

Linhas de Arroz Irrigado com Potencial para Indicação como Novas Cultivares para a Região Tropical do Brasil

Veridiano dos Anjos Cutrim¹
Paulo Hideo Nakano Rangel¹
Antônio Carlos Centeno Cordeiro²
Altevir de Matos Lopes³
Priscila Zaczuk Bassinello⁴

Introdução

A cultura do arroz irrigado tem grande importância econômica e social para o Brasil, tendo em vista que atualmente cerca de 60% do arroz produzido no país é oriundo dos sistemas de cultivo em várzeas. A introdução das cultivares de porte baixo neste sistema de cultivo, resultantes do programa de melhoramento genético realizado no *International Rice Research Institute* (IRRI), produziu um forte impacto na produtividade de arroz irrigado no final da década de 70 (Carmona et al., 1994). Desde então, tem-se observado uma grande dificuldade em ultrapassar o platô de produtividade alcançado por cultivares lançadas no mercado há muito tempo como a BR-IRGA 409, a Cica 8 e a Metica 1.

Diante desta situação é necessário que os programas de melhoramento genético se ajustem e passem a utilizar instrumentos que permitam identificar, de forma mais eficiente, os indivíduos mais produtivos. Os programas nacionais de melhoramento de arroz têm usado a seleção visual para identificar os indivíduos superiores, embora Cutrim et al. (1997) tenham mostrado que este tipo de seleção é ineficaz para aumento da produtividade. A diminuição da variabilidade genética tem sido apontada como uma das causas que têm restringido a capacidade dos programas de melhoramento genético em superar os referidos platôs de produtividade (Rangel et al., 1996, 2000).

O programa de melhoramento genético de arroz que está sendo conduzido pela Embrapa e instituições parceiras, tem como objetivo desenvolver novas cultivares com maior produtividade, maior resistência a estresses bióticos e abióticos e melhorar a qualidade de grãos, capazes de promover e garantir a competitividade e a sustentabilidade da cultura do arroz. Para tanto, vem utilizando estratégias

como: pré-melhoramento para obtenção de genitores elites que originarão populações com maior potencial de produtividade; utilização de seleção recorrente em populações de base genética ampla para promover a recombinação de genes superiores e preservar a variabilidade genética; e introdução de ensaios de avaliação precoce da produtividade, para aumentar a eficiência da seleção.

As linhas geradas, presumivelmente de alto potencial, tanto sob o aspecto de produtividade, como em relação a resistência a doenças e desejável qualidade de grãos, são avaliadas em campo, em ensaios multilocais, em laboratório e ambientes controlados, em conjunto com instituições parceiras, nas regiões subtropical e tropical, visando selecionar linhas candidatas à indicação como novas cultivares. Os ensaios utilizados nessas avaliações são: Ensaio de Avaliação de Linhas (EOL); Ensaio Preliminar de Rendimento (EPR); Ensaio Regional de Rendimento (ERR) e Ensaio de Valor de Cultivo e Uso (VCU).

O objetivo do presente trabalho foi analisar o desempenho das linhas avaliadas nos Ensaios Regionais conduzidos na Região Tropical, no ano agrícola 2003/04. Esta região tem como principais problemas, doenças com ênfase para brusone, cuja ocorrência é favorecida pelas condições climáticas predominantes na região e pelo manejo deficiente da cultura; baixo nível de tecnologia utilizado; e cultivares com grãos de má qualidade, ocasionando perda de competitividade do produto no mercado.

Metodologia

Os Ensaios Regionais de Rendimento são compostos por linhas selecionadas dos Ensaios Preliminares de Rendimento e têm como objetivo avaliar, com maior precisão, a

¹ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento, Embrapa Arroz e Feijão, Rod. Goiânia a Nova Veneza, Km 12 75375-000 Santo Antônio de Goiás-GO. cutrim@cnpaf.embrapa.br

² Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, Embrapa Roraima, BR-174, Km 8 - Distrito Industrial. 69301-970 Boa Vista, RR. acarlos@cpafrr.embrapa.br

³ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, Embrapa Amazônia Oriental, Trav. Dr. Enéas Pinheiro s/nº., 66095-100 Belém, PA. altevir@cpatu.embrapa.br

⁴ Engenheira Agrônoma, Doutora em Ciência de Alimentos, Embrapa Arroz e Feijão pzbassin@cnpaf.embrapa.br

produtividade das mesmas e selecionar as que irão compor os Ensaios de VCU. As linhagens foram agrupadas por ciclo: precoce (floração média inferior a 90 dias) e médio (floração média igual ou superior a 90 dias). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso com quatro repetições, parcelas formadas por quatro sulcos de 5,0 m de comprimento com espaçamento de 0,20 m entre sulcos e densidade de semeadura 100 sementes/metro.

Foram coletados, no campo, dados de produtividade de grãos, floração média, altura de planta, acamamento e reação a doenças. As linhagens foram também avaliadas para resistência à brusone na folha, em canteiro, no Estado de Goiás. Os dados de qualidade de grãos foram obtidos no Laboratório de Análise Física, Química e Tecnológica da Embrapa Arroz e Feijão, referentes aos ensaios conduzidos em Goiás.

Resultados e Discussão

O ensaio regional de ciclo médio 2003/04, foi constituído por 16 linhagens mais as testemunhas Metica 1, BRS Jaburu, BRS Biguá e BR-IRGA 409, conduzido no Pará, em Roraima, no Tocantins e em Goiás, em dois ambientes.

Na Tabela 1 observa-se que as análises de variância individuais e conjunta dos ensaios mostraram diferenças significativas em níveis inferiores a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey, entre as médias das linhagens para o caráter produtividade de grãos. A produtividade média das linhagens avaliadas nos cinco ambientes foi de 6.551 kg/ha, sendo que o ensaio conduzido em Roraima apresentou a maior produtividade média (8.219 kg/ha). O ensaio conduzido em Goiás, em condições de irrigado, apresentou a menor produtividade, 5.381 kg/ha. Os coeficientes de variação variaram de 8,4 a 16,9%, considerados muito bons, principalmente para características de baixa herdabilidade como produtividade de grãos. Sete linhagens superaram, em termos de produtividade média, a testemunha mais produtiva Metica 1, com 6.654 kg/ha.

Tabela 1. Produtividade média de grãos de linhagens de arroz selecionadas do Ensaio Regional 2003/04, de ciclo médio, conduzidos no Pará (PA), Goiás Várzea Úmida (GO-VU), Goiás Irrigado (GO-IR), Tocantins (TO), Roraima (RR), média dos cinco locais (PRODM), teor de amilose (TA), temperatura de gelatinização (TG), notas de comprimento (C) e largura (L) de grãos, centro branco (CB), rendimento de grãos inteiros (INT) e total de grãos (TOT).

Tratamentos	PA	GO-IR	GO-VU	TO	RR	PRODM	TA	TG	C	L	CB	INT	TOT
BRA 02655	5850	5984	8336	7105	10894	7634	29	3	3	3	3,0	45,16	71,01
BRA 02654	5825	4852	8453	6765	9727	7124	27	4	3	3	3,5	52,55	71,01
BRA 02702	5950	5875	8906	6369	8111	7042	27	7	4	3	3,0	59,85	72,93
BRA 02706	5963	6328	8695	6390	7824	7040	28	7	4	4	3,0	57,14	72,02
BRA 02701	5863	6227	8344	6413	8283	7026	26	7	3	3	3,0	61,06	72,12
BRA 02708	5888	6344	8164	6060	8444	6980	27	7	4	4	3,0	57,93	73,21
BRA 02700	5875	6594	7875	5564	7470	6675	28	7	4	3	3,0	46,17	70,54
METICA 1	5875	6062	7070	4900	9362	6654	26	4	4	4	3,0	60,30	70,99
BRA 02690	5838	5242	8742	6365	7011	6640	28	7	4	3	3,0	52,99	71,89
JABURU	5925	4688	7234	5398	9424	6534	27	7	2	3	2,5	39,56	70,69
BRA 02698	5700	6625	7516	5463	7272	6515	27	7	2	3	2,5	64,30	74,19
BR IRGA 409	5888	5063	6938	5400	8074	6272	26	7	4	3	2,0	14,14	69,47
BIGUÁ	6000	3813	6492	5140	9821	6253	26	4	3	3	3,0	65,35	72,55
MÉDIA	5880	5381	7585	5694	8219	6551							
CV%	11,5	16,9	11,7	15,2	8,4	12,4							
Pr > F	0,0001	0,0001	0,0001	0,0003	0,0001	0,0001							

Observa-se também que quanto a qualidade dos grãos, que é expressa pelo rendimento de inteiros, classe e qualidade culinária, as linhagens selecionadas, apresentaram grãos agulhinha (classe longo-fino), rendimento de grãos inteiros e total superiores respectivamente a 45 e 70%, soltos e macios após o cozimento, teor de amilose intermediário e alto e baixa incidência de centro branco. Com exceção das linhagens BRA 02655 e BRA 02654, que respectivamente apresentaram temperaturas de gelatinização alta (nota = 3), e intermediária (nota = 4), as demais apresentaram temperatura de gelatinização baixa, com nota 7.

Na Tabela 2 observa-se que todas as linhagens selecionadas apresentaram altura de plantas inferior a 100 cm, sendo classificadas como de porte baixo e, como consequência, resistentes ao acamamento. Embora, esta característica não seja dependente apenas da altura de plantas, mas também do diâmetro e resistência do colmo, do nível de adesão das bainhas aos entrenós e de fatores ambientais, como a intensidade dos ventos e luminosidade.

Na Tabela 2 constam também notas de reações a doenças. Dentre as doenças, a brusone é a mais limitante para a cultura do arroz, e na região tropical esta doença é favorecida pelas condições climáticas predominantes. Estima-se que em alguns estados da região, a perda causada pela brusone seja em torno de 20% da produção da cultura. Portanto, para que uma cultivar venha a ser recomendada pela pesquisa é necessário que ela tenha um satisfatório nível de resistência a esta doença. Entretanto, observa-se que todas as linhagens da tabela apresentam bons níveis de resistência a todas as doenças avaliadas.

Esses dados subsidiaram a seleção de linhagens para comporem o ensaio de VCU de ciclo médio, baseando-se nos seguintes critérios: a) produtividade média: > 6.500 kg/ha; b) acamamento e reação a doenças notas: médias < 5 e máximas < 7; c) rendimento de grãos inteiros: > 45% e rendimento total > 60%; d) centro

Tabela 2. Produtividade média de grãos de linhagens selecionadas no Ensaio Regional 2003/04, em cinco locais (PRODM), floração média (FLO), altura de planta (ALT) e notas médias e máximas para acamamento e reação a doenças.

Tratamentos	BRA	FLO	ALT	ACA	ACAX	BF	BFX	BP	BPX	ESC	ESCX	MP	MPX	MG	MGX
BRA 02655	7634	91	89	1	3	2	5	2	5	2	5	2	3	3	5
BRA 02654	7124	90	87	1	1	2	5	2	3	2	5	2	3	2	3
BRA 02702	7042	91	96	1	3	1	3	2	3	3	5	3	5	3	5
BRA 02706	7040	94	98	1	1	1	2	2	3	2	5	2	3	2	5
BRA 02701	7026	91	94	1	1	1	3	2	3	3	5	2	3	3	5
BRA 02708	6980	94	96	1	1	1	2	1	3	3	5	2	3	3	5
BRA 02700	6675	91	93	1	1	1	3	2	5	2	5	2	3	3	5
METICA 1	6654	97	97	1	3	3	8	4	5	2	5	3	5	4	5
BRA 02690	6640	91	98	1	3	1	2	3	5	3	5	3	5	2	5
JABURU	6534	93	92	1	1	1	2	1	3	2	3	2	3	2	3
BRA 02698	6515	91	96	1	1	1	3	2	5	3	5	2	6	3	5
BR IRGA 409	6272	80	101	1	3	2	4	5	7	3	5	3	5	3	5
BIGUÁ	6253	91	98	2	5	1	3	2	3	2	5	2	3	3	5
MÉDIA	6551														
CV%	12,4														
Pr > F	0,0001														

ACA= Nota média para acamamento; ACAX = Nota máxima para acamamento; BF = Nota média para brusone nas folhas; BFX = Nota máxima para brusone nas folhas; BP = Nota média para brusone nas panículas; BPX = Nota máxima para brusone nas panículas; ESC = Nota média para escaldadura; ESCX = Nota máxima para escaldadura; MP = Nota média para mancha-parda; MPX = Nota máxima para mancha-parda; MG = Nota média para mancha-de-grãos; MGX = Nota máxima para mancha-de-grãos

branco: notas ≤ 3 Analisando os dados das Tabelas 1 e 2, foram promovidas nove linhagens para serem avaliadas nos ensaios de VCU.

O ensaio regional de ciclo precoce foi conduzido em Roraima, Tocantins e Goiás em dois ambiente e foi constituído por 22 linhagens, mais as testemunhas Javaé, IRGA 417, BRS Taim e BR-IRGA 409.

Na Tabela 3 observa-se que as análises de variância individuais e conjunta dos ensaios mostraram diferenças significativas em níveis inferiores a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey, entre as médias das linhagens para o caráter produtividade de grãos. A produtividade média das linhagens avaliadas nos quatro ambientes foi de 5.973 kg/ha, sendo que o ensaio conduzido em Roraima

apresentou a maior produtividade média (7.396 kg/ha) enquanto o conduzido em Goiás, em condições de irrigado, a menor (4.830 kg/ha). Os coeficientes de variação variaram de 8,9% em Roraima a 20,5%, no Tocantins. Onze linhagens superaram, em termos de produtividade média, a testemunha BR IRGA 409, com 6.460 kg/ha.

Observa-se também que quanto à qualidade dos grãos, as linhagens selecionadas, apresentaram grãos agulhinha (classe longo-fino), rendimento de grãos inteiros e total superiores respectivamente a 50 e 68%. O teor de amilose foi predominantemente intermediário, com exceções para as linhagens BRA 02667 (com teor alto: 31,7) e BRA 02679 (com teor baixo: 19,5). Com exceção da linhagem BRA 02679 que apresentou temperatura de gelatinização (TG) intermediária

Tabela 3. Produtividade média de grãos de linhagens de arroz selecionadas no Ensaio Regional 2003/04 de ciclo precoce conduzido em Roraima (RR), Tocantins (TO), Goiás Irrigado (GO-IR), Goiás Várzea Úmida (GO-VU), média dos quatro locais (PRODM), teor de amilose (TA), temperatura de gelatinização (TG), notas de comprimento (C) e largura (L) de grãos, centro branco (CB) e rendimento de grãos inteiros (INT) e rendimento total (TOT).

Tratamentos	RR	TO	GO-IR	GO-VU	PRODM	TA	TG	C	L	CB	INT	TOT
BRA 02670	8184	6638	5563	6977	7030	25,7	7,0	4,0	3,5	3,0	57,5	71,76
BRA 02674	8458	6118	5391	7516	7010	26,0	7,0	4,0	3,5	3,0	61,2	73,40
BRA 02671	8314	6250	5344	7578	7008	26,7	7,0	3,5	3,0	2,8	55,4	69,59
BRA 02676	8241	5602	5883	7859	6905	25,6	7,0	3,5	3,5	3,0	53,6	69,37
BRA 02673	8730	5898	4703	7281	6873	25,8	7,0	4,0	3,5	3,3	62,7	71,71
BRA 02672	8622	5646	5766	6805	6851	26,2	7,0	4,0	3,0	3,0	56,5	68,81
BRA 02668	8288	6111	5359	6469	6771	25,9	7,0	3,5	3,5	2,5	58,1	70,71
BRA 02669	8575	5077	5021	7531	6707	26,0	7,0	4,0	3,0	3,0	59,9	72,11
BRA 02675	7438	6199	4803	7484	6662	26,5	7,0	4,0	3,0	2,8	58,6	70,63
BRA 02667	8347	5519	4781	7188	6617	31,7	7,0	3,5	3,0	2,8	50,0	70,67
BRA 02679	7350	5464	6023	7109	6460	19,5	5,0	3,0	3,0	1,8	66,7	73,31
BR IRGA 409	8199	4972	4078	6914	6223	26,4	6,8	4,0	3,0	2,8	50,1	68,88
IRGA 417	7631	5122	4074	6555	6173	27,2	7,0	3,0	2,5	2,8	58,0	71,89
BRS 7 Taim	6354	5099	4063	6164	5522	26,1	4,0	4,0	3,0	2,5	61,1	73,51
JAVAÉ	6312	4813	3434	4867	5122	26,2	7,0	3,0	2,5	2,5	57,0	69,74
MÉDIA	7396	4999	4830	6615	5973							
CV%	8,9	20,5	15,4	10,3	17,8							
Pr > F	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001							

(nota= 5), as demais apresentaram TG baixa, com nota 7. Todas as linhagens apresentaram baixa incidência de centro branco. A predominante combinação de teor de amilose intermediário com temperatura de gelatinização baixa, apresentada pelas linhagens, indica que as mesmas terão comportamento culinário muito bom, ou seja, com os grãos soltos e macios após o cozimento.

A Tabela 4 mostra que todas as linhagens selecionadas são de porte baixo e resistentes ao acamamento. Com relação às doenças avaliadas, as linhagens de ciclo precoce apresentaram menores níveis de resistência em comparação com as

linhagens de ciclo médio (Tabelas 2 e 4), sendo que os maiores índices de infecção ocorreram para brusone nas folhas, mancha-de-grãos e escaldadura-das-folhas, visto que várias linhagens tiveram valor quatro para nota média.

Os critérios utilizados na seleção das linhagens para comporem o ensaio de VCU de ciclo precoce, foram os seguintes: a) produtividade média: > 6.400 kg/ha, b) acamamento e reação a doenças, notas: médias < 5 e máximas < 7, c) rendimento de grãos inteiros: > 50% e rendimento total > 60%; d) centro branco: notas ≤ 3. Analisando os dados contidos nas Tabelas 3 e 4, foram selecionadas onze linhagens para serem avaliadas no ensaio de VCU.

Tabela 4. Produtividade média de grãos de linhagens selecionadas no Ensaio Regional 2003/04, em cinco locais (PRODM), floração média (FLO), altura de planta (ALT) e notas médias e máximas para acamamento e reação a doenças.

Tratamentos	PRODM	FLO	ALT	ACA	ACAX	BF	BFX	BP	BPX	MP	MPX	MG	MGX	ESC	ESCX
BRA 02670	7030	87	99	2	4	3	5	1	3	3	5	4	7	4	5
BRA 02674	7010	86	97	1	3	3	5	1	3	3	5	4	7	3	5
BRA 02671	7008	87	96	1	3	4	5	1	3	3	5	4	7	4	5
BRA 02676	6905	86	97	1	3	4	5	1	3	3	5	4	7	4	5
BRA 02673	6873	88	98	2	3	3	5	1	1	3	5	4	7	4	5
BRA 02672	6851	88	98	2	4	3	5	1	3	3	5	4	5	3	5
BRA 02668	6771	88	96	1	3	4	5	1	3	3	5	4	5	4	5
BRA 02669	6707	87	98	1	2	3	5	1	3	3	3	4	7	3	5
BRA 02675	6662	87	97	2	3	3	5	1	1	3	5	4	5	4	5
BRA 02667	6617	86	97	1	3	4	5	1	1	3	5	4	7	4	7
BRA 02679	6460	87	93	2	4	2	3	1	1	2	3	2	3	2	3
BR IRGA 409	6223	82	103	2	4	5	7	1	1	3	5	4	5	4	5
IRGA 417	6173	76	94	3	3	5	7	1	3	3	5	4	5	4	5
BRS 7 Taim	5522	82	92	2	3	5	7	1	1	3	5	5	7	4	5
JAVAE	5122	80	92	1	2	4	7	1	1	3	5	4	5	3	5
MÉDIA	5973														
CV%	17,8														
Pr > F	0,0001														

ACA = Nota média para acamamento; ACAX = Nota máxima para acamamento; BF = Nota média para brusone nas folhas; BFX = Nota máxima para brusone nas folhas; BP = Nota média para brusone nas panículas; BPX = Nota máxima para brusone nas panículas; ESC = Nota média para escaldadura; ESCX = Nota máxima para escaldadura; MP = Nota média para mancha-parda; MPX = Nota máxima para mancha-parda; MG = Nota média para mancha-de-grãos; MGX = Nota máxima para mancha-de-grãos

Referências Bibliográficas

CARMONA, P. S.; TERRES, A. L.; SCHIOCCHET, M. Avaliação crítica dos projetos do PNP-Arroz na área de melhoramento genético, no período de 1980 à 1990: estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. **A pesquisa do arroz no Brasil nos anos 80: avaliação crítica dos principais resultados.** Goiânia, 1994. p. 269-275.

CUTRIM, V. dos A.; RAMALHO, M. A. P.; CARVALHO, A. M. Eficiência da seleção visual na produtividade de grãos de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, n. 6, p. 601-606, jun. 1997.

RANGEL, P. H. N.; GUIMARÃES, E. P.; NEVES, P. C. F. Base genética das cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.) irrigado do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, n. 5, p. 349-357, maio 1996.

RANGEL, P. H. N.; PEREIRA, J. A.; MORAIS, O. P. de; GUIMARÃES, E. P.; YOKOKURA, T. Ganhos na produtividade de grãos pelo melhoramento genético do arroz irrigado no meio-norte do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 35, n. 8, p. 1595-1604, ago. 2000.

Comunicado Técnico, 88



Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento



Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Arroz e Feijão
 Rodovia Goiânia a Nova Veneza Km 12 Zona Rural
 Caixa Postal 179
 75375-000 Santo Antônio de Goiás, GO
 Fone: (62) 533 2110
 Fax: (62) 533 2100
 E-mail: sac@cnpaf.embrapa.br

1ª edição
 1ª impressão (2004): 1.000 exemplares

Comitê de publicações

Presidente: *Carlos Agustin Rava*
 Secretário-Executivo: *Luiz Roberto R. da Silva*
 Membro: *Maria José Del Peloso*

Expediente

Supervisor editorial: *Marina A. Souza de Oliveira*
 Revisão de texto: *Marina A. Souza de Oliveira*
 Normatização bibliográfica: *Ana Lúcia D. de Faria*
 Editoração eletrônica: *Fabiano Severino*