

## ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS DOS RESÍDUOS DA GERMINAÇÃO DE MILHO E DE ARROZ E SEU POTENCIAL COMO ALIMENTO<sup>1/</sup>

Luiz Antônio Borgo<sup>2/</sup>  
Dilson Teixeira Coelho<sup>3/</sup>  
José Carlos Gomes<sup>3/</sup>  
Godfrey Kalagi Kibuuka<sup>3/</sup>

### 1. INTRODUÇÃO

O uso de malte de cereais como fonte de amilases é conhecido desde o início do século (2, 3, 7). Dessa época até hoje, o resíduo da germinação vem sendo utilizado como ração animal ou como complemento para a adubação. Num caso e noutro, os resíduos de cereais germinados apresentam composição compatível com a finalidade.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a composição química, em proteína bruta, lipídios, cinzas, fibras, aminoácidos e umidade, dos resíduos da germinação de milho e de arroz, após a extração das enzimas amilolíticas, e verificar seu potencial para a alimentação humana.

---

<sup>1/</sup> Parte da tese apresentada, pelo primeiro autor, à UFV, como uma das exigências para a obtenção do grau de M.S. em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Recebido para publicação em 8-9-1983.

<sup>2/</sup> Departamento de Engenharia Agrônômica da Universidade de Brasília, Cx. P. 15-2812, 70000 Brasília, DF.

<sup>3/</sup> Departamento de Tecnologia de Alimentos da UFV. 36570 Viçosa, MG.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a germinação, seguiu-se o prescrito pelas Regras para Análise de Sementes (8). Os grãos, macerados em água destilada, germinaram a  $29 \pm 1^\circ\text{C}$ , em estufa previamente esterilizada com formaldeído a 15%, onde foi mantida a umidade relativa de 90%.

Terminada a germinação, os grãos foram triturados e extraídos com solução de NaCl 0,3 M ou com tampão de tris (hidroximetil) aminometano 0,1 M, pH 7,5. O extrato enzimático foi obtido por filtração. Os resíduos foram secos em estufa, a  $60^\circ\text{C}$ , e, posteriormente, analisados em laboratório.

As análises de fibras, lipídios, cinzas e voláteis a  $105^\circ\text{C}$  foram realizadas de acordo com as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (9).

A proteína bruta foi dosada de acordo com o método de Kjeldahl, descrito por SILVA (11).

A avaliação quantitativa dos aminoácidos foi realizada no Laboratório de Biofísica do Departamento de Biologia Geral, conforme processo descrito por SPACKMAN *et alii* (12).

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A composição bruta dos resíduos da germinação de milho e de arroz encontra-se no Quadro 1.

A composição química das sementes e dos resíduos da germinação, em voláteis, proteína, lipídios e aminoácidos, é semelhante e está de acordo com os dados publicados por HARRIS e KARMAS (4), HOUSTON (5) e WATT e MERRILL (13). Os resíduos da germinação apresentaram teores mais elevados de fibras e cinzas que os das respectivas sementes.

No caso das fibras, o acréscimo verificado foi, sem dúvida, consequência da própria germinação, que ocasiona o aparecimento de material celulósico (radícula e caulículo) determinado como fibras.

O aumento substancial do teor de cinzas dos resíduos de arroz germinado po-

QUADRO 1 - Composição bruta das sementes de milho e arroz e dos resíduos da germinação após a extração das amilases\*

	Milho		Arroz	
	Semente	Resíduo da germinação	Semente	Resíduo da germinação
Voláteis a $105^\circ\text{C}$	13,80	14,04	12,00	8,54
Proteína bruta	8,90	7,31	7,50	8,81
Fibras	2,00	29,2	0,90	27,9
Cinzas	1,20	2,96	1,20	9,37
Lipídios	3,90	4,04	1,90	2,30

\*Média de duas determinações.

de ter sido causado pela presença da casca.

O maior teor protéico dos resíduos de arroz germinado, ao contrário do que ocorreu com o milho, deve-se ao fato de que as glutelinas, frações protéicas presentes em maior concentração no arroz, são menos solúveis em soluções salinas que as globulinas, que são, em sua maioria, as proteínas do milho. As glutelinas de arroz são menos solúveis em solução de NaCl 0,3 M, diminuindo assim a extração das proteínas que permanecem no resíduo germinado.

Os resultados da determinação de aminoácidos nos resíduos de milho e de arroz germinados encontram-se nos Quadros 2 e 3.

A determinação de aminoácidos nos resíduos de milho germinado demonstrou que sua proteína é deficiente em lisina, cistina, metionina e histidina. Destes, apenas a cistina não é aminoácido essencial.

O milho é, reconhecidamente, deficiente em lisina, fato atribuído às prolamínas, que são também deficientes em lisina (10, 14).

O arroz não apresenta essa deficiência; no entanto, apresentou deficiência de histidina, cistina, metionina e isoleucina.

Percebe-se também, pelos Quadros 2 e 3, que ocorreu grande decréscimo no teor de aminoácidos sulfurados, tanto no resíduo de milho quanto no de arroz germinado. Esse fato leva a concluir que, de algum modo, tais aminoácidos foram uti-

QUADRO 2 - Aminoácidos no resíduo de milho germinado

Aminoácidos	% de aminoácidos no material secado ao ar	% de aminoácidos na proteína	Literatura (na semente)*
Lisina	0,18	2,34	2,88
Histidina	0,13	1,70	2,06
Amônia	0,18	2,35	---
Arginina	0,36	4,65	3,52
Ác. aspártico	0,82	10,58	12,42
Treonina	0,31	3,96	3,98
Serina	0,35	4,51	5,65
Ác. glutâmico	0,96	12,32	17,65
Prolina	0,37	4,70	8,35
Glicina	0,40	5,15	3,39
Alanina	0,51	6,61	9,95
Cistina	0,03	0,33	1,30
Valina	0,40	5,12	5,10
Metionina	0,11	1,35	1,86
Isoleucina	0,26	3,39	4,62
Leucina	0,69	8,83	12,96
Tirosina	0,24	3,07	6,11
Fenilalanina	0,33	4,30	4,54
Triptofano	n.d.	n.d.	0,61
% proteína (ASA)	7,78		
% Mat. seca	94,20		

n.d. = não determinado pelo método utilizado.

(\*) Refs. 27, 31.

QUADRO 3 - Aminoácidos no resíduo de arroz germinado

Aminoácidos	% de aminoácidos no material secado ao ar	% de aminoácidos na proteína	Literatura (na semente)*
Lisina	0,26	3,48	3,95
Histidina	0,12	1,63	1,68
Amônia	0,22	2,94	---
Arginina	0,34	4,57	5,76
Ác. aspártico	0,60	7,86	4,72
Treonina	0,26	3,48	3,92
Serina	0,28	3,84	5,08
Ác. glutâmico	0,75	10,15	13,69
Prolina	0,28	3,87	4,84
Glicina	0,34	4,55	6,84
Alanina	0,43	5,80	3,56
Cistina	---	---	1,36
Valina	0,34	4,61	6,99
Metionina	0,08	1,03	1,80
Isoleucina	0,22	2,96	4,69
Leucina	0,45	6,06	8,61
Tirosina	0,17	2,24	4,57
Fenilalanina	0,25	3,41	5,03
Triptofano	n.d.	n.d.	1,08
<hr/>			
% proteína (ASA)	7,36		
<hr/>			
% Mat. seca	93,60		

n.d. = não determinado pelo método utilizado.

(\*) Refs. 27, 31.

lizados no processo germinativo, seja para a germinação em si, seja para a síntese de novas proteínas.

Os resultados das análises físico-químicas dos resíduos de milho e de arroz germinados estão, de modo geral, de acordo com os dados da literatura. As exceções encontradas — fibras e cinzas — não reduzem a possibilidade do uso dos resíduos na alimentação humana; ao contrário, as funções das fibras nos alimentos já foram bastante discutidas (1, 6), sendo reconhecido seu valor na dieta humana.

Conclui-se, portanto, que os resíduos de milho e de arroz germinados apresentam potencial para utilização na alimentação humana. A forma na qual tais resíduos devem ser utilizados, puros ou em mistura com outros alimentos, poderia ser estudada em trabalhos posteriores.

#### 4. RESUMO

As análises físico-químicas dos resíduos de milho e de arroz germinados, após a obtenção dos extratos enzimáticos, demonstraram que houve substancial aumento nos teores de fibras e cinzas do material estudado.

Ficou demonstrado que há deficiência de lisina, histidina, cistina, metionina e triptofano, para o milho, e de histidina, cistina, metionina, isoleucina e triptofano, para o arroz, tal como ocorre nos grãos intactos. Houve também decréscimo nos

teores de aminoácidos sulfurados nos resíduos.

Os resultados demonstraram a possibilidade de utilização dos resíduos na alimentação humana. Estudos posteriores deverão indicar de que maneira poderá ser feita essa utilização.

## 5. SUMMARY

Analysis of physico-chemical properties of the crude by products of germinated corn and rice grains demonstrated substantial increases of fiber and ash with decreases in the levels of lysine, histidine, cystine, methionine and triptophan in corn; and, histidine, cystine, methionine, isoleucine and triptophan in rice. In both corn and rice, germination had a marked effect on the sulphurous amino acids. However, evaluation of the analytical results suggests feasible utilization of these two germination by-products in forms still to be developed, for human consumption.

## 6. LITERATURA CITADA

1. ALAN-ARCHIVOS LATINO AMERICANOS DE NUTRICION. *Conocimientos actuales en nutricion*. 4.ª ed. Guatemala, INCAP y ALAN, 1978. 576 p.
2. ALMEIDA, J.R. *Fabricação de álcool de mandioca*. Piracicaba, Tipografia Jornal de Piracicaba, 1943, 92 p.
3. GRAVATÁ, A.G. As indústrias da mandioca. In: FERREIRA FILHO, J.C. *Manual da mandioca*. São Paulo, Chácaras e Quintais, 1943, 127-231 p.
4. HARRIS, R.S., KARMAS, E. *Nutritional evaluation of food processing*. 2<sup>nd</sup> ed. Westport, AVI, 1975. 670 p.
5. HOUSTON, D.F. (ed). *Rice, chemistry and technology*. St. Paul, American Association of Cereal Chemistry, 1972. 517 p.
6. LABUZA, T.P. *The nutrition crisis: a reader*. New York, West Publishing, 1975. 512 p.
7. MENEZES, T.J.B. *Etanol, o combustível do Brasil*. São Paulo, Ceres, 1980. 233 p.
8. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. *Regras para análises de sementes*. Brasília, DF, 1976, 188 p.
9. INSTITUTO ADOLFO LUTZ. *Normas analíticas*. (Vol. 1). 2.ª ed. São Paulo, 1976, 371 p.
10. POPINIGIS, F. *Fisiologia da semente*. Brasília, Agiplan, 1977. 289 p.
11. SILVA, D.J. *Análise de alimentos*. Viçosa, UFV, Imp. Univ., 1981. 166 p.
12. SPACKMAN, D.H., STEIN, W.H. & MOORE, S. Automatic recording apparatus for the use in the chromatography of amino-acids. *Analytical Chemistry*, 30(7):1190-1206, 1958.

13. WATT, B.K. & MERRIL, A.L. *Composition of foods*. Washington, U.S. Department of Agriculture, 1963. 190 p.
14. WHITAKER, J.R. & TANNENBAUM, S.R. *Food proteins*. Westport, AVI, 1977, 603 p.