
PRODUTIVIDADE E QUALIDADE DE GRÃOS DE ARROZ IRRIGADO NO PIAUÍ

JOSÉ ALMEIDA PEREIRA¹
PAULO HIDEO NAKANO RANGEL²

RESUMO – Foram realizados quatro experimentos nos municípios de Teresina (1996), Miguel Alves (1995 e 1996) e Buriti dos Lopes (1996), no Estado do Piauí, para avaliar 17 linhagens avançadas e quatro cultivares oriundas do Programa de Melhoramento do Arroz Irrigado, coordenado pela Embrapa Arroz e Feijão, quanto à produtividade e qualidade de grãos. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos casualizados com quatro

repetições. As variáveis estudadas, além de produtividade de grãos, foram: ciclo vegetativo, rendimento de engenho, centro branco, teor de amilose e temperatura de gelatinização. A linhagem IAC 1299 destacou-se como o melhor genótipo, por apresentar alta produtividade de grãos e excelentes qualidades industriais e culinárias, especialmente centro branco, teor de amilose e temperatura de gelatinização.

TERMOS PARA INDEXAÇÃO: Arroz irrigado, potencial de rendimento, rendimento de engenho, centro branco, teor de amilose, temperatura de gelatinização.

YIELD AND GRAIN QUALITY OF IRRIGATED RICE IN STATE OF PIAUÍ

ABSTRACT – Four trials were carried out in Teresina (1996), Miguel Alves (1995 and 1996) and Buriti dos Lopes (1996), Piauí State, to evaluate 17 irrigated rice advanced lines, compared with four cultivars proceeding from the National Irrigated Rice Breeding Program (EMBRAPA – Brazil). The randomized block experimental design with four replications was used.

The traits evaluated were grain yield, vegetative cycle, industrial yield, chalkiness, amylose content and gelatinization temperature. The IAC 1299 line presented the highest grain yield and the best grain cooking and industrial quality, specially chalkiness, amylose content and gelatinization temperature.

INDEX TERMS: Irrigated rice, yield potencial, industrial yield, chalkiness, amylose content, gelatinization temperature.

INTRODUÇÃO

Na Região Nordeste do Brasil, os Estados do Maranhão e Piauí destacam-se como grandes produtores de arroz. No ano agrícola 1995/96, esses Estados produziram 1.049.328 t e 380.889 t, respectivamente, em 743.835 ha e 249.620 ha, tornando-se o segundo e o sexto maiores produtores desse cereal entre as unidades da Federação (Levantamento ..., 1996).

Cerca de 90% da área plantada e de 95% da produção de arroz do Piauí são oriundos do sistema de sequeiro ou terras altas. O arroz irrigado é cultivado nas várzeas do Rio Parnaíba, tendo maior expressão nas Microrregiões Geográficas de Teresina, do Baixo Parnaíba

Piauiense e do Litoral Piauiense. Em 1996, a área plantada nesse sistema foi de 10.682 ha, obtendo-se uma produtividade média de grãos de 3.972 kg/ha. Em toda a região, no entanto, encontram-se excelentes condições edafoclimáticas para o cultivo do arroz irrigado, destacando-se os fatores climáticos, como radiação solar, temperatura e fotoperíodo, os quais permitem a obtenção de altas produtividades no menor espaço de tempo, se forem utilizadas cultivares do grupo moderno.

A necessidade de redução dos custos de produção e de aumento da rentabilidade da cultura, aliada à exigência cada vez mais crescente pelo mercado consumidor de um produto de melhor qualidade, vêm

1. Engenheiro Agrônomo, M.Sc., pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Caixa Postal 01, 64006.220, Teresina (PI). E-mail: almeida@cpamn.embrapa.br.

2. Engenheiro Agrônomo, Dr., pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Caixa Postal 179, 74001.970, Goiânia (GO). E-mail: phrangel@cnpaf.embrapa.br.

provocando ultimamente uma forte demanda por cultivares de arroz de ciclo precoce a semi precoce (100 a 120 dias até a colheita) e que apresentem, ao mesmo tempo, elevado potencial genético de rendimento e superior qualidade de grãos.

No Piauí, apesar da auto-suficiência na produção de arroz, nos anos de pluviosidade regular, grande volume consumido desse cereal é originário de importações, em virtude, basicamente, da baixa qualidade do arroz produzido no Estado.

Nas regiões tropicais, o potencial de produção das atuais cultivares de arroz irrigado é de cerca de 10 t/ha (Huke e Huke, 1990; Dingkuhn et al., 1991; Akita, 1989 e Khush, 1995a), considerando-se como mais adequado um ciclo vegetativo entre 110 e 135 dias (Jennings, Coffman e Kauffman, 1985). Tais cultivares têm se caracterizado por possuir porte baixo (< 1,0 m), alto perfilhamento, colmos fortes e folhas eretas de cor verde-escura, contribuindo efetivamente para o incremento da produtividade do arroz. Outro fator de grande relevância diz respeito à qualidade de grãos, uma característica que está associada a um conjunto de propriedades físico-químicas, como tamanho e forma dos grãos, rendimento de grãos inteiros no beneficiamento, aparência, composição química e valor nutricional.

O conceito de qualidade de grão varia enormemente entre os países e até mesmo de região para região dentro de um mesmo país. Assim, segundo Khush (1995b), o consumidor das regiões temperadas do Japão, China e Coreia, por exemplo, prefere o arroz de grãos curtos, que se torna macio e relativamente pegajoso após o cozimento. Na Índia, Paquistão e Tailândia, mercados tradicionais de arroz, o arroz aromático chega a alcançar altas cotações de preço, ao passo que em mercados não tradicionais essa mesma característica é considerada como deterioração. No Brasil, sobretudo nos grandes centros urbanos, a preferência tem sido pelo arroz de grãos longos e finos (popularmente conhecido como agulhinha), que se avoluma na panela e permanece solto e macio depois do cozimento. Portanto, o aspecto qualidade de grão, conferido por características como grãos longos e finos, alta porcentagem de grãos inteiros no beneficiamento, translucidez do endosperma, teor de amilose intermediário a alto e temperatura de gelatinização intermediária a baixa, tende a assumir cada vez mais relevância nos programas de melhoramento genético do arroz, podendo variar em função da cultivar, ambiente e processos de pós-colheita (Juliano e Duff, 1991).

São classificados como longo-finos os grãos descascados e polidos cujo comprimento mínimo é de 6 mm, espessura máxima de 1,90 mm e relação comprimento/largura mínima de 2,75 (Fugita, 1996). Trata-se de uma característica varietal de grande importância, embora existam consumidores que preferem grãos curtos e arredondados. Guimarães (1989) constatou um diferencial de preço de 23,2% em favor do arroz irrigado no Brasil, em consequência simplesmente, das diferenças de tamanho e forma dos grãos, quando comparado com o arroz de sequeiro.

Rendimento de engenho é uma característica correlacionada com o tamanho e forma dos grãos, sendo altamente influenciada por fatores, como atraso na colheita, alta temperatura e pouca umidade durante a fase de maturação, e com os processos de pós-colheita, como secagem e armazenamento. Via de regra, após um período de armazenamento de quatro meses, o arroz apresenta o máximo rendimento de grãos inteiros, não interessando ao melhoramento seleção de cultivares com rendimento de grãos inteiros inferior a 50%.

A aparência do endosperma é outra característica de suma relevância. É determinada pelo nível de opacidade causado pelo arranjo dos grânulos de amido e proteína. Zonas opacas ou gessadas são áreas onde o arranjo se dá de forma não compacta, formando espaços de ar entre si. Essas áreas podem se localizar na região dorsal, ventral ou central dos grãos, sendo genericamente denominadas de centro branco (Bangwaek, Vergara e Robles, 1994 e Guimarães, 1989). O mercado consumidor também é bastante exigente quanto à translucidez do endosperma, que pode ser influenciada pela colheita dos grãos ainda imaturos, assim como por altas temperaturas noturnas durante a fase de maturação do arroz (Juliano e Gonzales, 1989).

Amilose é uma das duas frações que compõem o amido (a outra é a amilopectina), sendo o principal determinante das características culinárias do arroz. Pode variar de 1% a 37% (Jennings, Coffman e Kauffman, 1985). As cultivares classificam-se em de baixo teor (< 20%), intermediário teor (20% a 25%) e alto teor (> 25%), segundo alguns autores (Kumar e Khush, 1987 e Chandler, 1984). Assim, cultivares com baixo teor de amilose apresentam grãos aquosos e pegajosos no cozimento; com alto teor, apresentam grãos secos, soltos e mais duros, e com teor intermediário (o preferido pelo consumidor brasileiro) possuem grãos enxutos, soltos e macios.

Uma outra característica também importante numa cultivar de arroz diz respeito à temperatura de gelatinização, que é a propriedade do amido que determina o tempo necessário para o cozimento. Ela é medida pela temperatura na qual 90% dos grânulos de amido são gelatinizados ou inchados irreversivelmente na água quente, podendo variar de 55°C a 79°C. Sua avaliação é feita obedecendo uma escala de dispersão alcalina de 1 a 7, que corresponde às temperaturas de gelatinização: 1-2 = 75°C a 79°C (alta); 3-5 = 70°C a 74°C (intermediária) e 6-7 = 55°C a 69°C (baixa) (Guimarães, 1989 e Kumar, Maruyama e Moon, 1994). Quando uma cultivar de arroz apresenta alta temperatura de gelatinização, isso significa que os seus grãos requerem mais água e tempo para cozinhar, ao passo que temperaturas intermediária (a desejada nacionalmente) e baixa, a temperatura de gelatinização requer menos tempo e água para o cozimento.

Com este trabalho objetivou-se identificar e selecionar linhagens de ciclo precoce a semi precoce (100 a 120 dias), com elevado potencial de rendimento e qualidade superior de grãos, para incorporação aos sistemas produtivos do arroz irrigado no Estado do Piauí.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em Teresina, no campo experimental da Embrapa Meio-Norte, e nos municípios de Miguel Alves e Buriti dos Lopes, todos no Estado do Piauí, situados, respectivamente, a 5°05'S e a 42°49'O; 4°10'S e 42°55'O e 3°11'S e 41°52'O. Os solos dos locais são classificados como aluvial eutrófico, cujas características químicas e granulométricas encontram-se na Tabela 1.

TABELA 1 - Características químicas e granulométricas dos solos das áreas experimentais dos ensaios de avaliação de produtividade e qualidade de grãos de arroz irrigado no Piauí.

Característica	Unidade	Teresina	Miguel Alves	Buriti dos Lopes
M.O.	g/dm ³	0,8	1,1	0,8
pH em H ₂ O (1:2,5)	Unid.	5,9	4,7	5,0
P	mg.dm ⁻³	26,5	18,1	3,6
K ⁺	mmol _c .dm ⁻³	0,23	0,36	0,23
Ca ²⁺	mmol _c .dm ⁻³	2,7	3,9	8,7
Mg ²⁺	mmol _c .dm ⁻³	2,5	3,0	9,6
Al ³⁺	mmol _c .dm ⁻³	0,1	1,1	1,2
Cu	mg.kg ⁻¹	2,6	-	5,1
Zn	mg.kg ⁻¹	3,9	-	3,4
Fe	mg.kg ⁻¹	781,0	-	495,0
Mn	mg.kg ⁻¹	58,0	-	88,0
CTC	mmol _c .dm ⁻³	9,8	12,7	-
SB	mmol _c .dm ⁻³	5,4	7,3	18,5
V	%	55,3	57,1	-
m	%	1,8	13,1	6,4
Areia	g.Kg ⁻¹	765,0	573,0	-
Silte	g.kg ⁻¹	85,0	211,0	-

Argila	g.kg ⁻¹	150,0	216,0	-
--------	--------------------	-------	-------	---

Foram realizados quatro experimentos, sendo um no ano de 1995, em Miguel Alves, e três no ano de 1996, nesse município, em Teresina e em Buriti dos Lopes, sempre durante o segundo semestre. Nesse período, a temperatura mínima (noturna) registrada foi de 18° C, na fase vegetativa da cultura, e a máxima (diurna) de 38°C, nas fases reprodutiva e de maturação. O comprimento do dia variou de 11 horas e 45 minutos a 12 horas e 20 minutos.

Avaliaram-se 17 linhagens avançadas e quatro cultivares do Programa de Melhoramento do Arroz Irrigado, coordenado pela Embrapa Arroz e Feijão. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições, com as parcelas sendo constituídas por quatro fileiras contínuas de 5 m de comprimento, espaçadas de 25 cm, com uma densidade de 100 sementes por metro linear de sulco. A área útil foi representada pelas duas fileiras centrais, eliminando-se 50 cm em cada extremidade.

Realizaram-se uma adubação de fundação com 200 kg/ha da fórmula 5-30-15 e duas de cobertura (100 kg/ha de uréia no início do perfilhamento e igual dose por ocasião da diferenciação dos primórdios florais) em todos os ensaios. Para a realização da adubação na diferenciação dos primórdios florais, estimou-se uma data média. As plantas daninhas foram controladas com o emprego do herbicida Oxadiazon (3 L/ha do produto comercial), em pré-emergência, complementando-se com capinas manuais. A partir do início do perfilhamento, manteve-se uma lâmina d'água de 5-20 cm até os 20 dias depois da floração.

Foram coletados dados de produtividade de grãos, ciclo vegetativo, rendimento de engenho (grãos inteiros e total) e qualidade de grãos (centro branco, teor de amilose e temperatura de gelatinização), cujas análises foram feitas no Laboratório de Tecnologia de Grãos da EMBRAPA Arroz e Feijão. Para adaptação às condições brasileiras, visando à obtenção do padrão nacional, a Embrapa Arroz e Feijão optou por realizar uma aferição tanto na classificação para os teores de amilose quanto para temperatura de gelatinização, sendo, portanto, adotada neste trabalho, a seguinte classificação: para teor de amilose (alto: de 28 a 35%; intermediário: de 23 a 27% e baixo: <23%) e para temperatura de gelatinização (alta: de 1 a 3; intermediária: de 4 a 5 e baixa: de 6 a 7).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes à produtividade de grãos encontram-se na Tabela 2. No município de Teresina, a produtividade de grãos variou de 6125 kg/ha (IAC 1311) a 8481 kg/ha (IAC 1307), ficando a produtividade média do experimento em 7583 kg/ha. Em Miguel Alves, no ano de 1995, a linhagem CNA 7222 produziu 9906 kg/ha, superando ($P < 0,05$) 45% dos tratamentos, enquanto a média do experimento foi de 8269 kg/ha. No mesmo local, em 1996, a linhagem CNA 7263 produziu 8781 kg/ha, suplantando os cinco tratamentos que produziram abaixo de 6600 kg/ha, quando a produtividade média foi de 7120 kg/ha. Por sua vez, no experimento conduzido em Buriti dos Lopes, destacou-se a cultivar São Francisco, com 9286 kg/ha. A linhagem IAC 1311, com 7216 kg/ha, foi menos produtiva do que a São Francisco. A produtividade média ficou em 8419 kg/ha.

Na análise conjunta houve diferenças significativas ($P < 0,05$) para os efeitos de local, tratamento e da interação tratamentos x local, indicando que os genótipos comportaram-se diferentemente nos ambientes de avaliação. Nenhuma linhagem superou estatisticamente, em produtividade de grãos, a cultivar Diamante, que produziu 7911 kg/ha na média dos quatro locais. Essa variedade, que foi indicada para cultivo comercial em 1993, é atualmente uma das mais plantadas, não só no Piauí como em toda a Região Nordeste. Isso, de certa forma, corrobora o fato de que a produtividade no arroz irrigado alcançou um platô que determinou os programas de melhoramento genético a adotarem novas estratégias, como o Melhoramento Populacional, no desenvolvimento de linhagens mais produtivas.

As principais características levadas em consideração na seleção das linhagens são as qualidades industriais e culinárias (Tabela 3). O rendimento de grãos inteiros no beneficiamento variou de 44% (CNA 7216) a 61% (testemunha Diamante), com sete linhagens situando-se aquém do índice tolerado (50%) para uma cultivar de arroz irrigado. A característica pode ter sido influenciada pelas altas temperaturas durante a etapa de enchimento das espiguetas, o que deve ter ocorrido também em relação ao índice de centro branco, que ficou entre 2 e 4. Apenas três tratamentos obtiveram valor inferior a 3 (São Francisco, IAC 1299 e CNA 7826). Segundo Bangwaek et al. (1994), os mais baixos índices de centro

branco têm sido obtidos com temperaturas diurnas entre 25-30° C e noturnas de 15-20°C; portanto, temperaturas abaixo das registradas no Estado do Piauí.

Entre as características culinárias avaliadas, três linhagens (IAC 1307, IAC 1298 e CNA 7266) e uma

cultivar (São Francisco) apresentaram alto teor de amilose e, com exceção da testemunha Diamante, que apresentou baixo teor de amilose (22%), todas as demais linhagens e cultivares foram classificadas como de teores intermediários.

TABELA 2 - Produtividade de grãos (kg/ha) de 17 linhagens avançadas e quatro cultivares de arroz irrigado em quatro ambientes do Estado do Piauí.

Linhagem/Cultivar	Teresina	Miguel Alves		Buriti dos Lopes	Média
	1996	1995	1996	1996	
CNA 7263	8225ab	9146abcd	8781a	8215ab	8592a
CNA 7262	7625ab	9500ab	8078abc	8670ab	8468a
CNA 7222	8062ab	9906a	7718abcd	8168ab	8464a
CNA 7232	8356ab	8844abcde	7328abcde	9219a	8437a
CNA 7216	7831ab	9250abcd	7297abcde	8747ab	8281ab
METICA 1(T ₁)	7056ab	8562abcdef	8109abc	9015ab	8186ab
IAC 1307	8481a	8656abcde	6625abcde	8613ab	8094abc
IAC 1298	8337ab	8104abcdef	6562 bcde	9151ab	8039abc
SÃO FRANCISCO (T ₂)	7281ab	8736abcde	6703abcde	9286a	8002abc
IAC 1299	7906ab	7917 bcdef	7484abcde	8631ab	7985abc
DIAMANTE (T ₃)	7956ab	8396abcdef	7437abcde	7856ab	7911abc
TAIM (T ₄)	8250ab	9406abc	5765 de	8035ab	7864abc
CNA 7264	7419ab	7458 def	7703abcd	8632ab	7803abc
CNA 7269	7387ab	8041abcdef	7281abcde	8117ab	7707abc
CNA 7828	6969ab	6989 ef	8343ab	8482ab	7696abc
CNA 7268	7406ab	7594 cdef	7000abcde	8584ab	7646abc
PR 267	7250ab	7625 bcdef	7156abcde	8135ab	7541abc
CNA 7266	7112ab	7906 bcdef	5973 cde	8782ab	7434abc
PR 268	7256ab	7479 def	7062abcde	7840ab	7409abc
CNA 7826	6958ab	6694 f	5656 de	7411ab	6680 bc
IAC 1311	6125 b	7438 def	5499 e	7216 b	6570 c
F (Local)	-	-	-	-	0,63**
F (Tratamento)	-	-	-	-	3,07**
F (Tratamento x local)	-	-	-	-	2,37**
Média Geral	7583	8269	7120	8419	7848

D.M.S. (0,05)	2240	1890	2197	1984	1602
C.V. (%)	11,1	8,6	11,6	8,9	10

Médias com a mesma letra não diferem significativamente, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

TABELA 3 - Ciclo vegetativo total, rendimento de engenho, centro branco (CB), teor de amilose (TA) e temperatura de gelatinização (TG) de 17 linhagens avançadas e quatro cultivares de arroz irrigado no Estado do Piauí.

Linhagem/Cultivar	Ciclo total ¹	Rend. Engenho (%) ²		CB ³	TA ³	TG ³
	(dia)	Inteiros	Total	(1-5)	(%)	(1-7)
CNA 7263	119	56	66	3	27,5	3,0
CNA 7262	116	57	68	3	26,0	2,3
CNA 7222	118	55	66	3	26,0	2,0
CNA 7232	114	47	63	3	27,0	2,7
CNA 7216	109	44	67	4	27,0	5,5
METICA 1(T ₁)	112	46	65	3	26,0	2,5
IAC 1307	117	58	66	3	28,0	6,0
IAC 1298	121	60	67	3	28,0	6,0
SÃO FRANCISCO (T ₂)	110	47	65	2	28,0	5,0
IAC 1299	120	60	67	2	26,5	6,0
DIAMANTE (T ₃)	117	61	68	3	22,0	4,8
TAIM (T ₄)	100	54	68	3	25,0	2,5
CNA 7264	106	48	66	3	27,0	2,5
CNA 7269	120	49	65	3	27,0	2,4
CNA 7828	110	53	66	3	27,0	5,5
CNA 7268	118	52	65	3	27,0	2,0
PR 267	118	56	64	3	26,5	2,5
CNA 7266	119	47	63	3	28,0	2,1
PR 268	118	53	65	3	27,0	2,8
CNA 7826	109	54	66	2	27,0	5,5
IAC 1311	99	52	67	3	27,0	5,6

1. Média de quatro ensaios.

2. Média de dois ensaios.

3. Média de um ensaio.

Por outro lado, dez linhagens e duas cultivares (Metica 1 e Taim) apresentaram alta temperatura de gela-

tinização e quatro outras linhagens (IAC 1307, IAC 1298, IAC 1299 e IAC 1311) tiveram baixa temperatura de gela-

tinização, sendo as demais (CNA 7216, São Francisco, Diamante, CNA 7828 e CNA 7826) classificadas como de temperatura de gelatinização intermediária. Isso indica o quanto tem sido difícil a seleção de linhagens de arroz irrigado que reúnam, ao mesmo tempo, alto potencial genético de rendimento e superior qualidade de grãos.

A linhagem CNA 7266 apresentou alto teor de amilose e alta temperatura de gelatinização, características que não costumam ocorrer simultaneamente num mesmo genótipo, muito embora isso seja possível, de acordo com dados do Laboratório de Tecnologia de Grãos, da Embrapa Arroz e Feijão.

De maneira geral, a linhagem IAC 1299 foi a que apresentou melhor qualidade de grãos, com alto rendimento de grãos inteiros (60%) e total (67%), índice 2 como nota de centro branco, teor de amilose intermediário e baixa temperatura de gelatinização.

A maioria das linhagens avaliadas apresentou, em média, um ciclo de 120 dias até a colheita, o que é considerado ideal para as condições do Nordeste brasileiro (Tabela 3). A altura de planta variou de 79 cm (EEA 15) a 105 cm (PR 331).

CONCLUSÃO

Entre as linhagens avaliadas, nas condições do Piauí, destacaram-se IAC 1307, IAC 1298 e IAC 1299, por reunirem alto potencial de produção e grãos de alta qualidade industrial e culinária.

A linhagem IAC 1299 foi a que apresentou melhor qualidade de grãos, com alto rendimento de grãos inteiros (60%) e total (67%), baixo índice de centro branco, teor de amilose intermediário e baixa temperatura de gelatinização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKITA, S. Improving yield potential in rice. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **Progress in irrigated rice research**. Manila: IRRI, 1989. p. 41-73.
- BANGWAEK, C.; VERGARA, B. S.; ROBLES, R. P. Effect of temperature regime on grain chalkiness in rice. **International Rice Research Newsletter**, Manila, v. 19, n. 4, p. 8, 1994.
- CHANDLER, R. F. **Arroz en los trópicos**. São José: IICA, 1984. 280p.
- DINGKUNH, M.; VRIES, F. W. T. P. de; DE DATTA, S. K.; LAAR, H. H. van. Concepts for a new plant type for direct seeded flooded tropical rice. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **Direct seeded flooded rice in the tropics**. Manila: IRRI, 1991. p. 17-38.
- FUGITA, Y. A modernização na determinação da classe de arroz. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 49, n. 426, p. 3-9, 1996.
- GUIMARÃES, E. P. **Qualidade de grão em arroz**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1989. 14p. (Trabalho apresentado na Reunião da Comissão Técnica de Arroz da Região II, Campinas, 1989).
- HUKE, R. E.; HUKE, E. H. **Rice: then & now**. Manila: IRRI, 1990. 44 p.
- JENNINGS, P. R.; COFFMAN, W. R.; KAUFFMAN, H. E. El mejoramiento del arroz. In: TASCÓN J., E.; GARCIA D., E. **ARROZ: investigación y producción**. Cali: CIAT, 1985. p. 205-231.
- JULIANO, B. O.; GONZALES, L.A. Physicochemical and economic aspects of rice grain quality. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **Progress in irrigated rice research**. Manila: IRRI, 1989. p. 275-290.
- JULIANO, B. O.; DUFF, B. Rice grain quality as an emerging priority in national rice breeding programs. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **Rice grain marketing and quality issues**. Manila: IRRI, 1991. p. 55-64.
- KHUSH, G. S. Aumento do potencial genético de rendimento do arroz: perspectivas e métodos. In: CONFERÊNCIA INTERNACIONAL DE ARROZ PARA A AMÉRICA LATINA E O CARIBE, 9., 1994, Goiânia. **Arroz na América Latina: perspectivas para o incremento da produção e do potencial produtivo**. Goiânia: EMBRAPA-CNPAP, 1995a. p. 13-29. (EMBRAPA-CNPAP. Documentos, 60).
- KHUSH, G. S. Modern varieties – their real contribution to food supply and equity. **Geojournal**, Dordrecht, v. 35, n. 3, p. 275-284, 1995b.
- KUMAR, I.; KHUSH, G. S. Genetic analysis of different amylose levels in rice. **Crop Science**, v. 27, n. 6, p. 1167-1172, 1987.

KUMAR, I.; MARUYAMA, K.; MOON, H.P. Grain quality consideration in hybrid rice. In: INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE. **Hybrid rice technology**: new developments and future prospects. Manila: IRRI, 1994. p. 123-130.

LEVANTAMENTO sistemático da produção agrícola. Rio de Janeiro: IBGE, v. 8, n. 12, 1996.70p.