

COMPOSIÇÃO MINERAL DE CULTIVARES DE ARROZ INTEGRAL, PARBOILIZADO E BRANCO*

Cristiane Casagrande DENARDIN*

Leila Picolli da SILVA***

Cátia Regina STORCK**

José Laerte NÖRNBERG**

■ **RESUMO:** O arroz é o principal alimento para mais da metade da população mundial; porém, sua contribuição em minerais é variável e relacionada ao processo de beneficiamento. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de tais processos nos teores de macro e microminerais em grãos de arroz integral, parboilizado e branco. Para tal, foram usados nove cultivares de arroz, provenientes do Instituto Rio Grandense do Arroz (safra 2002/2003). Os teores de Mg, K, P, Na, Mn e Zn foram significativamente maiores nos grãos integrais. A parboilização, ao contrário do esperado, não aumentou o conteúdo de todos os minerais, sendo que estes grãos, comparados aos brancos, tiveram menor teor de Mn e Zn. Além das diferenças entre os beneficiamentos, pôde-se observar variação entre cultivares, como por exemplo, nos teores de Fe e Zn, que variaram 223% (BR-IRGA 409 X IRGA 420) e 41% (IRGA 417 x IRGA 420), respectivamente, no arroz branco. Com isso, levanta-se a hipótese de que cultivares de arroz podem ser selecionados em função da presença de teores mais elevados de minerais, a fim de serem usados em estratégias específicas na prevenção e combate de várias doenças resultantes da ingestão insuficiente destes nutrientes.

■ **PALAVRAS-CHAVE:** Minerais; arroz integral; arroz branco; parboilização.

Introdução

Desde eras remotas, a raça humana tem consciência de que a ingestão de uma dieta balanceada é essencial para o bom funcionamento do organismo e, conseqüentemente, para a manutenção da saúde. Porém, o estilo de vida atual de nossa sociedade tem menosprezado tais conhecimentos em detrimento de alimentos de preparo rápido, mas nem sempre de valor nutricional balanceado. Este fato é o principal responsável pela crescente incidência da chamada “fome oculta”, a qual é causada pela baixa ingestão de minerais e vitaminas, que são elementos essenciais para o bom funcionamento do organismo humano. Considerando

que os cereais constituem o principal alimento na dieta daqueles que não têm acesso a alimentos ricos em micronutrientes, tais como leite, carne, frutas e vegetais, o consumo de um cereal com maior conteúdo de minerais poderia ajudar no combate desse tipo de desnutrição.

Sabe-se que o arroz (*Oryza sativa* L.) é um dos cereais de maior cultivo no mundo, sendo o principal alimento na dieta de mais da metade da população mundial²¹. No entanto, apesar de ser uma fonte reconhecida de energia, sua contribuição em minerais na dieta é bastante variável e diretamente relacionada ao processo de beneficiamento do grão, além de sofrer influências do genótipo, do ambiente e das práticas agrícolas^{8, 23, 26}.

As formas de arroz mais consumidas são, em ordem decrescente, o polido (branco), o parboilizado e o integral. Para a obtenção do arroz integral, apenas a casca é retirada do grão; já no caso do arroz branco, todas as camadas externas (pericarpo, tegumento, camada de aleurona e embrião) são retiradas. O polimento tem o objetivo de melhorar a aparência e o gosto do arroz, contudo apresenta fatores negativos em termos de valor nutricional, uma vez que parte dos minerais, vitaminas, fibra dietética e outras substâncias de relevância nutricional, que se encontram em maior proporção no embrião e no farelo, são retiradas²⁷. Este fato é comprovado em estudo realizado por Coffman & Juliano⁸ e por Bajaj et al.³, os quais, ao investigarem as perdas de minerais durante o polimento do arroz, observaram decréscimos entre 53 e 75% de P, 57 e 96% de Ca e 62 e 98% de Mg. Ainda, de acordo com Whfoods³⁷, o polimento elimina metade do conteúdo de Mn e 60% do Fe presentes no grão integral.

Embora pesquisas demonstrem a superioridade em conteúdo mineral do arroz integral em relação ao branco, alguns fatores influenciam negativamente o seu consumo entre as populações mundiais, entre os quais, aqueles relacionados a sua palatabilidade e a sua baixa vida de prateleira^{7, 20, 23, 26}. Além disso, o maior teor de minerais no arroz integral não reflete, necessariamente, a maior biodisponibilidade dos mesmos, uma vez que grande parte destes podem estar complexados com outros componentes, tais como fibra e fitatos, e, portanto, indisponíveis ao metabolismo humano.

Nos últimos anos, estudos têm demonstrado que o

* Trabalho elaborado com auxílio financeiro do Instituto Rio Grandense do Arroz, CAPES e CNPq, sob a forma de Bolsa de iniciação científica.

** Núcleo Integrado de Desenvolvimento de Análises Laboratoriais, Departamento de Tecnologia e Ciência de Alimentos, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM – 97105900, Santa Maria, RS, Brasil.

*** ProDoc, beneficiária de auxílio financeiro CAPES – Brasil.

processo de parboilização, usado com o principal propósito de aumentar a renda de moagem do arroz, também influencia positivamente seu valor nutricional, uma vez que provoca migração de minerais solúveis das camadas externas para o endosperma amiláceo do grão^{6, 8, 11, 28, 33}. Neste, o arroz em casca é imerso em água potável, a uma temperatura acima de 58°C, seguido de gelatinização parcial ou total do amido e secagem, sendo que o seu produto - o arroz parboilizado - ao ser beneficiado apresenta grãos de coloração amarelada, em decorrência do tratamento hidrotérmico⁴.

Sendo o arroz um ingrediente expressivo na dieta, qualquer processo que possa resultar em aumento na concentração e na biodisponibilidade de seus minerais pode exercer efeito significativo na nutrição e saúde humana, principalmente em países onde este cereal é o principal alimento^{14, 15}. Neste contexto, o presente trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito do beneficiamento nos teores de macro e microminerais em grãos de arroz integral, parboilizado e branco.

Materiais e métodos

Para atingir os objetivos deste estudo, foram usados nove cultivares de arroz (BR-IRGA 409, BR-IRGA 410, IRGA 416, IRGA 417, IRGA 418, IRGA 419, IRGA 420, IRGA 421 e Formosa), recomendados para o plantio na Região Sul, coletados na Estação Experimental do Instituto Rio Grandense do Arroz (IRGA/Cachoeirinha/RS), durante o ano de cultivo de 2002/2003.

Cada cultivar foi obtido de uma parcela contendo 30 fileiras (3m de largura e 30cm de distância entre as fileiras). A média de produção de cada lote de cultivar foi de 15 kg, sendo retirada dessa média uma amostra de 1,5 kg. As amostras ficaram em repouso pós-colheita por um período de dois meses e, após, foram descascadas em engenho de provas Suzuki (MT 96), previamente regulado para o cultivar, visando a obtenção do arroz integral.

Para obter o arroz parboilizado, as amostras foram submetidas a encharcamento (relação massa de grãos:água de 1:1,5) em água morna (65°C±1°C), por 300 minutos, e autoclavadas a 110°C±1°C (pressão de 0,6 KPa±0,05Kpa), por 10 minutos, secas até 12±2% de umidade e descascadas.

O polimento do arroz parboilizado e do branco foi realizado no mesmo engenho do descasque. Na seqüência, as amostras foram moídas (<1mm) em um micromoinho a 27.000 rpm e armazenadas em sacos plásticos sob congelamento (-18°C) até o momento das análises, que foram conduzidas em triplicata.

As medidas de matéria seca (MS) e matéria mineral (MM) foram realizadas de acordo com a AOAC², e o conteúdo de macrominerais [sódio (Na), potássio (K), fósforo (P) e magnésio (Mg)] e microminerais [ferro (Fe), zinco (Zn) e manganês (Mn)], de acordo com Tedesco et al.³⁵.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo F- teste (p<0,05) e por Tukey ao nível de 5% de significância, utilizando o programa SPSS 8.0³⁴.

Resultados e discussão

O conteúdo de matéria mineral das amostras, bem como os seus respectivos teores de Mg, K, P, Na, Mn e Zn, foram significativamente influenciados pelo processamento (p<0,05), fato que não foi evidenciado para o teor de ferro (p>0,05) (Tabelas 1 e 2). Como relatado na literatura, os teores dos minerais analisados foram mais elevados no arroz integral do que no parboilizado e maiores neste do que no branco^{8, 20, 21, 23, 26, 27, 29, 37}.

O fato de o arroz integral ter apresentado maiores teores de alguns minerais (Mg, K, P, Na, Mn e Zn) não indica que os mesmos estejam biodisponíveis ao organismo humano, pois a presença de ácido fítico e de outros fatores antinutricionais, abundantes nas camadas mais externas do grão, podem interferir sobremaneira na absorção desses minerais. Coffman & Juliano⁸ descrevem que a digestibilidade dos minerais no arroz integral é de 78%, enquanto que no arroz branco é de 91%.

Esses fatores antinutricionais, com exceção do fitato, estão sujeitos à desnaturação pelo calor²¹. Com isso, mesmo após o cozimento do arroz, o fitato ainda está ativo. Este componente tem forte habilidade de quelar íons metais multivalentes, especialmente zinco, cálcio e ferro, o que resulta na formação de sais bastante insolúveis, com baixa biodisponibilidade^{18, 32}. Portanto, se o consumidor já está ingerindo uma dieta pobre em minerais, o consumo de alimentos com alto teor de ácido fítico pode levar a uma deficiência nutricional mais grave²⁴.

A parboilização resultou em acréscimos significativos de 223% de matéria mineral, 266% de K e 177% de P em relação ao arroz branco (p<0,05), mas não afetou o conteúdo de Mg. Por outro lado, os teores de Mn, Zn e Na, ao contrário do esperado, foram maiores nos grãos de arroz branco do que nos de parboilizado. Segundo alguns pesquisadores, durante o processo de parboilização, minerais solúveis presentes nas camadas externas podem migrar para o endosperma amiláceo, resultando em aumento nos teores desses componentes e acréscimo no valor nutricional do grão^{1, 10, 18, 21, 36}. Porém, este fato parece não ser verdadeiro para todos os minerais, o que é confirmado pelo estudo realizado por David et al.⁹, no qual os teores de Zn e Mn nas amostras de arroz branco foram, da mesma forma, superiores ao parboilizado. Segundo estes autores, é possível que parte destes minerais seja solubilizada e perdida na água usada para o encharcamento dos grãos no processo de parboilização.

Resultados semelhantes também foram observados por Fagundes et al.¹², em que os teores de P e K apresentaram aumento após a parboilização, enquanto Mn e Zn tiveram seus teores reduzidos. Segundo eles, pode ter ocorrido uma retenção não uniforme de minerais no arroz parboilizado, possivelmente devido à maior ou menor migração e fixação destes em função de variáveis do processo hidrotérmico e pela resistência oferecida ao polimento após a parboilização. Heinemann et al.¹⁷ também encontraram redução nos teores desses mesmos minerais após a parboilização e sugeriram que este fato pode indicar sua difusão para camadas mais externas do grão, sendo após, removidos com o polimento. Agrega-se a essas hipóteses a possibilidade de que tal processo possa desencadear respostas fisiológicas

decorrentes do estresse provocado pelo encharcamento sob temperatura de 65°C. Este processo pode causar um aumento da atividade respiratória e enzimática, semelhante ao processo germinativo, o que induz à migração desses minerais para as camadas mais externas do grão, em especial para a aleurona, que é composta predominantemente por enzimas que agem diretamente na resposta a mudanças nos fatores ambientais.

Segundo Matsuo et al.²⁷, alguns minerais são usados como cofatores enzimáticos na transdução de ácidos nucléicos, síntese de proteínas e outras reações de catabolismo e anabolismo que ocorrem durante o desencadeamento do processo germinativo. O zinco, por exemplo, é necessário em reações associadas ao metabolismo de carboidratos, síntese e degradação de proteínas, síntese de ácidos nucléicos, transporte de CO₂. Já o Mn está associado às enzimas acetil-CoA carboxilases e isocitrato desidrogenase no ciclo de Krebs²⁵.

No processo subsequente ao da parboilização, ocorrem a autoclavagem e a posterior secagem dos grãos, interrompendo o processo germinativo e, possivelmente, diminuindo os níveis de alguns minerais cofatores no endosperma, com conseqüente aumento nas camadas mais externas do grão. Trabalhos realizados em nosso laboratório demonstram que farelos provenientes de amostras de arroz parboilizado apresentam maiores teores de Mn, Zn e Na em relação aos farelos provenientes do arroz branco, o que sustenta tal hipótese.

O beneficiamento não afetou igualmente todas as amostras analisadas, sendo que, para Na (BR-IRGA 409, IRGA 417 e IRGA 418) e Mn (IRGA 420), algumas amostras de grãos brancos apresentaram teores maiores que os seus integrais respectivos. A amostra IRGA 420 parboilizada também apresentou maior teor de K e P que a integral. Essa mesma variabilidade foi observada para ferro em algumas amostras (Tabela 2). Vários fatores podem ter influenciado na obtenção destes resultados, desde aqueles intrínsecos à planta até os de contaminações involuntárias, sendo esta última

hipótese pouco provável, uma vez que, mesmo analisando novos lotes da mesma amostra, os resultados persistiram.

Além das diferenças existentes entre os beneficiamentos, não podemos descartar a variação genética, que exerce grande influência na composição química deste cereal^{8, 16, 23, 39, 40}. Neste trabalho, observou-se que o ferro e o zinco, por exemplo, variaram 223% (BR-IRGA 409 X IRGA 420) e 41% (IRGA 417 x IRGA 420), respectivamente, entre diferentes cultivares de arroz branco.

As deficiências de ferro e zinco são as mais preocupantes em populações carentes e afetam todas as faixas etárias, principalmente em países que têm o arroz como ingrediente majoritário da dieta^{10,21}. Estas deficiências podem ser decorrentes tanto dos baixos teores destes minerais no arroz, como também da presença de ácido fítico.

Mais de 2 bilhões de pessoas em todo o mundo são anêmicas, sendo a maioria delas pela deficiência de ferro. A prevalência dessa patologia nos países em desenvolvimento é 3 a 4 vezes maior do que em países desenvolvidos, sendo especialmente problemática em países do Sudeste da Ásia e África subtropical. Sua deficiência ocasiona problemas no desenvolvimento físico e mental, bem como retardo na capacidade de aprendizado. Já o zinco é essencial em várias rotas metabólicas, e sua deficiência causa aumento da ocorrência de infecções, retardos no crescimento e problemas reprodutivos. Estima-se que 61% da população de países em desenvolvimento esteja na faixa de risco de desnutrição por zinco, enquanto em países desenvolvidos este risco cai para 10%⁵.

Como é de conhecimento geral, o consumo *per capita* de arroz varia consideravelmente entre as diferentes culturas e condições econômicas, sendo o branco a forma mais consumida^{13, 30}. O consumo de 100g de arroz integral, por exemplo, pode suprir de 10,7% (ferro) a 94% (Mg) das necessidades diárias de uma pessoa adulta¹⁹. Do mesmo modo, a ingestão da mesma quantidade de arroz parboilizado pode suprir de 7,5% (K) a 26,5% (P). Já o consumo de arroz branco supre 2,8% (K) a 43% (Mn) das necessidades.

Tabela 1 - Teores de magnésio (Mg), potássio (K), fósforo (P) e sódio (Na) em cultivares de arroz integral, parboilizado (Parb) e branco

Cultivar	Mg			K			P			Na		
	Integral	Parb	Branco	Integral	Parb	Branco	Integral	Parb	Branco	Integral	Parb	Branco
IRGA-BR 409	392,6	70,9	90,6	264,3	117,7	60,5	325,8	135,5	112,8	1,23	1,18	1,81
IRGA-BR 410	350,2	59,5	87,7	213,9	124,8	52,4	287,9	122,6	83,9	6,35	0,30	2,52
IRGA 416	312,4	86,8	46,4	200,8	152,6	62,7	237,6	187,3	87,5	3,92	0,90	2,87
IRGA 417	362,1	70,7	56,9	180,3	79,0	45,9	251,4	101,8	80,6	1,35	0,30	2,89
IRGA 418	385,6	83,9	93,7	229,1	128,6	48,8	317,9	126,5	117,9	3,18	0,70	3,30
IRGA 419	325,2	127,0	100,9	215,2	190,2	63,6	310,7	220,6	119,4	1,81	0,30	0,76
IRGA 420	284,4	142,4	120,0	187,5	230,1	57,4	232,0	321,8	129,3	1,28	0,90	0,60
IRGA 421	413,2	126,2	96,1	275,7	189,1	60,7	417,9	262,6	122,0	1,29	0,90	1,11
Formosa	293,9	116,7	69,9	215,6	134,1	54,6	277,4	189,4	87,1	3,57	2,39	2,20
Média	346,6^a	98,2^b	84,7^b	220,3^a	149,6^b	56,3^c	295,4^a	185,4^b	104,5^c	2,66^a	0,87^c	2,01^b
CV	13,1	30,6	27,1	14,6	30,8	11,2	19,4	39,4	18,4	65,8	74,8	49,4

* Valores seguidos por letras distintas diferem entre si (p>0.05)

** Valores expressos em mg/100g de matéria seca, exceto MM (g%)

CV = coeficiente de variação

Tabela 2 - Teores de matéria mineral (MM), ferro (Fe), manganês (Mn) e zinco (Zn) em cultivares de arroz integral, parboilizado (Parb) e branco

Cultivar	MM			Fe			Mn			Zn		
	Integral	Parb	Branco	Integral	Parb	Branco	Integral	Parb	Branco	Integral	Parb	Branco
IRGA-BR 409	1,17	0,62	0,28	1,73	1,63	2,52	1,87	0,91	1,03	3,02	1,40	2,43
IRGA-BR 410	1,10	0,58	0,28	1,10	1,15	1,08	3,11	1,02	1,51	2,88	1,01	2,10
IRGA 416	1,27	0,67	0,34	0,89	1,57	1,15	2,03	0,91	1,38	2,81	1,15	2,30
IRGA 417	1,03	0,50	0,25	1,25	0,86	0,93	3,77	1,18	1,73	3,13	1,37	2,79
IRGA 418	1,11	0,67	0,30	1,30	0,50	1,14	2,47	0,51	2,04	3,34	1,40	2,43
IRGA 419	1,03	0,79	0,35	2,06	1,00	0,94	3,11	1,28	1,52	2,72	1,26	2,28
IRGA 420	1,20	0,83	0,31	1,03	1,14	0,78	1,87	0,92	2,34	2,45	1,33	1,97
IRGA 421	1,29	0,79	0,31	1,51	0,71	0,79	1,87	0,51	1,41	3,43	1,58	2,55
Formosa	1,17	0,61	0,28	0,69	0,78	1,50	1,91	0,51	0,71	2,85	1,23	2,29
Média	1,15^a	0,67^b	0,30^c	1,29^{ns}	1,04^{ns}	1,20^{ns}	2,45^a	0,86^c	1,52^b	2,96^a	1,31^c	2,35^b
CV	8,2	16,3	10,5	33,2	36,4	44,9	29,2	34,0	32,1	10,4	12,6	10,2

* Valores seguidos por letras distintas diferem entre si (p>0.05)

** Valores expressos em mg/100g de matéria seca.

CV = coeficiente de variação

Diante do exposto, levanta-se a hipótese de que cultivares de arroz podem ser selecionados em função da presença de teores mais elevados destes minerais, a fim de serem usados em estratégias específicas na prevenção e combate de várias doenças resultantes da ingestão insuficiente desses nutrientes. Esta forma de ação é viável em especial se forem considerados os cultivares estudados no presente trabalho, os quais representam mais de 50% (aproximadamente 6 milhões de toneladas) do arroz produzido e disponibilizado no mercado brasileiro atual. Pesquisas semelhantes já estão sendo desenvolvidas^{22, 31, 38}, entre elas, a de maior destaque é a criação do *golden rice* ou arroz dourado, que, por ter os teores de ferro e vitamina A aumentados, vem sendo apontado como alternativa promissora na prevenção de doenças relacionadas à anemia e à visão. O cultivo deste arroz em países em desenvolvimento é uma das estratégias que serão adotadas no programa denominado *Harvest Plus*, que visa, a partir do esforço de várias instituições internacionais, minimizar os problemas de má nutrição em populações carentes.

Contudo, deve-se ressaltar que o enriquecimento do arroz ou de qualquer outro alimento, por mais desejável que seja, não irá suprir todas as necessidades orgânicas para manter a saúde, o que só será alcançado com uma dieta equilibrada.

Conclusão

Os diferentes beneficiamentos influenciaram significativamente os teores da maioria dos minerais analisados, exceto o ferro, sendo os grãos integrais aqueles que apresentaram maiores teores. A parboilização, ao contrário do esperado, não aumentou o conteúdo de todos os minerais, sendo que, comparada ao branco, teve menor teor de Mn e Zn.

Também foi observada ampla variação nos resultados obtidos para os diferentes cultivares, resultante da variação genética dos grãos. Portanto, diferentes cultivares, associados a diferentes processamentos, poderiam ser utilizados de maneira diferenciada na nutrição humana quanto aos teores de minerais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o pesquisador Carlos Alberto Fagundes do Instituto Rio Grandense do Arroz pelo apoio e fornecimento das amostras necessárias a realização das análises.

DENARDIN, C.C.; SILVA, L.P.; STORCK, C.R.; NÖRNBERG, J.L. Mineral composition of brown, parboiling and white rice cultivars. *Alim. Nutr.*, Araraquara, v. 15, n. 2, p. 125-130, 2004.

■ **ABSTRACT:** Rice is the staple food for more than half of the world's population; even so, his contribution in minerals is variable and related to the milling's processes. The objective of the study was to evaluate the milling influence on mineral levels in grains of brown, parboiling and white rice. Nine rice cultivars obtained in the Instituto Rio Grandense do Arroz were used (Crop 2002/2003). The levels of Mg, K, P, Na, Mn and Zn were significantly affected by processing, fact that it was not evidenced for Fe levels, being the brown grains those that presented higher levels. The parboiling, in the other hand, did not increase the content of all minerals, and compared to the white rice, had smaller levels of Mn and Zn. Besides the differences among processes, variations could be observed between cultivars, for example, the levels of Fe and Zn, varied

223% (BR-IRGA 409 X IRGA 420) and 41% (IRGA 417 x IRGA 420), respectively, in the white rice. With this, raises the hypothesis that rice cultivars can be selected considering the presence of higher levels of minerals, aiming to use then in specific strategies preventing and combating several diseases resulting of the insufficient ingestion of these nutrients.

- **KEYWORDS:** Minerals; brown rice; white rice; parboiling.

Referências bibliográficas

1. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DE ARROZ PARBOILIZADO. ABIAP. Disponível em: <http://www.abiap.com.br>. Acesso em: 13 fev. 2003.
2. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 16th ed. Washington, DC, 1998. Supplement. cap 32, p. 25-32.
3. BAJAJ, M. et al. Extended milling of Indian rice. II. Effect of mineral composition. **Chem. Mikrobiol, Lebensm**, v. 12, p. 58-60, 1989.
4. BRASIL. Ministério da Agricultura. Secretaria Nacional de Abastecimento. Portarias 269/88 de 17/11/88 e 01/89 de 09/01/89.
5. BROWN K. H.; WUEHLER S. E. **Zinc and human health**. Ottawa: Micronutrient Initiative, 2000. p.76-82.
6. CASIRAGHI, M.C. et al. Effects of processing on rice starch digestibility evaluated by in vivo and in vitro methods. **J. Cereal Sci.**, v.17, p.147-156, 1993.
7. CHOE, J. S. Comparison of nutritional composition in Korean rices. **J. Korean Soc. Food Sci. Nutr.**, v.31, n. 1, p.885-892, 2002.
8. COFFMAN, W.R.; JULIANO, B.O. Rice. In: OLSON, R.A.; FREY, K.J. **Nutritional quality of cereal grains: genetic and agronomic improvement**. Madison: American Society of Agronomy, 1987. cap.5, p. 101-131.
9. DAVID, D.B. et al. Concentração de minerais em grãos polidos e parboilizados de diferentes cultivares de arroz: Zn, Cu, Fe, Mn. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 3, 2003, Camboriú, SC. **Anais...** Itajaí: EPAGRI, 2003. p.644-646.
10. DEXTER, P. B. Rice fortification for developing countries. Department of Food Science, University of Arkansas – Fayetteville. August, 1998. Disponível em / <http://www.mostproject.org/rice4.pdf/>. Acesso em: 22 set. 2004.
11. EGGUN, B.O. et al. The resistant starch, undigestible energy and undigestible protein contents of raw and cooked milled rice. **J. Cereal Sci.**, v.18, p.159-170, 1993.
12. FAGUNDES, P.L. et al. Teores de minerais em amostras comerciais de arroz polido e parboilizado. Disponível em: /<http://www.usp.br/siicusp/11osiicusp/ficha2484.htm/>. Acesso em: 10 mai. 2004.
13. FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION / WORLD HEALTH ORGANIZATION (FAO/WHO). Carbohydrates in human nutrition: Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, April 14-18, 1997, **Food and Nutrition paper**, FAO, Rome, 140p, 1998.
14. GRAHAM, R. et al. Breeding for micronutrient density in edible portions of ataple food crops: conventional approaches. **Field Crops Res.**, v.60, p. 57-80, 1999.
15. GREGORIO, G.B.; Progress in breeding for trace minerals in staple crops. **J. Nutr.**, v. 132, n. 3, p. 500S-502S, 2002.
16. GRIST, D.H. **Rice**. 5th ed. New York: Longman, 1975. 601p.
17. HEINEMANN, R.J.B. et al. Estudo comparativo dos nutrientes em arroz integral, parboilizado e polido e sua contribuição na dieta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 19, 2004, Recife. **Anais...** Recife: CR-ROM.
18. HENRY, C.J.K.; MASSEY, D. Micro-nutrient changes during food processing and storage. Crop Post-Harvest Programme. Issues Paper – 5. Dec. 2001. Disponível em: /http://www.cphp.uk.com/downloads/issue_paper_5.pdf/. Acesso em: 22 set. 2004
19. ION. Food and nutrition. DRI. Disponível em: /<http://www.ion.Edu/>. Acesso em: 19 set. 2004.
20. JAVIER, Q. J. Let's promote brown rice to combat hidden hunger. **Rice Today**, p.38, Jan, 2004.
21. JULIANO, B.O. Rice in human nutrition. Rome: FAO, 1993. Disponível em: /<http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/t0567e/t0567e00.htm/>. Acesso em: 13 fev. 2004.
22. KENNEDY, G.; BURLINGAME, B. Analysis of food composition data on rice from a plant genetic resources perspective. **Food Chem.**, v. 80, p. 589-590, 2003.
23. KENNEDY, G.; BURLINGAME, B.; NGUYEN, V.N. Nutritional contribution of rice: impact of biotechnology and biodiversity in rice-consuming countries. **Int. Rice Commission Newslett** v.51, 2002.
24. LEHRFELD, J. HPLC separation and qualification of phytic acid and some inositol phosphates in foods: Problems and solutions. **J. Agric. Food Chem.**, v.42, p. 2726-2731, 1994.
25. LINDER, M. C. **Nutricional biochemistry and metabolism** with clinical applications.2. ed. Fullerton, California: Appleton & Lange, 1991. 603p.
26. MARSHALL, W. E.; WADSWORTH, J. I. **Rice science and technology**. New Orleans, Louisiana: Marcel Dekker, 1993. 470p.
27. MATSUO, T. et al. **Science of the rice plant**. Tokyo: Food and Agriculture Policy Research Center, 1995. v.2.
28. MICKUS, R.R.; LUH, B.S. Rice enrichment with vitamins and amino acids. In: LUH, B. S. **Rice: production and utilization**. 1980. p. 486 – 500.
29. PARK, J.K.; KIM, S.S.; KIM, K.O. Effects of milling ratio on sensory properties of cooked rice and physicochemical properties of milled and cooked rice. **Cereal Chem.**, v.78, p.151-156, 2001.

30. PIMENTEL, B.G. et al. Avaliação das características físicas e preferência do arroz polido e parboilizado. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 5, 2003. Campinas. **Anais...** Campinas, São Paulo: CD-ROM.
31. POTRYKUS, I. Golden Rice. Federal Institute of Technology (ETH), Zurich, Switzerland. Disponível em: /<http://www.fao.org/DOCREP/006/Y4751E/y4751e06.htm/>. Acesso em: 13 set. 2004.
32. RHO, J.R.; ERDMAN, J.V. Phytic acid in health and disease. **CRC Crit. Rev. Food Sci. Nutr.**, v.35, p.495-508, 1995.
33. SINGH, S.; KALIA, M.; MALHOTRA, S.R. Effect of parboiling, hand-pounding and machine-milling on chemical composition of rice. **J. Food Sci. Technol.**, v.36, p.434-435, 1999.
34. SPSS for Windows – Release 8.0.0, SPSS Inc, 22 dec. 1997.
35. TEDESCO, M.J. et al. **Análises de solos, plantas e outros materiais**. 2.ed. Porto Alegre: Departamento de Solos da UFRGS, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).
36. TE-TZU, C. Rice (II.A.7). In: Kenneth FK; Kriemhild Coneè Ornelas. The Cambridge World History of Food, Bowling Green State University, Ohio, 2000, 1958p
37. THE WORLD'S HEALTHIEST FOODS. George Mateljan Foundation. Disponível em: /<http://www.whfoods.com/genpage.php?tname=foodspice&dbid=128/>. Acesso em: 6 set. 2004.
38. VASCONCELOS, M. et al. Enhanced iron and zinc accumulation in transgenic rice with the *ferritin* gene. **Plant Sci.**, v.164, p.371-378, 2003.
39. ZHAI, C. K.; et al. Comparative study on nutritional value of Chinese and North American wild rice. **J. Food Comp. Anal.**, v.14, p. 371-382, 2001.
40. ZHOU, Z. et al. Composition and functional properties of rice. **Int. J. Food Technol.**, v.37, p.849-868, 2002.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.win2pdf.com>.
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.
This page will not be added after purchasing Win2PDF.