) para las 4 marcas comerciales*

Empresa	Temperatura °C	Tiempo (s)
A	145	3,0
B	149	2,5
C	138	4,0
D	150	2,0

* Departamentos técnicos de 4 empresas lácteas chilenas.

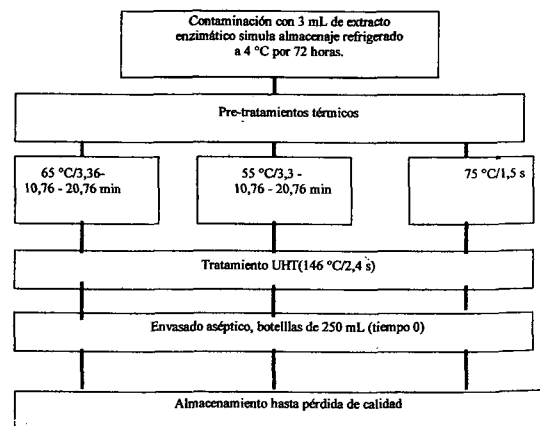
Procedimientos experimentales y analíticos

Para la validación de los resultados obtenidos con el modelo matemático se utilizó los siguientes procedimientos experimentales y analíticos.

Procedimiento experimental

Las muestras de leche cruda recién ordeñadas fueron obtenidas del fundo Vista Alegre y trasladadas al Centro Tecnológico de la Leche (CTL, Valdivia, Chile) para su procesamiento. La cantidad de materia prima a emplear -de acuerdo al diseño experimental- fue de 250 litros por lote (50 litros por cada tratamiento térmico). Esta es la cantidad mínima de materia prima para trabajar en el pasteurizador y pre-esterilizador. Se almacenó el producto en botellas estériles de 250 mL, para ser analizadas en los laboratorios del Instituto de Ciencias y Tecnología de los Alimentos (ICYTAL) de la Universidad Austral de Chile localizado en la ciudad de Valdivia. La elaboración de leches UHT se realizó de acuerdo al protocolo presentado en la Figura 1. De acuerdo a este protocolo a la leche cruda utilizada se le agregó 3 mL de extractos enzimáticos en cada batch de leche procesada, simulando un almacenaje por 72 horas a una temperatura de 4 °C, tratando de producir los defectos que causaría la flora psicrotrofica. Las leches pretratadas y esterilizadas (UHT) se envasaron en botellas estériles de 250 mL, a las que se adicionó timerosal (0,12%) para evitar el potencial crecimiento microbiano.

FIGURA 1
Protocolo de elaboración de leches UHT



Métodos analíticos

Los análisis físico-químicos se realizaron por triplicado mediante los siguientes métodos:

a) Cuantificación de la actividad proteásica (AP).

Para la determinación de la actividad proteásica se usó el método descrito por Romero y Olano (20), que se basa en la liberación de p-nitroanilina a partir de un sustrato sintético, el cual tiene su máxima absorción a 405 nm.

El procedimiento consiste en mezclar 3 mL de la muestra de leche con 1 mL de solución 6 mM del sustrato sintético leucil-p-nitroanilida en tampón bistris propano 20 mM e incubar a 37°C durante 2 horas. Luego de la incubación se toman 2 mL de la mezcla y se le agregan 4 mL de etanol absoluto, se deja reposar 30 min y se centrifuga a 15.000 rpm a 4°C, luego el sobrenadante es extraído cuidadosamente y leído en el espectrofotómetro a 405 nm.

En forma paralela se debe realizar una curva de calibración con una solución patrón de p-nitroanilina en el rango de 0 - 200 μ moles/L, para así expresar la actividad proteásica como los μ moles de p-nitroanilina liberados en dos horas a 37°C.

b) Cuantificación del grado de proteólisis (GP).

La proteólisis es definida como el incremento de la concentración de grupos amino libres solubles en ácido tricloroacético (TCA) por mililitros de leche (μ moles GAL/mL). Para ello se emplea el método del ácido trinitrobenzeno sulfónico (TNBS) (21).

El procedimiento consiste en mezclar 2 mL de la muestra de leche con 4 mL TCA al 12% e incubar a 25°C durante 20 min y filtrar, para luego agregar 0,8 mL de TNBS 5mM y 2 mL borato de potasio 1 M a 0,2 mL de filtrado, e incubar nuevamente durante 30 min a 25°C para luego agregar 2 mL de sulfito de sodio 18 mM en fosfato monosódico 18 mM y leer en el espectrofotómetro a 420 nm. En forma paralela se debe realizar una curva de calibración con una solución patrón de glicina para un rango de concentraciones de 0,2 a 1,2 μ moles de glicina/mL.

c) Cuantificación de la actividad lipásica.

Para determinar la actividad lipásica se usó el método de Egelrud y Olivecroma (22) modificado por Castberg *et al.* (23) y se basa en la titulación de los ácidos grasos liberados en una mezcla de extracción éter dietílico: éter de petróleo (2,75:1) con hidróxido de potasio metanólico.

RESULTADOS Y DISCUSION

Evaluación de leches comerciales y tratamientos preliminares

En las Tablas 3a, 3b, 3c y 3d se presentan los resultados obtenidos de las evaluaciones de las 4 marcas comerciales – empresas chilenas categorizadas como A, B, C y D- de leches UHT. Para efectos de análisis se evaluó el proceso standard (reportado por el departamento técnico de cada empresa) y adicionalmente se consideraron dos modificaciones al proceso

tradicional: a) Proceso standard + pre-tratamiento tipo HTST (72°C/15 s), y b) Proceso standard + pre-tratamiento a baja temperatura por largo tiempo (55°C/10 minutos). En todos los casos, a excepción de la muestra obtenida de la empresa C, se verificó que el tratamiento UHT es efectivo en términos de letalidad microbiana (≥ 5 D). Es importante destacar que los tratamientos térmicos son muy disímiles (en términos de letalidad microbiana) e incluso uno de ellos (empresa C) no cumpliría con el criterio de esterilización comercial establecido en esta investigación (≥ 5 D). A este respecto la legislación chilena no es clara (reglamento sanitario de los alimentos) y para efecto de análisis se ha considerado como criterio de esterilización comercial -a lo menos- 5 reducciones decimales (≥ 5 D). En general los tratamientos térmicos – aunque disímiles- son efectivos para garantizar la estabilidad microbiológica; aunque no presentan una reducción significativa de la actividad enzimática inicial (actividad residual de lipasas y proteasas). En cada uno de los 4 casos analizados, la reducción de la actividad enzimática inicial prácticamente no superó el 10%, lo que no garantizaría la estabilidad del producto en el tiempo (Flores, (23)). También se puede observar (Tabla 3) que el tratamiento térmico acompañado de un pre-tratamiento térmico -utilizado en algunas empresas chilenas- tipo HTST (72 °C por 15 s) no asegura una reducción significativa de la actividad enzimática (reducción $\leq 20\%$). Finalmente un pre-tratamiento (arbitrario) a baja temperatura (55 °C) por un tiempo prolongado (10 minutos) fue efectivo en reducir significativamente la actividad enzimática inicial. Esta reducción alcanzó niveles del 80% en el caso de proteasas y 95% en el caso de lipasas. Este resultado indica que pre-tratamientos a bajas temperaturas (< 65°C) por largo tiempo (> 5 min) serían efectivos en inactivar las enzimas. Incluso el hecho que se quiera reducir el nivel de actividad de dos enzimas, con distintas energías de activación, podría justificar la utilización de dos pre-tratamientos y de esta forma reducir la actividad de ambas enzimas y también el tiempo total del proceso.

De acuerdo con Flores (23) el comportamiento organoléptico se relaciona directamente con parámetros fisicoquímicos, pues a medida que transcurre el tiempo de almacenamiento, los defectos de sabor se acentuaron en la misma forma como variaron el grado de proteólisis y el pH. Esto apoya la hipótesis de que las enzimas proteolíticas y lipolíticas de naturaleza termorresistente estarían actuando durante el período de almacenamiento de las leches UHT y de esta manera afectando su estabilidad en el tiempo.

TABLA 3
Evaluación de leches UHT provenientes de 4 empresas lácteas chilenas

EMPRESA A			
Variable	Proceso Standard (145 °C/3 s)	Proceso Standard + Pre-tratamiento a 72°C/15 s	Proceso Standard + Pretrat. a 55°C/10 min.
Actividad Lipásica Residual (%)	91,1	81,3	4,5
Actividad Proteásica Residual (%)	90,9	85,0	20,1
Formación de HMF mg/mL	7,9	7,9	7,9
Reducciones decimales	8,3	8,3	8,3
EMPRESA B			
Variable	Proceso Standard (1459°C/3 s)	Proceso Standard + Pre-tratamiento a 72°C/15 s	Proceso Standard + Pretrat. a 55°C/10 min.
Actividad Lipásica Residual (%)	92,1	82,1	4,5
Actividad Proteásica Residual (%)	91,7	85,8	20,2
Formación de HMF mg/mL	9,5	9,5	9,5
Reducciones decimales	17,6	17,6	17,6
EMPRESA C			
Variable	Proceso Standard (138 °C/3 s)	Proceso Standard + Pre-tratamiento a 72°C/15 s	Proceso Standard + Pretrat. a 55°C/10 min.
Actividad Lipásica Residual (%)	89,5	79,9	4,4
Actividad Proteásica Residual (%)	89,8	83,9	19,2
Formación de HMF mg/mL	5,4	5,4	5,4
Reducciones decimales	2,0	2,0	2,0
EMPRESA D			
Variable	Proceso Standard (150 °C/3 s)	Proceso Standard + Pre-tratamiento a 72°C/15 s	Proceso Standard + Pretrat. a 55°C/10 min.
Actividad Lipásica Residual (%)	93,5	83,4	4,6
Actividad Proteásica Residual (%)	93,2	87,1	20,6
Formación de HMF mg/mL	8,3	8,3	8,3
R. Decimales	17,8	17,8	17,8

Búsqueda de un proceso UHT modificado con la inclusión de pre-tratamiento(s)

Esta búsqueda está orientada a cumplir con los objetivos de esta investigación y al mismo tiempo minimizar el tiempo total de proceso (UHT + pre-tratamiento(s)). En la Tabla 4 se presenta los resultados del procedimiento de búsqueda. En cada caso (1 ó 2 pre-tratamientos) se consideraron las siguientes restricciones: a) Actividad lipásica y proteásica residual $\leq 20\%$ de la actividad inicial, b) Criterio de esterilización comercial $\geq 5 D$, y c) Formación de HMF no superior a 10 mg/mL.

El procedimiento de búsqueda generó resultados altamente satisfactorios junto con pre-tratamientos muy distintos a los practicados en las empresas chilenas seleccionadas. Así como en las empresas en estudio se favorece un pre-tratamiento a alta temperatura por corto tiempo (tipo HTST), los resultados indican que los pre-tratamientos deben ser de largo tiempo (entre 5 y 10 min) y baja temperatura (55°C). Con miras a una aplicación práctica de los resultados, la búsqueda se orientó a un proceso UHT con un solo pre-tratamiento. También se analizaron procesos UHT con dos pre-tratamientos para efectos comparativos y potencialmente estudiar su factibilidad de implementación.

En la Tabla 4 se muestran los resultados del procedimiento de búsqueda, los que se comparan favorablemente con los resultados presentados en las Tablas 3a, 3b, 3c y 3d. Principalmente por la drástica reducción de los niveles de actividad lipásica y proteásica. Esta reducción a niveles inferiores al 20% de la actividad inicial asegura una mayor estabilidad de la leche durante el período de almacenamiento (14,20). Como se observa en la Tabla 4 el proceso UHT con un pre-tratamiento a baja temperatura (62,29 °C) por largo tiempo (9,16 min) genera un producto que no solo ha reducido fuertemente la actividad enzimática sino que también presenta una disminución significativa en la formación de HMF (4,3 mg/mL). También se exploró la modificación del proceso UHT con la inclusión de dos pre-tratamientos. Esto se fundamenta, principalmente, por la diferencia significativa que presentan los valores de energía de activación de ambas enzimas (Tabla 1). A temperaturas bajas (< 65 °C) se favorece la inactivación de lipasas en relación a la inactivación de proteasas y a temperaturas por sobre 70 °C se favorece la inactivación de proteasas. En la tabla 4, se observa que el proceso UHT modificado con dos pre-tratamientos fue significativamente mejor al proceso con un pre-tratamiento por cuanto se lograron mayores niveles de inactivación enzimática, menor formación de color (menos de 3 mg/mL de HMF) para un mismo tiempo total de proceso.

Ambos casos de estudio (1 y 2 pre-tratamientos) aseguran un producto estéril (más de 5 reducciones decimales aplicadas al microorganismo patrón) y de alta calidad (menos de 5

mg/mL de HMF). Además, los bajos niveles de actividad enzimática residual (lipásica y proteásica) garantizan un producto estable durante el período de almacenamiento (14,20).

TABLA 4

Procedimiento de búsqueda de proceso UHT modificado con uno o dos pre-tratamientos

Condiciones y variables de proceso	UHT + 1 pre-tratamiento	UHT +2 pre-tratamientos
Temperatura (°C) y tiempo (minutos) 1 ^{er} Pre-tratamiento	62,30°C 9,16 min.	62,30°C 3,16 min.
Temperatura (°C) y tiempo (minutos) 2 ^{do} Pre-tratamiento	-	75,00 °C 6,00 min.
Temperatura y tiempo proceso UHT	145,90°C 1,47 s	148,80°C 0,75 s
Actividad residual lipasas (%)	4,30	2,07
Actividad residual proteasas (%)	15,90	8,57
Formación HMF (mg/mL)	4,30	2,82
Retención de tiamina %	99,90	99,99
Número de reducciones decimales	5,01	5,00

Limitaciones

Los valores de los parámetros cinéticos (actividad enzimática y formación de HMF) obtenidos con la leche del fundo Vista Alegre no necesariamente son aplicables a cada una de las leches comerciales. La correcta aplicabilidad de éste estudio implicaría obtener los parámetros cinéticos para la leche cruda que se trata en cada planta. Desde el punto de vista del modelo matemático se podría cuestionar que el efecto térmico sobre los parámetros de calidad y microbiológicos sea la suma de los efectos a distintas temperaturas. Al respecto existe una abundante literatura que valida el supuesto anterior.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Las evaluaciones realizadas a leches UHT de 4 empresas chilenas muestran en general que los procesos empleados son satisfactorios desde el punto de vista sanitario (esterilidad comercial) pero no aseguran la estabilidad organoléptica durante el almacenamiento. Esto indica que los pre-tratamientos empleados en el proceso comercial no cumplen el objetivo de reducir significativamente la actividad lipásica y proteásica inicial.

Con el procedimiento de búsqueda fue posible encontrar un proceso UHT modificado (UHT + un pre-tratamiento) que mejora significativamente la calidad del producto tanto en términos de minimizar la formación de HMF como de reducir significativamente la actividad lipásica y proteásica

inicial. Al implementar el procedimiento de búsqueda con la inclusión de dos pre-tratamientos, se encontró un proceso UHT aún más eficiente que el anterior. La formación de HMF fue significativamente menor, la reducción de la actividad enzimática inicial fue mayor para el mismo tiempo total de proceso.

Es posible recomendar a la industria lechera el empleo de este modelo de simulación y optimización. El empleo de este modelo sería un importante apoyo a la toma de decisiones y permitiría obtener productos comercialmente estéril y con una adecuada estabilidad durante el período de almacenamiento. La aplicación de uno o más pre-tratamientos es factible de implementar en la industria láctea dado que gran parte del sector cuenta con plantas de tercera generación. En estas se permiten ciclos regenerativos de calor y por lo tanto es posible implementar uno o más pre-tratamientos.

REFERENCIAS

- Richardson BC. The purification and characterization of a heat stable protease from *Pseudomonas fluorescens* B-52. *New Zealand Journal Dairy Science and Technology*, 1981;13:172-176.
- Snoeren THM, Van der Spec, Dekker R, Both P. Proteolysis during the storage of UHT sterilized whole milk. Experiments with heated by the direct system for 4 second at 142 °C. *Netherlands Milk Dairy Journal*, 1979;33(1):31-39.
- Walstra P, Jenness R. *Dairy chemistry and physics*. New York, John Wiley, 1984:467 P.
- Verdi RJ. Endogenous proteases in bovine milk and effect of thermal processing on their activity. *Dissertation Abstract International*. - B, 1989;49(9):3527-155 pp.
- Romero A y Rojas M. Desarrollo de lipólisis en leche cruda refrigerada. *Alimentos*, 1984;9(2):5-8.
- Poffe R, Mertens W. Heat - Stable proteases of psychrotrophic bacteria isolated from cooled raw milk. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 1988;27(5/6):437-442.
- Fairbairn D, Law BJ. Proteinases of psychrotrophic bacteria: their production, properties, effects and control. *Journal Dairy Research*, 1986;53:139-177.
- Fox PF. Proteinases in dairy technology. *Netherlands Milk Dairy Journal*, 1981;35:233-253.
- Driessen FM. Lipases and proteinases in milk. Occurrence, heat inactivation and importance for the keeping quality products. *Agriculture University Wageningen, Netherlands*, 1983.
- Arteaga GE., Vazquez-Arteaga MC y Nakai S. Dynamic optimization of heat treatment of milk. *Food Res. Int.* 1994;27:77-82.
- Peri C, Pagliarini E, Pierucci S. A Study on optimizing heat treatment of milk. I. Pasteurization. *Milchwissenschaft*, 1988;43:636-639.
- Pagliarini E, Fortina MG, Vernile N. Study on optimizing condition for the thermal stabilization on Milk. *Lenbensm. - Wiss. U. - Technol.*, 1991;24:334-337.

13. Evans LB. Optimization theory and its application in food processing. *Food Technology*, 1982;36 (7):88-92.
14. Rivera N. Actividad Proteasica residual como criterio para establecer un tratamiento térmico óptimo en Leches UHT. Valdivia, Chile, UACH, 1995.
15. Reuter H. UHT plants for milk: State of technological development. In *Engineering and Food*. Vol. 2. Processing Applications, de. B. M. McKenna. Elsevier, 1983:651-658.
16. Mishkin M, Karel M, y Saguy I. Applications of optimization in food dehydration. *Food Technol.*, 1982;34(2):86-92.
17. Almonacid S, Simpson R, y Torres JA. Time-variable retort temperature profiles for cylindrical cans: batch process time, energy consumption, and quality retention model. *J. Food Proc. Eng.* 1993;16(4):171-187.
18. Box MJ. A new method of constrained optimization and a comparison with other methods. *The Computer Journal*, 1965;8:42-52.
19. Beveridge GSG, Schechter R S. *Optimization: Theory and practice*. Mc Graw & Hill, New York, 1970
20. Romero A y Olano A. Modificación de un método para determinar la actividad proteásica en leches fluidas. Un resumen de trabajos presentados en el X Congreso de la Sociedad Chilena de ciencias y Tecnología de Alimentos (SOCHITAL); Pucón, Chile, 1993:71.
21. Flores O. Efecto del tratamiento térmico y condiciones de almacenamiento sobre la estabilidad de leche UHT. Universidad Austral de Chile, Valdivia, Chile, 1990.
22. Egelrud T y Olivecroma T. The purification of a lipoprotein lipase from bovine skim milk. *The Journal of Biological Chemistry*, 1972;247(19):6212-6227.
23. Castberg HB, Solberg P y Egelrud T. Tributyrate as a substrate for the determination of lipase activity in milk. *Journal of Dairy Research*, 1975;42:247-253.

Recibido:15-05-1999

Aceptado:10-07-2000

Tecnología para la utilización integral de la levadura de cerveza en la industria alimenticia

Miguel A. Otero, Agustín Cabello, María C. Vasallo, Lourdes García y Juan López

Departamento de Bioquímica, División de Biotecnología, Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar (ICIDCA). La Habana, Cuba

RESUMEN. Se desarrolló un esquema flexible para el fraccionamiento de la levadura de cerveza. El procedimiento permite la producción de diferentes productos tales como: hojuelas de levadura, tabletas de levadura, salsa de mesa a base de extracto de levadura, concentrados de proteína y salsa de imitación de soja. Las investigaciones requeridas para el procedimiento de una ton de levadura esta por debajo de 2 millones de dólares con una rentabilidad superior al 53%. Las investigaciones se recuperan en 0.75 años.

La producción de ingredientes alimentarios a partir de levadura revaloriza su biomasa alrededor de 25 veces. La presente tecnología es comparada con otros procesos de fraccionamiento de biomasa teniendo en cuenta la utilización de todas las corrientes tecnológicas donde el proceso deviene ambientalmente amigable ya que la producción de afluentes es significativamente menor que tecnologías similares.

Palabras clave: Proteínas de levadura, disrupción celular, extracto de levadura, fraccionamiento de levadura, levadura de cerveza, salsa de imitación de soja.

SUMMARY. Technology for the whole utilization of brewer's yeast in food industry. A flexible scheme for the fractionation of brewer's yeast was developed. The procedure allows the production of different products such as: dry yeast flakes, dry yeast pills, yeast-extract based table sauce, yeast protein concentrates and soy-like sauce. The investment required for the processing of one ton per day is below 2 million dollars with an overall profitability higher than 53%. Investment is recovered in 0.75 years.

The production of food ingredients from yeast upgrades its biomass about 25 fold. Present procedure is compared with other biomass fractionation processes taking into account the utilization of all technological streams where the process becomes environmentally friendly since effluent production significantly lower than similar technologies.

Key words: Yeast proteins, cell disruption, yeast extract, cell fractionation, brewer's yeast, soy-like sauce.

INTRODUCCION

El explosivo desarrollo de la producción de aditivos alimentarios no tradicionales a nivel mundial en los últimos años, ha establecido un importante mercado internacional que alcanza un nivel de operaciones de orden de los miles de millones de USD anualmente (1). Esta envergadura comercial es atribuible a diferentes factores entre los que se encuentran la factibilidad de procesamiento de los alimentos en el hogar o centros de consumo colectivo, la necesidad de aumentar la estabilidad de los alimentos en el almacén o en la vidriera de ventas, la satisfacción de necesidades de índole dietética como es el bajo contenido de colesterol entre otros, la disminución de los costos de producción y la suplementación de nutrientes en programas de alimentación masiva subsidiados para sectores de bajos ingresos etc.

Dentro de la amplia gama de aditivos e ingredientes que se comercializan, algunos resultan de especial interés por su variedad de aplicaciones o por las fuentes de materias primas a partir de las que se producen.

La biomasa microbiana, y en particular la de las levaduras, es una fuente de productos de interés alimentario conocida básicamente por su capacidad de generar CO₂ en las industrias panadera y de bebida alcohólicas (2). Se ha utilizado de forma importante en la producción de extractos como saborizantes (3,4) lo que compone su segundo uso mayoritario. Sin embargo, la biomasa de levadura es a un mismo tiempo, una fuente interesante de muchos compuestos de interés alimentario y farmacéutico (5). Entre los componentes de mayor atractivo se encuentran los polisacáridos y las proteínas, que constituyen entre ambos, más del 70% del peso seco de la célula.

Las proteínas como ingredientes alimentarios, han sido objeto de numerosas investigaciones, dadas sus propiedades funcionales, especialmente las derivadas de la soja que están ampliamente extendidas en la industria alimenticia actual (5-9).

Los contenidos de proteínas de las levaduras de recuperación de cerveza son superiores a 50% con un perfil de aminoácidos en éstas, comparable a la de la soja y otras

fuentes de origen vegetal, es un recurso existente en la mayoría de los países de nuestra región.

Latinoamérica produjo en 1994, más de 12 mil millones de litros de cerveza (10) de los que se derivan alrededor de 20 mil ton anuales de proteínas que actualmente se emplean en la producción de saborizantes y en la alimentación animal básicamente.

El presente trabajo propone un esquema integral de utilización de la levadura para la obtención de diferentes productos para la suplementación nutricional, potenciación de sabor e ingredientes funcionales para la formulación de sistemas de alimentación complejos.

MATERIALES Y METODOS

Materia prima y preparación

Se utilizó levadura de recuperación de la producción de cerveza, extraída del proceso en la etapa de fermentación, obtenida de la firma Brahma en el nordeste brasileño. Antes de someterla al fraccionamiento, la levadura fue desamargada por lavado con agua, seguida de centrifugación.

Análisis químico

Las muestras de los diferentes productos fueron analizadas para estimar sus componentes individuales.

Nitrógeno orgánico

Fue determinado por digestión ácida según Kjeldahl (11).

Acido nucleico

Se utilizó el método de extracción con ácido perclórico en caliente según la metodología propuesta por Rut (12). Doscientos (200) mg de levadura seca o su equivalente en forma húmeda, fueron extraídos con 5 mL de HClO₄ 0.5M en agua por 5 min a 90°C con agitación ocasional. El sobrenadante fue separado por centrifugación y el sedimento lavado con igual volumen del ácido a temperatura ambiente. El sobrenadante resultante se unió con el anterior y se tomó una alícuota de 1 mL y se llevó a 100 mL con el ácido anterior. La solución fue leída a 270 y 290 nm contra un blanco de ácido. El contenido de ácido nucleico expresados como ARN fue calculado por la expresión siguiente:

$$\% \text{ de ARN} = 100 \cdot (\lambda_{270\text{nm}} - \lambda_{290\text{nm}}) \cdot 250 / 16.3. \text{ (Peso muestra seca mg)}$$

Hidrato de carbono

Los hidratos de carbono fueron determinados por el método del fenol-sulfúrico (13).

Lípidos

Se estimaron por extracción con eter etílico bajo reflujo y determinación gravimétrica.

Propiedades funcionales

La capacidad de emulsión se llevó a cabo según Webb (14) con ligeras modificaciones. Cien ml de solución conteniendo 2mL de solución acuosa de proteínas (30mg/mL) y 98mL de buffer fosfato 0.01M, pH 7 fueron vertidos en una mezcladora de alta velocidad equipada con dos electrodos para la medición de la conductividad. El vaso con los ingredientes de la mezcla fueron pesados e inmediatamente se adicionó aceite puro de maíz a razón de 25mL/min bajo agitación constante (3000 min⁻¹) hasta que la conductividad se igualó a cero (punto de inversión). El vaso y la emulsión formada se pesaron nuevamente y se determinó el aceite incorporado. La capacidad de emulsión se expresó como mg de aceite/mg de proteína. La capacidad de retención de agua (CRA) fue estimada dispersando las muestras en agua destilada a 10mg/mL con agitación ocasional en un vortex por 1 hora a 25°C de acuerdo con Petrucelli y Añón (5). Las dispersiones obtenidas (pH 6) se centrifugaron a 10000g por 30 min a 15°C. El contenido de proteína en el sobrenadante fue estimado por Folin (15). La CRA fue determinada en el precipitado resultante de la centrifugación dejando drenar el tubo, previamente tarado, en un ángulo de 45° por 30 min y tomando el peso del sedimento. Este fue trasvasado a una cápsula tarada y colocado en una estufa a 105°C por 12 horas. La cantidad de agua retenida se reportó respecto a la proteína verdadera presente. La capacidad de enlace de aceite (CEA) fue determinada mezclando 4 mL de aceite de maíz con 0.5g de concentrado de proteína liofilizado en un tubo de centrifuga de 10mL previamente tarado. La mezcla se dejó estar por 30 min a 25°C y fue centrifugada a continuación. El tubo se colocó invertido en ángulo de 45° y se dejó drenar por una hora sobre papel filtro. Por último el tubo fue pesado nuevamente y la cantidad de aceite retenido determinado por diferencia de peso. Este se expresó como g de aceite por g de proteína.

Procesamiento estadístico

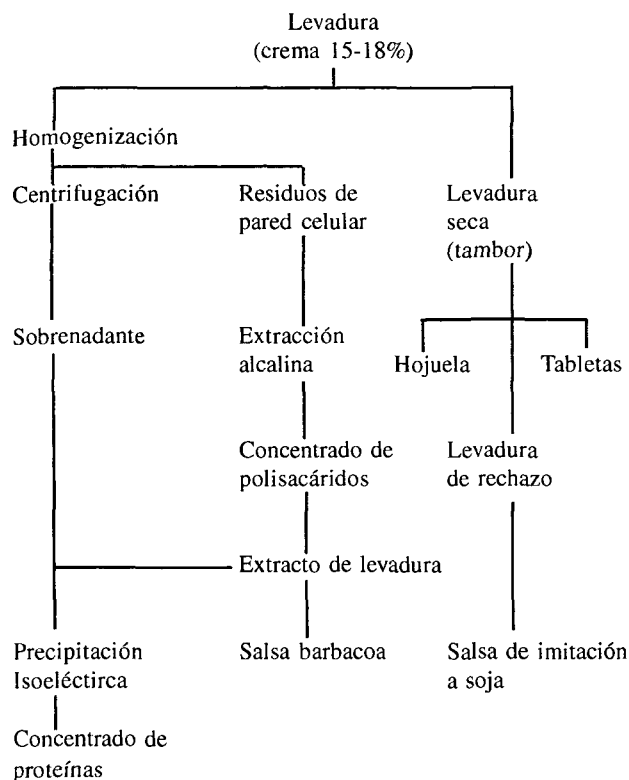
Las muestras por duplicado fueron sometidas al análisis de varianzas a través del programa Statgraphics.

RESULTADOS Y DISCUSION

La Figura 1 muestra el esquema de fraccionamiento de la levadura, el proceso diseñado ha sido comprobado de igual forma en otras especies de levadura como *Saccharomyces cerevisiae* panadera, *Kluyveromyces fragilis* y *Candida utilis*. La etapa de aislamiento, y en especial la temperatura, es de suma importancia en la posterior funcionalidad de los concentrados de proteína (10,16).

FIGURA 1

Esquema simplificado de producción de aditivos y suplementos alimentarios a partir de levadura de cerveza



La Tabla 1 ofrece la composición de los concentrados de proteína de levadura. Los niveles de proteína están en el entorno de 70%. El nivel de ácidos nucleicos, resulta inferior a 3%. Este factor es importante desde que las interacciones entre proteínas y ácidos nucleicos para formar nucleoproteínas afectan significativamente la solubilidad de las mismas (16). El remanente de hidratos de carbono no incide en la funcionalidad de éstos.

TABLA 1
Composición química de concentrados de proteínas y extracto de levadura de cerveza* (g/100g)

	Concentrado de proteínas	Proteína de pared celular	Extracto de levadura
Humedad	5.02±0.35 ^c	3.29±0.54 ^b	30.05±1.33
Proteína	71.40±1.20 ^c	72.31±0.86 ^c	36.04±0.37
Hidrato de carbono	15.31±0.75 ^c	19.02±0.32 ^b	8.81±0.39
Acidos nucleicos	3.00±0.31 ^c	0.29±0.35 ^c	13.93±1.03
Lípidos	4.10±0.13 ^c	4.10±0.31 ^b	0.10±0.09

Todas las determinaciones por duplicado; valores con igual exponente no difieren entre si para p ≤ 0.05

Algunas propiedades funcionales de los concentrados de proteína se muestran en la Tabla 2. Aunque las propiedades analizadas no presentan diferencias significativas entre las proteínas extraídas de las paredes celulares, estas últimas presentaron una menor solubilidad (resultados no publicados). Esto se debe a las condiciones de extracción alcalina que induce elevados grados de desnaturalización (17).

TABLA 2
Propiedades de hidratación, enlace de aceite y capacidad emulsionante de las proteínas aisladas de levadura de cerveza*

	Concentrado de proteínas	Proteína de pared celular	Proteína de C. utilis (17)
Capacidad de retención de agua, %	424±12.51 ^c	408±11.77 ^c	224
Capacidad de enlace de aceite, %	92.0±0.92 ^c	103,0±1.25 ^b	90
Capacidad de emulsión**, g aceite/g proteína	144±3.31 ^a	139±2.98 ^a	—

* Todos los valores medios de determinaciones triplicadas
** Concentración de proteína 2.5%, pH 6.0 frente a aceite de maíz. Valores con igual exponente no difieren para p ≤ 0.05

Los residuos celulares son ricos en polisacáridos estructurales y de reserva. Estos se obtienen después de la separación del extracto diluido y poseen una funcionalidad limitada. El tratamiento de extracción alcalina de las proteínas remanentes en los residuos, duplica la CRA e incrementa 20 veces la CEA. Los resultado se ofrecen en la Tabla 3. Producto del tratamiento, el contenido de hidratos de carbono se eleva hasta 88% en los residuos tratados.

TABLA 3
Composición de residuos de pared celular antes y después de la extracción alcalina (g/100 g)

	Residuos de homogenización	Residuos de extracción
Humedad	ND	2.0±0.15
Proteína	36.0±1.01	3.7±0.21
Hidratos de carbono	48.0±0.99	88.3±1.03
ARN	4.8±0.22	2.0±0.19
Lípidos	6.4±0.10	1.5±0.09

ND= no determinado

Elaboración de salsa para carnes a partir de extracto de levadura y salsa de imitación a soja

La producción y utilización del extracto de levadura es conocida desde hace tiempo en la industria alimenticia como materia prima (4) y existen numerosas firmas productoras de una gran tradición en el mercado internacional, lo que limita su lanzamiento al mercado por un productor emergente. Sin embargo, si a partir de éste se elabora un producto terminado, cualitativamente diferente, los espacios de introducción se abren. La producción de salsas de mesa como saborizantes directos al consumidor es una alternativa interesante.

La Tabla 4 muestra algunas variantes de salsas de diferentes tipos, elaboradas a partir de extractos de levadura suplementados con productos tradicionales en el mercado.

TABLA 4
Formulaciones para la elaboración de salsas de mesa a partir de extracto de levadura

Producto (% base húmeda)	Formulaciones					
	I	II	III	IV	V	VI
Extracto de levadura	48.7	41.5	49.4	47.8	47.4	57.0
Agua	36.7	31.2	37.2	35.9	35.6	43.0
Pasta de ajo comercial	13.2	11.2	13.4	12.9	No	No
Pimienta en polvo	1.4	1.2	No	1.4	No	No
Azúcar refino	No	14.9	No	No	17.0	No
Mezcla de hierbas*	No	No	No	2.0	No	No

*Producto comercial compuesto de varios tipos de hojas secas: silantro, tomillo, etc.

De las variantes analizadas resultó la más promisorias, la muestra # 4, que asemeja a las salsas tipo barbacoa y resulta un aderezo apropiado para carnes asadas.

La levadura seca rechazada en la producción de hojuelas o tabletas, genera una fracción que puede resultar altamente contaminante. Esta puede ser reprocesada en la producción de una salsa con sabor semejante a las salsas de soja obtenidas por hidrólisis de las proteínas presentes en el frijol. El proceso comprende la hidrólisis ácida a temperaturas de 120-160°C (18), neutralización y centrifugación. El proceso solubiliza alrededor del 90% del producto sometido al tratamiento. Posteriormente, se eleva el contenido salino hasta 18-20% (19). La evaluación sensorial de esta salsa en comparación con una salsa comercial no rindió diferencias significativas (18).

Balance económico de la producción

La Tabla 5 ofrece el balance económico para las tres líneas de producción considerándolas de forma independiente. No se incluye la producción de la salsa de imitación por depender, en el presente enfoque del volumen variable de la levadura seca de rechazo. La producción de hojuelas de levadura es la de más baja rentabilidad, y aun así, presenta un tiempo de recuperación de la inversión de 1,15 años. Las otras dos alternativas ofrecen índices muy superiores.

TABLA 5
Cálculo del valor de producción y rentabilidad de una planta con capacidad para procesar 1 ton de levadura operando con tres esquemas diferentes de producción*

Indicador	Hojuela, 8% humedad	Tabletas, 8% humedad	Salsa cárnica	+ Concentrado de polisacáridos	= total
Producción, ton	0.92	0.90	1.94	0.92	
Costo producción, U\$D	2246.69	1908.88	1032.75	156.65	
Comercialización, U\$D (15% sobre facturación)	1518.00	1909.23	1184.33	341.82	
Impuestos, U\$D (40% sobre facturación)	4048.00	5091.43	3158.42	911.65	
Total de gastos, U\$D	7812.69	8909.60	5375.30	1253.52	6628.82
Precio unitario, U\$D/kg	11.00	14.14	4.07	2.48	
Valor de producción, U\$D	10120.00	12728.57	7895.56	2279.12	10174.68
Ganancias, U\$D	2307.31	3520.36	1025.60	3545.86	
Rentabilidad, %	42.86	46.89	81.82	53.49	
Recuperación, años	0.70	1.06	2.60	0.75	

Cálculos a través de programa Prospin. Costos utilizados, los vigentes en el nordeste brasileño para 1996. Precios de los productos. 80% de sus similares en el mercado mundial

CONCLUSIONES

La producción de aditivos alimentarios a partir de levaduras es técnica y económicamente viable y se obtienen productos de aplicación en la industria alimenticia con propiedades similares a otros establecidos en el mercado. Existe en la actualidad un caudal de conocimiento tecnológico suficiente para acometer desarrollos tecnológicos con producciones competitivas en el mercado internacional. El esquema desarrollado conduce a producciones limpias desde el punto de vista ecológico por cuanto todas las corrientes tecnológicas son aprovechadas en el proceso.

REFERENCIAS

1. Anon. Natural food trends spurs additives gains. *Int J Instrument Control* 1994;41(11):18.
2. Heslot H, Vladescu B. Editors. *La levure dans les industries alimentaires*. Paris: Technique et Documentation. 1994.
3. Trivedy N. Yeast Derivatives. En: S.K. Hariander, T.P. Labuza eds. *Biotechnology in Food Processing*. Noyes Publication. Park Ridge, New Jersey. 1986;115-128.
4. Dziezak J. Yeast and yeast derivatives. Applications. *Food Technol.* 1987;32:122-125.
5. Kollar R, Sturdik E, Dajbidor J. Complete fractionation of *Saccharomyces cerevisiae* biomass. *Food Biotechnol.* 1992;6:225-237.
6. Petrucelli S, Añón MC. Relationship between the method of obtention and the structural and functional properties of soy protein isolates. I. Hydration properties. *J Agric Food Chem* 1994a;42:2161-2169.
7. Petrucelli S, Añón MC. Relationship between the method of obtention and the structural and functional properties of soy protein isolates. II. Surface properties. *J Agric Food Chem* 1994b;42:2170-2176.
8. Petrucelli S, Añón MC. Soy protein isolate components and their interactions. *J Agric Food Chem.* 1995;43:1762-1767.
9. Wagner JR, Sorgentini DA, Añón MC. Thermal and electrophoretic behavior, hydrophobicity and some functional properties of soy protein isolates. *J Agric Food Chem* 1996;44:1881-1889.
10. Otero MA, Wagner JR, Vasallo MC, Añón MC, García L. Propiedades térmicas y funcionales de concentrados de proteínas de levadura. *Memorias Primer Congreso Nacional de Alimentación y Nutrición*. La Habana. Cuba 1997;1-7.
11. AOAC. *Official Methods of Analysis*. 13th edition. Association of Official Analytical Chemists. Washington D.C. 1980.
12. Rut M. La determinación de ácidos nucleicos en levadura. *Kvasny prumysl.* 1973;19:131-133.
13. Dubois M, Guillen KH, Hamilton JK, Rebers F, Smith F. Colorimetric method for the determination of sugars and related substances. *Anal Chem* 1956;28:349-356.
14. Webb NB, Ivey FJ, Craig HB, Jones VA, Monroe RJ. The measurement of emulsifying capacity by electrical resistance. *J Food Sci.* 1970;35:501-504.
15. Lowry OH, Farr AL, Rosebrough NJ and Randall RJ. Protein measurement of emulsifying capacity by electrical resistance. *J Food Sci.* 1951;193:265-275.
16. Otero MA, Wagner JR, Vasallo MC, García L, Añón MC. Thermal behavior and hydration properties of yeast proteins from *Saccharomyces cerevisiae* and *Kluyveromyces fragilis*. *Food Chem* 69:161-165.
17. Gierhart DL, Potter NN. Effects of ribonucleic acid removal methods on composition and functional properties of *Candida utilis*. *J Food Sci.* 1978;43:1705-1713.
18. Otero MA, Cabello AJ, Vasallo MC, García L, López JC. Preparation of an imitation soy sauce from hydrolyzed dried yeast *Candida utilis*. *J Food Proc Preserv.* 22:471-483.
19. Luh BS. Industrial production of soy sauce. *J Ind Microbiol* 14:467-471.

Recibido:29-01-1998

Aceptado:16-11-2000

Aplicación de un proceso de cocimiento dieléctrico en la elaboración de harinas instantáneas de maíz amarillo para preparación de frituras de masa y tortillas

Marcela Gaytán Martínez, Fernando Martínez-Bustos y Eduardo Morales Sánchez

Laboratorio de Investigación en Materiales Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N.
Universidad Autónoma de Querétaro. México.

RESUMEN. En el presente trabajo se evaluó un proceso de cocimiento dieléctrico de maíz integral para la elaboración de harinas instantáneas para preparación de frituras de masa y tortillas. Durante el proceso de elaboración de harinas instantáneas la menor variación en color se observó en las muestras adicionadas con cal. La mayor capacidad de absorción de agua correspondió a las muestras procesadas sin cal. La cohesión y adhesión de masas de harinas instantáneas preparadas con cal por cocimiento dieléctrico se sitúan dentro de los valores reportados para muestras de masa de nixtamal y de harinas comerciales de maíz nixtamalizado. El análisis de color en frituras elaboradas con harinas instantáneas preparadas con cocimiento dieléctrico mostraron ligeros cambios con relación a las frituras elaboradas por el proceso tradicional de nixtamalización. Las frituras de tortilla preparadas con harinas instantáneas (adicionadas de cal) con 15 minutos de cocimiento dieléctrico, presentaron valores de ΔE similares al control. El contenido de humedad de las frituras varió en un rango de 1.5 a 2.8. Las frituras de masa de harinas instantáneas preparadas por cocimiento dieléctrico adicionadas de cal absorbieron la mayor cantidad de aceite, seguidas por el control y finalmente por las muestras de frituras de tortilla. Las frituras de tortilla preparadas con harinas instantáneas (adicionadas con cal) durante 10 y 15 minutos con cocimiento dieléctrico fueron crujientes y suaves. Las harinas instantáneas elaboradas por cocimiento dieléctrico de maíz integral presentan un alto potencial para producir frituras de buenas características funcionales con ahorros substanciales en gasto de agua, tiempos de procesamiento y mayores rendimientos debido al uso integral del grano de maíz.

Palabras clave: Cocimiento dieléctrico, harinas instantáneas, frituras, masa, tortillas.

SUMMARY. Application of dielectric cooking to produce instant maize flour for corn and tortilla chips. This present work reports on the evaluation of a method for producing of instant flour for corn and tortilla chips based on dielectric cooking (DC). The samples prepared with lime showed a smaller variation in color than those without lime. A greater water absorption capacity was found in the samples processed without lime. The values for cohesion and adhesion of the DC masa prepared with lime are within the range of values previously reported for samples of masa prepared with nixtamal and commercial instant maize flours. The color analyses of chips from DC masa showed slight changes in relation to the chips prepared by the traditional process of nixtamalization. The DC tortilla chips (plus lime) with 15 minutes of DC showed similar values of ΔE as compared to the control (commercial tortilla chips). The moisture of the DC chips varied in the range from 1.5 to 2.8. The DC tortilla chips with lime absorbed a lower amount of oil than the control sample and the corn chips. In fact, the DC chips absorbed lower amount of oil as compared to the control. The DC tortilla chips with lime and processed for 10 and 15 minutes were crunchy and smooth. Dielectric cooking displays a high potential for corn and tortilla chips with good functional characteristics, giving substantial savings of water, processing time and with higher yields due to the use of the whole grain.

Key words: Dielectric cooking, instant flours, corn chips, tortilla chips.

INTRODUCCION

Desde tiempos precolombinos, los aztecas producían el totopochtli mediante el tostado de las tortillas en un comal caliente. Las denominadas tostadas presentan una mayor vida de anaquel, sabor, olor agradable y característico de tortilla frita. En México es una práctica común entre las amas de

casa el freír las tortillas sobrantes de la comida para mejorar su sabor y consumirlas conjuntamente con frijoles refritos, lechuga, carne, crema con chile en polvo y otros aderezos. Las fracciones de tostadas denominadas totopos son consumidos en forma de botanas (adicionadas de sal y/o chile) o durante las comidas substituyendo a la cuchara. A diferencia de las frituras elaboradas en México, los productos fritos de

masa (corn chips) y tortilla (tortilla chips) elaborados en Estados Unidos de América utiliza masa gruesa. Las frituras de tortilla son cocidas antes de ser fritas por lo que absorben menor contenido de aceite. Las plantas industriales modernas aún utilizan los mismos principios para transformar el maíz en frituras. En la elaboración de frituras se utiliza la masa cortada y moldeada o la tortilla cocida cortada en fracciones circulares o triangulares que se fríen directamente con condiciones controladas de temperatura (1).

El cocimiento alcalino de maíz para producir harina de masa deshidratada, tortillas, frituras de tortilla y de masa, cada vez esta siendo más importante a medida que se incrementa la popularidad de la comida Mexicana. Las frituras de maíz y tortillas representan 5% de los aproximadamente \$ 42 billones de dólares americanos del mercado de las botanas, comparado con 6.2% para papas fritas (2).

En la industria de la elaboración de frituras se utilizan principalmente tres tipos de maíces, siendo estos el blanco, amarillo y azul, además de algunas mezclas de maíces amarillos y (1). La masa para las frituras es extrudida por medio de un troquel cortada en piezas por cuchillos rotatorios y freídas inmediatamente (corn chips). La masa para las frituras de tortilla se formatea en triángulos, tiras o círculos antes de ser cocidas, equilibradas y fritas (tortilla chips).

Las frituras producidas a partir de maíz tienen gran aceptación dentro del mercado mexicano debido a la gran diversidad de productos que es posible desarrollar con relación a textura, forma, sabor y una considerable larga vida de anaquel. Una forma alternativa de realizar el cocimiento del maíz es utilizando el cocimiento dieléctrico u óhmico. Esta nueva forma de cocimiento aprovecha la disipación dieléctrica del material (maíz) para generar calor y lograr el cocimiento del material sin generar afluentes contaminantes y aprovechando el grano integral del maíz, elevando el valor nutricional de los productos. Esta técnica consiste en considerar el material de estudio como un circuito eléctrico con una impedancia Z . La muestra se somete a un estudio de espectroscopia de impedancia, esto consiste en hacer a la muestra un barrido en frecuencia, determinando para cada punto en el barrido, el valor de la parte real e imaginaria de la muestra. Una vez obtenidos los valores se calculan el factor de disipación, y la frecuencia a la cual la curva tiene el máximo, se considera que es donde se tiene la máxima disipación de calor. Una vez obtenida la frecuencia, la muestra es sometida a un voltaje alterno a la frecuencia indicada y al aumentar gradualmente la potencia se consigue el calentamiento del material.

Es necesario considerar que a través de ésta técnica la potencia total es proporcionada internamente a la muestra, es decir, que la potencia total es disipada en la muestra como si fuera un resistor. Cabe notar que dependiendo del tamaño y la forma de la muestra, la frecuencia de máxima disipación

toma valores diferentes, pero siempre en un rango de 10 KHz a 100 KHz. (3).

MATERIALES Y METODOS

Materia Prima

Se utilizó maíz amarillo comercial (cosechado en el Estado de México en 1997) de endospermo corneo y como control para todos los análisis realizados se empleó harina comercial de maíz nixtamalizado. Además se utilizó hidróxido de calcio y aceite vegetal comerciales.

Proceso tradicional de nixtamalización

El proceso tradicional de nixtamalización (cocimiento alcalino) para la elaboración de tortillas fue realizado cociendo el grano con exceso de agua conteniendo 1% en peso de cal. Posteriormente esta mezcla se llevó a la temperatura de 85°C y mantenida a esta temperatura durante 40 minutos. Después de esta etapa el maíz cocido se reposó por un período de 15 h. El nixtamal después de lavado fue molido en molino de piedras con la adición de pequeños volúmenes de agua para obtener la masa fresca.

Cocimiento dieléctrico para la obtención de harinas instantáneas (HICD)

Inicialmente 100 g de maíz integral fueron colocados en maceración durante 20 minutos en una suspensión de agua (50% en base al peso del maíz) con y sin la adición de cal (0.1%) y enseguida se le aplicó el tratamiento dieléctrico. Este sistema está integrado por un generador de función, un amplificador, un convertidor de corriente alterna (AC) a corriente directa (DC), un termopar (medidor de temperatura) y una interfaces compatibles con una computadora. La muestra de 100 g previamente macerada, se colocó dentro de una celda de nylamide y dos electrodos de Cu-Ni, conectados a la corriente, se aumentó el voltaje hasta 100 volts, el voltaje se mantuvo constante hasta aumentar la presión a 10 lb/in² y mantenida esta presión durante 10 o 15 minutos. Posteriormente el maíz fue molido y deshidratado a 50°C en estufa de circulación de aire caliente para obtener la harina.

Capacidad de absorción de agua

La capacidad de absorción de agua subjetiva (CAAS) fue determinada pesando 500 g de HICD, colocándola en un recipiente de acero inoxidable y agregando agua a temperatura de 28°C con una probeta, mezclándose manualmente hasta obtener una consistencia adecuada de la masa para elaborar tortillas. Para determinar la consistencia de la masa se procedió a tomar un teztal (fracción de masa), se oprimió con las palmas de las manos, si en la masa se forman grietas esto indica que aún puede absorber más agua

y sí no hay tales aberturas entonces la masa tiene la consistencia adecuada. La consistencia de la masa varía con la cantidad de agua adicionada. Agua en exceso da en una masa suave y pegajosa, mientras que falta de agua da una masa dura, difícil de manipular (4). La CAAS se expresa como mililitros de agua por g de harina.

Elaboración de tortillas

Las tortillas fueron formateadas en una tortilladora de rodillos manual (calibrada para tener una abertura de 1.2 mm). Las dimensiones de las tortillas fueron: 1.2 mm de espesor y 12.5 cm de diámetro. Las tortillas fueron cocidas en un comal mantenido a una temperatura de $280^{\circ} \pm 10^{\circ}\text{C}$, por 30 segundos por un lado (para formar la capa delgada), 25 segundos por el otro lado y finalmente se voltearon hasta lograr el inflado. Las tortillas fueron almacenadas en bolsas de polietileno para evaluaciones posteriores.

Elaboración de frituras

Las frituras se elaboraron a partir de tortillas (tortilla chips) y de masa (corn chips) preparadas de acuerdo con el proceso referido anteriormente y a partir de HICD. De la masa y tortilla se cortaron círculos de 5 cm de diámetro. Enseguida se frieron en aceite vegetal de maíz en una freidora doméstica (Taurus) a una temperatura que fluctuó de 170 a 180°C con un tiempo de freído de 50 a 60 segundos para las frituras de tortilla. En el caso de frituras de masa las muestras se frieron a una temperatura de 210 a 220°C , con un tiempo de freído de 45-55 segundos. Posteriormente a las frituras de ambos procesos se les adicionó sal (1.5%) y se guardaron en bolsas de polietileno para su análisis posterior.

Métodos analíticos

El contenido de humedad (44-19) y el extracto etéreo (30-20) fueron determinados de acuerdo con los métodos oficiales de la AACC (5).

Textura de masa y tortillas

La textura de masa (cohesión y adhesividad) y tortillas (fuerza de corte) fueron determinadas usando el texturometro universal TA-XT2 Texture Analyzer (Texture Technologies Corp., Sacardale, NY/Stable Micro System, Godalming Surrey, UK). La cohesión y adhesividad de masa fueron determinadas en 50g de muestra en la forma de un disco de 5.4 ± 0.1 cm de diámetro y 1.3 ± 0.1 de espesor, mediante la penetración del aditamento TA-18 de acero inoxidable de 1.27 cm de diámetro, a una velocidad de 2mm/sec y penetrando a una profundidad de 4 mm. Los resultados fueron registrados en kgf. Para evaluar la textura de frituras el equipo fue operado en el modo de compresión para registrar la fuerza requerida para quebrar el producto (N-m). Las frituras fueron colocadas transversalmente en la plataforma de metal de 1

cm de espesor y operado el texturometro en el modo de compresión con una cuchilla de prueba TA-90 de 3 mm de espesor y 6.93 mm de ancho. El texturometro se calibró a una velocidad de 2 mm/seg hasta quebrar el producto.

Viscosidad relativa

Fue usado un analizador de viscosidad (RVA - 3D) (Newport Scientific Pty, Australia) para determinar la viscosidad aparente de las muestras como una función de la temperatura. El contenido de humedad de las muestras fue determinado y ajustado en base a 14% (base húmeda). Fueron usados 4 g de muestra para el análisis, adicionando agua destilada hasta obtener un peso constante total de agua y muestra de 28 g. Las palas rotatorias del equipo fueron conectadas por dos minutos y la suspensión mantenida a 50°C para estabilizar la temperatura y asegurar una dispersión uniforme; posteriormente fue aumentada la temperatura de la suspensión a 92°C a una velocidad constante de 5.6°C por minuto y finalmente enfriada a 50°C en 7.5 minutos.

Color

La determinación de color se realizó usando el colorímetro mini-scan (Hunter-Lab), con el cual se obtuvieron las lecturas de los parámetros L , a y b . Donde: L = luminosidad: 100 = blanco, 0 = negro; a = rojo (+ 100), $-a$ = verde (-80), b = amarillo ((+ 70), $-b$ = azul (-80). Donde " L " define la luminosidad o brillantez de la muestra, " a " la diferencia entre la luz reflejada por la muestra en la zona de rojo a verde, donde los valores negativos de a indican tonalidades verdes, mientras que los valores positivos proporcionan tonalidades relacionadas con el color rojo. El parámetro " b " mide la diferencia entre la luz reflejada por la muestra en la zona de amarillo a azul, donde valores negativos de " b " definen tonalidades azules, en tanto que valores positivos involucran tonalidades con el amarillo.

El cambio de color (ΔE) fue calculado mediante las siguientes ecuación:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2}$$

Donde:

ΔE = cambio de color; ΔL = valor inicial (masa) - valor final (fritura).

Δa = valor a Hunter inicial (masa) - valor a Hunter final (fritura).

Δb = valor b Hunter inicial (masa) - valor b Hunter final (fritura).

RESULTADOS Y DISCUSION

Determinación de color

El análisis de color (Tabla 1) mostró cambios durante la elaboración de HICD. El color blanco (ΔL) fue reducido y las diferencias en colores verdes (Δa) y amarillo (Δb) fueron incrementados con relación al control (harina nixtamalizada de maíz comercial).

TABLA 1

Diferencias de color de harinas elaboradas por cocimiento dieléctrico

Muestra	ΔL	Δa	Δb	ΔE
Control	52	0.19	11.88	53.34
15 min c/cal	45.57	0.36	17.77	48.92
10 min c/cal	49.69	0.29	14.98	51.90
15 min s/cal	48.5	0.36	15.34	58.87
10 min s/cal	31.62	0.40	12.98	53.23

n=2

Control : harina comercial de maíz nixtamalizado

Contrario a lo esperado las mayores variaciones en color (ΔE) fueron obtenidas en muestras preparadas sin la adición de cal. La mayor variación de color se observó en las muestras preparadas con harinas con 15 minutos de tratamiento, (sin la adición de cal) y la menor variación se observó en las muestras preparadas con harina con 15 minutos de tratamiento dieléctrico adicionadas con cal. Probablemente el efecto del tratamiento dieléctrico reduce o inhibe la formación de color amarillo característico de tortillas elaboradas por el proceso tradicional.

Capacidad de absorción de agua subjetiva

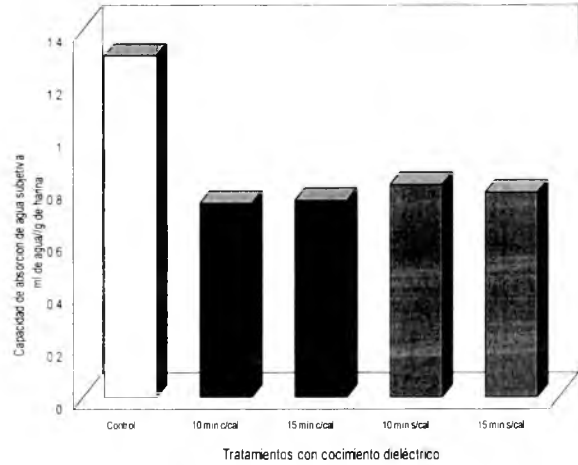
La capacidad de absorción de agua es una característica muy importante de las harinas comerciales de maíz nixtamalizado desde el punto de vista funcional y sobre todo económico. La capacidad de absorción de agua está directamente relacionada con el tamaño de partícula, el grado de gelatinización y el porcentaje de almidón dañado (1,6). Los resultados subjetivos mostraron una mayor capacidad de absorción de agua en las muestras procesadas sin cal. Las muestras adicionadas de cal prácticamente no mostraron diferencia entre ellas (Figura 1). Cuando comparada con una muestra de harina comercial, ésta presentó mayor capacidad de absorción de agua. Flores-Farias et al (5) reportaron valores de 1.21 a 1.36 mililitros de agua/g de harina, para harinas nixtamalizadas comerciales de maíz elaboradas en México. Para el caso de elaboración de frituras resulta conveniente la menor capacidad de absorción de agua de HICD, ya que se absorbe menor cantidad de aceite durante la etapa de freído.

Viscosidad relativa

Las características de viscosidad del control (harina de maíz nixtamalizado comercial) fueron mayores con relación a las HICD preparadas con y sin la adición de cal (Figuras 2 y 3).

FIGURA 1

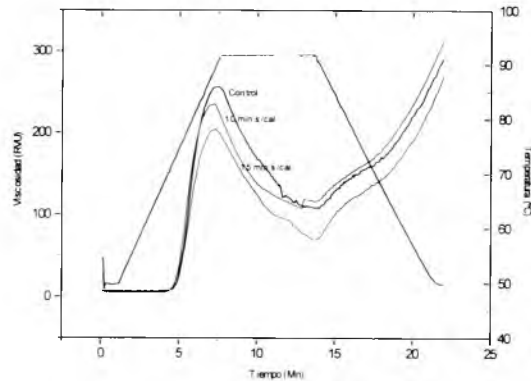
Capacidad de absorción de agua de harinas elaboradas por cocimiento dieléctrico



Control : harina comercial de maíz nixtamalizado

FIGURA 2

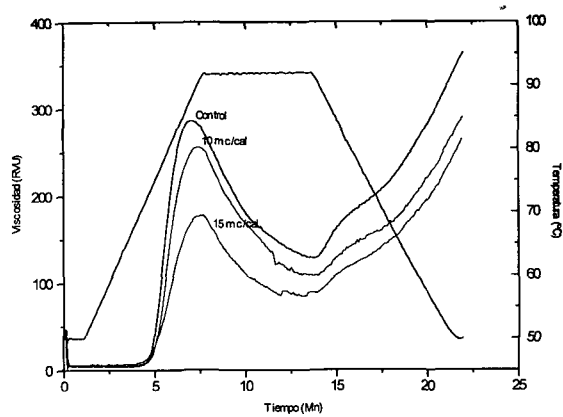
Viscosidad relativa de harinas instantáneas preparadas sin la adición de cal por cocimiento dieléctrico



Control : harina comercial de maíz nixtamalizado

FIGURA 3

Viscosidad relativa de harinas instantáneas preparadas con la adición de cal por cocimiento dieléctrico



Control : harina comercial de maíz nixtamalizado

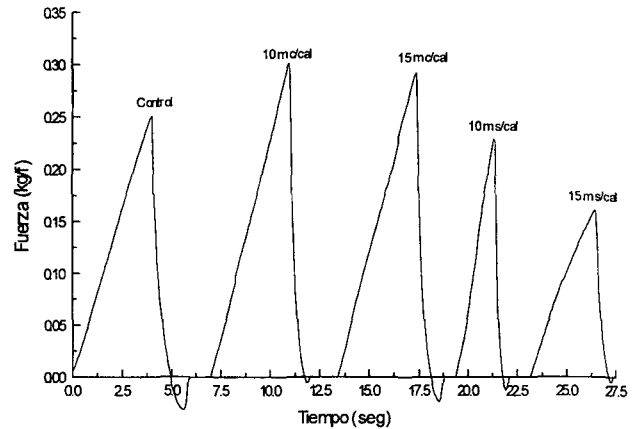
A medida que aumentó el tiempo de cocimiento dieléctrico se incrementó el grado de gelatinización de las harinas, evidenciado por sus menores valores de viscosidad. Valores similares de viscosidad fueron reportados en harinas comerciales de maíz nixtamalizado (4). Sin embargo Plascencia et al (8) reportaron menores valores de viscosidad para harinas instantáneas para frituras preparadas por cocimiento hidrotérmico. Lo que indicó un mayor grado de gelatinización con diferencias en características funcionales.

Cohesión y adhesión de masas

La mayor cohesión de masas fue para las muestras de HICD procesadas con cal con valores similares entre ellas (Figura 4). La mayor adhesión fue observada en la muestra sin la adición de cal tratada durante 10 minutos. El resto de las muestras mostraron valores similares de adhesión. Estos resultados de cohesión y adhesión de masas de HICD elaboradas con cal se sitúan dentro de los valores reportados para muestras de masa de nixtamal y de harinas comerciales de maíz nixtamalizado (4) que variaron de 0.20 a 0.30 kg. para cohesión y de 0.030 a 0.036 kg. para adhesión. Estos resultados son bastante favorables, considerando que las harinas comerciales, generalmente contienen en su formulación aditivos que mejoran sus propiedades reológicas (4). Estos aditivos son utilizados para contrarrestar el efecto de la separación del pericarpio nixtamalizado (presencia de gomas liberadas del pericarpio) mediante lavados exhaustivos del nixtamal para mejorar el color blanco afectado por la presencia de los componentes del pericarpio (7).

FIGURA 4

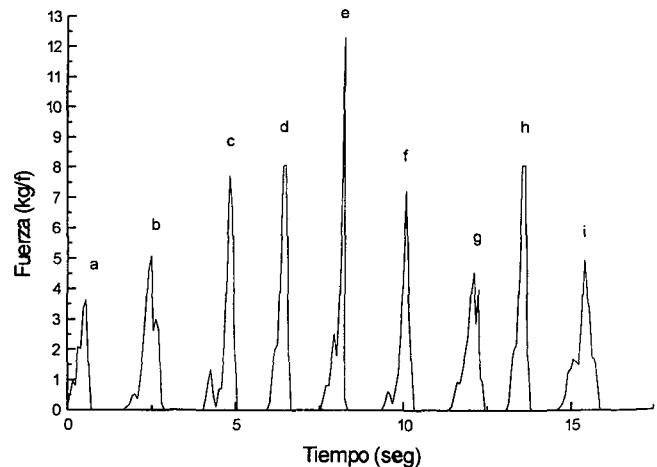
Cohesión y adhesión de masas preparadas con harinas instantáneas elaboradas por cocimiento dieléctrico



Control : harina comercial de maíz nixtamalizado

FIGURA 5

Textura de frituras de masa y tortilla preparadas con harinas instantáneas elaboradas por cocimiento dieléctrico



n=2

a) fritura de tortilla cocida 10 min con cal; b) fritura de masa cocida 10 min con cal; c) control preparado con tortilla por el método tradicional; d) fritura de masa cocida 10 min sin cal; e) fritura de masa cocida 5 min con cal; f) fritura de masa cocida 15 min con cal; g) fritura de tortilla cocida 15 min con cal; h) fritura de masa cocida 15 min sin cal; i) fritura de tortilla cocida 15 min sin cal.

Determinación de color en frituras

El análisis de color (Tabla 2) en frituras elaboradas con HICD mostraron ligeros cambios con relación a las frituras

elaboradas por el proceso tradicional de nixtamalización. Las frituras de tortilla preparadas con harinas instantánea (adicionadas de cal) con 15 minutos de cocimiento dieléctrico, fueron similares en diferencia en color (ΔE) con relación al control.

TABLA 2
Diferencias de color en frituras de masa y tortilla elaboradas con harinas preparadas por cocimiento dieléctrico

Muestra	ΔL	Δa	Δb	ΔE
Control ^a	23.98	2.92	25.72	35.29
15 min c/cal ^b	13.57	9.92	32.94	36.98
10 min c/cal ^b	14.04	10.99	33.73	38.15
15 min s/cal ^b	12.19	6.72	29.75	32.84
10 min s/cal ^b	13.91	11.73	32.48	37.43
15 min c/cal ^c	11.53	10.69	31.54	35.24
10 min c/cal ^c	17.86	9.30	32.98	38.64
15 min s/cal ^c	17.63	9.35	33.96	39.39
10 min s/cal ^c	14.32	12.27	33.02	38.02

n=2

^aFritura de tortilla preparado por el método tradicional. ^bFrituras de masa; ^cFrituras de tortillas.

El color blanco (ΔL) de las frituras de HICD fue menor con relación al control. Probablemente debido a una menor concentración de cal utilizada en la elaboración de HICD y también atribuido a que se empleó maíz integral. La diferencia en color verde (Δa) y color amarillo (Δb) de las frituras (masa y tortilla) de harinas instantáneas fueron mayores con relación al control. Los mayores cambios en diferencia en color se observaron en frituras de tortillas elaboradas con HICD preparadas con la adición de cal. Evidentemente, el hidróxido de calcio adicionado durante el proceso reacciona durante las diferentes etapas de elaboración con diferentes pigmentos contenidos en el grano de maíz e interviene en reacciones de oscurecimiento, tales como caramelización y reacciones de Maillard, proporcionando un color dorado al producto agradable al consumidor.

También el medio de transferencia de calor (aceite) está sujeto a cambios en composición a lo largo del proceso, lo que origina cambios de color en las frituras.

Absorción de aceite y contenido de humedad de frituras

Las muestras de frituras de tortilla preparadas con HICD con la adición de cal absorbieron menor cantidad de aceite que las muestras control y que las frituras de masa. También las muestras preparadas con masa de harinas instantáneas absorbieron menor cantidad de aceite con relación al testigo

(Tabla 3). El contenido de humedad varió en un rango de 1.5 a 2.8 con menor contenido de humedad para las frituras preparadas de masa de harinas instantáneas. Plascencia et al (8). Elaboraron frituras de masa y tortilla con harinas instantáneas preparadas con maíces pigmentados cocidos por cocimiento hidrotérmico y reportaron que las frituras a partir de harinas instantáneas presentaron un mayor contenido de humedad y menor contenido de aceite ($P < 0.05$) con relación a las frituras elaboradas a partir del proceso de nixtamalización tradicional. Así como también las frituras elaboradas a partir de tortilla presentaron un mayor contenido de humedad y menor contenido de aceite ($P < 0.05$) que las frituras elaboradas a partir de masa. De acuerdo con estos autores atribuido principalmente a que el agua que contiene la masa se evapora rápidamente al entrar en contacto con el aceite a alta temperatura y en el caso de las frituras de tortilla, la tortilla ha sido cocida y tiene una cierta cantidad de agua ligada que es difícil de evaporar a las temperaturas del aceite y al estar en contacto con el aceite se evapora menor cantidad de agua, además de que los espacios porosos en la tortilla se encuentran compactados y esto de alguna manera dificulta la salida de agua. Estos resultados son similares a los reportados por Serna-Saldivar (9). Este autor reportó que las frituras de masa presentaron contenidos de humedad de 1% y de 1.8% las frituras de tortilla. Moreira et al (10) analizaron el efecto de varios cambios en el contenido de aceite durante la elaboración de frituras de tortillas (cocimiento, temperatura del aceite, calidad del aceite y distribución de tamaño de partícula de la harina). Con fotografías obtenidas usando ESEM (Environmental Scanning Electron Microscopy) estos autores mostraron como el tamaño de la distribución del poro desarrollado durante el freído fue la principal causa de absorción de aceite durante el período de enfriamiento después del freído. También estos autores determinaron que el contenido de aceite es independiente de la temperatura y calidad del aceite. La cantidad de aceite absorbido fue relacionada al tamaño de partícula en la harina nixtamalizada y al contenido inicial de humedad. Al reducir el contenido de humedad de las frituras de tortilla antes del freído, se redujo el contenido de aceite en las frituras de un 25-27% a un mínimo de 20-18% (base húmeda). Rock-Dudley (11) estudió el efecto de los parámetros de proceso en el contenido de aceite en la fritura de tortilla usando ESEM y concluyó que el contenido de humedad por sí mismo no determina el contenido de aceite de la fritura. Este autor sugirió la posibilidad de que la humedad afecte la estructura, para alternativamente influenciar la absorción de aceite. Gamble et al (12) reportaron que la distribución de aceite en frituras depende de la estructura del alimento, y de la facilidad con la que su humedad es evaporada. También hacen mención que el aceite absorbido fue asociado con áreas de pérdida de humedad.

TABLA 3

Absorción de aceite y contenido de humedad de frituras de masa y tortilla elaboradas con harinas obtenidas por cocimiento dieléctrico

Muestra	Extracto etéreo %	Humedad %
Control ^a	42.63	1.7
15 min s/cal ^b	31.22	1.5
10 min s/cal ^b	33.82	2.8
15 min c/cal ^b	33.20	1.7
10 min c/cal ^b	30.67	2.5
15 min c/cal ^c	28.43	1.9
10 min c/cal ^c	28.14	1.6
15 min s/cal ^c	30.77	1.9
10 min s/cal ^c	39.20	1.5

n=2

^aFritura de tortilla preparado por el método tradicional. ^bFrituras de masa; ^cFrituras de tortillas.

Lee (13) reportó que en la absorción de aceite de las frituras de tortilla influyen varios factores, incluyendo la variedad de maíz, condiciones de cocimiento y molienda de la masa, tiempo de cocimiento y proceso de enfriamiento después del cocimiento entre otros. Este mismo autor reportó que el mecanismo de transición de un estado no-rígido a uno rígido durante el freído no está completamente definido. El estado final de la mayoría de los productos fritos que presentan una estructura rígida es generado por los cambios físicos y químicos. Las modificaciones en el almidón y reducción del contenido de humedad contribuyen a hacer rígida la estructura molecular del almidón. El contenido de humedad menor a 2% también estabiliza las configuraciones estructurales. Sun y Moreira (14) analizaron la distribución de aceite en las frituras de tortilla durante y después del freído. Reportando estos autores que solamente el 20% del aceite fue absorbido por el producto, mientras el 80% permanecía en la superficie de las frituras durante el freído. La mayor parte del aceite fue absorbido por las frituras durante el enfriamiento. Fuerza máxima de ruptura. El comportamiento de la fuerza máxima de ruptura en las frituras (Figura 4) mostró que las muestras de tortilla de maíz elaboradas con HICD durante 10 y 15 minutos con cal presentaron menor fuerza al corte, es decir fueron más crujientes y suaves. Plascencia et al (8) encontraron una mayor fuerza máxima de ruptura para las frituras elaboradas a partir del proceso de nixtamalización tradicional con relación a las frituras elaboradas con harinas instantáneas preparadas por cocimiento hidrotérmico. También la variable fuerza máxima de ruptura, fue mayor en las frituras de tortilla, presentando diferencia significativa para las frituras de masa que

presentaron una menor fuerza máxima de ruptura. Concluyendo estos autores que esto podría ser atribuido a que las partículas que constituyen la masa presentan generalmente una mayor cohesión o adhesividad con relación a harinas instantáneas. Atribuido también a las diferencias en condiciones de procesamiento entre ambos.

CONCLUSIONES

La menor variación en el color se observó en las muestras de HICD adicionadas con cal durante 10 minutos. Las muestras de HIDP adicionadas de cal tratadas durante 10 y 15 minutos prácticamente no mostraron diferencia en la capacidad de absorción de agua. La mayor cohesión de masas fue para las muestras procesadas con cal, con valores similares entre ellas. Las frituras de tortilla preparadas con HIDP con 15 minutos de tratamiento y adicionadas de cal absorbieron menor cantidad de aceite que las muestras control y que las frituras de masa: Las frituras de tortilla de maíz de HIDP y preparadas con 10 y 15 minutos (adicionadas con cal) fueron más suaves. El proceso desarrollado ofrece potencial para producir frituras de maíz con menor uso de agua, reducción de tiempos de proceso y mayores rendimientos debido al uso integral del grano de maíz.

REFERENCIAS

1. Gómez MH, Waniska RD, and Rooney LW. Starch characterization of nixtamalized corn flour. *Cereal Chem.* 1991;68:578-582.
2. Pollak LM, and White PJ. Corn as a food source in the United States: Part I. Historical and current perspectives. *Cereal Foods World* 1995;40:749-754.
3. Morales SE, Gómez-Aldapa C, Martínez-Flores HEJ, González-Hernández, Vorobiev Y, Martínez-Montes, G. and Maartínez J. L. Nuevo método para determinar la temperatura de gelatinización. *Starch/Stärke* 1993;49:268-272.
4. Flores-Farías R., Martínez-Bustos F, Salinas-Moreno Y and Ríos E. Physicochemical and rheological characteristics of commercial nixtamalized mexican maize flours for tortilla and derivatives preparation. *J. Science of Food and Agriculture* (aceptado).
5. American Association of cereal chemists. Approved Methods of the AACC, 8th ed. The Association, st. Paul, MN. 1993.
6. Bedolla, S. Development and characterization of an instant tortilla flour from sorghum and maize infra-red cooking (micronizing) and extrusion cooking. Dissertation submitted to the graduate college of Texas A & M University. Doctor of Philosophy. 1983.
7. Martínez-Bustos F, Martínez-Flores HE, Sánchez-Sinencio F, Chang YK, Barrera-Arellano D, Ríos E. Importance of pericarp and germ on the rheological quality of masa and tortillas made from nixtamalized maize. *J Food Sci.* (en proceso).

8. Plascencia RG, Martínez Bustos F, Salinas-Moreno Y, Sánchez-Sinencio F, and Hernández-Montes A. Evaluation of nixtamalized flours prepared by hydrothermal cooking on corn and tortilla chips from pigmented corn. *J Food Sci.* (en proceso).
9. Serna-Saldivar SO, Gomez MH, and Rooney LW. The chemistry, technology and nutritional value of alkaline-cooked corn products. Ch 4. In: "Advances in Cereal Science and Technology". Vol X. Y. Pomeranz (Ed.) pp. 243-307. American Association of Cereal Chemists, Minneapolis, MN. 1990.
10. Moreira RG, Palau JE, and Sun X. Deep-fat frying of tortilla chips: an engineering approach. *Food Technology.* 1995;49 (4):146-150.
11. Rock-Dudley P. The effect of processing parameters on oil content of corn tortilla chips. MS Thesis. Texas A&M University. College Station, TX. 1993.
12. Gamble MH, Rice P, and Selman JD. Distribution and morphology of oil deposits in some deep-fried products. *J Food Sci.* 1987;52:1742-1745.
13. Lee JK. The effects on processing conditions and maize varieties on physicochemical characteristics of tortilla chips. Ph. D. Dissertation, Texas A&M University, College Station, Tx. 1991.
14. Sun X, and Moreira RG. Oil distribution in tortilla chips during deep-fat frying. ASAE Paper No. 94-6506. Pp. 1-13. St. Joseph, MI. 1994.

Recibido:28-11-1998

Aceptado:28-09-2000

Nutritional value of mung bean (*Vigna radiata*) as effected by cooking and supplementation

Nighat Bhatti, A.H.Gilani and Saeed Ahmad Nagra

Department of Rural Home Economics, University of Agriculture, Faisalabad, Pakistan, and Institute of Chemistry,
University of the Punjab, Lahore, Pakistan

SUMMARY. The study was conducted to improve the nutritional value of Mung (*Vigna radiata*) by supplementation with different kinds of meat. Diets were prepared using raw and cooked Mung and then cooked Mung was supplemented with poultry, mutton and beef at 10, 15, and 20 percent levels. Nutritional value of Mung was determined by chemical analysis as well as by rat assay. Mung had 25 percent protein and minor losses were observed during cooking. It had 1.21 percent lysine which was reduced by 43 percent on cooking. Other amino acids also showed losses during cooking. The Protein Efficiency Ratio (PER) of diet containing Mung was significantly reduced on cooking (1.86 vs 1.40). On the contrary cooking resulted in some improvement of Net Protein utilization (NPU) and True Digestibility (TD) of the Mung based diets. Twenty percent level of different meats showed better results in terms of PER, NPU and TD.

Key words: Mung beans, Nutritional value, Supplementation, Pakistan.

RESUMEN. Valor nutricional del frijol Mungo (*Vigna radiata*) suplementado y cocido. Este trabajo se llevó a efecto para mejorar el valor nutricional del frijol Mungo por suplementación con diferentes tipos de carne. Se prepararon dietas con frijol Mungo crudo y cocido suplementado con carne de pollo, carnero y bovino, a 10%, 15% y 20%. El valor nutricional fue determinado por análisis químico y por ensayos con ratas. El frijol Mungo tiene 25% de proteínas y se observaron pérdidas menores durante la cocción así como de algunos aminoácidos. La Relación de Eficiencia Proteínica (PER) de la dieta con frijol Mungo disminuyó significativamente durante la cocción (1,86 vs 1,40). Por el contrario, la cocción provocó un ligero incremento en la Utilización Proteínica Neta (NPU) y en la Digestibilidad Verdadera (DV) de las dietas basadas en Mungo. Un nivel de 20% de las diferentes carnes provocó mejores resultados en términos de PER, NPU y DV.

Palabras clave: Frijol Mungo, valor nutricional, suplementación, Pakistán.

INTRODUCTION

The per capita food intake of local population is estimated as 2618 calories per day and protein intake as 67.62 gram, which are 2.7 and 12.7 percent above the recommended dietary allowance, respectively. However certain groups of population like children particularly below 5 years and lactating and pregnant women have high incidence of malnutrition. The nutritional status appears to have improved with the development status of a region. The improvement is higher in urban areas and lower in rural area (1). Nearly 70 percent of population of Pakistan lives in rural areas and agriculture provides most of the work and income. According to the National Nutritional Survey (2) the diet of common man is predominantly cereal based. The poor section of the population derives major part of protein from cereal grains and some proteins is added from pulses which are in common use.

In our earlier communication we have reported the supplementation effect of various kinds of meat on the nutritional value of Gram (*Cicer arietinum*) (3). Mung (*Vigna radiata*) is one another commonly consumed legume in

Pakistan. India, Central and South East Asia. The area under cultivation for this crop in Pakistan is 168 thousand hectares and the total annual production is about 63 thousand tons. The quality of protein obtained from pulses is superior to that of wheat, particularly in such amino acid as lysine, threonine and tryptophan. Since foods of animal origin are relatively rich in sulphur amino acids, inclusion of small amounts of animal protein would increase the protein quality of pulse protein (4-7). The present study deals with the effect of cooking and supplementation on the nutritional quality of Mung.

MATERIALS AND METHODS

Mung was procured from the local market and dried in hot air oven. Flour was obtained by grinding and sieved through 20-mm mesh sieve. The flour was stored in air tight glass jars at room temperature until use. Similarly flour was obtained after cooking the Mung by conventional method, using natural gas as fuel. Cooking was carried at 100 °C for 30-40 minutes and then on low flame at simmering temperature until the seed became tender. After cooking, the

samples were air-dried first and then oven dried, pulverized and stored in jars as explained above. Casein (Merck, used for the preparation of standard diet), Corn Oil and Maize starch was also purchased from the market.

Mineral and vitamin mixture

Mineral mixture was prepared according to Oser (8) by mixing salts of different minerals obtained from Merck. Vitamin mixture was prepared according to the formula of Miller and Bender (9). Vitamins used for the preparation of mixture were obtained from E. Hoffman. La Roche, Ltd (Switzerland).

Formulation of diets

The experimental diets were prepared using raw as well as cooked Mung. These diets were computed on 10 per cent crude protein basis. Diets were also prepared by blending the Mung with different kind of meats i.e. poultry, mutton and beef in such a way that 10, 15 and 20 of crude protein of cooked Mung bean diet is replaced by the crude protein derived from poultry, mutton or beef. Casein diet served as standard and nitrogen free diet was used to determine the endogenous nitrogen. The composition of diets is shown in Table 1.

TABLE I
Percent composition of experimental diets

Diets	Maize starch	Casein	Ingredients*				
			Raw Mung	Cooked Mung	Poultry meat	Mutton meat	Beef meat
Standard	56.12	12.5	-	-	-	-	-
Nitrogen free	68.62	-	-	-	-	-	-
containing raw Mung	25.14	-	43.48	-	-	-	-
containing cooked Mung	27.80	-	-	40.82	-	-	-
Cooked Mung+10% poultry	30.10	-	-	36.74	1.78	-	-
Cooked Mung+15% poultry	31.25	-	-	34.70	2.67	-	-
Cooked Mung+20% poultry	32.40	-	-	32.66	3.56	-	-
Cooked Mung+10% mutton	29.92	-	-	36.74	-	1.96	-
Cooked Mung+15% mutton	36.86	-	-	34.70	-	2.94	-
Cooked Mung+20% mutton	32.04	-	-	32.66	-	3.92	-
Cooked Mung+10% beef	30.05	-	-	36.74	-	-	1.83
Cooked Mung+15% beef	31.18	-	-	34.70	-	-	2.74
Cooked Mung+20% beef	32.35	-	-	32.61	-	-	3.66

*In addition each diet contained glucose 15%, corn oil 5%, vitamin mixture 3.5%, mineral mixture 3.13%, choline chloride 0.15%, inositol 0.10%, calcium carbonate 2.0% and di calcium phosphate 2.5%.

Biological assay

Biological evaluation was carried out according to the method of Bhatti et al. (3,10). At the end of trial, The nitrogen content of diets, feces and carcasses of each group of rats was determined by Kjeldahl's method. Data thus obtained was used to workout Protein Efficiency Ratio (PER), True Digestibility (TD) and Net Protein Utilization (NPU).

Proximate analysis

Samples of Mung were analysed for its proximate composition (Moisture, Crude Protein, Ether extract, Crude fibre, Total ash, Nitrogen free extract (NFE), according to AOAC methods (11). Samples of different types of meat were analysed for protein contents only.

Amino acid analysis

Amino acid analysis of Mung was done by the method of

Spackman, et al (12) on Beckman - Model 120C Amino Acid Analyzer.

Statistical analysis

The experimental data regarding various parameters i.e. PER, TD, and NPU were subjected to analysis of variance using completely randomized design. The analysis was computed using Statview 512+ as software. Multiple comparison of means was made by Fisher PLSD test (13).

RESULTS AND DISCUSSION

Chemical composition

(a) Proximate composition

The proximate composition of Mung is given in Table 2. Mung had 8.25 percent moisture. It is reported in the literature that moisture content of the Mung ranged from

8.78 to 9.30 percent (6,14,15), however much higher moisture content has also been reported (16). The variations may be due to location and varietal differences.

TABLE 2
Proximate composition of Mung
g/100 g

	Raw Mung	Cooked Mung
Moisture	8.25	7.50
Crude protein	25.00	24.50
Ether extract	2.83	2.15
Crude fiber	1.68	1.25
Nitrogen free extract	65.86	68.10
Ash	4.63	4.00

The protein content of Mung was 25 percent. On the basis of data reported by different workers the protein in Mung has been observed to range between 23.0 to 29.0 percent (6,15,16). Location and variety affect protein content of Mung (17). Dehusking generally result in slight elevation of protein content of the seeds while cooking cause a decrease in it. Mung was found to contain 2.83 percent ether extract. Afzal (6), Augustin and Klein (15) and Siddique (16) reported a lower range of fat. The data from different workers showed that fat in Mung ranged from 1.0 to 1.5 percent (17). These variations could be due difference in variety. Hymowitz *et al* (18) suggested that breeding high protein cultivars of Mung would lead to reduction in total oil content of the seed. Mung was found to contain 1.68 percent fibre. Fibre content of Mung has reported to range from 1.6 to 3.3 percent (17). Augustin and Klein (15) and Siddique (16) reported higher fibre content. As low as 0.57 percent crude fibre has also been (6). Such variations were probably due to varying extent of dehulling. Nitrogen free extract content of raw Mung in this study was 65.86 percent. However, a somewhat higher content of soluble carbohydrates has been reported in the literature (6,15,16). Savage and Deo (17) reported soluble carbohydrates to range from 60.1 to 71.9 percent. Mung was found to contain 4.63 percent ash in this study. Our results do not agree with those of Afzal (6), Augustin and Klein (15), Siddique (16), and Savage and Deo (17) who reported a lower ash content.

(b) Amino acid composition

The results of amino acid analysis of Mung protein have been summarized in Table 3.

Mung contained 1.21 percent lysine. Siddique (16) reported slightly higher values for lysine, histidine, arginine, leucine, isoleucine, phenylalanine and valine. He reported slightly lower value for threonine. However, Savage and Deo

(17), reported very high values for these amino acids. Eggum (19) also reported a very high value of lysine in Mung as compared with the results of the present study. These differences may be due to varieties and method of flour preparation. Pulses are generally higher in lysine and tryptophan but lower in sulphur containing amino acids than most cereal (20). The comparison of amino acid profile of raw Mung with an ideal protein showed that sulphur containing amino acids were the limiting amino acids (21). The amino acid composition of Mung has been reported to vary considerably depending on the location and the year when the seed are grown (22). Infestation with insects during storage also results in significant reduction in some of the essential amino acids like lysine and threonine (23).

TABLE 3
Amino acid composition of Mung (%)

Amino acid	Raw Mung	Cooked Mung	% of Reference*
Lysine	1.21	0.68	76.83
Histidine	0.55	0.17	-
Arginine	0.93	0.63	-
Threonine	1.19	1.09	95.20
Leucine	1.47	0.80	16.33
Isoleucine	0.82	0.56	48.23
Phenylalanine	0.78	0.63	52.00
Valine	1.08	0.38	2.43
Alanine	0.50	0.39	-
Tyrosine	2.96	0.14	-

* Egg Albumin

(c) Effect of cooking

Minor losses of nutrients were observed during cooking (Table 2). Jood *et al* (24) reported significantly higher soluble sugar in cooked seeds and higher level of reducing sugar than non reducing sugar on cooking. Legumes must be cooked before they are consumed, to make them palatable and to destroy numerous toxins they contain like trypsin inhibitors, lectins, polyphenols, tanins, lethrogens, etc. (25). Cooking has been shown to reduce trypsin inhibitors (26). Katria *et al.* (27) observed greater loss of antinutrients on cooking.

The availability of amino acid is affected by the method of cooking. It was observed that cooking of Mung lowered the lysine and all other amino acids (Table 3). Gerevani and Theophilus (28) showed that available lysine of roasted Mung was less than in boiled. Lysine content of Mung has been shown to decrease when heated at 120°C, (17). Roasting of Mung and winnowing to remove the charred seed coat had an adverse effect on the total lysine content of the remaining seeds (29).

Biological evaluation

The results of biological evaluation of Mung without and with supplementation of different types of meats have been summarized in Table 4 and 5, respectively.

(a) Protein Efficiency Ratio (PER)

The PER of diets containing Mung flour to provide 10 percent protein was observed to be 1.86 in this study. Afzal (6) reported slightly higher PER. Data from different workers indicated that PER of raw Mung ranged from 0.59 to 1.7 (17). Cooked rice based diet showed marginally higher PER when supplemented with Mung than soybean (29). Mung protein extract addition at 10 present level to bread has shown an increase in the protein content by 41 percent and PER by 73 percent. (30). James and Hove (31) reported the PER of Mung improved significantly when it was supplemented with methionine and cystine. Cooking of Mung significantly ($P<0.05$) reduced the PER (1.40) probably due to adverse effect on certain amino acids (6). Various studies reported in literature showed that PER of cooked Mung ranged from 0.9 to 2.9. Legume protein has low biological value compared

with animal protein and the seed of Mung are no exception. The major deficiency is in the sulphur containing amino acids, particularly methionine. The PER of diets Containing Mung supplemented with different levels of poultry, mutton and beef meat showed significant variation. An increase in PER was observed with the increase in the level of supplemental meat and at 20 percent levels the PER values were the highest. However, these values were still lower than the diets containing raw Mung (1.58 to 1.65 vs 1.86).

TABLE 4
Comparison of experimental diets containing Mung only with standard casein diet

Parameters	Standard	Diets	
		Raw Mung	Cooked Mung
PER	2.08 ± 0.05a	1.86 ± 0.08b	1.40 ± 0.29c
TD	89.48 ± 0.42a	76.38 ± 0.72b	78.55 ± 0.53c
NPU	55.76 ± 0.42a	44.70 ± 0.75b	47.40 ± 0.70c

Means within a row followed by different letters are significantly different at $P<0.05$ level.

TABLE 5
Biological evaluation of experimental diets containing cooked Mung and different supplementary levels of poultry, mutton and beef

Parameters studied	Kind of meat	Level of supplementation (%)		
		10	15	20
Protein Efficiency Ratio	Poultry	1.45 ± 0.35a	1.50 ± 0.46a	1.60 ± 0.06b
	Mutton	1.47 ± 0.03a	1.58 ± 0.02b	1.65 ± 0.06b
	Beef	1.43 ± 0.03a	1.46 ± 0.29a	1.58 ± 0.05b
True Digestibility	Poultry	80.22 ± 1.16a	81.34 ± 0.40ac	82.28 ± 0.40bc
	Mutton	74.43 ± 0.06a	81.26 ± 1.00b	86.53 ± 0.45c
	Beef	79.72 ± 0.30a	81.18 ± 0.30a	85.37 ± 2.27b
Net Protein Utilization	Poultry	45.44 ± 0.23a	48.45 ± 1.99ac	50.39 ± 0.95bc
	Mutton	47.25 ± 0.52a	49.48 ± 0.42ac	51.31 ± 0.64bc
	Beef	47.25 ± 0.19a	46.98 ± 2.44ac	49.68 ± 2.76bc

Means within a row followed by different letters are significantly different at $P<0.05$ level

(b) True Digestibility (TD)

The TD of Mung diet was observed to be 76.38, which was slightly improved by cooking to 78.55. Cooking has been observed to improve *in vitro* protein digestibility due to greater loss of antinutrients (27). Afzal (6) however, showed a slight depression in TD of Mung from 86.70 percent in raw to 85.70 percent in cooked. Bunce *et al* (32) also found that cooking Mung resulted in a slightly reduced true digestibility. The data from different workers showed TD of raw Mung to range from 68.4 to 91.3 and that of cooked from 72.9 to 91.0 percent (17). Sayeed and Najaa (26) showed that TD of Mung

was considerably improved on cooking. The polyphenols in pulses have been reported to be responsible for lowering the digestibility (24). The low digestibility could be due to the presence of antinutritive factors in Mung.

The TD of diet containing Mung supplemented with different levels of poultry mutton and beef showed significant ($P<0.05$) variation. There was an increase in TD with the increase in the levels of supplemental meat. At 20 percent level of supplemental meats the TD increased from 76.36 in raw to 82.27-86.53 percent. This could be due to better balance of essential amino acids on supplementation.

(c) Net Protein Utilization (NPU)

Eggum *et al* (19) observed that NPU was very positively correlated with the content of lysine, a limiting factor in grain protein. Roxas *et al* (32) confirmed that the mixed diet prepared from rice and Mung was balanced in term of its total lysine and sulphur amino acid. It was observed in the present study that cooking improved the NPU value of diet containing Mung from 44.70 in raw to 47.40 in cooked form. Legume protein has low biological values when compared with animal protein and the major difference is the sulphur containing amino acids, particularly methionine. NPUs of raw Mung have been reported to range from 41.4 to 72.7 percent and that of cooked from 44.8 to 63.00 percent (17). Processing generally improved the protein quality and moist heat methods of processing improved the quality to a greater extent than dry heat methods (28). In the present study supplementation of diet containing Mung was done with different kinds of meats at three different levels. NPU values of diets containing Mung increased with the increase in the level of supplemental meat. Twenty percent level of different meats showed better results in terms of PER, NPU and TD.

REFERENCES

- Government of Pakistan. Pakistan Agricultural data. Government of Pakistan Ministry of Food, Agriculture and Livestock (Economic Wing) Islamabad, 1995.
- Nutrition Survey of Pakistan 1985-87, Ministry of Health, Government of Pakistan, Islamabad, 1988.
- Bhatty N, Gilani AH and Nagra SA. Effect of cooking and supplementation on nutritional value of Gram (*Cicer arietinum*). *Nutr Res.* 2000;20:297-307.
- Bressani R and Scrimshaw NS. Processed vegetable protein mixtures for human feeding. Vol. 3, *Food Sci.*, 1961; 7:394.
- Burr HK In: Protein, Nutritional quality of foods and feeds. Vol. 1. Part 2. Ed. Mendel Friedman. Marcel Dekker, Inc. New York. 1975.
- Afzal E. Studies on protein supplements for cereal (wheat) based Pakistani diet. Ph.D. thesis. Faculty of Animal Husbandry Univ. of Agri., Faisalabad, 1978.
- Almas K. Effect of heat treatment and storage on the nutritive value of various legumes. Ph.D. Thesis. Deptt. of Food Sciences and Nutrition. Queen Elizabeth, College, Univ. of London, 1979.
- Oser BL. Care and maintenance of animals. In: *Hawks Physiological Chemistry*, McGraw Hill Inc, New York pp. 1372-77, 1979.
- Miller EA and Bender AE. A determination of the net utilization of protein by shortened methods. *Brit J Nutr.* 1955; 9: 382.
- Bhatty N, Gilani AH and Nagra SA. Effect of cooking and supplementation with different kinds of meats on the nutritional value of Mash (*Vigna mungo*). *Int J Food Sci Nutr.* 2000; 51:169-174.
- A.O.A.C. Official Methods of Analysis. Association of Official Agricultural Chemists. 14th Edition Washington, D.C., 1990.
- Spackman DH, Steir H and Morre S. Automatic recording for use in the use of chromatography of amino acids. *Anal Chem.* 1958; 30:123-129.
- Kennedy JJ and Bush AJ. An introduction to the design and analysis of experiments in behavioral research. Ohio State University Press, 1985.
- Sood DR, Wagle DS and Dhindsa KS. Studies on the nutritional quality of some varieties of Mung beans (*Vigna radiata*). *J Food Sci Tech. India*, 1982; 19:123-125.
- Augustine J and Klein BP. Nutrient composition of raw, cooked canned sprouted legumes. In: *Legume Chemistry, Technology and Human Nutrition*. Edited by R.D. Mathews, Marciel Dekkor, Inc. 32. N.Y. 1989.
- Siddique M. Ismail (1989). Physico-chemical properties of composite flours for chapati production Ph.D. thesis, Deptt. Food Technology, University of Agriculture, Faisalabad, 1989.
- Savage GP and Deo S. The nutritional value of Mung bean and urd. *Nutr Abst Rev. (Series A)* 59(9):639-662.
- Hymowitz T, Collins FJ and Peohlman JM. Relationship between the content of oil, protein and sugar in Mung bean seed. *Trop Agri* 1975;52:47-51.
- Eggum DB, Juliano BD, Villareal CP and Perez CM. Effect of treatment on composition and protein and energy utilization of rice and Mung bean by rats. *Qualitas plantarum-plant. Plant Food for Human Nutrition*, 1984; 34:261-272.
- FAO. Amino acid content of food and biological data on proteins. *FAO Nutrition Studies No. 24*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 1970.
- FAO. Energy and proteins requirements. *FAO Nutrition Meetings Reports Series No.52*. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, 1973.
- Rao PU, and Belavady B. Chemical composition of high yielding varieties of pulses, varietal, location and year to year differences. *Indian J Nutr Diet.* 1979;16:440-446.
- Danial VA, Leela R, Rao SV, Harihareem K, Indiramma K, Swaminathan M and Parpia HAB. Mutual and amino acid supplementation of proteins. Nutritive value of the proteins of blends of wheat, groundnut, soybean, gram, sesame and skim milk powder fortified with limiting essential amino acid. *J Nutr Diet* 1964; 1: 293.
- Jood S, Chauhan PM and Kapoor AC. Contents and digestibility of carbohydrates of chickpea and black Gram as affected by domestic processing and cooking. *Fd Chem* 1988; 30(10): 113-127.
- Ahmad SU, Chaudhry FH and Choudhry MS. Effect of cooking on the essential amino acid content and net protein utilization (NPU) of common pulses. *Pak J Sci Indust Res.* 1975; 18:175-178.
- Sayeed S and Najaa LR. Effect of Bangladeshi home-cooking procedure on amino acid content, trypsin inhibitor activity and in-vitro digestibility of some legume seeds. *Qualitas plantarum-plant. Plant Food for Human Nutrition*, 1984; 34: 261-272.
- Katriã A, Chauhan BM and Punia D. Anti nutrients and protein digestibility (in vitro) of Mung bean (*Vigna radiata*)

- as effected by domestic processing and cooking. Food Chemistry, 1988; 32(1):9-17.
28. Geervani P and Theophilus F. Effect of home processing on the protein quality of selected legumes. J Food Sci. 1980; 45:707-710.
 29. Kardjati MS. Protein quality of rice-soyabean and rice-green gram mixtures. Nutr Rep Internat. 1976; 13:463-470.
 30. Thompson, LU. Anti nutrients and blood glucose. Food Technol. 1988; 42(4): 123-132.
 31. James KAC and Hove EL. The ineffectiveness of supplementary cystine in legume based rat diets. J Nutr. 1980; 110:1736-1744.
 32. Bunce GE, Modie JA, Miranda C, Gonsales J and Salon DT. Evaluation of a cereal legume blend to be used in a nutrition improvement programme. Nutr Rep Internat. 1970; 1:325-336.
 33. Roxas BV, Intengan CL and Julianiano BO. Protein content of milled rice and nitrogen retention in pre-school children fed rice-Mung bean diets. Nutr Rep Internat. 1976; 14:203-297.

Recibido:03-12-1999

Aceptado:18-10-2000

Caracterización funcional y bioquímica de la carne del manto de jibia (*Dosidicus gigas*)

Lilian Abugoch J., Abel Guarda M., Luz María Pérez R. y M. Isabel Donghi V.

Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas. Universidad de Chile

RESUMEN. En el presente trabajo se realizó la caracterización funcional y bioquímica de la carne del manto de jibia (*Dosiducus gigas*) almacenada a -25°C por 6 meses. Se estudiaron la capacidad emulsionante, capacidad de retención de agua y la capacidad de gelificación. Además se buscaron las condiciones óptimas para la separación y diferenciación de las proteínas miofibrilares de las sarcoplasmáticas.

Dentro de las propiedades funcionales se encontró que la carne descongelada del manto de jibia es capaz de emulsionar 2.817,4 g aceite/g proteína, de retener 3,64 g agua/g proteína. La capacidad de formar geles fue nula, lo cual se atribuyó al tiempo de almacenamiento. Respecto a la obtención de proteínas miofibrilares de carne del manto de jibia, se concluyó que con dos lavados a baja fuerza iónica ($I=0,05$), las proteínas sarcoplasmáticas son eliminadas de la matriz proteica. Mediante la realización de PAGE-SDS, de los extractos de carne de manto de jibia obtenidos a dos fuerzas iónicas diferentes ($I=0,5$ y $I=0,05$), se logró diferenciar las proteínas miofibrilares de las sarcoplasmáticas. Del estudio realizado se deduce que las proteínas del manto de jibia poseen una buena capacidad de emulsionar y retener agua, por lo que se puede considerar una muy buena materia prima para el desarrollo de productos para untar. En el caso de productos gelificados, es necesario realizar estudios complementarios en la carne fresca para poder inferir en relación a esta propiedad funcional.

Palabras clave: Jibia, funcionalidad, proteínas.

SUMMARY. Biochemistry and functional characterization of squid mantle meat (*Dosidicus gigas*). A study for the characterization of frozen giant squid mantle (meat) protein stored at -25°C for 8 month was started. In the present research, the following functional properties were investigated: emulsifying, water holding and gel forming capacities. Optimal conditions for the separation and differentiation of miofibrillar and sarcoplasmatic proteins were also studied.

It was found that the unfrozen giant squid mantle meat is capable of emulsifying 2.817,4 g of oil/g of protein and holding capacity was 3,64 g of water/g of protein. Related to the gel forming capacity, it was not obtained, probably due to excessive storage of the meat.

With regard to miofibrillar protein obtention of the squid mantle meat, it was found that two low ionic strength washings ($I=0.05$), the sarcoplasmic proteins were practically eliminated from the protein matrix. The differentiation of miofibrillar and sarcoplasmatic proteins was obtained by PAGE-SDS of the squid mantle meat extracted at two different ionic strength ($I=0.05$ and $I=0.5$). This work demonstrates that the giant squid mantle protein has a high emulsifying and water holding capacity, and it can be used, as a raw material, for the improvement of sausage products. About the gelling products, more studies will be necessary with fresh squid mantle meat to conclude about this functional property.

Key word: Squid, functionality, proteins.

INTRODUCCION

Los cefalópodos tales como los calamares, sepias y pulpos representan para algunos países recursos con grandes posibilidades de expansión en su uso y procesamiento. Las diferentes especies requieren técnicas y estrategias distintas para una exitosa captura, procesamiento y distribución en los distintos mercados (1). Hasta 1980 los calamares constituían sólo un recurso menor y escaso y la jibia (*Dosidicus gigas*) se usaba como carnada, alimento para peces y, algunas veces para la elaboración de conservas como "calamares en su tinta" (2).

La jibia (*Dosidicus gigas*) se encuentra distribuida a través de la costa este del Océano Pacífico (3), en Chile los métodos

de extracción para esta especie es por arrastre como especie acompañante (4, 5). La jibia es un cefalópodo que pertenece a la familia Ommastrephidae, especie *Dosidicus gigas*. Se caracteriza por tener un manto cilíndrico, cuya longitud corresponde a 1,5 m en la costa de Chile, cerca de 1 m en la población septentrional, siendo la longitud común entre 40 a 60 cm (5, 6). El desembarque en Chile se registró desde 1991 en adelante y hasta 1994, siendo las regiones II, IV y V las principales en donde se extrae este recurso (7). En lo que se refiere a líneas de elaboración, ésta se comercializa principalmente congelada, exportando al Japón principalmente (8).

La jibia es un recurso altamente proteico (9), por lo que su caracterización desde el punto de vista funcional se hace

indispensable, sobre todo que su carne es muy apetecida por tener características organolépticas semejantes a las del loco (*Conchalepas conchalepas*). En la literatura no están descritas las propiedades funcionales de la jibia, siendo las propiedades funcionales en alimentos aquellas propiedades no nutricionales que son capaces de impartir una característica específica deseable a un producto dado (10,11), por lo que es importante el estudio de las propiedades funcionales en la jibia.

En el presente trabajo se partió de la hipótesis que las propiedades bioquímicas y funcionales de la carne de jibia (*Dosidicus Gigas*) son adecuadas para el uso de este recurso a nivel industrial. Para probar esta hipótesis se desarrollaron los siguientes objetivos: caracterización de las propiedades funcionales y bioquímicas de la carne del manto de jibia (*Dosidicus gigas*).

MATERIAL Y METODOS

Materia prima

La materia prima utilizada fue manto de jibia chilena (*Doosidicus gigas*), congelada a -25°C mantenida 6 meses y proveniente de la V Región San Antonio.

Preparación de la materia prima

La materia prima previo al análisis fue descongelada por un período de 24 h entre 2 a 4°C . Posteriormente los trozos de jibia, luego del período de descongelado, fueron secados con papel absorbente. Todos los análisis se realizaron sobre cuatro lotes y a su vez cada lote en cuadruplicado.

Capacidad emulsionante (CE)

Para medir la capacidad emulsionante de la carne de jibia, se siguió la técnica descrita por Webb, Ivey, Craig, Jones y Monroe (12), con algunas modificaciones.

Se homogeneizaron 7,5g (peso húmedo) de carne con 217,5 ml de solución de NaCl 0,5 M a 4°C , en un homogeneizador tipo «waring blender» (13) a 13.000 rpm durante 10 a 15 segundos. La muestra así preparada se dejó entre 2 a 3°C por 24 h. Se procedió a emulsificar 30 ± 1 g de la muestra preparada, adicionándole aceite vegetal comestible, a flujo constante de 1 ml/s y con una agitación constante de 1.400 rpm (Agitador «Heidolph»), a 15°C . El punto de ruptura de la emulsión se registró cuando se produjo una disminución repentina de la intensidad de corriente, que circula a través de la muestra de ensayo.

Capacidad de retención de agua (CRA)

La metodología aplicada fue la descrita por Swift y Ellis (14), con algunas pequeñas modificaciones. Para ello se molieron 50 g de jibia descongelada. En un tubo de centrífuga de 50 ml se pesaron aproximadamente $15 \pm 0,02$ g de carne molida y se le adicionaron $15 \pm 0,02$ g de agua destilada a 4°C .

C. El agua y la carne se mezclaron y homogeneizaron con una varilla de vidrio y se almacenaron en refrigeración (4°C) durante 24 h. Al cabo de dicho período se procedió a centrifugar a $1.319 \times g$ por 15 minutos a 4°C , eliminando el líquido sobrenadante mediante drenado, para lo cual se colocó el tubo boca abajo durante aproximadamente 2 minutos sobre papel absorbente. Posteriormente se pesó el precipitado y el resultado se expresó en términos de % aumento de masa de la muestra sometida a ensayo.

Fuerza de gel

La metodología que se utilizó para medir la capacidad de gelificación de la carne de jibia está descrita por Suzuki (13). Para esta medición se utilizó sólo músculo interno del manto de jibia, descartando las capas externas e internas. Se molieron 100 g de músculo de jibia, manteniendo condiciones de baja temperatura (4°C), se le añadió un 3 % (p/p) NaCl comercial y se continuó moliendo durante 10 a 20 segundos, llegando hasta 5°C en el centro de la pasta. Posteriormente se embutió en una tripa artificial de 250 mm de diámetro y se aplicó calor húmedo a 95°C durante 30 minutos. La muestra se mantuvo en refrigeración durante 18 a 24 h antes del análisis. Al momento del análisis, cada muestra se cortó en rodajas de 25 mm de espesor, y se analizó en un reómetro del tipo «RHEO-TEX modelo SD-305», comprimiendo la muestra con un vástago terminado en una esfera de 5 mm de diámetro. Los resultados se expresaron en g.cm.

Obtención de proteínas miofibrilares de jibia

El proceso de extracción realizado se basó en la técnica descrita por Suzuki (13) y Kawashima, Arai y Kato (15). Las proteínas miofibrilares de la carne de jibia se obtuvieron lavando cinco veces la carne con amortiguador fosfato de sodio de fuerza iónica $I=0,05$ y $\text{pH}=7,5$, solubilizando así las proteínas sarcoplasmáticas, luego las proteínas miofibrilares se solubilizaron con una solución amortiguadora de fuerza iónica $I=0,5$ y $\text{pH}=7,5$. En los precipitados se determinó humedad y proteínas y en los sobrenadantes su contenido en proteínas solubles.

Contenido de humedad

Se determinó se realizó siguiendo la técnica descrita por la NCh 1370/II. Of 77 (16). Se secó en estufa a $103 \pm 2^{\circ}\text{C}$ hasta peso constante.

Contenido de proteínas

Método de Kjeldhal

Para la determinación del contenido de nitrógeno total presente en la carne de jibia, según la NCh 1370/V. Of 78 (17). Para la conversión del nitrógeno total en proteína se utilizó el factor 6,25, que es el valor recomendado para

carnes, pescado y derivados (18).

Método de Lowry

Se utilizó el método de Lowry (19) para la medición de proteínas solubles, en todos los ensayos que así lo requirieron. Para el ensayo se adicionó a 0,2 ml de muestra; 1 ml de solución de sulfato de cobre alcalino, preparado con un amortiguador alcalino que contenía 2% (p/v) de tartrato de sodio y potasio preparado en una solución 0,1 M de NaOH y 2% (p/v) de Na_2CO_3 ; 0,1 ml de reactivo de Folin-Ciocalteu diluido 1:2 con agua y se incubó 30 minutos a 30°C. Luego del desarrollo del color se leyó la absorbancia a 750 nm. Se utilizó un estándar de BSA de concentración conocida.

Electroforesis en minigeles de poli(acrilamida en presencia de SDS

Para los sobrenadantes obtenidos de los lavados de la carne de jibia con baja fuerza iónica, se prepararon los geles de poli(acrilamida al 12% (p/v) en presencia de SDS de acuerdo a Laemmli (20). Los geles tenían 0,3 mm de espesor y 6 cm de altura. Se dejaron polimerizar a temperatura ambiente y posteriormente se agregó el gel concentrador de 2 cm de altura, al 4% (p/v) de poli(acrilamida y en presencia de dodecil sulfato de sodio (SDS) y se dejó polimerizar a temperatura ambiente. Para la corrida del gel se utilizó una solución amortiguadora de trizma base-glicina, pH 8,2. Se aplicaron las muestras de los diferentes extractos proteicos, previamente desnaturizados por calentamiento durante 5 minutos a 100°C, en presencia de 0,25 % de 2-mercaptoetanol, al 2% de SDS y 0,001% de azul bromofenol. En cada bolsillo del gel se aplicó aproximadamente 10 µg de muestra y en dos bolsillos adicionales se agregó una solución que contenía estándares preteñidos de masa molecular conocida [α_2 -Macroglobulina (MM 180 kDa), β -galactosidasa (MM 116 kDa), fructosa-6-fosfato quinasa (MM 84 kDa), piruvato quinasa (MM 56 kDa), fumarasa (MM 48,5 kDa), lactato deshidrogenasa (MM 36,5 kDa) y triosafosfoisomerasa (MM 26,6 kDa)]. En el caso del gel realizado para las proteínas miofibrilares solubilizadas a una fuerza iónica I=0,5 el gel utilizado tenía un 10% de poli(acrilamida (p/v), conservándose el resto de las características. Para este último gel se utilizó el siguiente estándar de proteínas preteñidas: miosina de conejo (MM 97,4 kDa), β -galactosidasa (MM 116kDa), fosforilasa B (MM 97,4 kDa), seroalbúmina de bovino (MM 66 kDa), albúmina de huevo (MM45 kDa) y anhidrasa carbónica. Las electroforesis se detuvieron cuando el colorante (azul de bromofenol) había migrado hasta el final de cada gel (5,5 a 5,8 cm). Las electroforesis se realizaron aplicando entre 20 mA (gel concentrador) y 50 mA (gel separador). Los geles se tiñeron con azul de Coomassie R-250 de acuerdo a lo descrito por Weber y Osborn

(21). La migración de las diferentes proteínas en el gel se midió sólo en el gel separador, considerando la migración del colorante como correspondiente a un $R_f = 1$. La estimación de las masas moleculares se realizó mediante la interpolación de los R_f en una curva de movilidades relativas (R_f) de los estándares v/s el logaritmo de sus masas moleculares.

RESULTADOS Y DISCUSION

Determinación de las propiedades funcionales

Capacidad Emulsionante (CE)

La capacidad de las proteínas de ligar grasas es una propiedad muy importante para el desarrollo de muchas aplicaciones en la industria alimentaria. El papel de las proteínas en las emulsiones es la de formar una monocapa interfacial entre la fase polar y la apolar, cambiando su conformación orientando sus grupos de acuerdo a la fase expuesta (10, 22). En la Tabla 1 se muestran los resultados obtenidos para CE de la carne de jibia, se puede observar que la carne de jibia es capaz de emulsionar 410 g aceite/g de carne o, expresado de otra manera 2.817 g aceite/g proteína, lo cual indica una alta capacidad de emulsionar y podría ser un recurso interesante para el desarrollo de embutidos o patés para untar. La variabilidad obtenida para las muestras en estudio fue del orden del 5% similar a la obtenida por Webb, que junto a otros investigadores desarrollaron esta técnica (12), describiendo variabilidades entre 4 – 8%. Por otro lado la variabilidad encontrada entre muestras fue mayor, del orden del 10%, si bien este coeficiente no es alto, las diferencias encontradas pueden atribuirse no sólo a la variabilidad debida a la metódica sino también al desconocimiento de la edad de la jibia, sexo, tamaño, época de captura y zona del manto de las jibias analizadas.

TABLA 1
Capacidad emulsionante (CE) de carne de manto de jibia (*Dosidicus gigas*)

Muestra	CE g aceite/g carne $\pm \sigma$ CV (%)	CE g aceite/g proteína $\pm \sigma$ CV (%)
1	366,25 \pm 18,87 5,15	2.555,79 \pm 131,66 5,15
2	415,65 \pm 23,08 5,55	3.018,52 \pm 167,62 5,55
3	397,74 \pm 19,90 5,00	2.569,36 \pm 128,55 5,00
4	462,02 \pm 23,68 5,13	3.125 \pm 160,23 5,13
Promedio	410,41 \pm 40,62	2.817,41 \pm 297,25
General	9,90	10,55

CV: coeficiente de variabilidad

Existen datos en la literatura de CE de diferentes tipos de proteínas que hacen referencia a ésta metódica como se muestra en la Tabla 2, de lo cual se puede observar que las proteínas de jibia tienen una alta CE. Se puede destacar que comparando con el aislado de soya, carne de pollo, vacuno (23), la jibia puede ser un buen sustituto parcial o total de ellos en productos de untar o en el desarrollo de nuevos productos con mayor valor agregado.

TABLA 2
Capacidad emulsionante de proteínas alimentarias

Tipo de proteína	g aceite/ g proteína	Referencia
Manto de jibia	2.817,41	Este trabajo
Carne de jaiba	2.292,18	25
Aislado de soya	755	23
Pulpa de pollo	1.102	23
Carne de vacuno	1.061	23

Capacidad de retención de agua (CRA)

Las proteínas musculares son responsables de enlaces del agua con la carne (24) y en los productos elaborados a partir de carnes, en la Tabla 3 se muestran los resultados obtenidos para la CRA de manto de jibia y se puede observar un valor promedio de 151,8%, este valor indica una buena CRA, comparando con valores obtenidos por Swit y Ellis (14) para carne fresca de vacuno y conejo con valores entre 103 a 170%, se destaca estos valores dado que es con la técnica que ellos han desarrollado con la que se entregan estos resultados, otros valores señalan en carne de jaiba fresca valores de CRA del orden de 154,5% y 3,26 g agua/g proteína (25) y si la carne de jaiba ha sido tratada térmicamente entre 80 a 121°C la CRA se reduce a valores de 106% (26). El valor obtenido para la CRA de manto de jibia descongelada debiera incrementarse para el caso de la jibia fresca o con un menor tiempo de congelación y debieran ser mayores cuando este recurso está recién extraído. Por otra parte, es necesario tener en cuenta que de acuerdo a los métodos de medición varían los resultados (24, 27- 29).

En cuanto a la variabilidad de los datos obtenidos para cada muestra, ésta resultó del orden de 1.5 a 3%, lo que asegura uniformidad en la realización de cada ensayo.

Fuerza de gel

No se encontraron resultados positivos en relación a esta propiedad funcional, ya que en las condiciones de este estudio no se formó un gel con la carne de jibia, la formación de geles se ve dificultada en general por la congelación tanto en pescados como en calamares dado que se produce una disminución acusada de la solubilidad de las proteínas miofibrilares, al igual que para el resto de las propiedades

funcionales (13, 30, 31). El hecho de no haber formado un gel con la carne del manto de jibia, puede ser explicado en base al largo período de almacenamiento a -25°C de la materia prima disponible para este estudio, donde es probable que haya ocurrido agregación irreversible de proteínas o degradación de la miosina debido a la acción de proteasas (31,32). Por otra parte, también es necesario mencionar que se desconocen las condiciones en las que la jibia fue mantenida antes de su congelamiento así como también la velocidad de congelación y temperatura de congelamiento (13). Otwell y Gidding (33) encontraron que una congelación lenta junto con un largo período de almacenamiento de los calamares congelados, causan la deshidratación parcial de las fibras musculares y el crecimiento de hielo extracelular, provocando la agregación de las proteínas miofibrilares. Troncoso y Espinoza (34) encontraron una fuerza de gel de 240 g.cm para carne de jibia recién capturada, este valor es notoriamente menor a los encontrados para diferentes surimis de pescados en donde los valores fluctúan entre 400 a 1100 g.cm (13, 35).

TABLA 3
Capacidad de retención de agua (CRA) de manto de jibia (*Dosidicus gigas*)

Muestra	% aumento de masa ± σ CV (%)	g agua/g proteína ± σ CV (%)
1	157,99 ± 3,19 2,02	3,92 ± 0,22 5,50
2	146,43 ± 2,31 1,58	3,77 ± 0,19 4,97
3	155,77 ± 2,30 1,47	3,50 ± 0,14 4,12
4	147,07 ± 2,44 1,66	3,39 ± 0,18 5,19
Promedio General	151,82 ± 5,92 3,90	3,64 ± 0,25 6,73
Average general		

σ : desviación estándar

CV: coeficiente de variabilidad

**Extracción de proteínas miofibrilares
Lavado con amortiguador fosfato pH=7,5 y I=0,05**

La Tabla 4 muestra en forma esquemática los resultados promedios de los ensayos realizados del lavado de la carne del manto de jibia con solución de baja fuerza iónica. Se puede apreciar que en el primer y segundo lavado se eliminan la mayor parte de las proteínas sarcoplasmáticas, produciéndose a su vez una hidratación del sedimento.

TABLA 4
Solubilización de proteínas de carne de manto jibia (*Dosidicus gigas*), con amortiguador fosfato pH=7,5 y I=0,05

Nº de lavado carne de manto de jibia	Proteínas insolubles		Proteínas solubles mg proteínas/ ml de sobrenadante
	% proteína	% humedad	
0	12,33	83,12	—
1	5,38	92,21	4,39
2	4,31	93,74	2,51
3	3,74	94,91	0,63
4	2,81	95,44	0,38
5	2,48	95,66	0,30

En los lavados posteriores, la extracción de la proteína soluble disminuye considerablemente. Se realizó una electroforesis en condiciones desnaturantes (PAGE-SDS), a los sobrenadantes obtenidos en cada lavado. Para ello se cargó en cada bolsillo del gel volúmenes iguales de muestra, tal como se puede apreciar en la Figura 1. Se puede apreciar que el patrón electroforético cambia a medida que aumenta el número de lavados efectuados sobre la carne del manto de jibia. Las bandas de MM 180 kDa, 116 kDa y las comprendidas entre 58 y 40 kDa, van disminuyendo su intensidad relativa al incrementar el número de lavados, mientras que las bandas de 84 y 36,5 kDa mantienen su intensidad. La desaparición de bandas se debe al agotamiento de las proteínas sarcoplasmáticas en la carne de jibia, y tal como se aprecia en el patrón electroforético (bandas correspondientes al primer y segundo lavado S_1 y S_2 y en la tabla 4 se puede concluir que con dos lavados sería suficiente para remover la mayor parte de las proteínas sarcoplasmáticas (10, 13, 25).

Lavado con amortiguador fosfato pH=7,5 y I=0,5

En la Tabla 5 se muestran los resultados promedio de los ensayos realizados sobre la carne de jibia lavada con baja fuerza iónica (I=0,05). Se puede observar que la mayor cantidad de proteínas se extrae en el primer lavado, solubilizándose el resto en el segundo lavado. A los sobrenadantes obtenidos de esta forma se les realizó un PAGE-SDS, junto con los dos sobrenadantes de los lavados a baja fuerza iónica, estos resultados se presnetan en la Figura 2. Los carriles S_3 y S_4 corresponden a las proteínas extraídas a baja fuerza iónica, es decir a las proteínas sarcoplasmáticas, por otra parte los carriles S_1 y S_2 corresponden a proteínas miofibrilares extraídas a alta fuerza iónica (I=0,5). Se puede observar en dichos carriles una banda proteica de MM 2009 kDa, la que podría corresponder a la cadena pesada de miosina.

FIGURA 1

PAGE-SDS, de los sobrenadantes obtenidos durante los lavados con amortiguador fosfato pH=7,5 y I=0,05. Cada bolsillo del gel fue cargado con 10 μ l de muestra. Nomenclatura: St=estándares de proteínas preteñidas; S=sobrenadantes obtenidos en los lavados 1,2,3,4 y 5 respectivamente

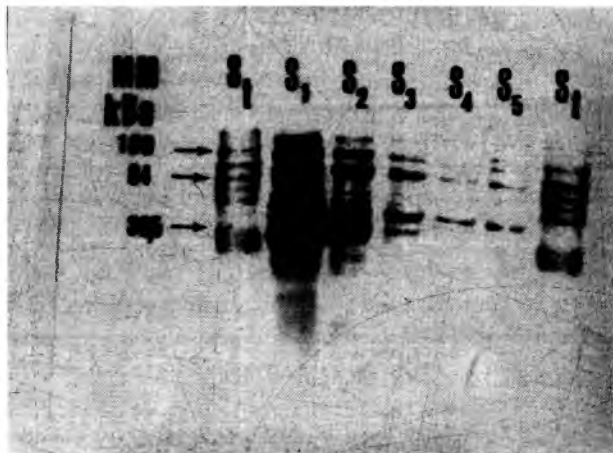


FIGURA 2

PAGE-SDS, de los sobrenadantes obtenidos durante los lavados con amortiguador fosfato pH=7,5 y I=0,5 (S_1 y S_2) y con amortiguador fosfato pH=7,5 y I=0,05 (S_3 y S_4). Cada bolsillo del gel fue cargado con 5 μ g de proteína. Nomenclatura: St=estándares de proteínas preteñidas; S_1 y S_2 =sobrenadantes obtenidos a alta fuerza iónica (I=0,5); S_3 y S_4 = sobrenadantes obtenidos a baja fuerza iónica (I=0,05)



Dicha cadena ha sido descrita para otras especies como conejo, bovino, pescados, pero se debe señalar que su MM varía de acuerdo a la especie (10, 13, 31, 36). Aparecen además bandas de MM de 40 y 35 kDa, las que se pueden asociar a la actina y tropomiosina respectivamente. Se puede apreciar además, bandas de MM 150 y 100 kDa, que podrían corresponder a fragmentos de degradación de la miosina. Estos fragmentos serían producto de la acción enzimática sobre esta proteína durante el largo tiempo de almacenamiento, o debida al mal manejo de la carne antes de ser congelada, o a las condiciones de almacenamiento entre otras (31- 34).

TABLA 5

Extracción de proteínas miofibrilares de la carne de manto de jibia (*Dosidicus gigas*), con amortiguador fosfato pH=7,5 y I=0,5

Nº de lavado carne de manto de jibia	Proteínas insolubles % proteína	Proteínas insolubles % humedad	Proteínas solubles mg proteínas/ml de sobrenadante
0	2,48	95,66	—
1	1,59	96,84	5,19
2	—	—	1,78

REFERENCIAS

- Rathjen WF. The first world cephalopods conference". March 13-15 Losbon, Portugal. 1989.
- Juanico M. Developments in South American aquid fisheries. Marine Fisheries review: 1980;42:10-14.
- Caddy JF. «Advances in assessment of world cephalopod resources» FAO, Roma. 1983; 307- 308.
- CORFO. Chile, sus recursos pesqueros. Ministerio de Economía y Reconstrucción , Santiago Chile. 1989.
- Guerra A y Pérez-Gándaras G. «Las pesquerías mundiales de cefalópodos : Situación actual y perspectivas « Instituto de Investigaciones Pesqueras, Barcelona, España. 1983;58, 115-117.
- Roper C, Sweeney M y Nauen C. «FAO Species Catalogue Vol. 3: Cephalopods of the World. An Annotated and Illustrated Catalogued of Interest to Fisheries» FAO Fish Sinop. 1984;3:181-183.
- SERNAP. «Anuario Estadístico de Pesca. 1993» Ministerio de Economía. Santiago. Chile. 1995.
- Globefish. Primer Plano Nº1. (15/03/94), USA. 1994.
- Abugoch L, Guarda A, Pérez LM y Paredes P. Determinación de la composición químico-proximal y la formulación de un producto tipo de gel de jibia (*Dosidicus gigas*). Arch Latinoamer Nutr 1999;2:156-161.
- Cheftel J, Cuq J y Lorient D. 1989. Proteínas alimentarias.. Editorial Acribia S.A. Zaragoza. pp 32-35, 49-61, 63-70, 78-85, 143,153,155,161.
- Bourgeois C y Le Roux P. «Proteínas animales». Editorial El Manual Moderno. Mexico. 1986.
- Webb N, Ivey F, Craig H, Jones V y Monroe. The measurement of emulsifying capacity by electrical resistance. J Food Sci. 1970;35: 501.
- Suzuki T. «Tecnología de Productos de Pescado y Krill». Editorial Acribia S.A. Zaragoza. España. 1987.
- Swift C y Ellis R. The action of Phosphates in sausage products. I. Factors affecting the water retention of phosphate treated ground meat. Food Technology. 1956;10: 546-552.
- Kawashima T, Arai K y Sait, T. Studies on muscular proteins of fish- IX An attempt on quantitative determination of actomyosin in frozen «surimi» from Alaska-Pollak. Bulletin of the Japanese Society of Sc. Fisheries. 1973;39 (2): 207-214.
- I.N.N. NCh 1370/II. Of 77. «Carne y Productos Cárneos. Métodos de Ensayo. Parte II, Determinación del Contenido de Humedad».1977.
- I.N.N. NCh 1370 /V. Of 78. «Carne y Productos Cárneos. Métodos de Ensayo. Parte V, Determinación del Contenido de Nitrógeno». 1978.
- Schmidt-Hebbel H. «Ciencia y Tecnología de los Alimentos». Alfabeta impresores. 1981; 24, 31.
- Lowry OH, Rosebrough NJ, Farr AL y Randall RJ. Protein measurement with the Folin phenol reagent. J Biol Chem., 1951;193: 265-275.
- Laemml U. Cleavage of structural protein during the assembly of the head of bacteriophage T4. Nature 1970;227, 680-685.
- Weber K y Osborn M.The reliability of molecular weight determinations by dodecyl sulfate-poliacrilamide gel electrophoresis. J Biol Chem. 1969;244: 4406-4412.
- Voutsinas LP, Cheung E y Nakai S. Relationships of hidrofobicity to emulsifying properties of heat denatured proteins. J Food Sci. 1983;48; 26-32
- Lilienfeld 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. Tesis de grado para optar al título de Ingeniero en Alimentos. Universidad de Chile. 1982.
- Hamm R. Biochemistry of meat hydration. Adv. in Food Research. 1960;10: 356-376
- Abugoch LE, Barrios FJ y 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 Nº4. 309-314.
- Santana G. Estudio de las modificaciones por tratamientos térmicos de las propiedades funcionales y químicas de carne de jaiba mora (*Homalaspis plana*). Tesis para optar al título Ingeniero en Alimentos. Universidad de Chile. 1998.
- Boccard R, Buchter L, Casteels E, Cosentino E, Dransfield E, Hood D, Joseph R, MacDougall D, Rhodes D, Schon I, Tinbergen BJ y Touraille C. Prodecures for measuring meat quality characteristics in beef production experiments. Livestock Production Sci. 1981;8: 385-397.

28. Wierbicki E, Kunkle L y Deatherage F. Changes in the water holding capacity and cationic shifts during the heating and freezing and thawing of meats as revealed by a simple centrifugal method for measuring shrinkage. *Food Technology*. 1957;11: 69-73.
29. Torgersen H y Toledo RT. Physical properties of protein preparations related to their functional characteristics in comminuted meat systems. *J Food Sci*. 1977;42: 1615-1620.
30. Borderias J y Montero P. Fundamentos de la funcionalidad de las proteínas en alimentos. *Rev. Agroquim. Tecnol Aliment*. 1988;28: 159-168.
31. 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.
32. Nagashima Y, Ebina H, Nagai T, Tanaka M y Taguchi T. Proteolysis affects thermal gelation of squid mantle muscle. *J Food Sci*. 1992;57: 916-922
33. Otwell WS y Giddings GG. Scanning electron microscopy of squid *Loligo pealei*: raw, cooked and frozen mantle. *Marine Fisheries Review*: 1980;42: 67-72
34. Troncoso V y Espinoza M. Conversación personal IFOP Chile. 1994.
35. Lanier TC y Lee CM. Surimi technology. Marcel Decker Inc. New York, USA, 1992; 123-149.
36. Whitaker J y Tannenbaum S. Food proteins. AVI Publishing Company USA. Capítulos 6 y 16. 1977.

Recibido:10-02-2000

Aceptado:14-09-2000

Elaboración de galletas con una mezcla de harina de trigo y de plátano verde

Ronald Maldonado y Emperatriz Pacheco de Delahaye

Instituto de Química y Tecnología. Facultad de Agronomía, Universidad Central de Venezuela.
Maracay, Venezuela

RESUMEN. Con la finalidad de diversificar el uso de la harina de plátano verde, se propuso evaluar la funcionalidad de una galleta de chocolate sustituyendo la harina de trigo con 7% de harina de plátano verde con el fin de obtener un producto con propiedades físicas y organolépticas agradables, además de mejorar la calidad nutricional, en cuanto a fibra dietaria y almidones resistentes. Las galletas elaboradas en una industria con sustitución del 7% de la harina de plátano verde deshidratada en doble tambor rotatorio (G-HT/HPV) incrementaron significativamente ($P \leq 0,05$) con respecto a la galleta patrón (GP) en los siguientes componentes químicos: ceniza (de 2,46 a 2,69%), proteínas (de 8,93 a 9,69%), fibra dietaria (4,97 a 5,4%), almidones resistentes (0,19 a 0,23%) y azúcares totales (25,36 a 30,55%). La G-HT/HPV cumplen con los requerimientos establecidos en la industria en cuanto a humedad (2,73%), pH (8,43), a_w (0,205) y color ($L=31,78$; $a=7,95$ y $b=10,51$). Además en la G-HT/HPV limitó el esparcimiento de las harinas durante el proceso de amasado disminuyendo de esta forma el diámetro de las galletas y aumentando la resistencia a la fractura (de 1,48 a 2,06 Kgf) con respecto a la GP. En cuanto al estudio de tiempo de vida útil para la G-HT/HPV fue demostrado que la estabilidad se vio afectada en la humedad, pH, a_w , y acidez después del primer mes de almacenamiento. Para la prueba de comparación pareada por preferencia de la G-HT/HPV con respecto a una galleta de marca comercial (GC), en ambas no se encontraron diferencias significativas, pero fueron igualmente aceptadas y calificadas entre buenas y muy buenas en los atributos sensoriales color, olor y sabor, por el contrario para la textura, lograron apreciar diferencias significativas que son corroboradas en el análisis de perfil de textura. En esta prueba los panelistas caracterizaron a ambas galletas y demostraron que existen 8 descriptores característicos (firmeza, desmoronable, crujiente, harinoso, pastoso, grueso, tamaño de la partícula y masticoso).

Palabras clave: Harina, plátano verde, galleta, fibra, almidón resistente.

INTRODUCCION

Las galletas constituyen uno de los productos más versátiles clasificados como de "consumo masivo"(1). Anteriormente las investigaciones hechas en estos productos se orientaban al enriquecimiento vía incorporación de

SUMMARY. Elaboration of a formula of cookies with a flour mixture of wheat/green plantain . With the purpose of diversifying the use of green plantain flour, a functional evaluation was performed by substituting 7% of chocolate cookie wheat flour by dehydrated green plantain flour; thus allowing to obtain a product with good physical and organoleptic qualities, as well as a better nutritional quality, as for dietary fibre and resistant starch. As a result of the use of this dehydrated green plantain flour (G-HT/HPV), the values of some chemical components increased significantly ($P \leq 0.05$) in comparison to the standar cookies (GP): ash (2,46 to 2,69%), proteins (8,93 to 9,69%), dietary fiber (4,97 to 5,40%), resistant starch (0,19 to 0,23 %) and total sugar (25.26 to 30,55). The G-HT/HPV complies with the industrial requirements as for moisture (2,7300%), ph (8.43), a_w (0,205) and color ($L=31,78$; $a=7,95$ and $b=10,51$). Besides, thanks to the use of G-HT/HPV the flours scattering during the kneaded process was diminished, thus reducing the cookie diameter and increasing the resistance to breaking (1,48 to 2,06 Kgf), in comparison to the GP. While avaluating the shelf life for G-HT/HPV, it was demonstrated that was affected by moisture, pH, a_w and acidity after the first month of storage. In the preference comparison test between the G-HT/HPV and a trademark cookie (GC), no significant differences were founded. Both were accepted and qualified between good and very good, as for sensorial features like colour, fragrance and taste. However, significant differences were detected in relation to texture, and they were corroborated in the texture profile analysis. In this test the panel staff, while evaluating both types of cookies demonstrated that there are 8 features that can be used to describe them: firm, crumbly, crisp, mealy, soft, lumpy, particle size and chewy.

Key words: Flour, green plantain, flour, cookie, fibre, starch resistant.

compuestos de alto contenido proteico (2). Hoy en día, es considerado un producto de primera necesidad debido a la alta aceptabilidad que tiene entre los grupos de todas las edades y la investigación se centra no solamente en la reducción de calorías a través de la sustitución de las harinas o grasas con reemplazadores de menor contenido calórico,

sino también en el incremento del contenido de fibra dietaria (3-5). El sabor, la textura y la apariencia de productos horneados están afectadas por el tipo de sustitución, más aún cuando la humedad del producto final está entre 3 y 4% (6). Las características de calidad que se toman en cuenta en una galleta son el esparcimiento, la granulosidad superficial, la compactación, fragilidad y la fuerza de rompimiento (1). La textura, en particular el descriptor sensorial que determina el grado de sustitución de las grasas y harinas, porque es el principal atributo en la determinación de la aceptabilidad en todos los productos horneados, lo cual es influenciado por la combinación de ingredientes y factores de procesamiento (3,7). Existen antecedentes en el incremento del contenido de fibra dietaria y almidones resistentes como parte de la sustitución de la harina de trigo. Galletas para pasapalos fueron sustituidas en la harina de trigo con celulosa (desde 0 hasta 30%) con la finalidad de incrementar la fibra dietaria y disminuir las calorías (8). Estudios de enriquecimiento de la harina de trigo con 30% de harina de plátano verde han demostrado que existe una baja digestibilidad de los almidones debido a la presencia de altas cantidades de almidones resistentes (9). Diversas investigaciones que versan sobre la importancia nutricional que tiene el almidón resistente en los alimentos se basan a que ellos poseen ciertas propiedades atribuidas a la fibra dietaria como disminuir el colesterol. Debido a que el plátano verde es un cultivo que se ha adaptado muy bien en los trópicos y es una fuente de almidones complejos, se llevó a cabo el presente estudio con el objeto de estudiar el efecto de la harina de plátano verde deshidratada en doble tambor rotatorio como ingrediente en la elaboración de galleta de chocolate; evaluar las características fisicoquímicas y determinar su textura a través de la metodología de análisis de perfil de textura en el producto desarrollado.

MATERIALES Y METODOS

Materia prima

Los plátanos verdes se adquirieron de cinco proveedores en el mercado libre de la ciudad de Maracay Estado Aragua en estado de maduración grado 1 (verde) y calidad externa de consumo aceptable (10).

Obtención de la harina deshidratada en el doble tambor rotatorio

Los plátanos verdes fueron seleccionados, pelados, troceados, molidos y tratados con ácido cítrico al 1% por 1 minuto. La carga de trabajo fue de 10 kg de pulpa y se le agregó a dicha carga una proporción de agua del 50% sobre la base en peso de la pulpa de plátano verde, para luego deshidratarlo en el doble tambor rotatorio a una velocidad de 4 rpm y una presión de vapor de 80 psi obteniéndose un

rendimiento pulpa: harina del 25%. El producto obtenido fue molido hasta un tamaño de partícula de 0,01 mm y envasado en un frasco de vidrio a 24°C.

Elaboración de las galletas de chocolate

La formulación y elaboración de la galleta de chocolate sin sustitución y sustituida con 7% de la harina de plátano verde se realizaron en la industria Nabisco la Favorita C.A. Los pasos para el procesamiento fueron los siguientes: formulación de los ingredientes, mezclado, amasado, laminado, horneado, enfriamiento y empaque. La harina de plátano verde fue incorporada durante el amasado. El diseño experimental consistió en la fabricación de dos galletas, una patrón sin sustitución (GP) y una galleta experimental sustituida en la harina de trigo con 7% de harina de plátano verde (G-HT/HPV) con tres fabricaciones por tratamiento.

Composición química de las galletas

Ambas galletas fabricadas (GP y G-HT/HPV) fueron analizadas en los contenidos de humedad (método 925-10), ceniza (método 938.08), grasa (920.39c), proteína (979.09), fibra dietaria según los métodos oficiales de la AOAC (11). Para el método de fibra dietaria las enzimas empleadas fueron: alfa-amilasa termoestable, amiloglucosidasa de *Aspergillus niger* y proteasa, todas fueron adquiridas de Sigma Chemical Co. St. Louis. USA. Almidón total se evaluó según lo descrito por Granfeldt y col. (12). Almidón resistente fue obtenido conforme sugieren Goñi y col. (13), empleando las mismas enzimas utilizadas para fibra dietaria. Azúcares reductores de acuerdo al método de adaptación fotométrica de Somogyi (14). La acidez titulable (meq de ac. acético/g) de las galletas se evaluaron según metodología descrita por Villavecchia (15).

Características físicas y fisicoquímicas

El pH de las galletas se evaluaron según metodología descrita por Villavecchia (15), para dicha determinación, se tomaron 5 g de galleta molida a 0,01mm y luego de agregar 25 ml de etanol al 80% neutralizado, fue colocado en reposo por 12 horas con agitación cada media hora durante las primeras 5 horas para luego tomar 10 ml del líquido sobrenadante y hacer las respectivas mediciones de pH y acidez. Las diferencias en el color de las galletas se determinó usando el colorímetro Hunter Lab (iluminante C, observador 2 y escala Hunter Lab), mientras que los parámetros estudiados para el análisis del color fueron de acuerdo a lo aplicado por Little (16). Las dimensiones de las galletas según metodología propuesta por Valor y Mosqueda (1). El a_w de las muestras molidas de galleta fue realizada en el instrumento psicrométrico Aqualab. Decagon CX-1.

Análisis de perfil de textura

El procedimiento para evaluar la textura fue estandarizado de acuerdo a lo establecido por Brandt y col. (17). El panel consistió en 10 panelistas entrenados, alumnos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Central de Venezuela. Cada uno de los panelistas recibieron 24 horas de entrenamiento en todos los aspectos del análisis sensorial y 72 horas en experiencia con las galletas de chocolate. La selección, entrenamiento y evaluación del panel se realizó según la metodología descrita por Cross y col. (18). El vocabulario sensorial para el análisis de perfil de textura se llevó a cabo de acuerdo a la lista de términos expuesta por Jowitt (19). Los términos o descriptores sensoriales señalados por dicho autor se discutieron en detalle basado en su definición, para los cuales se establecieron referencias y anclajes verbales en los extremos (estándares de memoria). Una vez familiarizado con la terminología se discutieron los atributos más importantes relacionados con las galletas en estudio y se seleccionaron 11 descriptores característicos, posteriormente en otras sesiones se estableció el orden de aparición y la intensidad sobre una escala no estructurada de 15 cm de longitud.

Estudio del grado de preferencia

Se realizó una evaluación sensorial afectiva usando como medida el grado de preferencia para la galleta experimental y comparada con una comercial. La prueba fue conducida en la sala de evaluación sensorial del Instituto de Química y Tecnología de la Facultad de Agronomía de la U.C.V. La evaluación fue realizada por 40 panelistas tipo consumidor, empleando una prueba de "scoring" o calificación, con una escala estructurada de 6 puntos: 6-Excelente, 5-Muy bueno, 4-Bueno, 3-Desagradable, 2-Muy desagradable y 1-Malo.

Estudio de vida útil

Fue aplicada la metodología desarrollada por la empresa Nabisco la Favorita.C.A, que consistió en exponer la galleta experimental (G-HT/HPV) en una estufa a 40 C y 90% de humedad relativa por 2 meses y 15 días. Estas condiciones extremas permitieron acelerar la degradación en las galletas (cada 15 días bajo estas condiciones equivalen a un mes de almacenamiento), las galletas fueron empacadas en bolsas de polietileno).

Análisis estadístico

Se utilizaron las pruebas de análisis de varianza en función de los dos tratamientos empleado (GP y G-HT/HPV), además se realizó la prueba de comparación de medias de Tukey (20), con la finalidad de determinar la existencia de diferencias significativas y realizar un ordenamiento de valores promedios de mayor a menor con respecto a las variables respuestas en estudio (composición química,

características física y fisicoquímica). Igualmente se estudiaron las posibles diferencias existentes en la preferencia de las galletas (G-HT/HPV vs una galleta comercial) aplicando el equivalente no paramétrico del análisis de varianza (npar1way). A los datos obtenidos del análisis de perfil de textura fueron analizados por ANOVA de una y dos vías tanto para detectar cuales fueron los descriptores que presentaron alta discriminación y alta consistencia. Para ello se construyó una gráfica, donde en el eje de las abscisas se distribuyen los F para los jueces y en el eje de las ordenadas los F de los tratamientos para cada atributo sensorial evaluado y que presentaron diferencias significativas. Se unieron los puntos con líneas y se identificó cada punto con sus respectivos descriptores. Luego se trazaron dos líneas punteadas. La línea vertical es la de F de los jueces (F teórico) con un valor de $F_{0,05,9,38}=2,12$. Descriptores que estén al lado izquierdo de la línea (menor valor de F calculado) poseen alta consistencia (significa que los valores obtenidos son confiable) y descriptores al lado derecho poseen baja consistencia. La línea horizontal es el F de los tratamientos (F teórico) y se obtiene con un valor de $F_{0,05,1,38}=4,08$. Descriptores que estén por encima de la línea (F calculado superior) poseen alta discriminación, por el contrario descriptores por debajo de la línea presentan bajo poder discriminativo (los panelistas consideran que estos descriptores no son característico en este tipo de galleta). Todos los datos fueron analizados utilizando el programa S.A.S (20).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se muestran los resultados de la composición química de las G-HT/HPV Y GP, respectivamente así como de la materia prima para la elaboración de las galletas. Es importante señalar un incremento significativo ($P \leq 0,05$) en toda la composición química de G-HT/HPV con respecto a la GP, a excepción del contenido de humedad, grasa y azúcar reductor. Por otra parte, la sustitución con harina de plátano verde disminuyó la humedad a 2,73% con respecto al patrón sin sustitución (4,92%). Los estándares para galleta de chocolate que utiliza la industria están entre 1,6 – 2,8%. Los valores encontrados en la G-HT/HPV se ajustan a este rango de tolerancia. Esta disminución experimentada por la galleta experimental provocada probablemente por la sustitución es importante porque la humedad constituye uno de los controles más severo en la producción industrial de galletas (previo empaque) y en el seguimiento de la estabilidad en almacén debido a las implicaciones relacionadas con el tiempo de vida útil y la estabilidad química y microbiológica (21). El contenido de ceniza se incrementó en un 3,35%, esto se debió a la contribución en el contenido de ceniza por parte de la harina de plátano verde. El porcentaje de grasa de las

galletas elaboradas permaneció invariable (13,23%), dado que la sustitución se efectuó a nivel de las harinas y no en las grasas. La tendencia en los últimos años es lograr una disminución calórica vía sustitución de las grasas (4,22). Otros trabajos reportan mayores concentraciones de grasa en galletas dulces con 15,56% (23). El contenido de proteína (Nx6.25) también se vio favorecida por la sustitución, dado que la concentración entre la GP y la G-HT/HPV fue de 8,93 y 9,68% lo que significa un incremento en un porcentaje de 8,56%, este aumento fue debido a la contribución generada por la harina de trigo, lo cual al compararla con la HPV es bastante importante. El contenido de fibra dietaria obtenidos

fue de 4,97 y 5,40% en galletas de chocolate patrón y experimental, respectivamente, lo que equivale a un incremento en 8,85%, tal como se esperaban con respecto a la galleta patrón, esto fue debido a la mayor cantidad de fibra dietética aportada por la harina de plátano verde (9,67%) (24). Investigaciones en galletas han demostrado que estas poseen un porcentaje de fibra dietaria del 2,68% (galleta dulce para niño) (25). Un gran número de ingredientes altos en fibra son utilizados en tecnología de alimentos en la formulación de nuevos productos, para aumentar el contenido de fibra existente en el alimento (26).

TABLA 1
Composición química de las galletas de chocolate de harina de trigo (GP) y sustituida con 7% de harina de plátano verde (G-HT/HPV)

Parámetros/Muestra	GP ¹ g/100g	G-HT/HPVT ² g/100g	HPV ³ g/100g	HT ⁴ g/100g
Humedad	4,92 ± 0,07 ^a	2,73±0,59 ^b	11,76±0,73	12,83±0,11
Ceniza*	2,46 ± 0,02 ^b	2,69±0,03 ^a	2,19±0,47	0,53±0,21
Grasa*	13,23 ± 0,05 ^a	13,23± 0,12 ^a	0,50±0,05	1,66±0,64
Proteína*	8,93 ± 0,12 ^b	9,68 ± 0,04 ^a	3,30±0,25	11,45±0,71
Fibra Dietaria*	4,97 ± 0,09 ^b	5,40 ± 0,21 ^a	9,01±0,19	4,42±0,12
Almidón*	68,13 ± 0,43 ^a	67,70 ± 0,32 ^b	83,20±0,55	73,03±0,13
Azúcares reductores*	3,11 ± 0,02 ^a	3,19 ± 0,04 ^a	1,74±0,20	0,75±0,01
Azúcares totales*	25,36 ± 1,71 ^a	30,55 ± 1,34 ^b	15,78±1,50	2,29±0,52
Almidones resistentes*	0,19 ± 0,05 ^b	0,23 ± 0,10 ^a	19,00±0,2	0,23±0,05

*Base seca

1. GP: Galleta patrón(sin sustitución). Promedio ± desviación estándar con n = 6. Letras diferentes denotan diferencias significativas (P≤0,05), base seca excepto humedad (g/100g)

2. G-HT/HPV: Galleta de harina de trigo + 7% de harina de plátano verde

3. HPV: harina de plátano verde deshidratada en doble tambor rotatorio

4. HT: harina de trigo

En cuanto al porcentaje de almidón se observa una disminución significativa (P≤0,05) con respecto a la GP. Esto se debió a que el aumento de los componentes que incrementaron en su contenido hizo que el contenido de almidón disminuyera. Para azúcares reductores no hubo un incremento significativo, siendo todos los valores comparables. Por el contrario en los azúcares totales sí se notó un incremento en su valor, con una diferencia entre la GP y la G-HT/HPV del 5,19%. Es importante destacar que la existencia de altas concentraciones tanto de los azúcares totales como los lípidos afectan considerablemente las propiedades de las galletas y son factores fundamentales al establecer las interacciones de los componentes dentro de la matriz del alimento (27). En esta investigación se encontró que la concentración de almidones resistentes en GP y G-HT/HPV fueron de 0,19 y 0,23%, respectivamente. La sustitución logró aumentar levemente pero en forma significativa la proporción de esta fracción no digerible. La

HPV fue el componente que contribuyó en mayor porcentaje debido a la presencia de almidones resistentes tipo III (almidones retrogradados), dado que este material fue sometido a bruscos cambios de temperatura durante su procesamiento. Otros trabajos han presentado proporciones de almidones resistentes para galletas horneadas y sin hornear siendo estas del 0,9 y 0,6%, respectivamente (28).

Características físicas

En la Tabla 2 se analiza la fuerza de penetración, expresada en Kgf donde se obtuvo que es mayor en la G-HT/HPVT (2,06 kg) con respecto a la obtenida en GP (1,48 kg). Las diferencias fueron significativas (P ≤ 0,05), lo que confirma que las galletas con sustitución fueron más firmes y menos frágiles y, por lo tanto, capaces de tolerar a fuerzas mecánicas externas. De una manera general se puede afirmar que la sustitución logró una reducción significativa (P ≤ 0,05) en todos las características de color evaluados, a excepción

de los resultados en el parámetro a (contribución al color amarillo) donde son comparables (8,86 y 7,95) en la galleta patrón y experimental, respectivamente. La G-HT/HPVT posee un menor grado de luminosidad ($L=31,78$) con respecto a la GP ($L=37,00$) y menor contribución al color rojo ($b=10,51$), en referencia a la galleta patrón. El estándar que industrialmente se especifica para este producto es de 9 – 18 correspondientes a los parámetros a y b, respectivamente, solo en la galleta patrón se aproxima a cumplir con el parámetro "a". En cuanto al estudio de las dimensiones en las galletas evaluadas, el espesor presenta diferencias significativas a un nivel de significancia del $P \leq 0,05$. Los valores promedio obtenidos reflejan una cierta tendencia a aumentar en el espesor de las galletas con sustitución de harina de plátano verde. Efecto contrario fue observado en el diámetro de ambos tipos de galletas. Los estándares a nivel industrial para el espesor y diámetro en las galletas a nivel de pruebas pilotos son de $5,00 \pm 0,2$ mm y $3,00 \pm 0,2$ cm respectivamente, en este caso observamos que el espesor en la GP y el diámetro en la G-HT/HPV cumple con lo establecido por la industria.

TABLA 2

Características físicas y físicoquímicas de la galleta patrón (GP) y la galleta de trigo y plátano verde (G-HT/HPV)

Parámetro / Muestra	GP ¹	G-HT/HPV ²
Fuerza de Penetración		
(Kgf)	1,48±0,1 ^b	2,06±0,2 ^a
Color		
L ³	37,00±0,6 ^a	31,78±0,2 ^b
a ⁴	8,86±0,5 ^a	7,95±0,1 ^a
b ⁵	13,00±0,6 ^a	10,51±0,1 ^b
Dimensiones		
Espesor (mm)	5,05±0,1 ^b	5,58±0,2 ^a
Diámetro (cm)	3,47±0,3 ^a	3,22±0,1 ^b

1. GP: Galleta patrón (sin sustitución). Promedio \pm desviación estándar con $n = 6$. Letras diferentes denotan diferencias significativas ($P \leq 0,05$).

2. G-HT/HPV: Galleta de harina de trigo + 7% de harina de plátano verde

3. L: luminosidad

4. a: contribución al color amarillo

5. b: contribución al color rojo.

Cambios durante el periodo de almacenamiento

En la Tabla 3 se muestran los valores en el contenido de humedad, pH, acidez y a_w de la galleta experimental durante cinco meses de almacenamiento. Estos factores constituyen los parámetros de control de calidad determinante en este tipo de galleta, dado que de ella depende el tiempo de vida útil. El control del pH tiene la finalidad de verificar si hubo

una formulación con excesivo bicarbonato de sodio el cual ejerce en las galletas un efecto regulador en la hidrofobicidad durante el proceso de amasado. En los resultados obtenidos se observa que todos los valores presentan la misma tendencia ascendente durante el primer mes de almacenamiento, aunque menos acentuado en el pH y humedad. Después de este aumento significativo, correspondiente al primer grupo homogéneo con menor valor obtenido en la prueba de comparación de medias de Tukey (grupo b en los parámetros humedad, pH y acidez y grupo c en a_w) el pH fue el único parámetro que presentó variaciones durante el almacenamiento. Para todos los tiempos, exceptuando el tiempo 0, los valores resultaron superiores a los estándares industriales para humedad (1,6-2,8%) y pH (7,5-8,5). A pesar del aumento significativo de estos dos parámetros en todos los tiempos evaluados, se puede considerar un producto estable microbiológicamente, dado que su a_w está por debajo del los límites de a_w para el crecimiento microbiano ($a_w = 0,6$) (28).

TABLA 3

Cambios en el contenido de humedad, pH, acidez y actividad de agua (a_w) en las G-HT/HPVT durante el almacenamiento

Tiempo (mes) / Parámetro ¹	Humedad (g/100g)	pH	Acidez (meq/g)	a_w
0	2,37 ± 0,1 ^b	8,43 ± 0,5 ^b	0,03 ± 0,2 ^b	0,2 ± 0,1 ^c
1	3,11 ± 0,1 ^b	8,65 ± 0,1 ^b	0,04 ± 0,1 ^c	0,42 ± 0,2 ^b
2	6,15 ± 0,4 ^c	9,0 ± 0,1 ^c	0,04 ± 0,4 ^c	0,43 ± 0,1 ^b
3	5,75 ± 0,1 ^c	9,05 ± 0,1 ^c	0,03 ± 0,1 ^c	0,45 ± 0,4 ^a
4	5,76 ± 0,2 ^c	9,0 ± 0,0 ^c	0,04 ± 0,7 ^c	0,43 ± 0,1 ^b
5	5,14 ± 0,6 ^c	9,10 ± 0,1 ^c	0,04 ± 0,1 ^c	0,47 ± 0,1 ^c

1. Promedio \pm desviación estándar con $n = 10$. Letras diferentes en una misma columna denota

diferencias significativas a un $\mu = 0,05$. Tiempos con las mismas letras representan grupos homogéneos en la prueba de comparación de medias de Tukey.

Evaluación sensorial de las galletas

En la Tabla 4 pueden observarse los resultados del promedio de los valores obtenidos en cuanto al grado de preferencia de la G-HT/HPV y una galleta comercial (GC) para cada uno de los atributos sensoriales evaluados (color, olor, sabor, y textura). Los resultados del análisis no paramétrico (npairlway), no arrojaron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) en los atributos sensoriales entre la galleta estándar y la experimental, excepto para el atributo textural. En general, todas las evaluaciones de la galleta experimental fueron similares con respecto al estándar de comparación. La media de la evaluación general para todos los atributos entran en un rango comprendido entre 4 y 6, lo

que significa que ambos productos son catalogados por los consumidores entre bueno y muy bueno. Para el caso particular del atributo sensorial textura, los panelistas pudieron detectar diferencias entre las muestras evaluadas. Esto se evidencia porque el promedio en el grado de preferencia se inclina hacia la muestra experimental 4,72 versus 3,67 puntos con respecto a la muestra patrón. Además existen en ambos tratamientos altos coeficientes de variación, resultados que son muy comunes en las evaluaciones sensoriales de preferencia donde participan panelistas tipo consumidores. Las diferencias evidentes halladas en la textura, en ambas galletas evaluadas, probablemente se debieron al efecto de la sustitución obtenida en la galleta experimental y la característica de "humedad" o grado de higroscopicidad de la galleta estándar en el momento de la evaluación.

TABLA 4

Evaluación sensorial por grado de preferencia de la galleta de trigo y plátano VERDE (G-HT/HPV) y galleta comercial (GC)

Parámetros/ Muestras	GC ¹		G-HT/HPV ²	
	Puntuaciones (promedios)*	Coficiente de variación	Puntuaciones (promedios)*	Coficiente de variación
Color	4,72±1,2	25,80	4,80±1,1	25,80
Olor	4,60±1,1	25,00	4,51±0,9	25,00
Sabor	4,55±1,0	22,23	4,57±0,9	22,23
Textura	3,67±1,4*	40,40	4,72±1,1*	40,00

1. GC: Galleta comercial. Promedio ± desviación estándar con n = 6. Letras diferentes denotan diferencias significativas (P≤0,05).

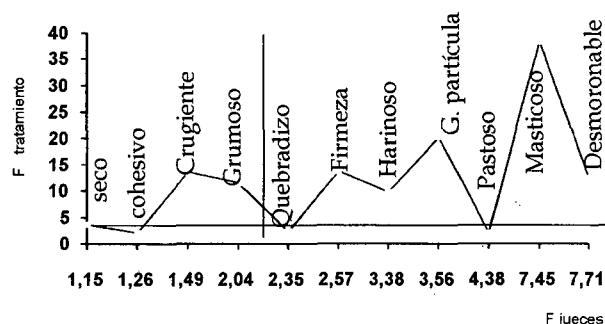
2. G-HT/HPV: Galleta de harina de trigo + 7% de harina de plátano verde
*Promedio ± desviación estándar con n = 6. Letras diferentes denotan diferencias significativas (P≤0,05).

Análisis de perfil de textura

Si se observan los valores de F para cada descriptor en la Figura 1, se puede apreciar que los panelistas fueron consistentes para evaluar seco, cohesivo, crujiente y grumoso, sin embargo los dos primeros no señalan discriminación. Los descriptores quebradizo y pastoso no presentaron ni consistencia, ni fueron discriminados, por lo cual deben ser descartados igualmente se debe descartar masticoso y desmorable ya que en sus respuestas no hay consistencia, aunque sus valores discriminativo sean altos, pudiendo ser ambos considerados siempre y cuando se entrenen más a los panelista.

FIGURA 1

Valores de F para cada uno de los descriptores sensoriales evaluados en el Análisis de Perfil de Textura



Se debe emplear los descriptores crujiente y grumoso para describir a la galleta porque los resultados poseen alta consistencia y alta discriminación. También los descriptores firmeza, harinoso y grosor de la partícula para describir la galleta a nivel textural, porque poseen alta discriminación, a pesar de su baja consistencia, dado que se pueden mejorar con mayor entrenamiento del panel.

En conclusión fue posible tecnológicamente emplear la harina de plátano verde a un nivel del 7% en la elaboración de galletas comerciales obteniendo mejoras nutricionales y sensoriales.

Los resultados obtenidos evidencian un enriquecimiento deseado en la galleta experimental tanto en fibra dietética como en almidones resistentes, además cumplen con los requerimientos de humedad, pH, a_w y color establecidos en la industria.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el financiamiento del CDCH-UCV N. 0137.3838-97, La galletera Nabisco la Favorita C.A y la ayuda de la técnico Gloria Betancourt.

REFERENCIAS

1. Valor I y Mosqueda M. Efecto de la sustitución con harina de maíz cruda y precocida en la elaboración y calidad de galletas rotativas y laminadas (tipo soda). Tesis de grado. Facultad de Ciencias. U.C.V. Caracas. 145 p. 1989.
2. Hoojjat P and Zabik M. Sugar-Snap cookies prepared with wheat-navy, bean-sesame seed flour blends. *Cereal Chem.* 1984;61(1): 41-44.
3. Campbell L, Keteisen S and Antenuci R. Formulating oatmeal cookies with calories sparing ingredients. *Food Tech.* 1994;48(5): 101-105.
4. Arbrjster W and Setser C. Sensory and physical properties of chocolate chip cookies made with vegetable shortening or

- fat replacer at 50 and 75% levels. *Cereal Chem.* 1994;71 (4):344-350.
5. Englyst H and Cummins J. Digestion of the carbohydrates of banana (*Musa paradisiaca sapientum*) in the human small intestine. *Amer J Clin Nutr.* 1986;44:42-50.
 6. Sánchez C, Klopfenstein C and Wijker E. Use of carbohydrate based fat substitutes and emulsifying agents in reduced fat shortbread cookies. *Cereal Chem.* 1995;72(1):25-29.
 7. Frye A and Setser C. Optimizing texture of reduced calorie yellow layer cakes. *Cereal Chem.* 1992;69:338.
 8. Gorzyca C and Zabik M. High fiber sugar snap cookies containing cellulose and coated cellulose products. *Cereal Chem.* 1979;56(6): 537-540.
 9. Pacheco E, Cedres M, Alvarado A, Cioccia A. Substitución del afrecho de trigo por harina de almendra desgrasada de palma aceitera rica en fuente de fibra dietética en la elaboración de galletas y panes. *Arch Latinoamer Nutr.* 1994;44 (2):122-128p.
 10. Flores A. Manejo postcosecha de frutas y hortalizas en Venezuela. UNELLEZ. San Carlos, Cojedes. 319 p. 1994.
 11. AOAC. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC.* 15 th edition. Washington, USA. 1990.
 12. Granfeldt Y, Drews A and Bjorck I. Arepas made from high amylose corn flour produce favorably low glucose and insulin responses in healthy humans. *Human and Clinical Nutritional.* 1995;123(6): 459-465.
 13. Goñi I, Garcia L and Mañas E. Analysis of resistant starch: methods for foods and food products. *Food Chem.* 1996;56(4):445-449.
 14. Somogyi M. Notes on Sugar Fermentation. *J Biol Chem.* 1952;195:19-23.
 15. Villavechia V. Harinas almidones y productos derivados. *Química Analítica.* Gili, Barcelona 1963;(2):85.
 16. Little A. Physical measurements as predictors of visual appearance. *Food Tech.* 1976;30 (10): 74-82.
 17. Brandt M, E Skinner and J Coleman. Texture profile methods. *J Food Sci.* 1963;28:404.
 18. Cross H, R Moen and M Stanfield. Training and testing of judges for sensory analysis of meat quality. *Food Tech.* 1978; (7): 48-54. 1978.
 19. Jowit R. The terminology of food texture. *J. Texture Studies.* 1974;5:351.
 20. SAS. SAS Institute Inc., Carr Ncusa. SAS (r). Proprietary software release 6.08. TS40%. Licensed to rodin software trial Installation, site. 1989.
 21. Wolters M, Diepenmaat H, Hermus J and Voragen G. Relation between "In vitro" availability of minerals and food composition. A mathematical model. *J Food Science.* 1993;5(6):1349-1354.
 22. Matz S and Matz T. *Cookie and Craker Technology.* 2th Ed. Editorial Avi. USA. 1978.
 23. Newman R, Ore K, Abbott J and Newman C. Fiber enrichment of baked products with a barley milling fraction. *Cereal Food World.* 1998;43 (1):23-25.
 24. Pacheco DE, Sequera B y Herrera L. Plant starches and oils. Their influence on digestion in rats. *J Sci Food Agric.* 1988;77(3):381-386.
 25. Craig S, Holden J, Troup J, Averbach M and Frier H. Polydextrose and soluble fiber: physiological and analytical aspect. *Cereal Food World.* 1998;43(5):370-376.
 26. Morrison W. Starch lipids and how they relate to starch granule structure and functionality. *Cereal Food World.* 1995;40(6): 437-446.
 27. Marlett J and Longacre M. Comparison of in vitro and in vivo measures of resistant starch in selected grain products. *Cereal Chem.* 1996;73 (1): 63-68.
 28. Rockland L and Beuchat L. *Water Activity: theory and applications to food.* Marcel Dekker, Inc. New York. 404 p. 1987.

Recibido:23-06-1999

Aceptado: 09-12-1999

Vegetales silvestres sub explotados del Chaco argentino y su potencial como recurso alimenticio

Marcelino R. Freyre, Claudia M. Baigorria, Víctor R. Rozycki,
Cecilia M. Bernardi, Margarita Charpentier

Instituto de Tecnología de Alimentos (I.T.A.), Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral
Santa Fe, Instituto de Cultura Popular (INCUPO), Reconquista, Pcia. de Santa Fe, República Argentina

RESUMEN. Se ha investigado el valor nutricional de especies vegetales subexplotadas salvajes recolectadas en el Chaco Argentino. Hojas de *Hipochaeris* sp.-, *Coronopus didimus* and *Portulaca olearacea*; frutos de *Zyziphus sativa*, *Brumelia obtusifolia* y *Eugenia uniflora*; y rizomas de *Canna coccinea* fueron incluidas en el presente trabajo; varias muestras independientes se tomaron durante dos o mas períodos de cosecha .

Se exponen los resultados de la composición general: humedad, proteína bruta, lípidos totales, cenizas, azúcares totales y reductores, almidón, pectina, y el aporte energético. Además, se brinda la composición en micronutrientes minerales comprendiendo calcio, potasio, magnesio, hierro y fósforo, así como niveles de vitaminas (ácido ascórbico y beta caroteno).

Mayores concentraciones de nutrientes reflejado en un incremento de la energía aportada, se hallaron en las muestras salvajes respecto a cultivos comerciales (32-50 Kcal/100 g vs. 14-30 Kcal/100 g), siendo destacable el tenor de proteína de *Portulaca olearacea* (3,74 g/100) Niveles inusuales de micronutrientes se determinaron en *Coronopus didimus*, con valores de 172,3; 3,98 y 46,7 mg/100 g., para calcio, hierro y magnesio, respectivamente.

En general, las frutas también resultaron con niveles mayores de nutrientes que los cultivares comerciales (70 a 147 Kcal/100), aunque las proteínas fueron la excepción, con solo 1,58 a 1,74 g/100g, demostraron ser sumamente constantes. El contenido de provitamina A de *Eugenia uniflora* (11,98 mg /100) resultó ser igualmente notable.

El nivel mas pobre en energía se halló entre los rizomas de *Canna coccinea* (34 Kcal /100 g) aunque sorprendentemente, en ella se hallaron los niveles mas altos de fósforo del presente estudio.

Palabras clave: Vegetales, salvajes, alimenticio, Chaco.

SUMMARY. Suitability of wild underexploited vegetables from the Argentine Chaco as a food resource. The nutritional value of wild underexploited vegetable samples collected in the Argentine Chaco was investigated. Leaves from *Hipochaeris* sp.-, *Coronopus didimus* and *Portulaca olearacea*; fruits from *Zyziphus sativa*, *Brumelia obtusifolia* and *Eugenia uniflora*; and roots of *Canna coccinea* were included in this work; several separate samples being taken at least during two consecutive harvesting seasons . Values for moisture, protein, total lipids, crude fiber, ash, reducing and total sugars, starch, total pectins and energy are given. Mineral micronutrient contents are reported for calcium, potassium, magnesium, iron and phosphorus, as well as vitamin values (ascorbic acid and beta-carotene).

Higher concentrations of macronutrients were found in the leafy vegetables (32-50 Kcal /100 g) than in commercially exploited cultivars (14-30 Kcal/100 g), as shown by an increased energy value, the protein content of *Portulaca olearacea* (3.74 g/ 100 g) being highly remarkable. Unusually high micronutrient figures were also determined in *Coronopus didimus*, with 172.3; 3.98, and 46.7 mg / 100 g, for calcium, iron and magnesium, respectively.

In general, fruits also showed higher macronutrient contents, with the exception of proteins, with less but constant values (1.58 to 1.74 g /100 g), although contributing more energy than commercial cultivars (70 to 147 Kcal/ 100 g). Equally important proved to be the provitamin A content in *Eugenia uniflora* (11.98 mg/100 g).

Roots of *Canna coccinea* revealed the lowest energy value (34 Kcal/ 100 g) but surprisingly, the highest content of phosphorus of all the species under study.

Key words : Wild, vegetable, food, Chaco.

INTRODUCCION

El Gran Chaco Sudamericano es el segundo ecosistema de este subcontinente, sigue en magnitud al de Amazonia. Esta subordinación práctica o tácita en relevancia, ha sido muy perjudicial para el Gran Chaco, ya que ha sido soslayado en su problemática y por lo tanto no ha recibido la atención de programas internacionales tendientes a procurar su sustentabilidad. Vale mencionar que es mas vulnerable que

Amazonia ya que posee menor capacidad de regeneración (1). Dentro del mismo, una porción importante de su extensión está cubierta por el Chaco Argentino. En este último, habita una población de 1.200. 000 personas en sus 600.000 kilómetros cuadrados, en ellas que se encuentra bien definido un perfil de pobreza y malnutrición. El ecosistema está permanentemente degradado y alterado por la tala indiscriminada de sus bosques ("montes"), lo que ha traído como consecuencia retrocesos importantes en la

disponibilidad de recursos alimentarios provenientes de los mismos, si se tiene en cuenta que los ancestros de los actuales aborígenes eran recolectores/cazadores acostumbrados a disponer de las entonces muy abundantes flora y fauna salvajes.

La problemática sobre estos aspectos ha sido mencionada previamente por otros autores (2,3).

Estudios anteriores ya han demostrado que se encuentran especies autóctonas con cualidades nutricionales muy atractivas, desde el punto de vista de su contenido en energía y en nutrientes (4).

No se conoce globalmente la calidad nutricional de la dieta que consumen las diversas etnias aborígenes, pero se hallan documentadas las deficiencias nutricionales a las que se asocian patologías como tuberculosis, anemias, etc. que se han difundido entre esas poblaciones nativas y entre los criollos de menores recursos económicos.

El presente trabajo procura resultar un aporte al mayor conocimiento del potencial nutricional de los productos vegetales silvestres que pueden obtenerse del "monte" chaqueño, como fuente suplementaria de energía, proteínas fibra, minerales y vitaminas, teniendo en cuenta las necesidades alimentarias de los sectores mas vulnerables, como son los niños y las madres en gestación y/o lactantes, y establecer los fundamentos para acceder a procesos de conservación apropiados de los productos vegetales que resulten mas aptos para los fines de su almacenamiento.

MATERIALES Y METODOS

Muestreo

El muestreo e identificación de las especies estuvo a cargo de personal del Instituto de Cultura Popular (INCUPRO), quienes seleccionaron y entrenaron a pobladores de la Región para colaborar en la tarea de reconocimiento, recolección y envío de las muestras. La evolución de precipitaciones osciló ampliamente alternando períodos de abundancia de lluvias, con otros de gran sequía.

De los vegetales de hoja se analizaron: Achicoria de Monte, *Hipochaeris sp.*- Flia. de las Compuestas; Mastuerzo, *Coronopus didimus*, Flia. de las Crucíferas; Verdolaga,, *Portulaca olearacea*; Flia. de las Portulacáceas. El muestreo de frutos comprendió: Aceituna de monte, *Zyziphus sativa*- Flia. de las Ramnáceas; Guaraniná, *Brumelia obtusifolia*- Flia. de las Sapotáceas; Ñangapirí, *Eugenia uniflora* -Familia de las Mirtáceas. Además se realizó el estudio de los rizomas de Achira, *Canna coccinea*- Flia. de las Cannáceas .

Se recolectó aproximadamente un kilogramo de cada muestra en zonas preestablecidas. Las mismas se enviaron limpias y refrigeradas al laboratorio y fueron procesadas dentro de las 24 hs. Se procesaron las partes comestibles, descartándose los tallos de los vegetales y los carozos de los frutos. Se trabajó sobre tejido fresco, las muestras

ingresadas al laboratorio fueron cortadas y porciones de 200-300 g introducidas y homogeneizadas en un Waring Osterizer, Modelo Cyclotrol (Oster Corporation, Milwaukee, USA); con una cantidad conocida de agua destilada, durante cinco minutos. El homogeneizado fue destinado al análisis de composición centesimal, vitaminas y minerales. Los datos obtenidos resultaron del análisis de cada muestra por duplicado, y se procesaron para obtener los valores medios, y además se exhiben en las tablas los valores máximos y mínimos encontrados, o sea el rango estadístico. La recolección de muestras se realizó abarcando como mínimo dos períodos de cosecha, y en las tablas de resultados se indica el número total de muestras independientes de cada una de las especies. Un aspecto que hay que tener en cuenta respecto de los materiales evaluados en este estudio radica en el hecho de que fueron muestreados identificando la especie sin prestar atención al grado de madurez, o aspecto exterior, por lo que se hallaban en distintos estadios fisiológicos, y producidas naturalmente, sin intervención humana, con neta incidencia de las lluvias, suelos, competencia con otras especies o presencia de diversas plagas en mayor o menor grado, ausencia de selección u homogeneidad genética. Como consecuencia el muestreo puso en evidencia en los resultados analíticos una variabilidad que se origina esencialmente en las condiciones de cosecha precipitadas.

Métodos Analíticos

Los reactivos empleados fueron grado reactivo Marca MERCK (Merck Química Argentina S.A.I.C., Buenos Aires, Argentina) salvo para la determinación de almidón, en la que se utilizó enzima glucoamilasa (Sumizyme 3000), provista por Shin Nihon Chemical Co, Aichi, Japón. Los ensayos sobre muestras se realizaron por duplicado, según la metodología previamente reportada, y validando las metodologías según se ha descrito de acuerdo a los principios y procedimientos indicados (4).

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Tabla 1 se observan los resultados de la composición proximal y el aporte energético por 100 g de tejido fresco. Allí se puede apreciar que los vegetales de hoja contribuyen con un aporte calórico entre 32 y 50 Kcal, y que proveen entre 2.45 a 3.74 g. % de proteína bruta. Los lípidos de achicoria de monte y de mastuerzo se encuentran a niveles semejantes, pero los de verdolaga caen a menos de la mitad de los anteriores. Podría decirse que están asociados entre sí los valores de los diferentes parámetros, reflejados como suma en el extracto seco, aquellos que poseen mayor extracto seco tienen los niveles mas altos de proteínas, lípidos, carbohidratos y cenizas, y viceversa, los menores niveles de extracto seco se ven acompañados por una disminución global de sus componentes.

TABLA 1
Composición y aporte energético por 100 g de tejido fresco (parte comestible)

Nombre común	Número de Datos ^a	E. seco g	Proteínas g	Grasa g	Carbohidratos g	Cenizas g	Aporte energía Kcal
Vegetales de Hoja							
Achicoria del monte	8	13.49 23.50-10.30	2.83 3.30- 2.36	1.15 1.50-0.72	7.71 16.62- 4.86	1.80 2.94 -1.27	46 83- 36
Mastuerzo	8	15.38 19.30 - 9.86	3.74 4.77 - 2.70	1.35 2.47 - 0.63	8.09 10.8 -4.39	2.20 3.60 -1.27	50 66 -25
Verdolaga	14	10.52 12.90 - 8.46	2.45 3.07 -0.98	0.52 0.74 - 0.42	5.71 7.47 - 3.93	1.70 2.70 - 0.98	32 38-14
Frutos							
Aceituna del monte	12	22.30 39.5-15.6	1.62 3.15-0.90	0.44 0.84-0.28	19.38 35.94-12.73	0.85 1.40-0.48	93 152-59
Guaraniná	8	34.39 37.70-30.2	1.58 2.06-0.95	3.24 4.12-2.08	23.67 31.2-23.68	0.92 1.50-0.64	147 158-139
Ñangapirí	6	17.16 21.6-10.8	1.74 2.79-1.14	0.69 1.54-0.26	14.29 18.52-6.67	0.60 0.89-0.40	70 89-39
Otros Productos							
Achira (raíces)	10	11.15 16.7-6.00	1.73 2.49-1.30	0.17 0.22-0.15	7.91 12.9-3.17	1.33 34 1.70-0.95	55-17

Resultados expresados como valor medio y extremos.

a: número de muestras cosechadas y analizadas independientemente

Si se comparan los vegetales con los frutos se percibe a primera vista mayor aporte energético en los últimos, originado en niveles de extracto seco que resultan hasta tres veces superiores a los primeros. Sin embargo, aquí vale resaltar que las relaciones entre los componentes son diferentes, por ejemplo las proteínas en todos los casos resultan inferiores, aunque muy similares entre sí, el guaraniná exhibe el mayor tenor de lípidos acompañado del mayor nivel de carbohidratos, lo que resulta en que prácticamente quintuplica al aporte energético de la verdolaga, aunque disminuya el aporte mineral según se ve como las cenizas solo alcanzan a la mitad de los valores de ese parámetro entre los vegetales. Un contraste destacable es observar estos datos contra los de productos vegetales cultivados comercialmente, y que integran la dieta habitual de Occidente, como serían espinacas o manzana (5). Tal como ya se observó en trabajo previo reportado por Rozycki y col. (4) los productos salvajes subexplotados poseen mayor densidad de nutrientes que los cultivados comercialmente, aunque la variabilidad de los parámetros es mas notable. Sobre raíces de achira se puede señalar que reflejan un aporte energético relativamente pobre, que se origina mayoritariamente en carbohidratos, ya que las proteínas no alcanzan al 2% como promedio y los lípidos son prácticamente despreciables.

Se encuentran en la Tabla 2 los resultados de la

composición en Carbohidratos, discriminados por almidón, azúcares totales y reductores, fibra bruta, y en particular para los frutos se exponen datos del contenido en pectinas. Almidón se halla en mayor concentración en los rizomas de achira, en los restantes productos no es significativa su presencia; entre los frutos es mas destacable la presencia de azúcares, como sería lógico de esperar, sea tanto para reductores como para azúcares totales; en fibra bruta se puede concluir que los vegetales de hoja son los más ricos, y sobre pectinas se puede mencionar que las fluctuaciones de los extremos se explican por las diferencias en grado de madurez de las muestras analizadas, el valor medio mas interesante está en la aceituna de monte , que ronda el 0.50% de pectinas en base tal cual.

Los micronutrientes minerales y vitaminas se explicitan en la Tabla 3; de ella surgen las siguientes observaciones: los vegetales de hoja son una buena fuente de calcio, si ese elemento se hallara biodisponible; la presencia de oxalatos como sustancias que alteran su disponibilidad no ha sido incluida en este estudio, por lo que se deben tomar con cautela en este sentido. De cualquier forma, el aporte de los vegetales de hoja es aproximadamente el doble respecto a los frutos; cuando comparamos el contenido en fósforo, se aprecian para este elemento menores diferencias entre los productos, y los mayores niveles los exhiben los rizomas de achira, aquí también hay que tener en cuenta que se tratan de valores

totales, que están incluyendo muy probablemente formas de actividad no nutricional, como los fitatos; el hierro, elemento de principal interés nutricional, se halla mas concentrado en los vegetales de hoja, a la vez que es mas fluctuante en los rizomas; el magnesio total se halla principalmente entre las hojas; y de estos valores una porción importante estaría integrando la clorofila; de todos los productos se destaca la verdolaga; que también presenta los mayores niveles de

potasio. La vitamina C es prácticamente constante en los valores medios que muestran los vegetales de hoja, y entre los frutos sobresale el tenor de vitamina C del ñangapirí, este fruto a su vez exhibe el mejor contenido en beta-carotenos. Los niveles inferiores de provitamina A corresponden a la aceituna de monte entre los frutos, y solo presente como trazas en los rizomas.

TABLA 2
Carbohidratos, fibra y pectinas por 100 g de tejido fresco (parte comestible)

Nombre Común	Número de Datos ^a	Almidón g	Azúcares		Fibra Cruda g	Pectinas Totales mg
			Totales g	Reductores g		
Vegetales de Hoja						
Achicoria de monte	8	0.88	0.96	0.69	1.69	n.d.
		1.01-0.70	1.84-0.69	1.74-0.26	2.65-0.75	
Mastuerzo	9	0.45	1.07	0.96	2.33	n.d.
		2.10-0.50	2.3-0.70	1.94-0.52	3.27-1.17	
Verdolaga	14	nd	1.93	1.63	1.30	n.d.
			3.47-1.22	2.96-1.14	1.63-0.95	
Frutos						
Aceituna de monte	12	0.62	9.23	7.86	0.74	494
		0.68-0.60	14.3-5.95	14.0-4.91	1.16-0.39	737-382
Guaraniná	8	nd	10.21	9.94	1.79	271
			11.95-8.2	11.55-7.98	2.46-1.15	559-183
Ñangapirí	8	1.10	8.23	8.10	0.61	244
		1.66-0.78	11.3-4.20	11.2-4.00	0.91-0.28	325-189
Otros Productos						
Achira (raíces)	10	3.93	0.91	0.86	1.69	n.d.
		5.851.97	1.18-0.54	1.18-0.51	2.65-0.75	

Resultados expresados como valor medio y extremos.

a: número de muestras cosechadas y analizadas independientemente

n. d.: No se determinó

TABLA 3
Minerales y vitaminas por 100 g de tejido fresco (parte comestible)

Nombre Común	Número de Datos ^a	Calcio mg	Fósforo mg	Hierro mg	Magnesio mg	Potasio mg	Vit. C mg	β Carotenos mg	Relación calcio/fósforo
Vegetales de Hoja									
Achicoria de monte	6	69.0	28.9	2.57	48.20	259.8	9.88	2.26	2.39
		102.4-44.2	38.5-24.6	2.89-1.99	60.4-32.8	295-187	13.62-5.03	3.03-1.86	3.22-1.58
Mastuerzo	9	172.3	46.0	3.98	46.86	276.16	11.5	4.11	3.73
		334.0-75.2	70.3-21.9	7.42-2.41	76.2-24.0	421.0-169.7	29.2-3.84	9.65-0.89	5.2-2.40
Verdolaga	13	84.2	41.0	3.02	83.3	332	11.0	2.97	2.05
		186.0-41.4	64.4-27.1	5.95-1.20	125.4-51.5	627-185	27.7-5.24	4.80-1.48	3.0-1.5
Frutos									
Aceituna de monte	12	33.20	28.80	0.59	18.01	191.7	9.97	0.135	1.17
		59.3-18.8	39.4-21.60	1.48-0.25	31.3-9.58	369.4-126.0	24.6-3.40	0.167-0.090	2.06-0.78
Guaraniná	8	55.60	22.90	1.33	27.94	200.2	16.40	2.33	2.45
		87.9-40.0	32.5-17.25	2.18-0.41	40.3-13.4	361-146.8	23.3-11.70	5.09-1.56	2.92-1.89
Ñangapirí	8	34.12	32.27	0.84	29.82	213.3	21.50	11.98	1.38
		63.7-17.1	76.3-14.0	1.94-0.52	46.2-21.1	368.0-109.0	31.3-16.40	18.40-6.88	3.3-0.50
Otros Productos									
Achira (raíces)	8	36.35	53.17	0.77	38.47	677.4	5.56	trazas	0.69
		48.8-27.4	75.2-40.0	1.76-0.20	42.5-32.2	868-488	12.2-3.01		0.92-0.54

Resultados expresados como valor medio y extremos.

a: número de muestras cosechadas y analizadas independientemente

Sobre la relación calcio/fósforo vale mencionar que resulta superior a 2.0 para guaraniná y los vegetales de hoja, en tanto que desciende a menos de 1.5 para aceituna de monte y ñangapirí, y finalmente en los rizomas resulta inferior a 1.0.

Debe tenerse en cuenta que en la determinación de ácido ascórbico solo se estima la forma reducida, pero no tiene en cuenta la del ácido dehidroascórbico (que aún posee actividad fisiológica), por lo que ésta sería una causa de la variación del parámetro, ya que el compuesto dosado resulta sumamente lábil con gran tendencia a oxidarse (6).

Mediante estudios del estado nutricional que involucraron a la media de la población argentina, se encontró que mas del 80% del aporte de calcio de la dieta se origina en leche y productos lácteos, y que la ingesta media de este nutriente resulta insuficiente (7), si se tiene en cuenta que la Región que abarca este estudio el consumo de productos lácteos entre la población es muy inferior al consumo promedio del país, se deduce que la carencia se agrava, y que se requieren fuentes alternativas de calcio que permitan paliar esta deficiencia en la región Chaqueña. De la Tabla 3 se puede observar que el calcio se halla en niveles importantes en el mastuerzo, comparado contra los restantes productos de este estudio, y supera ampliamente a otros reportes que involucran productos vegetales tropicales (12), pero a su vez inferiores en nutrientes informados para zonas templadas-frías (9,10).

La especie incluida en nuestro estudio con nombre corriente "aceituna del monte" si bien es exótica y originaria de la India, se ha difundido naturalmente luego de ser introducida por inmigrantes europeos hace un siglo aproximadamente, pertenece al género *Ziziphus* que comprende cerca de un centenar de especies, difundidas primordialmente en Asia Central y Occidental; Europa Meridional, Africa seteptrional y Central, y toda América, donde la especie local consumida por las poblaciones aborígenes desde tiempos precolombinos es el *Z. mistol*, anatómicamente semejante pero más pequeño que el *Z. sativa*.

En las muestras de aceituna del monte hallamos valores ligeramente inferiores de extracto seco que los reportados por Scortichini (8); lo que se refleja en una disminución proporcional de los parámetros que integran el extracto seco, de la muestra tal cual pero que no desmerecen su interesante potencial, ya sea para consumo en fresco o como materia prima para elaborar fruta seca, jaleas, o néctares. En fresco posee un excelente nivel energético que proviene esencialmente de carbohidratos, aunque comparada con otras frutas, las supera en proteína bruta, lípidos y cenizas minerales, junto con un buen nivel de pectinas.

Aún cuando el uso de raíces como recurso alimentario entre las familias indígenas de Canadá ha ido disminuyendo se reconoce su potencial como fuente de nutrientes y su valor

cultural (10)

En el presente estudio las raíces de achira poseen menos energía que las reportadas por la investigación canadiense, diferencia que surge de una mayor contenido de sustancia seca en tales muestras, pero son comparables las proteínas, y superior a todas esas raíces el contenido mineral, expresado mediante las cenizas.

En achira coincide el tenor de calcio total con el de rizoma de trebol, aquí se reportan los niveles mas altos de fósforo total, y los valores de hierro son muy variables, su valor medio se aproxima al de raíces de lupino reportado por Kuhlein (10). Respecto a las vitaminas no hay valores para comparar, dado que no son informados en el estudio de referencia, se ha hallado una media de 6.85 mg de ácido ascórbico por 100 g de producto comestible, pero con amplia variación entre muestras; el beta caroteno solo se ha encontrado a niveles de trazas no cuantificables.

CONCLUSIONES

Se han establecido los parámetros de composición en nutrientes de siete especies vegetales silvestres recolectadas en la denominada región chaqueña de Argentina, y los mismos demuestran que la población puede suplementar sus dietas mediante el consumo de estas especies, los valores medios están acompañados por gran fluctuación de los valores extremos hallados. Otros autores (9,10) también reportan valores fluctuantes explicándose las diferencias por variaciones en cosecha, ubicación geográfica, estación y metodologías de recolección y análisis, o en el otro extremo, se hallan informes donde se expresan únicamente los valores medios de tres submuestras, sin brindar parámetros indicadores de la dispersión de datos (13,14). Este trabajo en general supera la extensión del muestreo cuando se lo compara con otras investigaciones donde solo han tomado réplicas de una o dos muestras verdaderamente independientes.

Los datos aportados por el presente estudio solo resultan indicadores de un posible potencial nutricional de las especies informadas, ya que no se analizaron factores antinutricionales que puedan hallarse presentes.

Se han confirmado trabajos previos, que indicaban que el contenido en energía y nutrientes de productos silvestres resultaba mas alto que el de productos tradicionales cultivados (4,5,9-11).

A partir de esta información se pueden seleccionar los productos mas promisorios para procurar adoptar alternativas de procesamiento mínimo que permitan extender el período de almacenamiento durante los períodos de escasez (12,15-17), a la vez que estimula el continuar la caracterización de otras especies subexplotadas como fuentes suplementarias de nutrientes para uso humano.

AGRADECIMIENTOS

A los directivos y personal del Instituto de Cultura Popular, por su aporte invaluable a la concreción de este trabajo.

REFERENCIAS

1. Cajal JL. "Ajuste estructural, la biodiversidad y el caso del Chaco Argentino". Des Agrof Comun Campesina, 1996; No. 21, 26-29.
2. Coirini R, y P Macagno. "Sistema de uso múltiple en el Chaco semiárido de Salta". Des Agrof Comun Campesina, 1996;No. 26,68-73.
3. Burkart R. "La difícil empresa de manejar el bosque". Des Agrof Comun Campesina. 1996;No. 26,74-81.
4. Rozycki VR, Baigorria CM, Freyre MR, Bernardi CM, Zannier MS y Charpentier M. "Composición de nutrientes en especies vegetales autóctonas de la región Chaqueña, Argentina. Arch Latinoamer Nutr ,Vol. 47.No. 3,265-270,1997.
5. US Dept. of Agriculture. Agricultural Research Service ,"USDA Nutrient Data Base for Standard Reference", Release 13, 1999, USDA Nutrient Data Laboratory Home Page.
6. Bradbury JH, y Singh U. "Ascorbic acid and dehidroascorbic acid content of tropical root crops from the South Pacific". J Food Sci., 1986;vol 51,No. 4.
7. Zeni SN y ML de Portela "Estado nutricional con respecto al calcio en la Argentina". Arch Latinoamer Nutr, 1988;Vol. 38.No. 2 ,209-217.
8. Scortichini M. "Il Giuggiolo (frutti minori)". Rivista di Frutticoltura. 1987;N 9-10 , p.53 -60.
9. Kuhlein HV. "Nutrient values in indigenous wild berries used by the Nuxalk People of Bella Coolla, British Columbia. J Food Composit Analysis, 1989;vol 2, 28-36.
10. Kuhlein HV. "Nutrient values in indigenous wild plant greens and roots used by the Nuxalk People of Bella Coolla,British Columbia". J Food Composit Analysis, 1990;vol 3, 38-46.
11. Berry R. "Tropical fruits and vegetables as potential proteins sources". Food Tech, 1981;Vol.35,No. 11,45-49.
12. Svensen SK, y Standal BR. "Use of tropical vegetables to improve diets in the Pacific Region", Research Series 028,Coll. Trop. Agric. And Hum. Resourc., U. of Hawaii, Nov,1984.
13. Monro JA, Holloway WD, y Lee J. "Elemental analysis of fruit and vegetables from Tonga" J Food Sci., 1986;vol. 51, No. 2,522-523.
14. Holloway WD, Monro JA, Gunsey JC, Pomare EW, y Stace NH. "Dietary fiber and other constituents of some Tongan foods", J Food Sci. 1985;vol. 50,No. 6,,1756-1757.
15. Molina MR, Noguera A, Dary O, Chew F, y Valverde C. "Principales deficiencias de micronutrientes en Centroamérica. Estrategias del INCAP para su control". Food Nutrition A. 1993;No. 7,26-33.
16. Carballo C. "Seguridad Alimentaria: un derecho y un desafío", Des Agrof Comun Campesina, 1996;No. 25,16-21.
17. Okezie BO. "World Food Security: The role of postharvest technology", Food Tech, 1998;Vol.52,No. 1,64-69.

Recibido:09-01-1999

Aceptado:23-11-2000

Composición química de carne de ganado bovino criollo

Norma Farfán, Daniela Juarez, Analía Rossi, Norma Sammán

Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos (CITA) - Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional de Jujuy. Argentina. Instituto Superiores de Investigaciones Biológicas (INSIBIO) – Universidad Nacional de Tucumán. Argentina

RESUMEN. Se determinó la composición proximal en carnes de ganado bovino criollo (CGBC). Para ello se analizaron los siguientes cortes crudos en CGBC: *nalga*, corte ubicado en región femoral; *vacío*, corte ubicado en la región abdominal; *bife ancho*, corte ubicado en la región dorsal; y *paleta*, corte ubicado en el ángulo formado entre los bordes caudales del húmero y la escápula; los cortes mencionados corresponden a los dados por la Junta Nacional de Carnes de la República Argentina. Éstos se tomaron de un lote experimental de animales bovinos criollos ($n = 11$) de la provincia de Jujuy. Se efectuaron comparaciones con datos extraídos de la Tabla Argentina editada por el Instituto Nacional de Nutrición, Buenos Aires, Argentina (1942), en cortes de carne tipo exportación (CTE). De estas comparaciones se infiere que el nivel de proteínas es levemente inferior a la CTE (en el caso de CGBC varía entre $18,44 \pm 0,30$ y $21,06 \pm 0,11$ g/100 g, mientras que en la CTE varían entre 20 y 23,8 g/100 g). El contenido de lípidos en los cortes sin grasa visible es variable ($1,06 \pm 0,01$ y $2,74 \pm 0,61$ g/100g en los cortes de CGBC y 1,4 hasta 8,4 g/100g para los cortes de CTE). El contenido de minerales es semejante (Fe en GBC $2,26 \pm 0,18$ y $2,35 \pm 0,23$ mg/100 g en CGBC, mientras que en la CTE varía entre 3,15 y 3,46 mg/100 g; P en CGBC varía entre 142 ± 10 y 170 ± 11 mg/100g mientras que en CTE varía entre 186 y 213 mg/100g). Estos resultados permiten afirmar que la calidad de la CGBC es muy similar a la CTE en cuanto a sus nutrientes principales.

Palabras clave: Carne bovina, bovino criollo, nutrientes, composición proximal.

SUMMARY. Chemical composition of Creole cattle meat. Proximal composition was determined in meat's Creole cattle (CGBC). For this purpose, four raw cuts of CGBC were analyzed: buttock, flank, loin blade steak, and shoulder blade steak. The mentioned names of the meat cuts come from the National Meat Bureau from the Republic of Argentina. These cuts were taken from an experimental lot of Creole cattle ($n = 11$) in Jujuy province. Comparisons were made with data extracted from Argentine Table of Food Composition, edited by National Nutrition Institute, Buenos Aires, Argentina (1942). The results show that the level of protein is slightly inferior (in the case of CGBC varies between 18.44 ± 0.30 and 21.06 ± 0.11 g/100 g, while in the CTE varies between 20 and 23.8 g/100 g). The content of lipids in the cuts without visible fat is variable (1.06 ± 0.01 to 2.74 ± 0.61 g/100g in the cuts of CGBC and 1.4 to 8.4 for the cuts of CTE). The content of minerals is similar (Fe 2.26 ± 0.18 to 2.35 ± 0.23 mg/100 g in CGBC, while in the CTE varies between 3.15 and 3.46 mg/100 g; Phosphorous varies between 142 ± 10 and 170 ± 11 mg/100 g in CGBC and 186 to 213 mg/100 g in CTE). These outcomes allow to affirm that the quality of CGBC beef is very similar to CTE beef with regard to principal nutrients.

Key words: Bovine meat, Creole cattle, nutrients, proximal composition.

INTRODUCCION

La carne vacuna es una importante fuente de nutrientes en la dieta de la población argentina, principalmente de proteínas, minerales y vitaminas del grupo B. El consumo promedio per cápita nacional en 1996 fue de 59 kg/pers/año (1).

La existencia de cabezas de ganado bovino en el Noroeste argentino representa el 3,2% del total del país (2). Esta región comprende las provincias de Jujuy, Salta, Tucumán, Catamarca, La Rioja y Santiago del Estero. En la provincia de Jujuy, la producción de carne vacuna en 1983 ascendía a 80.000 cabezas y en 1995 se mantuvo prácticamente en un nivel semejante (83.500 cabezas) (3). Estas cifras no cubren las necesidades de consumo y la población prefiere adquirir

carne tipo exportación (CTE) proveniente de la pampa húmeda, asignándole cualidades superiores.

El sistema de ganadería imperante en la zona es el pastajero (4), con animales de raza criolla (raza originada durante un proceso de adaptación de cuatro siglos), cebú y sus cruza, que originó problemas de mala terminación del animal (aspecto y peso), y el consiguiente desprestigio de la raza criolla. Sin embargo, en forma contraria a la creencia generalizada, el ganado criollo presenta características ventajosas, gracias a un proceso de evolución que abarcó cuatro siglos y originó una población que se caracteriza por su adaptabilidad climática y geográfica. Otra cualidad destacable es su mansedumbre, lo que facilita su manejo en condiciones extensivas. Posee una gran capacidad de desplazamiento y requiere menor ingesta de agua, lo que le

permite utilizar amplias áreas de pastoreo. Basándose en sus características genéticas y de comportamiento propios es que se puede definirlo como una raza (5, 6).

En cuanto a la carne tipo exportación (CTE), ésta se produce en gran escala en la Pampa Húmeda, región que comprende las provincias de Buenos Aires, Córdoba, Santa Fe y La Pampa. Las estadísticas demuestran que en el año 1995, la producción ascendió 8.882,5 miles de cabezas faenadas (7).

Actualmente no se dispone en Argentina, de estudios relativos a la caracterización química de diferentes cortes de carne de bovino criollo (CGBC), ni de su comportamiento frente a distintos procesamientos tecnológicos. Por lo tanto, en una primera etapa, el trabajo se orientó hacia un estudio sistemático que caracterizara las cualidades químicas de CGBC y su comparación con carnes CTE de mayor consumo.

El presente trabajo tuvo por objeto comparar la composición centesimal de distintos cortes de CGBC, de producción local, con la de cortes similares de CTE provenientes de la Pampa Húmeda, zona de mayor producción nacional.

MATERIALES Y METODOS

Plan de muestreo

Ante la necesidad de contar con datos perfectamente definidos correspondientes a edad, sexo, peso de res viva y faenada, registro genealógico, etc., de los animales que se analizarían, se recurrió a la colaboración de la Cátedra de Producción Animal de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Jujuy, quienes proporcionaron las muestras de ganado criollo y cribrú (cruza de criollo con cebú), necesarias para los análisis y los datos requeridos.

El lote de animales seleccionado consistía de treinta cabezas de novillos criollos y treinta novillos cribrú de edad promedio dos años y tres meses, el peso promedio de las canales fue de 354 kg, de las cuales once se faenaron en ese momento.

De las muestras disponibles se tomaron tres al azar, dos criollos y un cribrú, cuyo análisis se realizó también con fines comparativos.

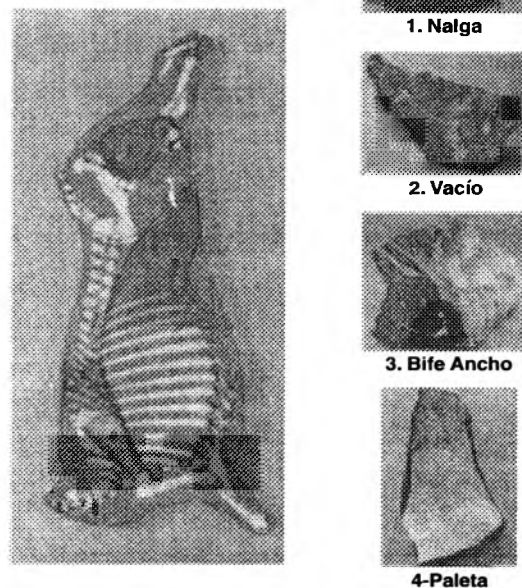
La toma de muestra se inició en el matadero con el marcado de las canales.

Luego del transporte de las carnes a las cámaras frigoríficas, donde permanecieron por espacio de cinco días, fueron despostadas y entregadas al laboratorio.

Los cortes seleccionados fueron cuatro: *nalga*, corte ubicado en región femoral, en la cara interna del muslo; *vacío*, corte ubicado en la región abdominal, integrado por los músculos y fascias que componen la pared abdominal; *bife ancho*, corte ubicado en la región dorsal, abarca las 6, 7, 8 y 9° vértebras torácicas y el extremo espinal de las

correspondientes costillas; y *paleta*, corte ubicado en el ángulo formado entre los bordes caudales del húmero y la escápula, compuesto por los músculos distales de la carnaza de paleta (8) (Figura 1). Se tomó como base para su selección el elevado consumo de los mismos en la región.

Figura 1 - Cortes ganado vacuno



Preparación de las muestras

Una vez arribadas las CGBC y cribrú al laboratorio, se procedió a la disección de los cortes para separar la grasa visible y el hueso a fin de calcular el porcentaje de grasa visible y fracción utilizable (9). El grado de extracción de la grasa fue exhaustivo.

Los cortes fueron trozados y posteriormente reducidos en una procesadora doméstica (Procesadora Moulinex, 750 W), teniendo la precaución de incorporar los residuos del jugo de la carne para minimizar las pérdidas. Inmediatamente se pesó para la determinación de humedad. Una parte de muestra fresca se reservó para determinación de lípidos. Estas muestras fueron colocadas en bolsas de polietileno, rotuladas y llevadas a congelador para su análisis posterior.

Las determinaciones de minerales, proteínas y cenizas se realizaron sobre muestras secas.

Determinación de composición centesimal

Todos los cortes se analizaron por duplicado. En los análisis de composición centesimal se usaron métodos oficiales de la AOAC (10) y otros según se detalla a continuación:

Preparación de la muestra (10.a), determinación de humedad (10.b), mediante la utilización de una estufa de vacío (marca: Shell Lab, modelo 1410) a T= 80 °C y presión de vacío de 96,5 mm de Hg; determinación de nitrógeno total, por el método de Kjeldhal y proteínas (10.c), utilizando un factor de conversión de 6,25 característico para las carnes, determinación de cenizas (10.d) (Temperatura de mufla 550°C durante 8 horas) determinación de lípidos (11), utilizando como solventes una mezcla cloroformo/metanol según la técnica de Bligh and Dyer, determinación de fósforo (12), por el método colorimétrico a $\lambda = 820$ nm, determinación de otros minerales (13), previa suspensión de las cenizas con HNO₃. Los valores energéticos se calcularon usando los factores de 4 kcal/g para proteínas y 9 kcal/g para lípidos (14). El factor de conversión de kcal a kJoule utilizado es de 4,186.

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados estadísticamente mediante ANOVA, mediante un diseño multivariado. Se analizaron los efectos individuales y las interacciones entre cortes y razas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados obtenidos se expresan como promedio \pm desviación estándar (SD).

En la Tabla 1 se muestra los rendimientos promedio determinados a partir de los pesos antes y después de la faena de GBC y cribú. Los valores obtenidos representan índices normales de rendimiento.

En la Tabla 2 se muestra los valores de fracciones utilizables de los cortes de CGBC y cribú.

En la Tabla 3 se presenta los resultados obtenidos de composición proximal de los diferentes cortes crudos y sin grasa visible, con sus correspondientes desviaciones estándares.

TABLA 1
Rendimientos de faena de ganado bovino criollo y cribú

Raza	Rendimiento (%) = (peso faenado/peso vivo) x 100
Cribú	57,2 \pm 1,2
Criollo	54,9 \pm 1,7

TABLA 2
Fracción utilizable de cortes de carne de ganado bovino criollo y cribú

Corte	Raza					
	Criollo			Cribú		
	Grasa visible (%)	Hueso (%)	Fracción Utilizable (%)	Grasa visible (%)	Hueso (%)	Fracción utilizable (%)
Nalga	4,9	—	95,1	8,1	—	91,9
Vacío	23,7	—	76,3	20,8	—	79,1
Bife Ancho	9,8	22,4	67,8	8,8	19,8	71,4
Paleta	5,9	21,9	72,2	7,7	10,6	81,7

TABLA 3
Composición centesimal de cortes crudos de carne de ganado bovino criollo (CGBC), cribú y carne tipo exportación (CTE)

Raza	Corte	Humedad (g/100g)	Proteínas (g/100g)	Lípidos (g/100g)	Cenizas (g/100 g)	Valor Energético (kcal/100g) (kJ/100g)	
Cribú	Nalga	74,42 \pm 0,23a	19,51 \pm 0,01a	2,07 \pm 0,34b	1,14 \pm 0,02a	97	405
Criollo	Nalga	74,44 \pm 0,16a	20,92 \pm 0,78ab	1,06 \pm 0,01a	1,09 \pm 0,01a	93	388
CTE	Nalga	75,3a	21,2ab	1,4a	—	97	406
Cribú	Vacío	75,29 \pm 0,13a	18,42 \pm 0,02a	2,17 \pm 0,06b	1,06 \pm 0,02a	92	387
Criollo	Vacío	75,32 \pm 1,29a	20,38 \pm 2,15a	2,51 \pm 0,26b	1,03 \pm 0,03a	101	424
CTE	Vacío	66,5b	23,8b	8,4d	—	171	715
Cribú	Bife ancho	71,59 \pm 0,45a	20,69 \pm 0,03a	2,20 \pm 0,05b	1,18 \pm 0,01a	102	426
Criollo	Bife ancho	72,16 \pm 0,40a	21,06 \pm 0,11ab	2,52 \pm 0,50b	1,07 \pm 0,03a	109	458
CTE	Bife ancho	71,6a	20a	4c	—	116	486
Cribú	Paleta	76,42 \pm 0,40a	18,99 \pm 0,27a	3,38 \pm 0,06bc	1,02 \pm 0,01a	106	442
Criollo	Paleta	75,80 \pm 0,25a	18,44 \pm 0,30a	2,74 \pm 0,61b	1,02 \pm 0,02a	98	412
CTE	Paleta	72a	21ab	1,4a	—	138	578

Los valores seguidos de letras iguales no presentan diferencias significativas entre ellos ($\alpha = 0,05$).

Del análisis de los resultados se deduce que en el caso de la CGBC, la diferencia porcentual en el contenido de humedad es de 4,82% entre los dos valores extremos 75,80±0,25 en el corte de paleta y 72,16±0,40 en el corte de bife ancho. En cuanto al contenido de proteínas la diferencia es del orden del 12,44% siendo en este caso los valores extremos 21,06±0,11 en el corte de bife ancho y 18,44±0,30 en la paleta. En cambio, el contenido de lípidos es muy variable según el corte considerado, siendo la diferencia extrema del orden del 61% entre los cortes de nalga (1,06±0,01) y paleta (2,74±0,61).

Se efectuaron comparaciones entre los cortes de CGBC y CTE. Para el corte de nalga, las diferencias encontradas entre los contenidos de humedad de la CGBC y la CTE no son significativas ($P < 0,05$), mientras que el contenido de proteínas es muy similar. Los contenidos de lípidos presentan mayores diferencias, siendo 32% superior en el caso del corte de nalga CTE.

Para el corte de vacío, existen diferencias significativas ($P < 0,05$) en el contenido de humedad, proteínas y lípidos,

siendo la primera superior en 11,7% y los dos últimos inferiores en 16,7% y 234% respectivamente para la CGBC.

En el caso del corte Bife ancho, sólo existen diferencias significativas ($P < 0,05$) en el contenido de lípidos del orden 58,7 % superior para la carne CTE comparada con la carne CGBC. Este valor (4 g/100g) es superior al citado por otros autores en otras regiones de Latinoamérica para el corte de bife ancho en animales mestizos (2,90±1,04 g/100g) (15).

En el corte de paleta existen diferencias significativas ($P < 0,05$) en el contenido de proteínas, del orden del 13,8% superior para la carne CTE y en los lípidos del orden del 48,9% superior para la carne CGBC.

Los contenidos de cenizas son muy similares en todos los casos, sin diferencias significativas.

En la Tabla 4 se presentan los resultados obtenidos en la determinación de minerales (fósforo, hierro, calcio, magnesio y cinc) de muestras crudas. No se disponen de datos para el corte de paleta CTE en la Tabla editada por el Instituto Nacional de la Nutrición.

TABLA 4
Contenido de minerales en cortes crudos de carne de ganado bovino criollo (CGBC),
cribú y carne tipo exportación (CTE)

Raza	Corte	mg/100 g				
		Fe	Ca	P	Mg	Zn
Cribú	Nalga	2,55 ± 0,07a	2,49 ± 1,01a	186 ± 5b	20,15 ± 2,61a	3,91 ± 2,87a
Criollo	Nalga	2,26 ± 0,18a	7,80 ± 8,34c	170 ± 11b	22,04 ± 3,09ab	4,05 ± 2,13ab
CTE	Nalga	3,46a	3a	186b	—	—
Cribú	Vacío	2,85 ± 0,38a	2,98 ± 1,08a	216 ± 11c	25,38 ± 3,78b	4,96 ± 1,87ab
Criollo	Vacío	2,33 ± 0,31a	6,85 ± 6,54c	142 ± 10a	21,09 ± 2,94a	6,15 ± 3,04c
CTE	Vacío	3,15a	2a	213c	—	—
Cribú	Bife ancho	2,02±0,03a	9,77±0,47cd	213±10c	25,11±4,07b	5,85 ± 2,45bc
Criollo	Bife ancho	2,31 ± 0,40a	11,16 ± 4,33d	169 ± 8a	26,35 ± 3,56b	4,97 ± 2,98ab
CTE	Bife ancho	3,18a	2a	188b	—	—
Cribú	Paleta	2,34 ± 0,06a	4,59 ± 0,15bc	204 ± 7c	27,12 ± 4,16b	7,16 ± 3,67c
Criollo	Paleta	2,35 ± 0,23a	9,39 ± 8,15cd	146 ± 3a	24,17 ± 3,88ab	6,63 ± 3,01c

Los valores seguidos de letras iguales no presentan diferencias significativas entre ellos ($\alpha = 0,05$)

El análisis estadístico revela que no existen diferencias significativas tanto entre cortes como entre razas, con una probabilidad del 95%, para el caso del contenido de hierro. En el contenido de Ca existen diferencias significativas tanto entre cortes como entre razas, siendo superior en el caso del corte de nalga CGBC comparado con nalga CTE en un 67,7%. En el corte de vacío es superior en un 242% para el corte de CGBC. Los contenidos de Zn y Mg son ligeramente superiores en los CTE. El contenido de P presenta diferencias significativas ($P < 0,05$) entre razas y entre cortes.

CONCLUSIONES

Comparando los valores de nivel de humedad, proteínas y lípidos encontrados para la carne de ganado bovino criollo y los informados por el Instituto Nacional de la Nutrición en Argentina correspondientes a carne tipo exportación, se puede concluir que la carne de los animales del noroeste argentino, presenta composición similar la de consumo habitual, proveniente de la Pampa Húmeda, donde el clima, la geografía y las técnicas de manejo son completamente diferentes.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la colaboración de las siguientes personas:
Ing. Marcelo Sánchez Mera y su equipo de la Cátedra de Producción Animal II de la Facultad de Cs. Agrarias quienes proporcionaron las muestras y datos requeridos sobre las CGBC.

Lic. Alberto Andrade, investigador del Instituto de Biología y la Altura - UNJu, quien participó en el análisis estadístico de los resultados.

A la Secretaría de Ciencia y Técnica y Estudios Regionales de la UNJu, que realizó los aportes económicos necesarios para la concreción de este trabajo.

REFERENCIAS

1. Industria Alimenticia. Cárnicos en Latinoamérica. El panorama de la industria cárnica en varios países de América Latina. 1998; Vol 9, N° 5, pág. 28 - 32.
2. Consejo Federal de Inversiones. NOA Región Noroeste Argentino. Provincias del NOA. Año 1997 (Pág. 25).
3. "Características Naturales, Agrícolas, Ganaderas y Forestales de la Provincia de Jujuy". Dirección General de Recursos Naturales Renovables. Gobierno de Provincia de Jujuy 1995.
4. Arzeno JL. Segundas Jornadas Nacionales de Ganado Bovino Criollo. "Las dos ganaderías de Salta y Jujuy". 1989.
5. Sal Paz F. Segundas Jornadas Nacionales de Ganado Bovino Criollo. "El ganado bovino criollo, definición y características". 1988.
5. Garriz CA. Segundas Jornadas Nacionales de Ganado Bovino Criollo. "Calidad de Res y Carne de Novillos de Raza Criolla Argentina y sus Cruzas con Aberdeen Angus." Asociación Argentina de Criadores de Ganado Bovino Criollo. 1988.
7. "Nomenclador Argentino de Carnes". Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria (SENASA). Secretaría de Agricultura Pesca y Alimentación. Buenos Aires. 1999.
8. "Estadística de productos industriales". INDEC. Marzo 1996. Página 7.
9. Moss M, Holden JM, et al. "Nutrient composition of fresh retail pork"- Journal of food science. 1983;Vol 48.
10. "Official Methods of analysis of AOAC International". 16th Edition.- Arlington, USA. (1995)
- 10a. Método AOAC 39.1.01 o método oficial 983.18
- 10b. Método AOAC 39.1.02 o método oficial 950.46.B
- 10c. Método AOAC 39.1.15 o método oficial 928.08
- 10d. Método AOAC 48.02 o método oficial 968.08
11. Bligh EG and Dyer WJ. "A rapid method of total lipid extraction and purification"- Canadian Journal of Biochemistry and Physiology- National Research Council of Canada 1959; Volumen 37 - N° 8.
12. Osborne DR y Voegt P. "Análisis de los nutrientes de los alimentos"- Ed. Acribia. Zaragoza. España. Sección 6.8.1986.
13. Método AOAC 965.09 o Método oficial 2.6.01.
14. Merrill AL, Watt BK. "Energy Value of foods" - Agriculture Research Service. United States Department of Agriculture. Agriculture Handbook N° 74. 1973.
15. Soján Uzcátegui B, Nelson Huerta-Leidenz, Lilia Arenas de Moreno, Gilberto Colina, Nancy Jerez-Timaure. Contenido de humedad, lípidos totales y ácidos grasos del músculo longissimus crudo de bovinos en Venezuela. Arch Latinoamer Nutr 1999; 49: 171-180.

Recibido:06-11-1999

Aceptado:13-10-2000

Nutritional composition and vitamin C stability in stored camu-camu (*Myrciaria dubia*) pulp

Karin Cristiane Justi, Jesuá Vergílio Visentainer, Nilson Evelázio de Souza and Makoto Matsushita

Department of Chemistry - State University of Maring. Maringá - Paraná - Brazil

SUMMARY. Camu-camu (*Myrciaria dubia*), a native fruit of the Amazon region, is one of the richest sources of vitamin C (2.4 to 3.0g/100g in the pulp) found in Brazil. The purpose of this work was the physical-chemical characterization of some nutrients and the valuation of vitamin C stability in stored camu-camu pulp, produced by the Agronomic Institute of Paraná (IAPAR), Paraná State, Brazil. The vitamin C determination was made by titration with potassium iodate. The fruit produced in Paraná State, presented a lower content of vitamin C than the one native of the amazon region, possibly due to the different development conditions of the plant, and consequently of the fruit, as well as the climatic variation, the humidity and the characteristics of the soil. Regarding the vitamin C stability in stored (-18°C) camu-camu pulp, a considerable decrease in its concentration until the 28th day was observed lost 23% (from 1.57 to 1.21g/100g), staying approximately the same until the end of the experiment. After 335 days of storage, the content found was of approximately 1.16g/100g of pulp, the ascorbic acid losses amounted to 26%. This content was still higher than the one found for most fruits that are good sources of this vitamin.

Key words: Camu-camu, *Myrciaria dubia*, vitamin C, stability.

RESUMEN. Composición nutricional y estabilidad de la vitamina C en la pulpa de camu-camu (*Myrciaria dubia*) almacenada. El camu-camu (*Myrciaria dubia*), fruta nativa de la región Amazónica, es una de las fuentes mas ricas de vitamina C (de 2,4 hasta 3,0g/100g de pulpa) en Brasil. Este trabajo tuvo por objeto la caracterización físicoquímica de algunos nutrientes y la evaluación de la estabilidad de la vitamina C en la pulpa de camu-camu producida por el Instituto Agronómico de Paraná (IAPAR), Estación Experimental de Morretes (PR), Brasil. La determinación de vitamina C se realizó por titulación com iodato de potasio. La fruta cultivada en el estado de Paraná, presentó menor cantidad de vitamina C que la nativa de la región Amazónica, posiblemente, debido a las diferentes condiciones para el desarrollo de la planta y, consecuentemente de la fruta, así como la variación climática, humedad y características del suelo. Con relación a la estabilidad de la vitamina C en la pulpa almacenada en congelador a -18°C, se pudo observar una disminución considerable (23%) en su concentración hasta el 28º día (de 1,57 hasta 1,21g/100g), permaneciendo constante hasta el fin del experimento. Después de 335 días de almacenaje, la cantidad encontrada fue de 1,16g/100g de pulpa, indicando una pérdida de 26%, siendo esta cantidad aún superior a la encontrada en la mayoría de las fuentes de esta vitamina. **Palabras clave:** Camu-camu, *Myrciaria dubia*, vitamina C, estabilidad.

INTRODUCTION

Camu-camu, caçari or araçá d'água (*Myrciaria dubia*), native of the Amazon region, is a bush or small tree, which belongs to the Myrtaceae family (1). In its native environment, it can reach up to about four to eight meters of height (2), and it can stay up to six months submerged in water (3), therefore it grows naturally in the floodplain area (2,4,5). Besides the Amazon, the specie is found in Pará and Rondônia States (Brazil) and in Peru, Venezuela and Colombia (6).

Its great economical potential resides in the fact that it is an excellent source of vitamin C (ascorbic acid), 2,400 to 3,000mg/100g have been quantified in the pulp and getting up to 5,000mg/100g in the peel (7). Therefore, camu-camu, which is practically ignored by the Brazilians, is one of the richest sources of vitamin C, which content is higher than acerola (6,8).

The vitamin C deficiency, know as scurvy causes many changes in the skin and gums, such as small hemorrhages. During the fifteenth and sixteenth centuries, it was observed that the disease scurvy developed during long sea voyages when few fruits and vegetables were eaten. British scientists later discovered that lime juice cured the scurvy (9-11).

Using its antioxidant capabilities, vitamin C can reduce the formation of carcinogenic nitrosamines in the stomach, minimize destruction of vitamin A, and also keep the folate coenzymes intact to prevent their destruction (10,12). Probably the most role of vitamin C is in developing the structural integrity of the three protein chains that are eventually woven together like a rope to form the fibrous protein called collagen (10,13). Vitamin C also improves iron absorption and is involved in synthesizing certain hormones and neurotransmitters (13).

There are three camu-camu species, which are very

similar, two of them (*Myrciaria spp*) are found close to rivers of clear water, and the vitamin C content is smaller than the one of the specie from dark water (*Myrciaria dubia*) (3). The fruit presents a rose or red coloration and purple in its final period of maturation, it possesses a diameter of 10 to 32mm (1), could weigh from 2.2 to 13.5g. The peel and the pulp correspond to 80% of the weight of the fruit (6).

Its consumption is restricted due to its high acidity (7), however, it has an excellent use in the preparation of jellies, juices, ice creams, liqueurs, wines and it can still be used in the enrichment of other foods (4,14).

The purpose of this work was the physical-chemical characterization of some nutrients, the processing, the storage and the vitamin C stability in camu-camu pulp, produced by the Agronomic Institute of Paraná (IAPAR), Experimental Station of Morretes (Paraná State, Brazil); which has been developing experiments with the fruit, with the objective of adapting it to the conditions of the region.

MATERIALS AND METHODS

Sampling

The camu-camu fruits used in this experiment proceeded from the Experimental Station of Morretes of the Agronomic Institute of Paraná, Curitiba section, (Paraná State, Brazil), 1998-1999 production. Camu-camu fruits, were separated in three different maturation levels, denominated unripe, half-ripe and ripe, being determined in the pulp the vitamin C contents.

The fruits in different maturation levels were triturated in a liquefier and hulled in a sieve with 25 mesh, the bagasse (seeds and hull) was discarded. The integral pulp was packed in glass flasks with a 10 mL capacity and submitted storage at -18°C, and the analyses were periodically accomplished the vitamin C content.

Methods

Moisture, ash and crude fiber were determined by gravimetric methods, as it is described by Cunniff (15).

The determination of the vitamin C contents were done weighing approximately 100 mg of pulp of camu-camu and adding 10 mL of sulfuric acid 20% (v/v). After homogenization, the mixture was filtered. To the filtered was added 1.00 mL of potassium iodide 0.1 mol/L and 1.00 mL of 1% (w/v) starch solution. Then the solution was titrated with potassium iodate 0.01 mol/L according to the method described on Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (16).

The minerals were determined by atomic absorption spectrometry, as it is described by Cunniff (15).

The protein was obtained by the semi-micro Kjeldahl method, as it is described by Silva (17).

The lipids were extracted from pulp using Soxhlet extractor and the content was determined gravimetrically. Methyl ester were prepared by transmethylation according to the procedure of the ISO (18), using KOH 2mol/L in methanol and n-heptane. Fatty acids methyl esters (FAME) were analyzed using a Shimadzu 14A (Japan) gas chromatograph equipped with flame ionization detector and fused silica capillary column (50m, 0.25mm and 0.20mm of Carbowax 20M). Column temperature was programmed at 10°C/min from 150-240°C. The injection port and detector were maintained at 220°C and 245°C, respectively. Carrier gas was hydrogen(1.2mL/min) and the make-up gas was nitrogen (30mL/min). The split used was 1:100. Identification of fatty acids was made by comparing the relative retention times of FAME peaks from samples with standards from SIGMA (USA). The peak areas were determined by the CG-300 computing integrater (CG Instruments, Brazil). Data were calculating as normalized area percentages of fatty acids.

RESULTS AND DISCUSSION

From Table 1, it can be observed that camu-camu in its unripe level of maturation, presented the largest vitamin C content, possibly due to biochemical transformations of the ascorbic acid during the maturation process.

TABLE 1
Vitamin C content in camu-camu pulp at the three different levels of maturation

Maturation levels	Vitamin C (g/100g of Pulp) ¹
Unripe	1.49±0.03
Half-ripe	1.40±0.04
Ripe	1.38±0.01

¹Results of analyses in triplicate of three samplings.

These differences were also observed in acerola at the different maturation levels: unripe (4.89g/100g of pulp); half-ripe (3.93g/100g of pulp) and ripe (1.79g/100g of pulp) (19).

The vitamin C contents obtained from camu-camu produced in Paraná state, were lower than those of the fruits from the Amazon region presented by Roque (6), which varied from 2.40 to 3.00g of vitamin C for 100g of pulp.

Table 2 presents the results obtained in the determination of some nutrients of camu-camu pulp, from random samplings. The camu-camu presented a high value for moisture compared to acerola (19).

TABLE 2
Composition of camu-camu pulp (g/100g)

Components	Contents ¹
Moisture	94.1±0.1
Protein	0.4±0.0
Ash	0.3±0.0
Crude fiber	0.1±0.0
Lipids	0.2±0.0
Carbohydrate	3.5 ²
Vitamin C	1.41±0.02

¹ Results of analyses in triplicate of three samplings.

² Estimated by difference.

In Table 3, the contents of some minerals found in acerola are presented (19), as well as the results obtained for camu-camu. It can be observed from Table 3, that the sodium, calcium, potassium, manganese, zinc and copper contents found in camu-camu, were higher than the ones founded in to acerola (19). However, the iron, magnesium, cadmium and lead contents were lower in relation to the contents found in acerola. The cobalt content was of 0,1mg/kg, while chrome was not detected by the method used.

TABLE 3
Content of some minerals in acerola and in camu-camu pulp (mg/kg)

MINERALS	Acerola ¹	Camu-camu ²
Sodium	69.8	111.3±4.3
Potassium	280.4	838.8±36.2
Calcium	132.2	157.3±4.4
Iron	5.5	5.3±0.4
Magnesium	145.7	123.8±8.7
Manganese	7.5	21.1±1.1
Zinc	1.9	3.6±0.1
Chrome	-	ND ³
Copper	0.2	2.0±0.2
Cobalt	-	0.1±0.0
Cadmium	0.2	0.01±0.00
Lead	0.4	0.2±0.0

¹ According to Visentainer, Matsushita, Souza and Vieira (19).

² Results of analyses in triplicate of three samplings *in natura* pulp.

³ Not detected.

In Table 4, the composition in fatty acids of camu-camu

pulp is presented.

Most of the fatty acids detected were polyunsaturated (PUFA) with 52.5%, followed by the saturated (SFA) with 35.7%, and the monounsaturated (MUFA) with 11.8%. The Table 4 also shows that tricosanoic and stearic acid are the most predominant saturated acids, with 11.9% and 10.0%, respectively. PUFA α - and γ -linolenic acids with contents of 16.0% and 9.3%, respectively. The α -linolenic acid comprised the greatst proportion of the fatty acids detected. The eicosapentaenoic acid (EPA), was founded in a considerable content (7.0%), considering that it is an acid found commonly in fish oils and sea animals. The analysis of the fatty acids obtained from camu-camu showed that they are of higher quality that obtained from acerola (19).

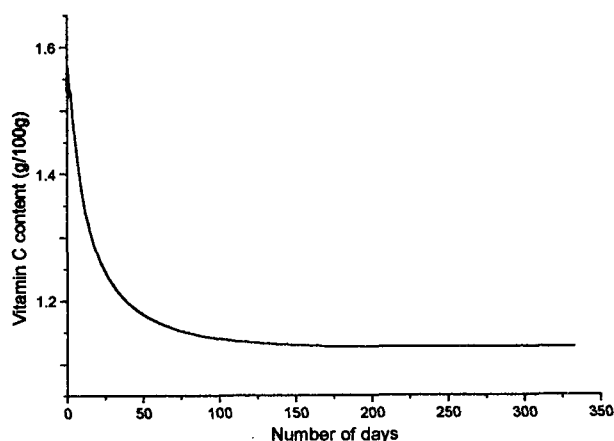
TABLE 4
Composition in fatty acids of camu-camu pulp¹

Fatty acid	Percentage in total lipids
C13:0 (Tridecanoic)	7.2±1.2
C16:0 (Palmitic)	6.6±0.6
C18:0 (Stearic)	10.0±0.7
C18:1 ω 9 (Oleic)	11.8±0.5
C18:2 ω 6 (Linoleic)	9.7±0.4
C18:3 ω 6 (γ -Linolenic)	9.3±0.2
C18:3 ω 3 (α -Linolenic)	16.0±0.7
C20:2 ω 6 (Eicosadienoic)	10.5±0.5
C20:5 ω 3 (EPA)	7.0±0.1
C23:0 (Tricosanoic)	11.9±0.7

¹ Results of analyses in triplicate of three samplings.

Figure 1 show the results from evaluation of the vitamin C stability (ascorbic acid), which showed small variations, instead of being one of the nutrients most sensitive to oxidation. It can still be noticed, that the largest variations occur in the first 28 days of the analysis. This fact can be explained considering a possible oxidation, caused by the presence of oxygen in the flasks in which the pulp was stored. These flasks were sealed without the elimination of oxygen, in the attempt of reproducing the conditions in which the product is usually conserved. Visentainer, Vieira, Matsushita and Souza (20) working with Barbados cherry stored in freezer, observed losses of 1.30% of vitamin C in pasteurized samples at end of 40 days. In this work, for the same time storage the vitamin C loss for samples *in natura* was of approximately 23%. The vitamin C content, during the storage of the camu-camu decreased to 1.16g/100g (26% of loss) up to 100 days, being constant until the end of the storage.

FIGURE 1
Vitamin C stability in stored camu-camu pulp



CONCLUSIONS

Camu-camu it is a natural source of vitamin C. Regarding the vitamin C, it can be observed that the camu-camu produced in Paraná state presented a smaller content than the one native of the Amazon region, possibly due to the different conditions of development of the plant, and consequently of the fruit, as well as the climatic variation, the humidity and the soil characteristics, that might also have influenced the results obtained for the minerals.

Concerning the vitamin C stability in the frozen camu-camu pulp, it can be said that there was a decrease in its concentration until the 28th day, staying approximately constant from the end of the experiment, and after 335 days of storage, the content was approximately 1.16g for 100g of pulp. This content was higher than the one found for most fruits that are sources of this vitamin.

The composition in fatty acids is important from the nutritional point of view, camu-camu possesses a high PUFA/SFA ratio, and therefore a high PUFA percentage. However, camu-camu does not present a significant lipids content.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors are grateful to CNPq and CAPES for financial support, and IAPAR for providing of the camu-camu samples analysed in this work.

REFERENCES

1. INPA - Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. Camu-camu, uma fonte de vitamina C natural. Informativo INPA,1996.
2. Luduwig MM. A superfruta da Amazônia. *Natureza*1997;12:44-45.
3. Villela G, Souza W. Camu-camu, a fonte brasileira de vitamina C. *Manchete Rural* 1996;112(9):21-24.
4. Palmeira M (Ed). Amazônia planta frutas nativas. *Toda Fruta* 1986;1(1):28-30.
5. Luduwig MM. A nova rainha da Vitamina C. *Saúde*1996;148:14-23.
6. Roque P (Ed). O camu-camu. *Manchete Rural* 1994;88(7):47-47.
7. Flores WBC (Ed). Fruteiras diversas - a importância econômica do camu-camu. *Toda Fruta* 1998;3(1):36-37.
8. Nejme RE. O rei da vitamina C. *Saúde* 1994;124:04.
9. Goodman LS, Gilman GA, Gilman A, *As bases farmacológicas da terapêutica*. 8 ed., Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1991.
10. Silva SLA, Ferreira, GAL, Silva, RR. À procura da vitamina C. *Química Nova na Escola* 1995;2:31-32.
11. Zanini AC. *Farmacologia aplicada*. 3 ed., São Paulo: Atheneu, 1985.
12. Mercatelli R. *Supervitamina C*. *Saúde* 1998;178:22-32.
13. Corte-Elutério RM, Salgado JM. Estabilidade do ácido ascórbico em suco congelado de acerola (*Malpighia glabra* L.) durante o armazenamento. *Boletim do CEPPA* 1997;15(2):101-112.
14. Cavalieri I. Cor e gosto das fruteiras. *Manchete Rural* 1993 abril;72(6):28-31.
15. Cunniff PA (Ed). *Official Methods of Analysis of AOAC International*. 16th ed. Arlington: Association of Official Analytical Chemists, 1998.
16. IAL - Instituto Adolfo Lutz. *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz*. 2 ed., São Paulo: IAL 1985;1.
17. Silva DJ. *Análise de Alimentos. Métodos Químicos e Biológicos*. Viçosa: Imprensa Universitária da UFV 1981.
18. ISO - International Organization for Standardization. Animal and vegetable fats and oils - Preparation of methyl esters of fatty acids. In: *International Standard ISO*. Genebra: ISO, 1978;5509-78.
19. Visentainer JV, Matsushita M, Souza NE, Vieira OA. Caracterização físico-química da acerola *Malpighia glabra* L. produzida em Maringá, Paraná, Brasil. *Arch Latinoam Nutr.* 1997;47(1):70-72.
20. Visentainer JV, Vieira OA; Matsushita M, Souza NE. Vitamin C in Barbados cherry *Malpighia glabra* L. pulp submitted to processing and to different forms of storage. *Arch Latinoam Nutr.* 1998;48(3):256-259.

Recibido:07-09-1999

Aceptado:02-08-2000

Análisis comparativo proximal y de minerales entre carnes de iguana, pollo y res

Lilia Arenas de Moreno, Argelis Vidal, Diana Huerta-Sánchez, Yannellys Navas,
Soján Uzcátegui-Bracho y Nelson Huerta-Leidenz

La Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela

RESUMEN. Se estudió la composición proximal (g/100g) y el contenido de algunos minerales (mg/100g) en carne cruda de especies diferentes (n = 20/especie). La carne de iguana (*Iguana iguana*) se obtuvo de ejemplares enteros capturados en finca. Muslos y pechugas, exentos de piel, conformaron las muestras de carne de pollo, mientras que bistés de *longissimus dorsi* de reses bovinas de varios tipos raciales, representaron la carne de vacuno. Se utilizó un diseño completamente al azar, siendo la especie la única fuente de variación. Los resultados del análisis de varianza por cuadrados mínimos, indicaron que la especie afectó significativamente todas las variables estudiadas ($p < 0.05$). El promedio de humedad en carnes de iguana y pollo, fue similar (74.7 y 74.9%) y superior a la de vacuno (73.0%) ($p < 0.01$). El mayor contenido medio de proteína ($p < 0.05$) se obtuvo en la carne de vacuno (22.3%); la carne de iguana, tuvo un valor intermedio (20.8%). El contenido de grasa en carne de pollo (7.75 ± 0.20 g/100g) fue superior al de las especies restantes ($p < 0.01$). La carne de iguana presentó un contenido porcentual mayor de cenizas ($p < 0.05$) y de todos los minerales individuales, a excepción de K y Zn, los que se concentraron más en carne de vacuno ($p < 0.05$). No hubo diferencias entre las carnes de pollo y vacuno para los contenidos de Mg, Na, Cu y Mn. Se concluye que la carne de iguana constituye una fuente alterna de proteína y minerales frente a las de especies tradicionales.

Palabras clave: Carne, iguana, pollo, res, análisis proximal, minerales.

SUMMARY. Comparative proximate and mineral analysis of iguana, poultry and beef meats. Raw meat samples from iguana, poultry and beef cattle specimens were used to compare proximal (g/100g) and mineral (mg/100g) composition. Iguana meat was obtained by dissecting whole specimens (*Iguana iguana*) captured at a ranch (n=20). Thighs and breasts were separated from broiler (either chilled or frozen) carcasses (n=20), and deboned to represent chicken meat samples, whereas 2.5-cm-thick *longissimus* (ribeyes) steaks were removed from carcasses and frozen to represent beef of several breed types (n=20). The one-way analysis of variance performed by the least squares method (LS Means) showed specie affected significantly ($p > 0.05$) all composition variables under study. Moisture content did not differ between iguana and chicken meats (74.7 y 74.9%, respectively) whereas beef samples had the lowest water content (73%) ($p < 0.01$). LS means for protein content showed beef samples (22.3%) were highest ($p < 0.05$) in this nutrient, iguana meat being intermediate (20.8%). Chicken meat presented the highest amount of total lipids (7.75 ± 0.20 g/100g) ($p < 0.01$) followed by iguana (3.49 ± 0.12 g/100g) and beef (2.57 ± 0.20 g/100g). Ash and most individual minerals were more concentrated in iguana meat, except for K and Zn that were more abundant in beef samples. Non-significant differences in Mg, Na, Cu or Mn contents were detected between chicken and beef samples. It was concluded that iguana meat could be an alternate source of protein and minerals as compared to those of traditional meat species.

Key words: Meat, iguana, chicken, beef, proximate analysis, minerals.

INTRODUCCION

La iguana (*Iguana iguana*) es considerada una especie con potencial para la zootecnia comercial, principalmente por su producción de carne, la cual tiene un alto valor comercial en el mercado nacional (1). Es común en Venezuela referir a la carne de iguana como muy parecida a la del pollo. Las Tablas de Composición de Alimentos de Venezuela del Instituto Nacional de Nutrición (INN) (2) indican valores para algunos nutrientes de carnes de res, pollo e iguana. Sin embargo, estos datos se nutren de trabajos independientes, donde no se hace una comparación simultánea de las

muestras de las especies de interés. Para la carne de res, se reportan solamente los valores proximales y de Ca, Mg y Fe de algunos cortes, pero están ausentes algunos minerales de creciente interés nutricional como el Mg, Zn, Cu, Na, K, entre otros (2). La misma deficiencia de información está presente para otras especies de consumo en Venezuela.

Aparte de los datos aportados por el INN (2), en la literatura consultada no se encontraron trabajos generados en Venezuela sobre la composición de nutrientes, especialmente minerales, de la carne de iguana, a pesar de ser un alimento de venta popular en el medio rural y restaurantes suburbanos de la nación. Según Pabón (3) en el

campo colombiano también se aprecia la carne de iguana por su exquisitez y valor nutritivo, y según este autor es superior a la de "gallina", la de cerdo y la de res, ya que presenta poca grasa y contiene proteína de alta calidad. Sin embargo, Pabón (3) no estableció proporciones ni citó las cifras (g/100 g de carne fresca o cocida) para demostrar las ventajas-en valor nutritivo de la iguana con respecto a otras especies tradicionales.

En el ámbito latinoamericano, la Tabla de Composición de Alimentos para Uso en América Latina del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP) (4) reporta cifras sobre la composición proximal y de algunos minerales obtenidos sobre la base de un número de muestras muy pequeño. Otro reporte encontrado se refiere a la iguana colorada (*Tuphinambis rufenses*) de Argentina (5) y concluye que la carne de cola y cuerpo del reptil es buena en composición química, valor nutritivo y aceptabilidad.

Dada la escasez de estudios locales sobre el valor nutritivo de la carne de iguana, el objetivo de este trabajo fue analizar su composición química, detallando especialmente el contenido de macro- y micro-minerales, comparándola con las carnes de mayor consumo por la población venezolana, como son las de res y pollo.

MATERIALES Y METODOS

Muestras de iguana

Un total de 20 iguanas fueron cazadas con permiso de las autoridades competentes (Ministerio de Agricultura y Cría y Ministerio del Ambiente y de los Recursos Naturales Renovables) en la Hacienda Aguas Claras, situada en Santa Cruz del Zulia, Municipio Colon, Estado Zulia. Inmediatamente después de la cacería, las iguanas fueron evisceradas, desolladas y empacadas en bolsas plásticas en la misma finca. Las canales de iguana empacadas fueron introducidas en recipientes con hielo seco y trasladadas a la ciudad de Maracaibo, donde se almacenaron en un congelador (-20°C) en el Laboratorio de Ciencia y Tecnología de Alimentos del Instituto de Investigaciones Agronómicas de LUZ (IIA-LUZ) hasta su deshuese. Dado el tamaño desigual de los ejemplares, las canales de iguana se deshuesaron totalmente para aprovechar al máximo el rendimiento en tejido muscular del cuerpo de ejemplares pequeños.

Muestras de pollo

Veinte pollos sacrificados se adquirieron en establecimientos comerciales, 12 de ellos fueron adquiridos en un supermercado local en estado congelado y los ocho restantes se adquirieron en una carnicería en estado refrigerado. Inmediatamente después de su adquisición, los pollos se trasladaron al IIA-LUZ para ser deshuesados. Sólo los cortes de la pechuga y los muslos sin piel se utilizaron para representar la carne de ave.

Muestras de carne de res

Se utilizaron bistés de solomo (músculo *longissimus*) conservados en estado congelado y derivados de 20 vacunos (cuatro novillos y 16 toros). Los vacunos se escogieron para representar una amplia diversidad de tipos raciales de uso en Venezuela, esto es, dos ejemplares mestizos de cebú (*Bos indicus*) con la raza lechera Pardo Suiza, nueve ejemplares de alta pureza cebú (la mayoría de raza Brahman) y nueve media sangres, productos del cruce de vacas Brahman inseminadas con toros de razas *Bos taurus* tipo carne, que incluyeron Angus (n=2), Limousina (n=4), Gelbvieh (n=1), y Criollo Romo Sinuano (n=2). Los ejemplares de alta pureza cebú y los media sangre fueron de historia conocida (alrededor de los 2.5-3.0 años de edad), criados y cebados en sabanas mejoradas de los Llanos del Estado Apure (Hato Santa Luisa C.A) y los mestizos de Pardo Suiza, de historia desconocida, provenían del Estado Zulia donde predomina el sistema de doble propósito (carne-leche) con edades más avanzadas (4-5 años) y presumiblemente alimentados también a pastoreo. Cabe mencionar que los estados Zulia y Apure representan las regiones ganaderas más importantes del país. Los vacunos fueron sacrificados y despostados en el Matadero Industrial Centro Occidental C.A. ubicado en el caserío Veragacha, en las afueras de la ciudad de Barquisimeto, Estado Lara. Los procesos de faena, desposte y retiro de las muestras en el matadero han sido ya descritos por Huerta-Leidenz *et al.* (6).

Preparación y conservación de las muestras para los análisis químicos

Una vez en el laboratorio, a los pollos refrigerados se les retiró la piel de la pechuga y los dos muslos y se despostaron. Las muestras en estado congelado se descongelaron parcialmente a 4°C para no permitir la pérdida de fluidos. La descongelación parcial de las muestras aseguró que la cantidad de fluidos en las bolsas fuera mínima. Inmediatamente después se efectuaron las operaciones de limpieza de grasa visible y disección. Las muestras de carne de las tres especies, se homogeneizaron en un molino Braun Multipractic 370 (Braun Canada Ltd, Mississauga, Ontario). Cuando hubo exudado presente en la bolsa después de la descongelación, éste se añadió durante la homogeneización. Después de la homogeneización, tanto de las muestras congeladas como las de las refrigeradas, se pesaron las porciones correspondientes para la determinación de materia seca, humedad y cenizas. Las porciones restantes se guardaron en bolsas plásticas con cierre hermético, debidamente codificadas por ejemplar, las cuales se mantuvieron almacenadas a -20°C hasta proceder a la realización de la totalidad de los análisis. El pesaje de las muestras para la determinación posterior de lípidos totales y

las muestras a 4°C, tratando de mezclar lo mejor posible el contenido de cada bolsa.

Análisis químico

Las muestras se analizaron por triplicado para la determinación de la composición proximal. El contenido de humedad y materia seca se determinó por pérdida de peso en un horno a 105°C por 24 h hasta alcanzar un peso constante. El contenido de proteína cruda procedió por el método de Kjeldahl, y el contenido de cenizas siguiendo el método descrito por la A.O.A.C (7), incinerando 20 g de muestra a 550 °C por 12 h. Para la determinación de los lípidos totales se empleó el método de Folch *et al.* (8). Los análisis de minerales se condujeron por duplicado, acidificando las cenizas (7), preparando las muestras según la metodología descrita por Ferrer (9). La determinación cuantitativa de la concentración de minerales objeto de esta investigación, se realizó por métodos instrumentales espectrofotométricos a longitudes de onda características para cada elemento. Las concentraciones de Ca, Mg, Fe, Cu, Zn y Mn se determinaron por espectrofotometría de absorción atómica, en tanto que las de Na y K, se obtuvieron por emisión atómica, en un espectrofotómetro de llama Perkin-Elmer Modelo 372 (Perkin-Elmer Norwalk, CT). El fósforo se determinó utilizando el método colorimétrico del molibdo vanadato de amonio (9) en un espectrofotómetro UV-VIS Shimadzu modelo 2101-PC (Shimadzu Co., Analytical Instrument Division, Kyoto-Japan).

Tratamiento estadístico de los datos

Los valores obtenidos experimentalmente se promediaron. Los valores por muestra, para los diferentes nutrientes por cada 100g de muestra cruda, se sometieron a un análisis de varianza, considerando un diseño completamente al azar con la especie como única fuente de variación, con desigual número de observaciones por celda. El análisis de varianza se hizo de manera computarizada utilizando el paquete estadístico por el procedimiento GLM del Statistical Analysis System (SAS) (10). Al detectar el efecto significativo de especie, se procedió a separar las medias por el método de los cuadrados mínimos (medias ajustadas de cada variable en estudio, con sus respectivos errores estándar).

RESULTADOS Y DISCUSION

Humedad y materia seca.

La Tabla 1 muestra los resultados obtenidos sobre la composición proximal de las especies consideradas en este estudio.

TABLA 1
Medias mínimo-cuadráticas \pm error estándar para la composición proximal de carne de vacuno, pollo e iguana (por 100 g de carne cruda)

	Iguana (N=20)	Tipo de carne Pollo* (N=20)	Vacuno** (N=20)
Agua, g	74.7 \pm 0.30 ^a	74.9 \pm 0.30 ^a	73.0 \pm 0.43 ^b
Materia seca, g	25.3 \pm 0.30 ^b	25.1 \pm 0.26 ^b	27.0 \pm 0.30 ^a
Proteína (Nx6.25),g	20.8 \pm 0.36 ^b	19.7 \pm 0.36 ^c	22.3 \pm 0.36 ^a
Lípidos totales, g	3.49 \pm 0.12 ^b	7.75 \pm 0.12 ^a	2.57 \pm 0.20 ^c
Cenizas, g	1.18 \pm 0.027 ^b	0.97 \pm 0.027 ^c	1.28 \pm 0.027 ^a

^{a, b, c}: Letras diferentes indican valores diferentes ($p < 0.05$)

* Carne libre de piel y de grasa visible de muslos y pechugas

** Músculo *longissimus dorsi* libre de grasa visible

Las carnes de iguana y pollo presentaron un porcentaje similar de humedad ($p > 0.05$), y ambas tuvieron un mayor contenido de agua que la carne de vacuno ($p < 0.01$). La tendencia de las diferencias en contenido de humedad entre especies difiere de lo reportado en las Tablas de Composición de Alimentos de Venezuela (2), donde se presentan valores de humedad mayores en solomo de vacuno (75.1%) que en la de iguana (72.9%). Esta misma fuente (2) y "The Agriculture Handbook" del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) (11), que contiene las tablas oficiales de composición nutritiva de la carne, señalan valores de humedad para pollo (76.13%, muslo y 74.76%, pechuga) acordes con los presentados en este estudio. Valores proximales aportados en la Tabla A3 de dicha fuente (11), para la carne magra separable de un corte de carne equivalente (Rib small end No. 131135), revelan un contenido de humedad aún más bajo para la carne de vacuno (69.5%) que el reportado aquí. Por otro lado, la Tabla de Composición de Alimentos para Uso en América Latina (4), reporta contenidos de humedad más elevados para las especies vacuno (75.2%, carne muy magra) y pollo (74.5 %, muslo y 77.9%, pechuga) que para la carne de iguana (72.9%). Hay que advertir que la tendencia en la ordenación de valores por especie del INN (2), del USDA (11) y del INCAP (4) puede considerar promedios de varios estudios en diferentes tiempos, que no es nuestro caso.

Proteína

El análisis de varianza reveló que la especie tuvo un efecto altamente significativo ($p < 0.001$) sobre el contenido de proteína cruda (PC). En la Tabla 1 se observa que la carne de res se sitúa en primer lugar, superando a las de pollo e iguana ($p < 0.05$). La carne de iguana tiene un valor proteico intermedio con relación a las carnes de res y pollo.

El contenido proteico hallado para la carne de iguana se incluye en los rangos de Valdivieso *et al.* (5) quienes reportaron un promedio de 20.6 g/100g para la cola y 23.7 g/100g para el cuerpo de la iguana colorada. Las tablas de composición de alimentos del INN (2) y del INCAP (4) reportan un contenido de PC en carne de iguaná más alto (24.4 g/100 g) que el reportado aquí, mientras que la carne de res, proveniente de solomo tipo magro, contiene, según el INN (2), 23.2 g/100 g. Huerta-Leidenz (12) reportó valores más bajos de PC para el *longissimus dorsi* de vacunos de diferentes clases, que se situaron alrededor de 21 g/100 g. La carne de pollo con 20.1 g/100 g (muslo) y 23.1 g/100g (pechuga) de PC, según el INN (2), y 20.6 g/100g (muslo) y 19.2 g/100 g (pechuga), según el INCAP (4), sigue la misma tendencia de nuestro estudio al ocupar el tercer lugar en PC.

Lípidos totales

La carne de pollo presentó una cantidad mayor de lípidos totales que la de iguana y vacuno ($p < 0.01$). A su vez, la carne de iguana mostró un nivel de grasa total 26% superior a la carne de vacuno ($p < 0.05$). El contenido lipídico en carne de pollo reportado en este estudio, no coincide con los valores menores obtenidos por el USDA (11) (3.81 g, muslo y 1.24 g, pechuga) o Reyes y Bosh (13) (2.7 g muslo y 0.8 g pechuga). Asimismo, nuestros resultados para contenido de grasa (gr/100 g de tejido fresco) de las carnes de las tres especies, tienden a ser relativamente altos, comparados con los valores de las tablas de INN (2): 0.9 g para iguana, 0.6 g para vacuno y, 3,8 g y 1,2 g para muslo y pechuga de pollo. Cabe decir que por lo sorprendente de los tenores relativamente altos de grasa arrojados por la carne de pollo, se repitieron los análisis (para todas las especies) a fin de corroborar los resultados, comprobándose la misma tendencia. Es probable que aún con la limpieza de grasa efectuada en las canales enteras de pollos, no se haya logrado remover la totalidad de los depósitos de grasa intermuscular y éstos se hayan incorporado durante la homogeneización de las muestras. En todo caso, a fines prácticos, se puede decir que el procedimiento de limpieza en el laboratorio fue más esmerado del que normalmente procede en la preparación doméstica del pollo.

El bajo tenor graso reportado por el INN (2) para carnes de res y pollo o el contenido relativamente menor de grasa hallado en el tejido muscular de vacunos con relación al pollo en este estudio, no se corresponde con la creencia popular de que la carne de res contiene más grasa que el pollo. Para carne de vacuno, los valores encontrados se asemejan a los reportados por Uzcátegui *et al.* (14) (2.9 g/100g) y por el INCAP (4) (2.4 g/100g de carne muy magra), aunque se muestran más bajos si los contrastamos con los valores señalados por las tablas oficiales del USDA (11) (7.3 g/100g), un hecho discutido también por Huerta-Leidenz (12).

Cenizas

El contenido de cenizas fue mayor ($p < 0.01$) en la carne de vacuno que en las otras carnes estudiadas. Asimismo, la carne de iguana presentó un mayor ($p < 0.01$) porcentaje de cenizas que la de pollo. Las Tablas de Composición de Alimentos del INN (2), señalan porcentajes más altos para carne de iguana (1.8%) y más bajos para carne de vacuno (1.1%), que los obtenidos en este estudio. No obstante, nuestros valores para la carne de pollo resultaron ser similares a los del INN (2) (0,9% y 1,0%, para muslo y pechuga, respectivamente) y a los del USDA (11) (1.02% para muslo y 0.94%, para pechuga). Otras fuentes (15,16), muestran también porcentajes de cenizas para vacunos, más bajos que los hallados aquí.

Contenido de macro y micro minerales

Al analizar el contenido de minerales para cada una de las especies consideradas en esta investigación (Tabla 2), se observa que, exceptuando al potasio, la carne de iguana presentó un contenido porcentual mayor de todos los macroelementos (P, Na, Ca, a $p < 0.01$; Mg a $p < 0.05$) que las carnes de pollo y vacuno. No se reveló una diferencia significativa entre carnes de pollo y de vacuno ($p > 0.05$) para los niveles de Na y Mg. La carne de vacuno, sin embargo, presentó una mayor ($p < 0.05$) proporción de Ca y P que la carne de pollo.

TABLA 2
Medias mínimo-cuadráticas \pm error estándar
del contenido de minerales de carne de vacuno, pollo
e iguana (por 100 g de carne cruda)

	Tipo de carne		
	Iguana	Pollo*	Vacuno**
Macrominerales:			
Calcio, mg	10.14 \pm 0.40 ^a	4.12 \pm 0.41 ^c	5.41 \pm 0.40 ^b
Magnesio, mg	21.91 \pm 0.54 ^a	19.19 \pm 0.57 ^b	20.27 \pm 0.54 ^b
Fósforo, mg	217.0 \pm 6.97 ^a	161.2 \pm 7.42 ^c	183.4 \pm 7.42 ^b
Sodio, mg	89.31 \pm 2.60 ^a	51.55 \pm 2.75 ^b	54.90 \pm 2.67 ^b
Potasio, mg	266.1 \pm 13.18 ^b	189.0 \pm 14.30 ^c	375.3 \pm 13.18 ^a
Microminerales:			
Hierro, mg	1.93 \pm 0.09 ^a	0.69 \pm 0.09 ^c	1.46 \pm 0.09 ^b
Zinc, mg	2.53 \pm 0.06 ^b	0.92 \pm 0.07 ^c	3.28 \pm 0.07 ^a
Cobre, mg	0.22 \pm 0.02 ^a	0.15 \pm 0.02 ^b	0.13 \pm 0.02 ^b
Manganeso, mg	0.046 \pm 0.0025 ^a	0.020 \pm 0.0027 ^b	0.021 \pm 0.0027 ^b

^{a, b, c}: Letras diferentes indican valores diferentes ($p < 0.05$)

* Carne libre de piel y de grasa visible de muslos y pechugas

** Músculo *longissimus dorsi* libre de grasa visible

En cuanto al contenido de Ca en carne de vacuno, nuestros resultados coinciden con los publicados por Wood et al. (15) y Marchello et al. (16), (6.0 y 5.04 mg/100, respectivamente). No obstante, los valores de Ca obtenidos, así como el orden de las especies de acuerdo a su contenido porcentual, no concuerda con lo reportado por el INN (2), que señala valores bastante más altos que lo observado en este estudio: 29 (vacuno), 25 (iguana) y 11 mg/100 g (muslos y pechugas de pollo). Para carne de vacuno, otras fuentes (11,17,18) reportan también mayores valores en Ca (10.0, 22.8 y 20.5 mg/100g respectivamente). En contraste, los estudios de Huerta-Leidenz (12) y Kotula y Lusby (19) han reportado valores de Ca en carne de vacunos, más bajos que los aquí presentados. Para la carne de pollo norteamericana, el USDA (11) reporta mayor concentración de este mineral (11 mg/100 g) que la encontrada en estas muestras venezolanas.

El mayor contenido de P para la carne de iguana, coincide con lo señalado por el INN (2). Esta fuente reporta, por cada 100 g, valores de 252 mg (iguana), 167 mg y 196 (muslos y pechugas de pollo) y 107 mg (vacuno), siendo el orden de valores para vacuno y pollo, inverso al observado en nuestro estudio. Para vacunos, otros reportes (11,12,15,17) muestran valores superiores de P. Lo mismo sucede en el caso del pollo (11).

Los niveles de Mg obtenidos para carne de vacuno, concuerdan con los tabulados por otros investigadores (11, 12, 17, 19). No obstante, para carne de pollo, el INN (2) y el USDA (11) reporta niveles más altos (25 y 28 mg/100 g, respectivamente) que los obtenidos aquí.

Con relación a las cifras del contenido de Na, no se encontraron diferencias significativas ($p>0.05$) entre carnes de pollo y vacuno, mostrándose ambas concentraciones inferiores a la obtenida para carne de iguana. El valor encontrado para Na en carne de vacuno, es similar a otro estudio de nuestro laboratorio (54.12 – 56.78 mg/100g), reportado por Huerta-Leidenz (12) pero es inferior al de otras fuentes (11,17). La Tabla de Composición de Alimentos para Venezuela (2) muestra valores en la carne de muslos (86 mg/100 g) y de pechugas (65 mg/100 g) de pollo exentos de piel; a pesar de que no reportan valores sobre el contenido de Na en las carnes de iguana y de vacuno. Sin embargo, la Tabla de Contenido Promedio de Sodio y Potasio en Algunos Alimentos Comunes del INN (20) reporta un contenido de sodio similar al nuestro para la carne magra (57 mg/100 g).

La carne de vacuno presentó un mayor ($p<0.01$) porcentaje de K que el resto de las carnes analizadas en estudio, seguido por el contenido de este mineral en la carne de iguana que supera, por su parte, a la de pollo ($p<0.01$). Los resultados concuerdan con los valores de K en carne de vacuno señalados por el USDA (11), Kotula y Lusby (19) y Sim y Wellington (21). En contraste, Huerta-Leidenz (12), reportó menores niveles de K para carne de varias clases de

vacuno en Venezuela (251.4- 255.6 mg/100g). El contenido de K en la carne de pollo encontrado en este estudio, es menor que el tabulado por el INN (2) (229 y 255 mg/100 g, para muslo y pechuga respectivamente) y por el USDA (11) (229 mg/100 g). En el ámbito latinoamericano, no se encontraron reportes sobre el contenido de este mineral para las carnes de las especies estudiadas.

Con relación a los micro-elementos, la carne de iguana presentó los mayores valores ($p<0.01$), excepto para el contenido de Zn. La concentración de Zn fue superior en la carne de vacuno ($p<0.01$), con valores similares a aquellos encontrados en otras investigaciones (16, 19), a pesar de que son inferiores a las reportadas por el USDA (11) (4.66 mg/100 g) y Duckett et al. (17) (8.36 mg/100g). El pollo fue la especie que arrojó el menor contenido de Zn ($p<0.01$), con niveles un poco más bajos que los reportados por el USDA (11) y por el INN (2) (2.06 y 0.8 mg/100 g, para muslo y pechuga, respectivamente).

Entre pollo y vacuno, no hubo diferencias ($p>0.05$) en las concentraciones de Cu y Mn. Los valores de Cu fueron altos, comparados con algunos reportes anteriores para vacuno (11,12) y pollo (2,11). Sin embargo, en el caso de vacunos, coinciden estos resultados con los de Wood et al. (15) y Marchello et al. (16), quienes reportan valores de 0.1 y 0.09 mg/100 g respectivamente. El contenido de Mn en pollo y vacuno se asemeja a lo reportado por el USDA (11) para estas especies. Otros estudios del vacuno (12) muestran valores de Mn coincidentes con los nuestros. No se encontraron reportes previos de estos minerales en carne de iguana.

En lo que respecta al Fe, como era de esperar, se observó un porcentaje significativamente mayor ($p<0.01$) en vacuno que en pollo. Para la carne de vacunos y de iguana, los valores de Fe obtenidos, se muestran un tanto bajos al confrontarlos con los valores de 5.4 mg/100g (vacuno), 3.4 mg/100g (iguana) reportados por el INN (2); sin embargo para la carne de pollo, son similares (1, 0 y 0,7 g/100 g). Los reportes del USDA (11) señalan que el Fe en pollo (1.02 para pechuga y 0.72 mg/100 g para muslo) y en vacuno (2.18 mg/100 g), se presenta con valores más acordes con nuestros hallazgos, aunque todavía superiores. Las concentraciones de Fe en carne de vacuno son similares a las reportadas por otros investigadores (16, 19).

Es ampliamente reconocido que los micro-minerales forman parte de las estructuras corporales, sirven como factores estimulantes de la acción enzimática y actúan en la regulación del pH del organismo. Su deficiencia produce anomalías fisiológicas y estructurales reproducibles (22). Concentraciones bajas de estos minerales pueden afectar el organismo en su totalidad a través de su interacción con enzimas u hormonas que regulan numerosas funciones vitales

(22). El Zn y el Fe, en particular, están más disponibles para su utilización por el organismo humano cuando se deriva de carnes que de fuentes vegetales (23, 24).

Los requerimientos diarios recomendados (RD) de Fe, Zn, Cu y Mn para la población venezolana (24, 25), son, en promedio, 11 mg, 13 mg, 2 mg y 4 mg, respectivamente. Si los comparamos con el contenido de minerales encontrado en el presente trabajo por cada 100g de las carnes crudas estudiadas, es posible estimar que la carne de vacuno suministraría 13,3% de Fe; 25% de Zn; 7% de Cu y el 0.5% de Mn. Exceptuando al Zn, la carne de iguana tendría mayores aportes de minerales que la carne de vacuno (18% de Fe; 19% de Zn; 11% de Cu y 1% de Mn) mientras que los aportes más bajos a los RD vendrían dados por la carne de pollo (6%; 7%; 8% y 0.5% para Fe, Zn, Cu y Mn, respectivamente).

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La carne de iguana muestra un nivel nutritivo bastante aceptable, al compararla con carnes de consumo tradicional, como lo son las de vacuno y pollo. Su mayor contenido de proteína y menor tenor de grasa que la del pollo, la presenta como una fuente alterna de proteína animal para el consumo humano. Asimismo, se evidencia, en estado crudo, como una fuente de minerales importantes en la nutrición humana, como son el P, Mg, Cu, llegando a superar a la carne de res en el aporte de Fe y a casi triplicar el aporte de Zn de la carne de pollo. Se deben divulgar las bondades nutritivas de la carne de iguana entre profesionales de la salud y la industria alimentaria, al mismo tiempo que se vaya creando una cultura conservacionista que promueva su cría y evite su extinción. Se recomienda la realización de otros estudios que caractericen el valor nutritivo de esta especie en carnes cocidas, tomando además, en cuenta otros componentes, tales como, ácidos grasos, vitaminas y aminoácidos.

AGRADECIMIENTO

Los autores agradecen al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico (CONDES) de la Universidad del Zulia, por el apoyo financiero a esta investigación. Al Instituto de Investigaciones Agronómicas (IIA) de la Facultad de Agronomía y a la Unidad de Espectrofotometría de Absorción Atómica de la Facultad de Veterinarias de La Universidad del Zulia, el apoyo logístico prestado en la realización de este trabajo. A los Bachilleres María A. Boscán, Juan C. González y Emily Rincón por su colaboración en las determinaciones del contenido proteico. Asimismo, expresamos nuestra gratitud al Servicio Autónomo PROFAUNA del Ministerio del Ambiente y de los Recursos

Naturales Renovables (MARNR) y al Ministerio de Agricultura y Crías por la concesión de la licencia para la caza de iguanas.

REFERENCIAS

1. Quero de Peña M. Especies venezolanas con potencial para la zootecnia comercial y aspectos legales que regulan esta actividad. En: González-Fernández A., Cardozo A., Marcano E., Moreno F. y Noguera H. (Eds), Libro de Conferencias: II Curso de Manejo de Fauna y Zootecnia. Universidad "Ezequiel Zamora", Guanare-Venezuela; 1995;19-20; 61-70.
2. Tabla de Composición de los Alimentos para Uso Práctico. Revisión 1999. Publicación No. 52. Serie de Cuadernos Azules. Venezuela: Instituto Nacional de Nutrición (INN).
3. Pabon MA. Posibilidades de cría y aprovechamiento de la iguana. Libro de Conferencias del IV Simposio de Especies Animales Sub-utilizadas; 1993 Octubre 8-9.
4. Tablas de Composición de Alimentos para Uso en América Latina. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá-Comité Interdepartamental de Nutrición para la Defensa Nacional. (INCAP-ICNND). W.T. Wuleung y M. Flores. Guatemala. 1961.
5. Valdivieso ML, Morón MJ, Margalef MI, Herrera SA. Composición química y aceptabilidad de la carne de iguana. Arch Latinoamer Nutr 1994; 44(3) Supl. 33S.
6. Huerta-Leidenz N, Ruiz-Ramírez JL, Arenas Moreno L, Jerez-Timaure N, Márquez E, Muñoz, B. Contenido de colesterol en el músculo *longissimus* de bovinos venezolanos. Arch Latinoamer Nutr 1996; 46(4): 329-333.
7. Association of Official Analytical Chemists (AOAC), "Official Methods of Analysis", 15th ed., Association of Official Analytical Chemists. Arlington, Virginia. 1990.
8. Folch J, Lees M, Sloane Stanley GH. A simple method for the isolation and purification of total lipid from animal tissues. J Biol Chem 1957; 226:497-509.
9. Ferrer O. Manual de Laboratorio. Técnicas de análisis químico cuantitativo aplicadas a las ciencias agropecuarias. Universidad del Zulia. Facultad de Agronomía. Instituto de Investigaciones Agronómicas. 1993.
10. S.A.S. User's Guide: Statistics. Statistical Analysis System Institute Inc. Cary, NC. 1985.
11. Composition of Foods: Beef products. Raw-Processed-Prepared. Agriculture Handbook Number 8-13. United States Department of Agriculture (USDA). Human Nutrition Information Service. Washington D.C., 1990.
12. Huerta-Leidenz N. El valor nutritivo de la carne de res venezolana vs norteamericana. Memorias de las IV Jornadas del XXX Aniversario de la Escuela de Nutrición: Nutrición y Calidad de Vida. Universidad del Zulia. Facultad de Medicina; 1998. Junio 28- Julio 02:47-55.
13. Reyes O, Bosch V. Determinación de ácidos grasos en alimentos de mayor consumo en Venezuela mediante cromatografía en fase gas-líquido. Acta Cient Ven 1982; 33:453-458.
14. Uzcátegui B. S, Huerta-Leidenz N, Arenas de Moreno L..

- Colina G, Jerez-Timaure N. Contenido de humedad, lípidos totales y ácidos grasos del músculo *longissimus* crudo de bovinos en Venezuela. Arch Latinoamer Nutr 1999; 49(2):171-180.
15. Wood D, Stewart L, Campbell C. Nutrient composition of 21 retail cuts of Canadian beef. J. Can Diet Assoc 1988; 49 (1).
 16. Marchelo MJ, Milne DB and Slinger WD. Selected macro and micro minerals in ground beef and *longissimus* muscle. J Food Sci 1984; 49:105-106.
 17. Duckett SK, Wagner DG, Yates LD, Dolezal HG & May SG. Effects of time on feed on beef nutrient composition. J Anim Sci 1993; 71:2079-2088.
 18. Ammerman CB, Loaiza JM, Blue WG, Gamble JF and Martin FG. Mineral composition of tissues from beef cattle under grazing conditions in Panama. J Anim Sci 1974; 38(1):158-162.
 19. Kotula AW and Lusby WR. Mineral composition of muscles of 1- to 6-years-old steers. J Anim Sci 1982; 54(3):544-548.
 20. Tabla de contenido promedio de Sodio y Potasio en algunos alimentos comunes. Ministerio de Sanidad y Asistencia Social. Instituto Nacional de Nutrición. División de Investigación en Alimentos. Caracas, Venezuela. Abril, 1982.
 21. Sim DW and Wellington GH. Potassium concentration in bovine muscle as influence by carcass location, breed, sex, energy intake, age and shrunk body weight. J Anim Sci 1976; 42(1):84-91.
 22. Nava de Guanipa L, Machado DE y Navarro C. Simposio: "Micronutrientes en Nutrición Clínica". Memorias de las IV Jornadas del XXX Aniversario de la Escuela de Nutrición: Nutrición y Calidad de Vida. Universidad del Zulia. Facultad de Medicina; 1998. Junio 28- Julio 02:205-215.
 23. Judge MD, Aberle ED, Forrest JC, Hedrick HB, Merkel RA. Principles of Meat Science. 2nd. Ed. Kendall/Hunt Pub. Co: Dubuque, Iowa, 1989.
 24. Necesidades de Energía y de Nutrientes. Recomendaciones para la Población Venezolana. Publicación No. 48. Serie de Cuadernos Azules. Instituto Nacional de Nutrición (INN). Fundación CAVENDES. Caracas, Venezuela, 1993.
 25. Valores de Referencia de Energía y de Nutrientes para la Población Venezolana. (Versión Preliminar). Instituto Nacional de Nutrición (INN). Caracas, Venezuela. Mayo, 2000.

Recibido:12-08-1999

Aceptado:23-11-2000

NUEVOS LIBROS

Nutrição. Fundamentos e Aspectos Atuais. Julio Tirapegui. Editorial Atheneu. Sao Paulo, Rio de Janeiro, Belo Horizonte. Brasil. 2000. ISBN 85-7379-258-X. 21x27,5 cm. 284 páginas.

Durante la celebración del XII Congreso de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición en Buenos Aires, el Profesor Julio Tirapegui tuvo la gentileza de obsequiarme un ejemplar de su libro, del cual nos complace hacer la correspondiente reseña. De reciente edición-presentado el 28 de Noviembre en Sao Paulo- esta obra entrega una puesta al día de los conocimientos en alimentación y nutrición, bajo la forma novedosa de preguntas y respuestas dentro de los temas estudiados, lo cual viene a ser una manera clara, ágil y práctica de llevar la enseñanza al lector interesado, llámese estudiante preocupado o profesional experimentado.

Este libro recoge la valiosa contribución de 14 Profesores de la Universidad de Sao Paulo, USP; Universidade Estadual Paulista, UNESP y de la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile y está conformado por 19 Capítulos como sigue: 1- Introducción a la nutrición. 2- Proteínas. 3- Carbohidratos. 4- Lípidos. 5- Vitaminas. 6- Minerales. 7- Recomendaciones de energía. 8- Alimentación en gestación

y lactancia. 9- Alimentación en la infancia. 10- Nutrición y envejecimiento. 11- Nutrición y actividad deportiva. 12- Suplementos ergogénicos y actividad física. 13- Stress oxidativo y alimentación. 14- Nutrientes, no-nutrientes, medicamentos y sus interrelaciones. 15- Nutrición enteral y parenteral. 16- Calidad nutricional de mezclas proteínicas. 17- Política nutricional en Brasil: importancia, limitaciones y tendencias. 18- Crecimiento muscular y corporal. 19- Mitos, fantasías y verdades en alimentos y nutrición. Este último formula y responde razonadamente, 45 preguntas, todas aplicables con las variantes del caso, al ámbito latinoamericano.

Cada Capítulo incluye un bloque de referencias actualizadas y al final se presenta un índice alfabético, de utilidad para ubicar los temas a consultar. Este libro de impecable impresión y ofrecido con una portada a tono, discreta pero llamativa y de buen gusto, lo conceptuamos como una obra de utilidad para la enseñanza de la ciencia de la nutrición por su sentido práctico y original enfoque en la presentación e instrumentación de los conocimientos. Provechoso y de interés para el estudiante de nutrición y dietética. Todo un acierto este libro del Profesor Tirapegui.

José Félix Chávez Pérez

INDICE GENERAL DEL VOLUMEN 50-2000

EDITORIAL	217
-----------------	-----

ARTICULOS GENERALES

Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta Isabel Martínez-Valverde, María Jesús Periago, Gaspar Ros	5
Cariogenicidade e propriedades cariostáticas por diferentes tipos de leite-revisão Poliana Mendes Duarte, Luciane Cristina Coppi, Pedro Luiz Rosalen	113
Revisión: Efectos cardiovasculares del ajo (<i>Allium sativum</i>) L. Jacinto García Gómez and Francisco J. Sánchez-Muñiz	219
Efeitos farmacológicos da suplementação dietética com arginina em ratos com tumor sólido de Walker 256 M.R.C.G. Novaes, L.A.M. Lima, J.E.G Ribeiro, A.V. Magalhães, M.V. Sousa, L. Morhy	230
Utilização de tabelas de composição de alimentos na avaliação do risco de hipovitaminose A Cláudia Saunders, Andrea Ramalho, Elizabeth Accioly, Fernando Paiva	237
Relação de alguns suplementos nutricionais e o desempenho físico Julio Tirapegui, Marina de Rezende Gómes	317

TRABAJOS DE INVESTIGACION

Nutrición Humana

Entrenamiento de paneles sensoriales constituídos por niños Emma Wittig de Penna , Andrea Bunger Timermann, Lissis Serrano Valdés	19
Modificación enzimática de las propiedades funcionales, nutricias y sensoriales de la soya para la alimentación especial Ana María Calderón de la Barca, Abraham Wall Medrano, Martín Jara Marini, Aarón F. González Córdova y Adolfo Ruíz Salazar	26
Evaluación de los efectos de un programa de desayunos escolares en atención y memoria José Angel Vera Noriega, Sandra Elvia Domínguez Ibañez, Martha Olivia Peña Ramos, María Martha Montiel Carbajal	35
Fatores de risco ao retardo de crescimento estatural em crianças de baixo nivel econômico e social de São Paulo, Brasil Paulo R. Gallo, Hugo Amigo, Leone Claudio	121
New property of vitamin A and β-carotene on human iron absorption: effect on phytate and polyphenols as inhibitors of iron absorption Miguel Layrisse, María Nieves García- Casal, Liseti Solano, María Adela Barón, Franklin Arguello, Daisy Llovera, José Ramírez, Irene Leets and Eleonora Tropper	243
Contenido y absorción del calcio proveniente de la dieta del noroeste de México. Una retrospectiva bibliográfica Rosa Olivia Méndez y C. Jane Wyatt	330
La adaptación y validación de una escala de seguridad alimentaria en una comunidad de Caracas, venezuela Paulina Lorenzana Dellohain y Diva Sanjur.....	334

Bioquímica Nutricional

Uso de la altura de rodilla para corregir la talla de ancianos de origen hispano	
Odilia I. Bermúdez y Katherine L. Tucker	42
Efecto de la diarrea inducida con lactosa sobre la disponibilidad de los macronutrientes y la función inmune en ratas nutridas y desnutridas	
Esther Linda Arcieniegas, Anna María Cioccia y Patricio Hevia	48
Dietary proteins on reproductive performance in three consecutive generations of rats	
Débora Catarine Nepomuceno de Pontes Pessoa, Eunice Salzano Lago, Naíde Regueira Teodósio, Francisca Martins Bion	55
Evaluación nutricional de <i>Lepidium meyenii</i> (MACA) en ratones albinos y su descendencia	
Marco Canales, José Aguilar, Ana Prada, Adolfo Marcelo, Cecilia Huamán, Luz Carbajal	126
Modificaciones de los lípidos séricos de ratas suplementadas con cobre por vía oral	
Oscar M. Alarcón-Corredor, Elizabeth Carnevalí de Tatá, José Reinoso-Fuller, Yaritza Contreras, María Ramírez de Fernández y Claudia Yáñez-Domínguez	249
The influence of dietary nucleotides and long-chain polyunsaturated fatty acids on the incorporation of [³H]arachidonic acid on experimental liver cirrhosis	
Luisa H.M. Leite, Eliane Moreira-Vaz, Glorimar Rosa, Andréa C. Pereira, Christianne R. Monterio, Fernanda J. Medeiros, Vera L.A. Chagas	257
Avaliação da eficácia da suplementação com melação na dieta de ratos normais e depletados	
M.J. de C.C. Costa, L.H.M. Moraes, F.M. Bion M.A.A. Rivera, L.S.A. Moura	341
Dietas à base de arroz e feijão aumentam a atividade plasmática e hepática da gama-glutamil transpeptidase em ratos jovens	
Ida Maria Vianna de Oliveira, Elizabeth Fujimori, Luciana Da Silva	346

Ciencia de Alimentos

Optimización de formulaciones para productos dietéticos de pastelería	
Mario Villarroel T., Edgar Uquiche C., Gladys Brito C., Marcela Cancino R.	62
Estudio de algunas características de las proteínas de <i>Canavalia</i>	
Ramírez M., Alejandra O. y Ortíz de Bertorelli Ligia	69
Estudio electroforético de las albúminas y globulina de cuatro genotipos de <i>Canavalia ensiformis</i>	
Ligia Ortíz de Bertorelli y Alejandra Ramírez	74
Huevo en polvo con bajo contenido de colesterol. Características nutricias y sanitarias del producto	
Angela Sotelo y Laura González	134
Perfil nutricional y microbiológico de los embutidos de soya disponibles en Costa Rica	
Rafael Monge, María Laura Arias, Thelma Alfaro, Manuel Jiménez	142
Análisis in vitro de la disponibilidad del hierro en el arroz fortificado	
Gabriela F. Romera, Angela Zuleta, María Inés Sarchi y María Elena Sambucetti	265
Efeito da extrusão termoplástica no teor de lisina disponível da farinha desengordurada de grã-de-bico (<i>Cicer arietinum</i>, L)	
María Filomena Claret Fernandes de Aguiar Valim, José Paschoal Batistuti	270
Propiedades funcionais da farinha e concentrado protéico de feijão guandu (<i>Cajanus cajan</i> (L) Millsp)	
Ivone Yurika Mizubuti, Oswaldo Biondo Júnior, Luiz Waldemar de Oliveira Souza, Rui Sérgio dos Santos Ferreira da Silva, Elza Iouko Ida	274
Efecto del tratamiento térmico sobre el contenido de fibra dietética total, soluble e insoluble en algunas leguminosas	
Gisell C. Alfonzo González	281
Evaluación de leches UHT comerciales y optimización del proceso industrial	
Ricardo Simpson R., Maite Jiménez P., Mauricio Vega F., Alejandro Romero M. y Marcia Costa L.	353
Tecnología para la utilización integral de la levadura de cerveza en la industria alimenticia	
Miguel A. Otero, Agustín Cabello, María C. Vasallo, Lourdes García y Juan C. López	361

Aplicación de un proceso de conocimiento dieléctrico de maíz integral en la elaboración de harinas instantáneas de maíz amarillo para preparación de frituras de masa y tortillas	
Marcela Gaytán Martínez, Fernando Martínez-Bustos y Eduardo Morales Sánchez	366

Tecnología de Alimentos

Elaboración de un yogurt con base en un mezcla de leche y garbanzo (<i>Cicer arietinum</i>)	
Josefina C. Morales de León, Ma. Lorena Cassís Nosthas, Elizabeth Cortés Penedo	81
Utilización de cotiledones de algarobo (<i>Prosopis chilensis (Mol) Stuntz</i>) en la elaboración de barras de cereales	
Ana María Estévez A., Berta Escobar A. y Viviana Ugarte A.	148
Almacenamiento de barras de cereales elaboradas con cotiledones de algarobo (<i>Prosopis chilensis (Mol) Stuntz</i>)	
Berta Escobar A., Ana María Estévez A. y M. Alejandra Guíñez C.....	152
Obtención de un extracto de garbanzo (<i>Cicer arietinum L.</i>) fermentado y su uso como externsor lácteo	
Josefina Morales de León, Ma. Lorena Cassís Nosthas; Patricia Cecin Salomón	157
Recursos alimenticios vegetales con potencial de explotación agroindustrial de Guatemala.	
Elaboración de leche vegetal a partir de la semilla del fruto de morro	
Sergio A. Figueroa Madrid y Ricardo Bressani	164
Evaluación del posible uso tecnológico de algunos tubérculos de las dioscoreas: ñame congo (<i>Dioscorea bulbífera</i>) y mapuey (<i>Dioscorea trifida</i>)	
Alicia Mariela Rincón, Consuelo Araujo de Vizcarrondo, Fanny Carrillo de Padilla y Eduardo Martín	286
Evaluación fisicoquímica y microbiológica de tres mermeladas comerciales de guayaba (<i>Psidium guajava L.</i>)	
Ricardo López G., Alejandra O. Ramírez M. y Lucía Graziani de Fariñas	291
Alimentos de humedad intermedia para ancianos en base a extrusado de maíz: soja, adicionando con calcio	
Valeria Cristina Del Castillo, Margarita Armada de Roman, Juan Carlos Gotiffredi	296
Nutritional value of mung bean (<i>Vigna radiata</i>) as effected by cooking and supplementation	
Nighat Bhatti, A.H. Gilani, Saeed Ahmad Nagra	374
Caracterización funcional y bioquímica de la carne del manto jibia congelada (<i>Dosidicus gigas</i>)	
Lilian Abugoch J., Abel Guarda M., Luz María Pérez R. y M. Isabel Donghi V.	380
Elaboración de galletas con una mezcla de harina de trigo y plátano verde	
Ronald Maldonado y Emperatriz Pacheco de Delahaye	387

Microbiología de Alimentos

Evaluation of the bacteriological quality of ice cream sold at San Jose, Costa Rica.	
Pal Windrantz and María Laura Arias	301
Controles microbiológicos y puntos de control en una planta elaboradora de filet de merluza para exportación	
Silvia Estevao Belchior, Oscar Héctor Pucci	171
Determinación de la calidad microbiológica de alimentos servidos en comedores de empresas privadas	
María Luisa de Curtis, Olgamar Franceschi y Norma De Castro	177

Toxicología de los Alimentos

Determinación de deoxinivalenol (DON) en trigo, cebada y maíz y su relación con los niveles de mohos totales, <i>Fusarium spp.</i>, porcentaje de colonización y actividad de agua	
Marellys del Carmen Moreno Contreras, Amaury José Martínez Yopez y Rosa Raybaudi Martínez	183

Latin Food. Composición de Alimentos**Nitratos e nitritos em queijos caseiros e industrializados comercializados na região sul de Minas Gerais, Brasil**

Kelly Regina Seraphim & Maria Elisa Pereira Bastos de Siqueira87

Composición química de productos alimenticios derivados de trigo y maíz elaborados en Costa Rica

Adriana Blanco-Metzler, María de los Angeles Montero-Campos y Mireya Fernández-Piedra91

Fibra dietética en verduras cultivadas en Chile

Nelly Pak D.97

Composição em minerais de cogumelos comestíveis cultivados no Brasil –*Pleurotus spp* e outras espécies desidratadas

Gilma Lucazechi Sturion & Marcia Regina T. De Camargo Ranzani 102

Análisis proximal, perfil de ácidos grasos, aminoácidos esenciales y contenido de minerales en doce especies de pescado de importancia comercial en Venezuela

Pedro Izquierdo Cóser, Gabriel Torres Ferrari, Yasmina Barboza de Martínez, Enrique Márquez Salas y María Allara Cagnasso187

Composición química y contenido de minerales de leguminosas y cereales producidos en el noroeste argentino

Silvina Maldonado, Norma Sammán195

Characterization of cocoa butter extracted from hybrid cultivars of *Theobroma cacao* L.

Fanny Carrillo. Padilla, Rigel Liendo, Agricia Quintana200

Composición en ácidos grasos y proximal de siete especies de pescado de Isla de Pascua

Nalda Romero P., Paz Robert C., Lilia Masson S., Rafael Pineda L. 304

Vegetales silvestres sub explotados del chaco argentino y su potencial como recurso alimenticio

Marcelino R. Freyre, Claudia M. Baigorria, Víctor R. Rozycki, Cecilia M. Bernardi, Margarita Charpentier ... 394

Composición química de carne de ganado bovino criollo

Norma Farfán, Daniela Juarez, Analía Rossi, Norma Sammán 400

Chemical composition and vitamin C stability in stored camu-camu (*Myrciaria dubia*) pulp

Karin Cristiane Justi, Jesú Vergilio Visentainer, Nilson Evelázio de Souza & Makoto Matsushita 405

Análisis comparativo proximal y de minerales entre carnes de iguana, pollo y res

Lilia Arenas de Moreno, Diana Huerta Sánchez y Nelson Huerta Leidenz 409

NOTAS..... 109,206,309

NUEVOS LIBROS..... 111,208,309,416

CARTAS AL EDITOR..... 111

INFORMACION PARA LOS AUTORES..... 209,309

INDICE GENERAL DEL VOLUMEN 50, 2000..... 417

INDICE DE AUTORES..... 421

INDICE DE MATERIAS..... 428

INDICE DE AUTORES

A

Abugoch J., Lilian.- Caracterización funcional y bioquímica de la carne del manto de jibia congelada (<i>Dosidicus gigas</i>)	380
Accioly, Elizabeth Véase Saunders, Claudia	237
Aguilar, José Véase Canales, Marco	126
Alarcón-Corredor, Oscar M.- Modificaciones de los lípidos séricos de ratas suplementadas con cobre por vía oral	249
Alfaro, Thelma Véase Monge, Rafael	142
Alfonzo González, Gisell.- Efecto del tratamiento térmico sobre el contenido de fibra dietética total, soluble e insoluble en algunas leguminosas	281
Allara Cagnasso, María Véase Izquierdo Corser, Pedro	187
Amigo, Hugo Véase Gallo, Paulo R.	121
Araujo de Vizcarrondo, Consuelo Véase Rincón, Alicia Mariela	286
Arciniegas, Esther Linda .- Efecto de la diarrea con lactosa sobre la disponibilidad de los macronutrientes y la función inmune en ratas nutridas y desnutridas	48
Arguello, Franklin Véase Layrisse, Miguel	243
Arias, María Laura Véase Monge, Rafael	142
Arias, María Laura Véase Windrantz, Pal	301
Armada de Roman, Margarita Véase Del Castillo, Valeria Cristina	296

B

Barboza de Martínez, Yasmína Véase Izquierdo Corser, Pedro	187
Baigorria, Claudia M. Véase Freyre, Marcelino R.	394
Barón, María Adela Véase Layrisse, Miguel	243
Batistuti, José Paschoal Véase Fernandes de Aguiar Valim, Maria Filomena Claret	270
Bermúdez, Odilia Y.- Uso de la altura de rodilla para corregir la talla de ancianos de origen hispano	42
Bernardi, Cecilia M. Véase Freyre, Marcelino R.	394
Bhatty, Nighat.- Nutritional value of mung bean (<i>Vigna radiata</i>) as effected by cooking and supplementation	374
Bion, F.M. Véase Costa, M.J. de C.C.	341
Biondo Junior, Oswaldo Véase Mizubuti, Ivonne Yurika	274
Blanco-Metzler, Adriana.- Composición química de productos alimenticios derivados de trigo y maíz elaborados en Costa Rica	91
Bressani, Ricardo Véase Figueroa Madrid, Sergio A.	164
Brito C., Gladys Véase Villarroel T., Mario	62
Bunger Timermann, Andrea Véase Wittig de Penna, Emma	19

C

Cabello, Agustín Véase Otero, Miguel A.	361
Calderón de la Barca, Ana María.- Modificación enzimática de las propiedades funcionales, nutricias y sensoriales de la soya para alimentación especial	26

Canales, Marco.- Evaluación nutricional de <i>Lepidium meyenii</i> (MACA) en ratones albinos y su descendencia	126
Cancino R., Marcela Véase Villarroel T., Mario	62
Carbajal, Luz Véase Canales, Marco	126
Carnevali de Tatá, Elizabeth Véase Alarcón-Corredor, Oscar M.	249
Carrillo de Padilla, Fanny.- Characterization of cocoa butter extrated from hybrid cultivars of <i>Theibroma cacao</i> I	200
Carrillo de Padilla, Fanny Véase Rincón, Alicia Mariela	286
Cassis Nosthas, Ma. Lorena Véase Morales de León, Josefina C.	81
Cassis Nosthas, Ma. Lorena Véase Morales de León, Josefina C.	157
Cecin Salomón, Patricia Véase Morales de León, Josefina C.	157
Chagas, Vera L.A. Véase Leite, Luisa H.M.	257
Charpentier, Margarita Véase Freyre, Marcelino R.	394
Cioccia, Anna María Véase Arciniegas, Esther Linda	48
Claudio, Leone Véase Gallo, Paulo R.	121
Contreras, Yaritza Véase Alarcón-Corredor, Oscar M.	249
Coppi, Luciane Cristina Véase Mendes Duarte, Poliana	113
Cortes Penedo, Elizabeth Véase Morales de León, Josefina C.	81
Costa L., Marcia Véase Simpson R., Ricardo	353
Costa, M.J. de C.C .- Avaliação da eficacia da suplementação com melação na dieta de ratos normais e depletados	341

D

Da Silva, Luciana Véase Vianna de Oliveira, Ida Maria	346
De Camargo Ranzani, Marcia Regina T. Véase Lucazechi Sturion, Gilma	102
De Castro, Norma Véase De Curtis, María Luisa	177
De Curtis, María Luisa.- Determinación de la calidad microbiológica de alimentos servidos en comedores de empresas privadas	177
De Souza, Nilson Evelazio Véase Justi, Karin Cristiane	405
Del Castillo, Valeria Cristina.- Alimentos de humedad intermedia para ancianos en base a extrusado de maíz: soja, adicionado con calcio	296
Domínguez Ibáñez, Sandra Elvia Véase Vera Noriega, José Angel	35
Donghi V., M. Isabel Véase Abugoch J., Lilian	380

E

Escobar A., Berta.- Almacenamiento de barras de cereales elaboradas con cotiledones de algarrobo (<i>Porsopis chilensis</i> (MOL) Stuntz)	152
Escobar A., Berta Véase Estévez A., Ana María	148
Estevao Belchior, Silvia.- Controles microbiológicos y puntos de control en una planta elaboradora de filet de merluza para exportación	171
Estévez A., Ana María.- Utilización de cotiledones de algarrobo (<i>Prosopis Chilensis</i> (MOL) Stuntz) en la elaboración de barras de cereales	148
Estévez A., Ana María Véase Escobar A., Berta	152

F

Farfán, Norma.- Composición química de carne de ganado bovino criollo	400
Fernández de Aguiar Valim, Maria Filomena Claret.- Efeito da extrusão termoplástica no teor de lisina disponible da farinha desengordurada de gras-de-bico (<i>Cicer arietinum</i> , L.)	270

Fernández-Piedra, Mireya Véase Blanco-Metzler, Adriana	91
Ferreira da Silva, Rui Sérgio dos Santos Véase Mizubuti, Ivonne Yurika	274
Figueroa Madrid, Sergio A.- Recursos alimenticios vegetales con potencial de explotación agroindustrial de Guatemala. Elaboración de leche vegetal a partir de la semilla del fruto de morro (<i>Crescentia alata</i>)	164
Franceschi, Olgamar Véase De Curtis, María Luisa	177
Freyre, Marcelino R.- Vegetales silvestres sub explotados del chaco argentino y su potencial como recurso alimenticio	394
Fujimori, Elizabeth Véase Vianna de Oliveira, Ida María.....	346

G

Gallo, Paulo R.- Factores de risco ao retardo de crescimento estatural em crianças de baixo nivel econômico e social de Sao Paulo, Brasil	121
García, Lourdes Véase Otero, Miguel A.	361
García-Casal, María Nieves Véase Layrisse, Miguel	243
García Gómez, L. Jacinto.- Revisión: Efectos cardiovasculares del ajo (<i>Allium sativum</i>)	219
Gaytan Martínez, Marcela.- Aplicación de un proceso de conocimiento dieléctrico de maíz integral en la elaboración de harinas instantáneas de maíz amarillo para preparación de frituras de masa y tortillas	366
Gilani, A.H. Vease Bhatti, Nighat	374
González, Laura Véase Sotelo, Angela	134
González Córdova, Aarón F. Véase Calderón de la Barca, Ana María	26
Gotifredi, Juan Carlos Véase Del Castillo, Valeria Cristina	296
Graziani de Fariñas, Lucía Véase López G., Ricardo	291
Guarda M., Abel Véase Abugoch J., Lilian	380
Guiñez C., M. Alejandra Véase Escobar A., Berta	152

H

Hevia, Patricio Véase Arciniegas, Esther Linda	48
Huaman, Cecilia Véase Canales, Marco	126
Huerta Leindenz, Nelson Véase Arenas de Moreno, Lilia	409
Huerta Sánchez, Diana Véase Arenas de Moreno, Lilia	409

I

Iouko Ida, Elza Véase Mizubuti, Ivonne Yurika	274
Izquierdo Corser, Pedro.- Análisis proximal, perfil de ácidos grasos, aminoácidos esenciales y contenido de minerales en doce especies de pescado de importancia comercial en Venezuela	187

J

Jara Marini, Martín Véase Calderón de la Barca, Ana Maria	26
Jiménez, Manuel Véase Monge, Rafael	142
Jiménez P., Maite Véase Simpson R., Ricardo	353
Juárez, Daniela Véase Farfán, Norma	400
Jujimori, Elizabeth Véase Vianna de Oliveira, Ida María	62
Justi, Karin Cristiane.- Chemical composition and vitamin C stability in stored camu-camu (<i>Myrciaria dubia</i>) pulp	405

L

Layrisse, Miguel.- New property of vitamin A and β -carotene on human iron absorption: effect on phytate	
---	--

and polyphenols as inhibitors of iron absorption	243
Leets, Irene Véase Layrisse, Miguel	243
Leite, Luisa H.M. - The influence of dietary nucleotides and long-chain polyunsaturated fatty acids on the incorporation of [3H] arachidonic acid on experimental liver cirrhosis	257
Leone, Claudio Véase Gallo, Paulo R.	121
Liendo, Rigel Véase Carrillo de Padilla, Fanny	200
Lima, L.A.M. Véase Novaes, M.R.C.G.	230
Llovera, Daysi Véase Layrisse, Miguel	243
López, Juan C. Véase Otero, Miguel A.	361
López G., Ricardo. - Evaluación fisicoquímica y microbiológica de tres mermeladas comerciales de guayaba (<i>Psidium guajava L.</i>)	291
Lorenzana Albert, Paulina. - La adaptación y validación de una escala de seguridad alimentaria en una comunidad de Caracas, Venezuela	334
Lucazechi Sturion, Gilma. - Composição em minerais de cogumelos comestíveis cultivados no Brasil - <i>Pleurotus spp</i> e outras especies deshidratadas	102
Luiz Rosalen, Pedro Véase Mendes Duarte Poliana	113

M

Magalhães, A.V. Véase Novaes, M.R.C.G.	230
Maldonado, Ronald. - Elaboración de galletas con una mezcla de harina de trigo y de plátano verde	387
Maldonado, Silvina. - Composición química y contenido de minerales de leguminosas y cereales producidos en el noroeste argentino	195
Marcelo, Adolfo Véase Canales, Marco	126
Márquez Salas, Enrique Véase Izquierdo Corser, Pedro	187
Martín, Eduardo Véase Rincón, Alicia Mariela	286
Martínez-Bustos, Fernando Véase Gaytan Martínez, Marcela	366
Martínez-Valverde, Isabel .- Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta	5
Martínez Yépez, Amaury José Véase Moreno Contreras, Marellys del Carmen	183
Martins Bión, Francisca Véase Nepomuceno de Pontes Pessoa, Debora Catarine	55
Masson S., Lilia Véase Romero P., Nalda	304
Matsushita, Makoto Véase Justi, Karin Cristiane	405
Medeiros, Fernanda J. Véase Leite, Luisa H.M.	257
Mendes Duarte, Poliana. - Cariogenicidade e propriedades cariostáticas por diferentes tipos de leite-revisão	113
Méndez, Rosa Olivia. - Contenido y absorción del calcio proveniente de la dieta del noroeste de México una retrospectiva bibliográfica.....	330
Mizubuti, Ivonne Yurika. - Propiedades funcionis da farinha e concentrado protéico de feijão guandu (<i>Cajanus cajan (L) Millsp</i>)	274
Monge, Rafael. - Perfil nutricional y microbiológico de los embutidos de soya disponibles en Costa Rica	142
Monteiro, Christianne R. Véase Leite, Luisa H.M.	257
Montero-Campos, Maria de los Angeles Véase Blanco-Metzler, Adriana	91
Montiel Carbajal, María Martha Véase Vera Noriega, José Angel	35
Moraes, L.H.M. Véase Costa M.J.D.de C.C.	341
Morales Sánchez, Eduardo Véase Gaytan Martínez, Marcela	366
Moreira-Vaz, Eliane Véase Leite, Luisa H.M.	257
Moreno Contreras, Marellys del Carmen. - Determinación de deoxinvalenol (DON) en trigo, cebada y maíz y su relación con los niveles de mohos totales, <i>Fusarium spp.</i> , porcentaje de colonización y actividad de agua	183
Morales de León, Josefina C. - Elaboración de un yogurt con base en una mezcla de leche y garbanzo (<i>Cicer arietinum</i>)	81

Morales de León, Joseina C.- Obtención de un extracto de garbanzo (<i>Cicer arietinum L.</i>) fermentado y su uso como extensor lácteo	157
Morthy, L. Véase Novaes, M.R.C.G.	230
Moura, L.S.A. Véase Costa M.J. de C.C.	341

N

Nagra, Saeed Ahmad Véase Bhatti, Nighat	374
Nepomuceno de Pontes Pessoa, Debora Caterine.- Dietary proteins on reproductive performance in three consecutive generations of rats	55
Novaes, M.R.C.G.- Efeitos farmacológicos da suplementação dietética com arginina em ratos com tumor sólido de Walker 256	230

O

Ortiz de Bertorelli, Ligia.- Estudio electroforético de las albúminas y globulina de cuatro genotipos de <i>Canavalia ensiformis</i>	74
Ortiz de Bertorelli, Ligia Véase Ramírez M. Alejandra O.	69
Otero, Miguel A.- Tecnología para la utilización integral de la levadura de cerveza en la industria alimenticia.....	361

P

Pacheco de Delahaye, Emperatriz Véase Maldonado, Ronald	387
Paiva, Fernando Véase Saunders, Claudia	237
Pak D., Nelly.- Fibra dietética en verduras cultivadas en Chile	97
Peña Ramos, Martha Olivia Véase Vera Noriega, José Angel	35
Pereira, Andréa C. Véase Leite, Luisa H.M.	257
Pereira Bastos de Siqueira, María Elisa Véase Seraphim, Kelly Regina	87
Pérez R., Luz María Véase Abugoch J., Lilian	380
Periago, María Jesús Véase Martínez-Valverde, Isabel	5
Pineda L., Rafael Véase Romero P., Nalda	304
Prada, Ana Véase Canales, Marco	126
Pucci, Oscar Héctor Véase Esteveo Belchior, Silvia	171

Q

Quintana, Agricia Véase Carrillo de Padilla, Fanny	200
---	-----

R

Ramalho, Andrea Véase Saunders, Claudia	237
Ramírez, José Véase Layrisse, Miguel	243
Ramírez, M. Véase López G., Ricardo	291
Ramírez M., Alejandra O.- Estudio de algunas características de las proteínas de <i>Canavalia</i>	69
Ramírez M., Alejandra O. Véase Ortiz de Bertorelli, Ligia	74
Ramírez de Fernández, María Véase Alarcón-Corredor, Oscar M.	249
Raybaudi Martínez, Rosa Véase Moreno Contreras, Marelly del Carmen	183
Regueira Teodosio, Naide Véase Nepomuceno de Pontes Pessoa, Debora Caterine	55
Reinosa-Fuller, José Véase Alarcón-Corredor, Oscar M.	249
Rezende Gomes, Mariana Véase Tirapegui, Julio	317

Ribeiro, J.E.G. Véase Novaes M.R.C.G.	230
Rincón Alicia Mariela.- Evaluación del posible uso tecnológico de algunos tubérculos de las discoreas: ñame congo (<i>Dioscorea bulbifera</i>) y mapuey (<i>Dioscorea trifida</i>)	286
Rivera, M.A.A. Véase Costa, M.J.de C.C.	341
Robert C., Paz Véase Romero P., Nalda	304
Romera, Gabriela F.- Análisis in vitro de la disponibilidad del hierro en el arroz fortificado	265
Romero M., Alejandro Véase Simpson R., Ricardo	
Romero P., Nalda.- Composición en ácidos grasos y proximal de siete especies de pescados de Isla de Pascua ..	304
Ros, Gaspar Véase Martínez-Valverde, Isabel	5
Rosa, Glorimar Véase Leite, Luisa H.M.	257
Rossi, Analia Véase Farfan, Norma	400
Rozycki, Víctor R. Véase Freyre, Marcelino R.	394
Ruiz Salazar, Adolfo Véase Calderón de la Barca, Ana María	26

S

Salzano Lago, Eunice Véase Nepomuceno de Pontes Pessoa, Debora Catarine	55
Sambucetti, María Elena Véase Romera Gabriela F.	265
Samman, Norma Véase Farfan, Norma	400
Samman, Norma Véase Maldonado, Silvina	195
Sánchez-Muniz, Francisco J. Véase García Gómez, L. Jacinto	219
Sanjur, Diva Véase Lorenzana Albert, Paulina	334
Sarchi, María Inés Véase Romera, Gabriela F.	265
Saunders, Claudia.- Utilizacao de tabelas de composicao de alimentos na avalicao do risco de hipovitaminosis A.	237
Seraphim, Kelly Regina.- Nitratos e nitritos em queijos caseiros e industrializados comercializados na regio sul de Minas Gerais, Brasil	87
Serrano Valdes, Lissis Véase Wittig de Penna, Emma	19
Simpson R., Ricardo.- Evaluación de leches UHT comerciales y optimización del proceso industrial	353
Solano, Liseti Véase Layrisse, Miguel	243
Sotelo, Angela.- Huevo en polvo con bajo contenido de colesterol. Características nutricias y sanitarias del producto	134
Sousa, M.V. Véase Novaes, M.R.C.G.	230

T

Tirapegui, Julio.- Relação de alguns suplementos nutricionais e o desempenho fisico	317
Torres Ferrari, Gabriel Véase Izquierdo Corser, Pedro	187
Tropper, Eleonora Véase Layrisse, Miguel	243
Tucker, Katherine L. Véase Bermúdez, Odilia I.	42

U

Ugarte A., Viviana Véase Estévez A., Ana María	148
Uquiche C., Edgar Véase Villarroel T., Mario	62

V

Vasallo, Maria C. Véase Otero, Miguel A.	361
Vega F, Mauricio Véase Simpson R., Ricardo	353
Vera Noriega, José Angel.- Evaluación de los efectos de un programa de desayunos escolares en atención y memoria	35

Villarroel T., Mario. - Optimización de formulaciones para productos dietéticos de pastelería	62
Vianna de Oliveira, Ida Maria. - Dietas a base de arroz e feijao aumentam a atividade plasmatica e hepatica da gama-glutamyl transpeptidase em ratos jovens	346
Visentainer, Jesui Verilio Véase Justi, Karin Cristiane	405

W

Waldemar de Oliveira Souza, Luiz Véase Mizubuti, Ivonne Yurika	274
Wall Medrano, Abraham Véase Calderón de la Barca, Ana María	26
Windrantz, Pal. - Evaluation of the bacteriological quality of ice cream sold at San José, Costa Rica	301
Wittig de Penna, Emma .- Entrenamiento de paneles sensoriales constituidos por niños	19
Wyatt, C. Jane Véase Méndez, Rosa Olivia	330

Y

Yáñez-Domínguez; Claudia Véase Alarcón-Corredor, Oscar M.	249
---	-----

Z

Zuleta, Angela Véase Romera, Gabriela F.	265
--	-----

INDICE DE MATERIAS

A

Acidos grasos , composición en, y proximal de siete especies de pescado de Isla de Pascua	304
Ajo (<i>Allium sativum</i>), revisión: Efectos cardiovasculares del	219
Arginina , efeitos farmacológicos da suplementação dietética com, em ratos com tumor sólido de Walker 256	230
Atividade plasmática , dietas à base de arroz e feijão aumentam a, e hepática da gama-glutamil transpeptidase em ratos jovens	346

C

Calcio , contenido y absorción del, proveniente de la dieta del noroeste de México una retrospectiva bibliográfica	330
Canavalia , estudio de algunas características de las proteínas de.....	69
Canavalia ensiformis , estudio electroforético de las albúminas y globulina de cuatro genotipos de	74
Carne de ganado , composición química de, bovino criollo	400
Carnes , análisis comparativo proximal y de minerales entre, de iguana, pollo y res	409
Cocoa butter , characterization of, extracted from hybrid cultivars of <i>Theobroma cacao</i> .I.	200
Cogumelos comestíveis , composição em minerais de, cultivados no Brasil – <i>Pleurotus spp</i> e outras espécies desidratadas	102
Comedores de empresas privadas , determinación de la calidad microbiológica de alimentos servidos en	177
Compuestos fenólicos , significado nutricional de los, de la dieta	5
Cotiledones de algarrobo (<i>Prosopis chilensis</i> (Mol) Stuntz), utilización de, en la elaboración de barras de cereales	148
Cotiledones de algarrobo (<i>Proposis chilensis</i> (Mol) Stuntz), almacenamiento de barras de cereales elaboradas con	152

D

Deoxinivalenol (DON) , determinación de, en trigo, cebada y maíz deoxinivalenol (DON) en trigo, cebada y maíz y su relación con los niveles de mohos totales, <i>Fusarium spp.</i> , porcentaje de colonización y actividad de agua	183
Desayunos escolares , evaluación de los efectos de un programa de, en atención y memoria	35
Diarrea inducida , efecto de la, con lactosa sobre la disponibilidad de los macronutrientes y la función inmune en ratas nutridas y desnutridas	48
Dietary proteins on reproductive perfomance in three consecutive generations of rats	55

E

Extrusado , alimentos de humedad intermedia para ancianos en base a, de maíz: soja, adicionando con calcio ..	296
--	-----

F

Farinha , efeito da extrusão termoplástica no teor de lisina disponível da, desengordurada de grã-de-.bico (<i>Cicer arietinum</i> , L).	270
--	-----

Fatty acids , the influence of dietary nucleotides and long-chain polyunsaturated, on the incorporation of [³ H] arachidonic acid on experimental liver cirrhosis	257
Feijão guandu (<i>Cajanus cajan</i> (L) Millsp), propiedades funcionais da farinha e concentrado protéico de	274
Fibra dietética en verduras cultivadas en Chile.....	97
Fibra dietética , efecto del tratamiento térmico sobre el contenido de, total, soluble e insoluble en algunas leguminosas	281
Formulaciones , optimización de, para productos dietéticos de pastelería	62

G

Galletas , elaboración de, con una mezcla de harina de trigo y plátano verde	387
Garbanzo (<i>Cicer arietinum</i> L.), obtención de un extracto de, fermentado y su uso como extensor lácteo	157

H

Hierro , análisis in vitro de la disponibilidad del, en el arroz fortificado	265
Hipovitaminose A , utilização de tabelas de composição de alimentos na avaliação do risco de	237
Huevo en polvo con bajo contenido de colesterol . Características nutricias y sanitarias del producto	134

I

Ice cream , evaluation of the bacteriological quality of, sold at San Jose, Costa Rica	301
Iron, new property of vitamin A and β-carotene on human , absorption: effect on phytate and polyphenols as inhibitors of iron absorption	243

L

Leche vegetal , recursos alimenticios vegetales con potencial de explotación agroindustrial de Guatemala. Elaboración de, a partir de la semilla del fruto de morro	164
Leches UHT , evaluación de, comerciales y optimización del proceso industrial	353
Leite-revisão , cariogenicidade e propriedades cariostáticas por diferentes tipos de	113
Lepidium meyenii (MACA), evaluación nutricional de, en ratones albinos y su descendencia	126
Levadura de cerveza , tecnología para la utilización integral de la, en la industria alimenticia	361
Lípidos séricos , modificaciones de los, de ratas suplementadas con cobre por vía oral	249

M

Maíz integral , aplicación de un proceso de conocimiento dieléctrico de, en la elaboración de harinas instantáneas de maíz amarillo para preparación de frituras de masa y tortillas	366
Manto jibia , caracterización funcional y bioquímica de la carne del, congelada (<i>Dosidicus gigas</i>)	380
Melaço , avaliação da eficácia da suplementação com, na dieta de ratos normais e depletados	341
Merluza , controles microbiológicos y puntos de control en una planta elaboradora de filete de, para exportación	171
Mermeladas , evaluación fisicoquímica y microbiológica de tres, comerciales de guayaba (<i>Psidium guajava</i> L.)	291
Minerales , composición química y contenido de, de leguminosas y cereales producidos en el noroeste argentino	195
Mung bean (<i>Vigna radiata</i>), nutritional value of, as effected by cooking and supplementation	374

P

Paneles sensoriales , entrenamiento de, constituídos por niños	19
Pescado , análisis proximal, perfil de ácidos grasos, aminoácidos esenciales y contenido de minerales en doce especies de, de importancia comercial en Venezuela	187
Productos alimenticios , composición química de, derivados de trigo y maíz elaborados en Costa Rica	91

Q

Queijos caseiros , nitratos e nitritos em, e industrializados comercializados na região sul de Minas Gerais, Brasil	87
--	----

R

Retardo de crecimiento , fatores de risco ao, estatural em crianças de baixo nivel econômico e social de São Paulo, Brasil	121
Rodilla , uso de la altura de, para corregir la talla de ancianos de origen hispano	42

S

Seguridad alimentaria , la adaptación y validación de una escala de, en una comunidad de Caracas, Venezuela.....	334
Soya , modificación enzimática de las propiedades funcionales, nutricias y sensoriales de la, para la alimentación especial	26
Soya , perfil nutricional y microbiológico de los embutidos de, disponibles en Costa Rica	142
Suplementos nutricionais , relação de alguns, e o desempenho físico.....	317

T

Tubérculos , evaluación del posible uso tecnológico de algunos, de las dioscoreas: ñame congo (<i>Dioscorea bulbifera</i>) y mapuey (<i>Dioscorea trifida</i>).....	286
--	-----

V

Vegetales silvestres , sub explotados del chaco argentino y su potencial como recurso alimenticio	394
Vitamin C , chemical composition and, stability in stored camu-camu (<i>Myrciaria dubia</i>) pulp	405

Y

Yogurt , elaboración de un, con base en un mezcla de leche y garbanzo (<i>Cicer arietinum</i>).	81
--	----

**En Venezuela y hacia y desde todo el mundo,
en IPOSTEL le ofrecemos**

**SERVICIOS TRADICIONALES de Cartas, Impresos y
Encomiendas.**



... y además contamos con novedosos

SERVICIOS EXPRESOS



A nivel nacional ofrecemos: EEE (Entrega Especial Expressa) es un servicio que le permite enviar documentos y encomiendas a todo el Territorio del país de una forma expresa, económica y segura.



EMS, (Express Mail Service), es un servicio tipo courier que le permite enviar documentos y mercancías a nivel internacional, respondiendo a su necesidad de entrega en tiempo breve y a los precios más económicos del mercado.

SERVICIOS ELECTRONICOS

CORREO ELECTRONICO Y KIOSCO INTERNET

Ipostel habilitó para aquellos usuarios que les gusta navegar en el mundo de la red, kioscos de internet, ubicados en Altamira, C.C.C.T y los Ruices, los cuales disponen de computadoras de fácil acceso a todas aquellas personas interesadas en explorar dentro del campo de la comunicación.



AUTOMATIZACION DE TAQUILLA

La automatización de taquillas cuenta con modernos accesorios como balanza electrónica e impresora de recibos; esta permite mejorar la atención en las taquillas postales y simultáneamente establecer un control eléctrico de los ingresos por venta de servicios.



SEGURIDAD Y RASTREO POR CODIGO DE BARRA

El Código de barra permite registrar los datos más importantes de los envíos EMS entrantes y salientes, este sistema actualmente es utilizado a nivel internacional, para envíos EMS.



Un Mundo de Servicios para Usted...

Artes Finales: Amerik Solutions C.A., Caracas, Venezuela
Teléfono (02) 993.81.43

Portada: Chávez & López, Diseño Gráfico, Caracas, Venezuela
Teléfono (02) 285.55.29

Impresión: Editorial Texto C.A., Caracas, Venezuela
Teléfonos (02) 62.24.85 - 62.87.30