

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE FARINHA MISTA DE ARROZ E SOJA PRÉ-COZIDA POR EXTRUSÃO^{1/}

Maria Júlia da Silva Cruz^{2/}
Dilson Teixeira Coelho^{3/}
Godfrey Kalagi Kibuuka^{3/}
José Benício Paes Chaves^{3/}

1. INTRODUÇÃO

O arroz constitui um dos cereais básicos da alimentação humana. Seu cultivo, no Brasil, está concentrado nos Estados de Goiás, Mato Grosso, Rio Grande do Sul, São Paulo, Minas Gerais, Paraná e Maranhão (18). No Estado de Minas Gerais, em 75% da área destinada ao arroz predomina a cultura de sequeiro (8). O arroz é consumido principalmente na forma de grãos inteiros e cozidos, cujo preparo leva de 15 a 20 minutos.

O beneficiamento do arroz tem como objetivo remover a casca, que constitui cerca de 20% do grão, o germe e o farelo, que representam 12% (23). O beneficiamento abrange duas etapas: o descascamento e o polimento (22). Em geral, o rendimento do arroz polido fica em torno de 65 a 67% do total do arroz processado, ocorrendo, na maioria das vezes, um polimento excessivo, que reduz o rendimento, diminui o valor nutricional e aumenta a percentagem de grãos quebrados (22).

De acordo com STERMER e WEBB (22), a quebra de grãos durante o beneficiamento é uma característica genética. Segundo MATHEUS (16), as variedades de arroz com comprimento maior que a espessura são mais susceptíveis à quebra

^{1/} Parte da tese apresentada, pelo primeiro autor, à Universidade Federal de Viçosa, como uma das exigências para a obtenção do grau de «Magister Scientiae».

Recebido para publicação em 1-6-1983. Projeto 42207 do Conselho de Pesquisa U.F.V.

^{2/} Escola Superior de Agronomia de Paraguaçu Paulista. Rua Prof. Jaime Monteiro, 791. 19700 Paraguaçu Paulista, SP.

^{3/} Departamento de Tecnologia de Alimentos da U.F.V. 36570 Viçosa, MG.

durante o polimento. AUTREY (1) e AUTREY *et alii* (2) dizem que a remoção de até 75% do farelo provoca cerca de 20% de grãos quebrados.

LYNN e LAWLER (14) notaram que o aumento da temperatura durante o polimento, até 70°C, favoreceu a formação de fissuras e, conseqüentemente, a quebra dos grãos de arroz.

A proporção de grãos quebrados, geralmente, chega a 40% do rendimento total do arroz beneficiado (24). Esse tipo de arroz é de menor aceitação pelo consumidor e, em razão disso, é separado e comercializado a preços inferiores, para a fabricação de cerveja e ração de animais (7, 18, 22). Menor quantidade desse arroz tem aceitação no mercado na forma de creme de arroz, destinado à alimentação de crianças e utilizado também na formulação de produtos farmacêuticos e cosméticos, como, por exemplo, talco (6, 18).

O creme ou farinha de arroz é obtido por desintegração ou moagem dos grãos quebrados, para produzir um pó fino, com partículas com menos de 298 micrômetros de diâmetro (19).

O amido constitui a maior parte do grão de arroz e, portanto, do creme. Sua utilização e assimilação requerem boa cocção, que, domesticamente, leva de 15 a 20 minutos (22).

A proteína de arroz ocorre em média de 7,6% e apresenta digestibilidade de 98% (17); contém baixo teor de lisina e treonina, porém alto teor de aminoácidos sulfurados (4).

A farinha de soja, subproduto da extração do óleo, apresenta alto teor de proteína e é rica em aminoácidos essenciais, como a lisina, porém pobre em aminoácidos sulfurados (11). Segundo DE (5), o tratamento térmico da proteína da soja promove a inativação ou destruição dos fatores antinutricionais (5, 21) presentes na farinha, como os inibidores de tripsina, hemaglutininas, saponinas, isoflavonas e glicosídeos, e fatores antivitaminicos presentes no produto cru (6). Segundo HOUSTON (11), o arroz apresenta baixos teores de sais minerais, e, de acordo com KIK (13), o polimento que origina o arroz quebrado elimina a maior parte do farelo e do germe, onde se encontram concentrados os sais minerais.

A utilização conjunta de farinha de soja e farinha de arroz, em proporções adequadas, termicamente processadas por extrusão poderia originar um produto bem balanceado, graças à complementaridade dos aminoácidos dessas farinhas (4, 5).

Durante a cocção por extrusão, a matéria-prima é submetida a condições de elevadas temperaturas, sob pressão, por tempo predeterminado. Esse processo tem sido apontado como vantajoso, em relação a outros tratamentos térmicos, sobretudo no que diz respeito ao custo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se arroz quebrado, de tamanho inferior a 1/4 do grão inteiro, fornecido pelo FREITAG BAVERNANNLO Ltda., do Rio Grande do Sul, e farinha de soja desengordurada, da PINK ALIMENTOS DO BRASIL S/A, de Minas Gerais.

A quirera de arroz foi transformada em farinha em moinho a martelo LUCATA e, depois, em moinho de fricção BRABENDER. Foi dividida em dois lotes: o primeiro foi utilizado cru e o outro após a adição de níveis crescentes de farinha de soja desengordurada (10, 20, 30 e 40%), homogeneizada no homogeneizador/misturador N-50G HOBERT e submetida à extrusão. No extrusor, sofreu hidratação, até 35% de seu peso, com água na empastadeira do extrusor ITAL MECÂNICA, modelo MG 100. A temperatura de extrusão foi programada para 80, 120 e 180°C, no 2.º, 3.º e 4.º estádios, respectivamente, à pressão de 160 libras/pol². A matriz

continha furos de 3 mm de diâmetro, e a velocidade da rosca foi fixada em 600 rpm. O produto foi seco em secador tipo túnel, modelo MG 100, à temperatura de 60°C, com circulação forçada de ar. Após repouso, foi submetido à moagem em moinho de fricção.

As farinhas de arroz e de soja puras passaram pelo mesmo tratamento.

As análises químicas constaram de determinações de umidade, proteína, lipídios, fibra, cinza e sais minerais, segundo os métodos da AACC (15). Os carboidratos foram determinados pela diferença percentual. Os aminoácidos foram analisados segundo o método de MOORE *et alii* (20), e o teor de fósforo foi determinado de acordo com BRAGA e DEFELIPO (3).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises químicas, média de quatro determinações, estão no Quadro 1.

3.1. Teor de Proteína

As farinhas de arroz crua e extrusada apresentaram 8,66% e 8,69% de proteína. Pelos resultados, não houve influência perceptível do processo de extrusão na quantidade de proteína da farinha. O mesmo se verificou com as farinhas de soja crua e extrusada, com 55,73% e 55,05% de proteína, respectivamente. A substituição parcial da farinha de arroz por níveis crescentes de farinha de soja provocou um aumento gradativo no teor de proteína, de 13,30%, no caso de 10% de farinha de soja, para 27,11%, para 40% de farinha de soja.

Do ponto de vista nutricional, o emprego da farinha de soja elevou o teor de proteína da farinha de arroz, uma vez que o requerimento diário de uma criança com menos de 1 ano, recomendado pela FAO, é de 18 g/100 g de alimento (9). O consumo de baixas quantidades de farinha de arroz pura poderia originar sintomas de deficiência protéica. A substituição parcial da farinha de arroz pela farinha de soja, no nível mínimo de 20%, possibilitou o atendimento da necessidade diária de proteína.

3.2. Teor de Aminoácidos Essenciais

O teor de aminoácidos essenciais da mistura arroz-soja extrusados em conjunto, determinado por cálculo, e sua comparação com os níveis ideais recomendados pela FAO estão no Quadro 2.

De maneira geral, a composição em aminoácidos essenciais da farinha de soja foi superior à da farinha de arroz: a primeira apresentou aproximadamente 94% de lisina a mais que a segunda, 47% de treonina, 54% de isoleucina e 42% de histidina. Os teores de valina, fenilalanina e leucina não pareceram ser muito diferentes, entretanto a farinha de arroz apresentou 54% de metionina a mais que a farinha de soja. Com exceção da metionina, a composição em aminoácidos essenciais da farinha de soja mostrou-se superior ao valor ideal da FAO. A farinha de arroz apresentou níveis de lisina, treonina e isoleucina um pouco abaixo dos níveis ideais estabelecidos pela FAO.

A substituição da farinha de arroz por níveis crescentes de soja aumentou a quantidade de aminoácidos, que ficou próxima ou acima do nível recomendado pela FAO (apenas a metionina ficou aquém do nível recomendado).

Na Figura 1 pode-se observar o efeito da adição de soja sobre o teor de aminoácidos essenciais da farinha de arroz.

QUADRO 1 - Composição química das farinhas de arroz e soja e de suas misturas, extrusadas em conjunto, e índice de acidez em gordura

Característica	Arroz		Soja		% farinha de arroz + % farinha de soja, extrusadas em conjunto			
	cru	extrusado	crua	extrusada	90 + 10	80 + 20	70 + 30	60 + 40
*Proteína (g/100g)	8,66	8,69	55,73	55,05	13,30	17,99	22,47	27,11
*Lípidios (%)	0,95	0,98	1,65	1,65	1,04	1,10	1,16	1,23
**Índice de acidez em gordura (mg/100g)	25,51	25,55	22,30	25,24	25,48	25,44	25,42	25,42
*Fibras (%)	0,25	0,25	1,27	1,27	0,34	0,44	0,54	0,69
*Cinzas (%)	0,57	0,59	6,78	6,78	1,21	1,82	2,42	3,05
*Ca (mg/100g)	3,21	3,23	12,32	12,40	4,11	5,02	5,98	6,88
*P (mg/100g)	102,03	102,99	258,64	258,60	118,69	134,48	150,21	165,97
*Fe (mg/100g)	0,13	0,14	0,10	0,10	0,14	0,14	0,14	0,12
*Carboidratos (%)	89,57	89,49	34,57	34,16	84,11	78,65	73,41	67,92

* Base seca.

** Analisado após 180 dias de estocagem.

18 dias

360

QUADRO 2 - Teor de aminoácidos essenciais das farinhas de arroz e soja e de suas misturas, extrusadas em conjunto, e recomendação da FAO (10)

AMINOÁCIDOS (g/16,8g N)	FARINHAS		MISTURAS				
	Arroz extrusado	Soja extrusada	% farinha de arroz + % farinha de soja, extrusadas em conjunto				FAO
			90 + 10	80 + 20	70 + 30	60 + 40	
Lisina	3,2	6,2	3,5	3,8	4,4	4,4	4,2
Treonina	3,2	4,7	3,4	3,5	3,7	3,8	2,6
Valina	5,9	6,4	6,0	6,0	6,1	6,1	4,2
Metionina	2,0	1,3	1,9	1,9	1,8	1,7	2,2
Isoleucina	3,9	6,0	4,1	4,3	4,5	4,7	4,2
Fenilalanina	4,9	5,2	5,0	5,0	5,0	5,0	2,8
Leucina	8,1	8,8	8,2	8,2	8,3	8,4	4,8
Histidina	1,9	2,7	2,0	2,1	2,1	2,7	2,4

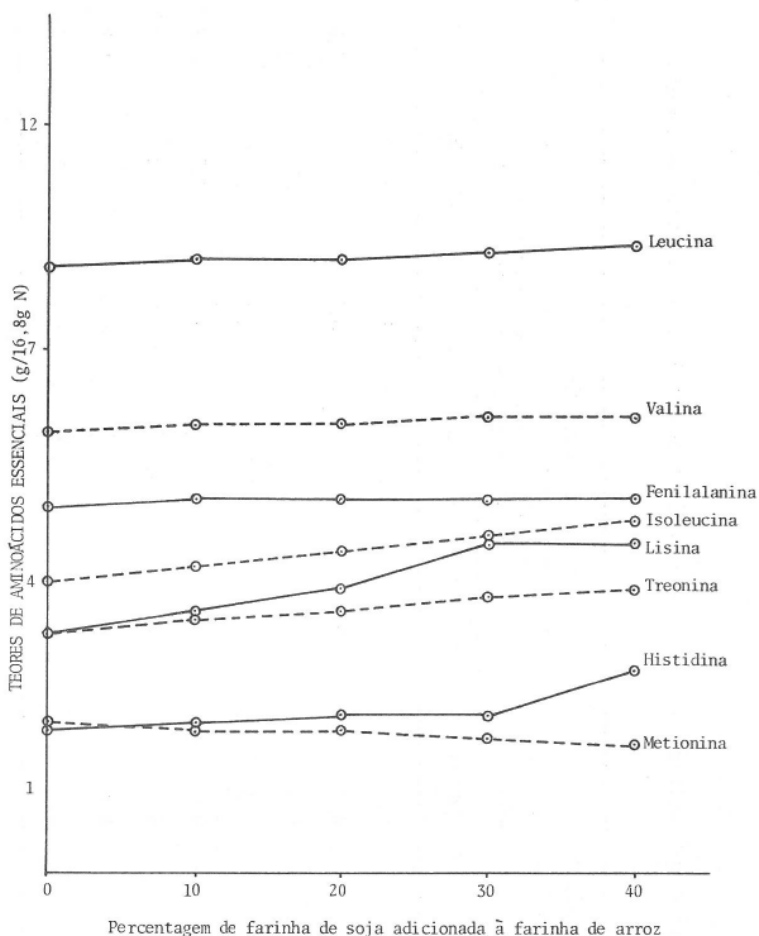


FIGURA 1 - Composição, em aminoácidos essenciais, da farinha de arroz e de suas misturas, extrudadas em conjunto com a farinha de soja desengordurada.

3.3. Teor de Lípidios

Os lípidios do arroz e da soja são constituídos por alguns ácidos graxos insaturados, susceptíveis à auto-oxidação na presença de enzimas lipolíticas, como lipoxidases, metais transicionais, como cobre, ferro e outros, e tratamento térmico a temperaturas acima de 60°C. As farinhas de arroz crua e extrusada apresentaram quantidade de lípidios abaixo de 1%. A farinha de soja utilizada neste trabalho, apesar de desengordurada, ainda apresentava cerca de 1,65% de lípidios. A substituição parcial da farinha de arroz por níveis crescentes de farinha de soja provocou ligeiro aumento no teor de lípidios das misturas. Segundo a FAO, o nível calórico médio recomendado para crianças até 1 ano de idade é de 826,5 kcal/dia (9). Cem gramas da mistura com 20% da farinha de soja apresentaram nível calórico de aproximadamente 304,84 kcal, em virtude de sua composição: 1,10% de lípidios e 78,65% de carboidratos. Ocorre, portanto, um 'deficit' de 521,66 kcal,

que pode ser diminuído, considerando que no preparo do mingau usam-se, além da farinha, leite, açúcar e outros ingredientes.

A análise do índice de acidez das farinhas de arroz e de soja, após um período de 180 dias, acusou acidez em torno de 25 ml/100 g, tanto nas farinhas puras como nas misturas (Quadro 1), valor que indica qualidade comercial aceitável. A determinação do índice de peróxido, como indicação de desenvolvimento do ranço após 180 dias, não evidenciou níveis perceptíveis de peróxidos nas farinhas nem nas misturas extrusadas.

3.4. *Teor de Fibra*

A quantidade de fibra do arroz, geralmente, é baixa, por causa da eliminação do farelo durante o polimento. Como se pode observar, o conteúdo de fibras das farinhas de arroz crua e extrusada foi apenas de 0,25% (Quadro 1). A farinha de soja, por sua vez, contém cerca de quatro vezes mais fibras que a de arroz. A incorporação parcial da farinha de soja à de arroz provocou ligeiro aumento no teor de fibra das misturas.

3.5. *Conteúdo de Cinzas e de Sais Minerais*

As farinhas de arroz crua e extrusada apresentaram apenas 0,57 e 0,59% de cinzas, respectivamente. A quantidade encontrada na farinha de soja foi bem superior, 6,78% na crua e na extrusada. Misturas com níveis crescentes de soja acentuaram o teor de cinzas, de 0,57%, na farinha de arroz pura, para 3,05%, na mistura com 40% de farinha de soja (Quadro 1).

A adição de farinha de soja, em níveis crescentes, à farinha de arroz, aparentemente, aumentou o teor de cálcio. Entretanto, considerando que o requerimento de cálcio para crianças até um ano é de 540 mg/100 g de alimento (9), com a proporção de 40% de farinha de soja ainda se manifestou um «deficit» de 533,12 mg/100 g. O mesmo aconteceu com o fósforo, que apresentou aparente aumento com o acréscimo de farinha de soja à mistura: o teor mudou de 102,03 mg/100 g na farinha de arroz crua para 165,97 mg/100 g na mistura com 40% de farinha de soja, para um requerimento de 360 mg/100 g de fósforo, o que resultou num 'deficit' de, aproximadamente, 194,03 mg/100 g. No caso do ferro, que está sempre em quantidades pequenas na farinha de arroz e em quantidades menores ainda na farinha de soja, misturas com quantidades crescentes de farinha de soja provocaram uma aparente queda nas misturas: de 0,14 mg/100 g para 0,12 mg/100 g na mistura da farinha de soja. Considerando que nem a farinha de arroz nem a farinha de soja atingem o requerimento diário, que é de 15 mg/100 g, a adição até de 30% de soja, aparentemente, não alterou o teor de ferro do produto final, embora se tenha notado queda relativa desse teor no produto com 40% de farinha de soja.

3.6. *Conteúdo de Carboidratos*

Os cereais têm reservas de carboidratos, e as populações dos países em desenvolvimento dependem deles para obtenção de calorias. A farinha de soja contém apenas 38% da quantidade dos carboidratos encontrados na farinha de arroz, em razão de ter a soja alto teor de proteína. A digestibilidade dos carboidratos da soja é menor que a dos cereais, que se apresentam, em grande parte, na forma de estaquiose (12). A substituição da farinha de arroz pela farinha de soja desengordurada provocou queda no teor de carboidratos, como se observa no Quadro 1. Essa queda de teor implica diminuição de calorias nas misturas.

4. RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a mistura das farinhas de arroz-soja pré-cozidas por extrusão, visando, principalmente, graças à complementaridade de suas proteínas, alcançar melhor balanço de aminoácidos essenciais, além da alteração de um produto pré-cozido.

Pelas análises, a substituição gradual da farinha de arroz pela farinha de soja desengordurada, aparentemente, aumentou o teor de proteína, melhorou o balanço de aminoácidos, elevou o teor de lipídios, cinzas e sais minerais (Ca, P), e provocou queda aparente no teor de ferro e no conteúdo de carboidratos. Entretanto, a substituição da farinha de arroz por até 20% de farinha de soja desengordurada apresentou teor de proteína adequado para crianças com até 1 ano de idade.

5. SUMMARY

The major objective of the present work was to establish an ideal extruded rice/soy flour to be used in the form of gruel or porridge for child nutrition. Rice flour substitution with increased levels of defatted soyflour yielded apparent increases in the total protein content, amino acid balance, lipid proportion, ash, and minerals such as calcium and phosphorus. It also caused preponderous drops in iron and carbohydrate content. However, a substitution level up to 20% proved to provide an adequate protein balance for children less than one year of age.

6. LITERATURA CITADA

1. AUTREY, H.S. Effect of variables upon milling yield. *Rice J.* 53:1953 s.p. (Annual issue).
2. AUTREY, H.S.; ARIGORIE, F.F. & AITSCHUL HOGAN, J.T. Effects of milling conditions on breakage of rice grains. *Agric. Food Chem.* 3(7):533-539, 1955.
3. BRAGA, J.M. & DEFELIPO, B.V. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solos e material vegetal. *Rev. Ceres* 21(113):73-85, 1974.
4. CHATTERJEE, S.R. & ABROL, Y. P. Amino acids of new varieties of cereals and pulses and nutritional potential of cereal pulse combination. *J. Food Sci. Tech.* 12(5):221-227, 1975.
5. DE, S.S. *Technology of production of edible flours and protein products from soybean*. Roma, FAO, 1971, 151 p. (FAO Agric. Serv. Bull. n.º 11).
6. DEOBALD, H.J. Rice flours. In: Houston, D.F. (ed). *Rice chemistry and technology*. St. Paul, American Association of Cereal Chemists, 1972. p. 264-271.
7. EL-DASH, A.A.; SHALEEN, A. & EL-SHARBEENY, A. Effect of parboiling on the consumer acceptance of rice. *Cer. Foods World* 20(2):101-112, 1975.
8. EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Projeto Arroz, relatório*. Belo Horizonte, 1978. 65 p.
9. FAO. *Recommended dietary allowances*. 9th Ed. Washington, D.C., National Academy of Sciences, 1980. 185 p.

10. FAO. *Rice and rice diets*. Washington, 1948, s.p. (Nutritional Studies n.º 1).
11. HOUSTON, G.O. *Nutritional properties of rice*. Washington, National Research Council/National Academy of Science, 1970. s.p.
12. HODGE, J.E. & OSMAN, E.M. Carbohydrates. In: *Principles of Food Sciences* Part I. New York, Marcel Dekker, 1976. s.p.
13. KIK, M.C. Feasibility of standardised undermilling of the rice. *Rice J.* 49(10): 15-17, 30-31, 1946.
14. LYNN, L. & LAWLER, F.K. Revolutionizes rice milling. *Food Eng.* 38(11):68-73, 1966.
15. MAC MASTERS, M.M. *Cereal laboratory methods*. 7th ed. St. Paul, American Association of Cereal Chemists, 1962. (Paginação irregular).
16. MATHEIUS, J. Breakage of long grain rice relation to kernel thickness. *Cer. Chem.* 53(1):13-19, 1976.
17. MEHLENBACHER, V.C. *The analysis of fats and oils*. Champaign, Ed. Gouvard Press, 1960. s.p.
18. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. *Abastecimento, insumos e serviços para a agricultura brasileira: perspectiva da produção*. 1976/77. Brasília, v. 1 e 2, 1976. 206 p.
19. MINISTÉRIO DO INTERIOR. *Arroz: Contribuição ao desenvolvimento agro-industrial*. Rio de Janeiro, 1972. p. 165.
20. MOORE, S.; SPALMANN, D.H. & STEIN, W.H. Separation of amino acids on sulfonated polystyrene resins (an improved system). *Anal. Chem.* 30(7):1185-1190, 1958.
21. ROLIM, H.M.V. *Avaliação nutricional de proteína de soja texturizada por extrusão*. Viçosa, Imprensa Universitária UFV, 1977. 55 p. (Tese M.S.).
22. STERMER, R.A. & WEBB, D.F. Criteria of rice quality. In: Houston, D.F. (ed). *Rice chemistry and technology*. St. Paul, American Association of Cereal Chemists, 1972, p. 102-123.
23. WATSON, C.A.; DIKERMAN, E. & STERMER, R.A. A note on surface lipid content and scanning electron microscopy of milled rice as related to degree of milling. *Cer. Chem.* 52(5):742-747, 1975.
24. WITTE, G.C. Conventional rice milling in the United States. In: Houston D.F. (ed.) *Rice Chemistry and Technology*. St. Paul, American Association of Cereal Chemists, 1972. p. 188-200.