

PERFIL DE BIODISPONIBILIDADE INDIRETA DE ZINCO E FERRO DE DIFERENTES GENÓTIPOS DE ARROZ PARA SELEÇÃO DESTINADA À BIOFORTIFICAÇÃO

ZINC AND IRON INDIRECT BIOAVAILABILITY PROFILE OF DIFFERENT RICE GENOTYPES FOR BIOFORTIFICATION SELECTION

Priscila Zaczuk Bassinello¹, Beatriz Mendonça de Oliveira², Péricles Carvalho Neves³, Ivã Matsushige⁴, Solange Guidolim Canniatti Brazaca⁵, José Luiz Viana de Carvalho⁶

¹DSc, Embrapa Arroz e Feijão, Rodovia GO-462 km 12 Zona Rural 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO, priscila.bassinello@embrapa.br

²Bolsista CNPq-ATP/A

³PhD, Embrapa Arroz e Feijão, pericles.neves@embrapa.br

⁴MSc, Embrapa Arroz e Feijão, iva.matsushige@embrapa.br

⁵MSc, Esalq/USP, sgcbraza@usp.br

⁶MSc, Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, RJ. jose.viana@embrapa.br

RESUMO – O arroz é um importante alimento básico para populações de muitos países e pode desempenhar um importante papel como veículo para micronutrientes os quais tais populações apresentem deficiência. Diferentes linhas de arroz de terras baixas foram avaliados para concentrações de ferro e zinco, assim como sua retenção após cozimento em grãos integrais e brancos. A razão molar entre fitatos e minerais também foi calculada para que fosse estimada a disponibilidade mineral no arroz. Os resultados mostraram importante variação em concentrações de ferro e zinco entre linhagens de arroz durante o processamento. Os fitatos predominaram em grãos integrais, conforme era esperado e isto se refletiu em disponibilidade de zinco superior em arroz branco cozido. Parece viável identificar genótipos de arroz com potencial para programas de melhoramento com foco em biofortificação de minerais.

Palavras-chave: Disponibilidade mineral, fitatos, retenção mineral.

ABSTRACT - Rice has an importance as a staple food for population in many countries and it may play a relevant role as a vehicle for micronutrients, which are deficient in their diets. Different lowland rice lines have been evaluated for iron and zinc contents as well as for their retention in cooked whole and white grains. The molar ratio between phytates and minerals has also been calculated in order to estimate the mineral availability in rice. The results showed important variation in iron and zinc contents between rice lines due to processing. Phytates predominated in whole rice as expected and this reflected in superior Zn availability in white cooked rice. It seems viable to identify rice genotypes with potential for breeding programs with focus on mineral biofortification.

Keywords: Mineral availability, phytates, mineral retention.

INTRODUÇÃO

O arroz é um dos cereais mais produzidos e consumidos no mundo (Kadan et al., 2001) e, importante fonte de carboidrato e proteína de mais da metade da população mundial. Deficiências de micronutrientes são observadas em populações de países em desenvolvimento e o arroz pode ser utilizado na sua prevenção como um veículo de ferro e zinco, através do aumento de densidade desses nutrientes nos grãos pelo melhoramento genético. Por outro lado, sementes, especialmente integrais, contêm antinutrientes, como fitatos (AF), que podem comprometer a absorção de alguns nutrientes pelo organismo (Hurrell et al., 2003). O objetivo deste trabalho foi determinar as concentrações de ferro e zinco, retenção mineral e razão molar (AF:mineral) em grãos crus e cozidos de arroz integral e polido, para determinação indireta *in vitro* da biodisponibilidade mineral.

MÉTODO

Obtenção de genótipos de arroz

Foram colhidos 14 genótipos de arroz multiplicados em sistema irrigado por lâmina de água na safra 2012/2013, na Fazenda Palmital da Embrapa Arroz e Feijão. Os grãos foram submetidos ao beneficiamento convencional, usando-se moinho de provas (Suzuki, São Paulo, Brasil), para obtenção das amostras de arroz integral e polido (branco). Os grãos de arroz foram moídos em moinho de facas (modelo Laboratory Mill 3100, marca PERTEN) e a umidade da amostra foi determinada utilizando analisador de umidade por infravermelho (modelo IV-2002, marca Gehaka), para posterior transformação dos dados em base seca.

Cocção de Arroz

A cocção do arroz beneficiado foi realizada em autoclave vertical CS Primatec a $121\pm 1^\circ\text{C}$ utilizando-se água purificada Milli-Q, para evitar contaminações por Fe. Utilizou-se a proporção de 1:2 (grão:água) para o arroz polido, cozido por 10 minutos e uma proporção de 1:3 (grão:água) para o arroz integral, cozido por 15 minutos. Após serem cozidas, as amostras foram congeladas em freezer, secas em liofilizador de bancada (marca Liotop, modelo L101) e moídas em moinho de café (Capresso) isento de contaminante com Fe.

Avaliação de Fe e Zn

As avaliações de Fe e Zn foram realizadas em amostras de grãos moídos crus e liofilizados após cocção. Utilizou-se a técnica de análise por espectrofotometria de absorção atômica por chama após digestão ácida (KALRA, 1998).

Análise de ácido fítico

O ácido fítico (AF) foi determinado pelo método proposto por Haug & Lantzsch (1983) com adaptações: para o arroz integral foi utilizado 1,5g de amostra e para o arroz polido foram necessários 3g de amostra. O ácido fítico foi quantificado em espectrofotômetro (UV-vis. FEMTO) a 519nm com base em curva padrão de fósforo fítico, com concentrações variando entre 0 a $50\mu\text{g}\cdot\text{mL}^{-1}$, utilizando solução padrão de fitato de sódio.

Retenção Mineral

O cálculo da porcentagem de retenção do mineral na matriz após processamento térmico foi baseado na seguinte fórmula para cada genótipo de arroz: $\% \text{RR} = (\text{Teor ferro/zinco por grama de matéria-prima processada} \times \text{peso (g) matéria-prima processada}) / (\text{Teor ferro/zinco por grama matéria-prima in natura} \times \text{peso (g) matéria-prima in natura})$

Razão Molar

A disponibilidade de minerais foi determinada por meio das razões molares entre o ácido fítico e os minerais da amostra, tendo como critério o valor crítico, descrito na literatura para essas razões (SAHA et al., 1994; WHO, 1996).

Os dados foram coletados em triplicata de análise e analisados estatisticamente pelo programa GENES versão 2013.5.1 (CRUZ, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1, observou-se variabilidade entre as amostras cruas e cozidas para Zn ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$) de 20,38 – 26,67 (integral cru); 14,52 – 22,53 (polido cru); 17,86 – 26,22 (integral cozido) e 15,75 – 24,94 (polido cozido) e Fe entre 6,18 – 8,40 (integral cru); 1,27 – 3,80 (polido cru); 7,44 – 8,90 (integral cozido) e 3,14 – 6,97 (polido cozido). Concentrações maiores de Fe ($p<0,05$) foram observadas em arroz branco cozido, o que pode ser resultado de contaminação pelo processamento. Isso refletiu também na maior retenção de Fe em relação ao Zn nas amostras cozidas. Todas as amostras cozidas apresentaram menores teores de Zn ($p<0,05$). Amostras diferiram estatisticamente quanto às concentrações de ácido fítico (Tabela 2, $p<0,05$), sendo superiores em arroz integral, resposta esperada já que essa substância se concentra no farelo de arroz. Dietas com razão molar AF:Fe >14 comprometem a biodisponibilidade do mineral em animais e humanos (ELLIS et al., 1987; RICHARD e THOMPSON, 1997). A razão molar variou entre as amostras em suas diferentes formas de processamento, indicando também uma variação na disponibilidade dos minerais, sendo aparentemente maior para o Zn e nas amostras polidas (Tabela 2).

Tabela 1. Teor e retenção mineral em genótipos de arroz irrigado beneficiado, cru e cozido. Ano agrícola 2012/13.

Genótipo	Arroz Integral		Arroz Polido		Arroz Integral		Arroz Polido		Retenção Mineral (%)						
	Cru	Cozido	Cru	Cozido	Cru	Cozido	Cru	Cozido	Arroz Integral		Arroz Polido				
				Fe (mg/Kg)				Zn (mg/Kg)				Zn	Fe	Zn	Fe
3RS Sertaneja	6,73 ± 0,27	8,09 ± 1,17	1,77 ± 0,35	5,90 ± 0,67	22,48 ± 0,23	22,15 ± 0,38	16,16 ± 0,49	17,15 ± 1,12	89,72	179,79	89,36	200,56			
Cateto	6,77 ± 0,39	7,44 ± 0,18	1,41 ± 0,08	3,14 ± 0,58	22,63 ± 0,45	22,96 ± 0,41	15,27 ± 0,18	16,55 ± 0,91	91,56	182,72	99,28	229,08			
Chorinho	7,91 ± 1,57	7,87 ± 0,62	1,67 ± 0,25	3,56 ± 0,64	23,35 ± 0,62	22,90 ± 0,41	16,53 ± 0,12	16,59 ± 2,36	89,21	152,21	97,16	211,98			
Amarelão	7,30 ± 0,89	7,47 ± 0,33	1,83 ± 0,50	3,95 ± 0,63	25,00 ± 0,66	25,57 ± 0,70	20,26 ± 0,37	20,69 ± 2,41	95,44	156,71	92,20	170,49			
Bolinha	6,18 ± 0,11	8,32 ± 1,17	1,27 ± 0,10	5,42 ± 0,40	23,23 ± 0,36	20,46 ± 0,42	15,34 ± 0,06	16,57 ± 0,12	87,52	171,84	91,59	251,18			
Carolino	7,21 ± 0,45	7,81 ± 0,61	1,76 ± 0,22	6,61 ± 5,32	20,38 ± 0,13	17,86 ± 1,08	14,52 ± 0,52	16,85 ± 2,03	89,16	158,81	88,98	197,16			
Catetão	7,23 ± 0,95	8,84 ± 0,69	2,09 ± 0,21	4,52 ± 0,40	22,78 ± 2,79	21,80 ± 1,61	15,47 ± 0,29	15,75 ± 0,35	85,86	153,53	90,56	175,60			
Cateto-seda	7,22 ± 1,19	7,75 ± 0,34	2,07 ± 0,22	4,70 ± 0,60	24,05 ± 1,22	23,24 ± 0,89	19,4 ± 0,16	19,80 ± 0,59	92,93	144,88	88,51	150,72			
Chatão buriti	7,76 ± 0,67	8,14 ± 0,49	3,74 ± 0,55	6,97 ± 0,37	25,04 ± 0,27	22,80 ± 0,38	20,27 ± 0,24	21,58 ± 1,34	90,14	154,25	89,44	145,72			
Iguape cateto	6,22 ± 0,25	8,04 ± 0,86	2,65 ± 0,31	5,76 ± 0,84	20,55 ± 0,30	19,92 ± 1,12	14,80 ± 0,04	17,93 ± 0,25	87,98	176,85	76,35	133,58			
Japonês	7,05 ± 1,41	7,87 ± 1,26	1,75 ± 0,49	3,90 ± 0,15	23,91 ± 0,38	21,97 ± 0,37	18,25 ± 0,37	20,68 ± 0,75	89,80	150,07	90,68	162,86			
Rizzoto	7,52 ± 0,80	7,45 ± 0,84	2,25 ± 0,36	4,53 ± 0,73	24,75 ± 0,40	18,41 ± 9,11	18,75 ± 0,28	20,31 ± 0,47	91,68	178,72	108,43	181,33			
Tomba morro	8,40 ± 1,95	8,90 ± 1,59	3,80 ± 0,20	6,01 ± 0,31	22,32 ± 0,18	21,52 ± 0,40	18,51 ± 0,09	20,23 ± 0,42	93,59	139,17	89,57	136,84			
Zebu ligeiro	7,05 ± 0,09	8,16 ± 0,11	2,84 ± 0,20	4,16 ± 1,81	26,67 ± 0,37	26,22 ± 0,35	22,53 ± 0,34	24,94 ± 0,59	93,70	179,43	88,64	171,83			

Tabela 2. Teor de ácido fítico (AF) e razão molar (AF:Fe; AF:Zn) de genótipos de arroz cru e cozido.

Genótipo	Arroz Integral		Arroz Polido		Arroz Integral				Arroz Polido			
	Cru	Cozido	Cru	Cozido	Cru		Cozido		Cru		Cozido	
	AF (%)				AF/Zn	AF/Fe	AF/Zn	AF/Fe	AF/Zn	AF/Fe	AF/Zn	AF/Fe
BRS Sertaneja	0,38 ± 0,004	0,55 ± 0,005	0,07 ± 0,003	0,22 ± 0,009	16,72	47,70	26,85	38,21	4,58	35,69	15,10	52,47
Cateto	0,35 ± 0,013	0,50 ± 0,008	0,07 ± 0,018	0,15 ± 0,020	15,23	43,44	23,89	34,19	4,79	44,30	9,81	39,28
Chorinho	0,52 ± 0,010	0,50 ± 0,009	0,11 ± 0,017	0,09 ± 0,013	22,03	55,53	23,74	35,06	6,75	57,03	5,67	21,97
Amarelão	0,52 ± 0,050	0,48 ± 0,005	0,09 ± 0,031	0,09 ± 0,010	19,67	59,85	20,06	35,74	4,56	43,15	4,99	25,53
Bolinha	0,78 ± 0,003	0,52 ± 0,008	0,09 ± 0,014	0,08 ± 0,009	33,26	106,79	25,17	41,14	6,05	62,44	5,60	21,04
Carolino	0,78 ± 0,010	0,48 ± 0,017	0,12 ± 0,010	0,08 ± 0,006	37,72	91,00	26,21	35,53	8,13	57,28	6,12	19,47
Catetão	0,77 ± 0,019	0,48 ± 0,015	0,12 ± 0,012	0,14 ± 0,039	33,55	90,20	24,39	36,69	7,83	49,49	7,46	24,34
Cateto-seda	0,84 ± 0,004	0,47 ± 0,036	0,12 ± 0,010	0,07 ± 0,005	34,59	98,34	20,79	37,93	6,35	50,83	6,85	32,20
Chatão buriti	0,84 ± 0,012	0,47 ± 0,006	0,21 ± 0,031	0,16 ± 0,010	33,34	91,92	20,45	32,92	10,41	48,19	8,65	24,60
Iguape cateto	0,76 ± 0,005	0,48 ± 0,010	0,18 ± 0,043	0,17 ± 0,016	36,50	102,90	26,11	36,64	12,25	58,41	15,32	41,74
Japonês	0,72 ± 0,003	0,44 ± 0,004	0,08 ± 0,003	0,06 ± 0,004	29,77	86,24	20,52	35,55	4,45	39,59	3,72	18,45
Rizzoto	0,78 ± 0,019	0,48 ± 0,009	0,18 ± 0,003	0,11 ± 0,001	31,03	87,26	21,15	30,49	9,57	68,07	3,94	16,77
Tomba morro	0,80 ± 0,011	0,49 ± 0,009	0,26 ± 0,011	0,17 ± 0,011	35,49	80,53	23,09	35,22	13,74	57,17	10,43	28,43
Zebu ligeiro	0,80 ± 0,002	0,52 ± 0,008	0,23 ± 0,010	0,26 ± 0,002	29,77	96,15	20,77	35,03	9,97	67,52	13,06	45,66

CONCLUSÃO

Apesar da menor retenção de zinco em arroz cozido em relação ao ferro, os menores níveis de fitatos no arroz polido promove uma melhor disponibilidade do mineral em relação ao arroz integral. Foi possível identificar genótipos para fins de seleção pelos programas de melhoramento genético com objetivo de definir cruzamentos para o desenvolvimento de materiais biofortificados em Fe e/ou Zn.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa HarvestPlus e projeto BioFORT da Embrapa pelo apoio na realização deste trabalho e ao CNPq pelo apoio financeiro (bolsa ATP/A).

REFERÊNCIAS

- CRUZ, C.D. **Programa Genes**: Biometria. Editora UFV. Viçosa (MG). 382p. 2006
- ELLIS R, KELSAY JL, REYNOLDS RD, MORRIS ER, MOSER PB, FRAZIER CW. Phytate: zinc and phytate X calcium: zinc molar ratios in self-selected diets of americans, Asian Indians, and Nepalese. **J Am Diet Assoc.**, v. 87, n. 8, p.1043-7, 1987.
- HAUG,W.; LANTZCH, H.J. Sensitive method for the rapid determination of phytate in cereals and cereal products. **Journal of Science Food Agriculture**, v.34, p.1423-1426, 1983.

HURRELL,R.F. et al. Degradation of phytic acid in cereal porridges improves iron absorption by human subjects. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v.77, n.5, p. 1213-1219, May 2003.

KADAN, R.S.; ROBINSON, M.G.; THIBODEAUX, D.P.; PEPPERMAN, A.B. Texture and other physicochemical properties of whole rice bread. **Journal of Food Science**, v.66, n.7, p.940-944, 2001.

KALRA, Y. P. **Handbook of Reference Methods for Plant Analysis**. CRC Press /Taylor & Francis Group. ISBN-13: 978-1-57444-124-6. New York –USA.1998.

RICHARD SE, THOMPSON LV. **Interactions and biological effects of phytic acid**. In: Shahidi F, editor. Antinutrients and phytochemicals in food. ACS symposium series, nr 662. Washington (DC): American Chemical Society; Chapter 17, p.294-312, 1997.

SAHA PR, WEAVER CM, MANSON AC. Mineral bioavailability in rats from intrinsically labeled whole wheat flour of various phytate levels. **J Agric Food Chem.**, v. 42, n. 11, p.2531-5, 1994.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). **Trace elements in human nutrition and health**. Geneva; 1996.