

Tabela 4. Índice de velocidade de emergência – IVE dos dez genótipos mais tolerantes ao frio nos estádios de germinação-emergência. Embrapa Clima Temperado, Capão do Leão, RS, 2009

Genótipo	Origem	IVE	PG%	IVEPG
HSC16	IRCTN	1,29	83	1,55
Tatsumi Mochi	Japão	0,95	82	1,17
HS-379	IRCTN	1,12	97	1,15
Diamante	Chile	1,05	87	1,15
Brilhante	Chile	1,06	93	1,10
Oro	Chile	0,88	86	1,03
86014-TR891-7-2-1	IRCTN	0,69	69	1,00
Ambar	Chile	0,56	66	0,89
Nourim Mochi	Japão	0,79	89	0,88
Tomoe Mochi	Japão	0,75	89	0,84
BRS Querência	Brasil	0,38	75	0,51
Testemunhas	-	-	-	0,79*
Média	-	-	-	0,50**

## CONCLUSÃO

É promissor, para fim de melhoramento, o comportamento das cultivares Ambar Tatsumi Mochi, e das linhagens HSC 16, HS-379 e 86014-TR891-7-2-1 que, em pelo menos um dos experimentos, estiveram entre as dez mais resistentes à baixa temperatura nos estádios de desenvolvimento avaliados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COUNCE, P. A.; KEISLING, T. C.; MITCHELL, A. J. A uniform, objective and adaptative system for expressing Rice development. *Crop Science*, Madison, 40:436-43. 2000.
- KIM, K. M.; SOHN, J. K.; CHUNG, I. K. Analysis of OPT8511 RAPD fragments closely linked with cold sensitivity at seedling stage in rice (*Oryza sativa* L.). *Molecules and Cells*, Seoul, v. 10, n. 4, p. 382-385, Aug. 2000.
- MAGALHÃES JÚNIOR, A. M.; GOMES, A. da S.; SANTOS, A. B. dos (Ed.). Sistema de cultivo de arroz irrigado no Brasil. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 270 p. (Embrapa Clima Temperado. Sistema de produção, 3).
- NEDEL, J. L. Fundamentos da qualidade de sementes. In: NEDEL, J. L. Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. Pelotas: Ed. Universitária da UFPel, 2003. p. 95-138.
- POPININGIS, F. Fisiologia da semente. Brasília, DF: AGIPLAN, 1985. 289 p.
- STEINMETZ, S.; MALUF, J. R. T.; MATZENAUER, R.; AMARAL, A. G. Espacialização da temperatura do solo visando determinar o início da semeadura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 2.; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 24., 2001, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: Instituto Riograndense do Arroz, 2001. p. 137-139..

## AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE ARROZ IRRIGADO DA EMBRAPA NO RIO GRANDE DO SUL, SAFRA 2009/10

Paulo Ricardo Reis Fagundes<sup>1</sup>; Ariano Martins de Magalhães Jr<sup>2</sup>; Francisco Pereira Moura Neto<sup>3</sup>, José Alberto Petrini<sup>4</sup>, Alcides Severo<sup>5</sup>, Márcio Gonçalves da Silva<sup>6</sup>

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., interação genótipo x ambiente,

## INTRODUÇÃO

Com a entrada de novos genes no contexto das cultivares de arroz irrigado (*Oryza sativa* L.) utilizadas para cultivo no estado do Rio Grande do Sul, é cada vez mais perceptível a interação do genótipo com o ambiente, o que resulta em modificação de desempenho de uma cultivar em determinada região. Fagundes et al., (2007), relatam que as cultivares de arroz irrigado respondem de forma diferente às mudanças de ambiente (local/ano) e que é possível que o desempenho de uma cultivar seja afetado negativamente em resposta a mudanças ocorridas na constituição genética de um patógeno, levando à quebra da resistência para uma determinada doença ou pelo surgimento de um novo patógeno em uma dada região de cultivo, ou ainda, devido a alterações no manejo da lavoura. Assim, o monitoramento constante do desempenho das cultivares nas diferentes regiões orizícolas é fundamental para o cultivo de arroz irrigado no RS. O Estado do Rio Grande do Sul (RS) possui seis regiões orizícolas delimitadas pela localização geográfica e que apresentam características bem definidas e distintas entre si: Litoral Sul, Campanha Gaúcha, Planície Costeira Externa, Planície Costeira Interna, Depressão Central e Fronteira Oeste. Em geral, as cultivares de arroz irrigado (*Oryza sativa* L.) da Embrapa, indicadas para o cultivo no Rio Grande do Sul, apresentam ampla adaptação a essas regiões, mas a performance agrônômica pode variar conforme as condições edafoclimáticas das mesmas. Assim, anualmente, desenvolve-se um trabalho para acompanhar, avaliar e relatar o comportamento de cultivares de arroz irrigado da Embrapa, nas diferentes regiões de cultivo deste cereal no RS. Neste trabalho são relatados os resultados obtidos na safra 2009/10.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos abrangeram quatro regiões orizícolas do estado do RS. Foram conduzidos no Litoral Sul, nos municípios de Santa Vitória do Palmar e Pelotas; na Planície Costeira Externa, em Mostardas; na Fronteira Oeste, em Uruguaiana e Alegrete; e na depressão Central, em Santa Maria; na safra 2009/10. Foram avaliadas as cultivares BRS-6 Chuí, BRS Querência e BRS Pampa, de ciclo precoce; e BR-IRGA 409, BR-IRGA 410, BRS-7 Taim, BRS Pelota, BRS Fronteira e BRS Sinuelo CL, de ciclo médio. O delineamento experimental foi de Blocos ao Acaso, com quatro repetições. As cultivares foram semeadas em nove fileiras de cinco metros de comprimento, espaçadas de 0,175 m, entre si. Por ocasião da colheita, foram eliminadas duas fileiras de cada lado e 0,5 m em cada extremidade da parcela, resultando na área útil de 3,5 m<sup>2</sup>. A adubação foi realizada conforme as necessidades indicadas pela análise do solo de cada local e, juntamente com a irrigação, o controle de pragas (invasoras, insetos e doenças) e outras práticas culturais, obedeceu as recomendações da pesquisa para a região sul (REUNIÃO..., 2010). As

<sup>1</sup> Engenheiro Agrônomo, Dr., Embrapa Clima Temperado, R 392, Km 78, Caixa Postal 403, Pelotas, RS. [paulo.fagundes@cpact.embrapa.br](mailto:paulo.fagundes@cpact.embrapa.br)

<sup>2</sup> Engenheiro Agrônomo, Dr., Embrapa Clima Temperado, [ariano.magalhaes@cpact.embrapa.br](mailto:ariano.magalhaes@cpact.embrapa.br)

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, MSc, Embrapa Arroz e Feijão, [fpmn@cnpaf.embrapa.br](mailto:fpmn@cnpaf.embrapa.br)

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, MSc, Embrapa Clima Temperado, [jose.petrini@cpact.embrapa.br](mailto:jose.petrini@cpact.embrapa.br)

<sup>5</sup> Técnico Agrícola da Embrapa Clima temperado, [alcides.severo@cpact.embrapa.br](mailto:alcides.severo@cpact.embrapa.br)

<sup>6</sup> Estagiário da Embrapa Clima Temperado,

variáveis discutidas neste trabalho foram rendimento de grãos (kg ha<sup>-1</sup>), floração - INFLO (50%), estatura de planta - ESTPLAN (cm) e rendimento de grãos inteiros – REINT (5) e industrial – REIND (%), dado pela soma de grãos inteiros e quebrados. Para realização das análises estatísticas utilizou-se o programa Statistical Analysis System – SAS (1985). A normalidade dos dados foi avaliada por meio do teste de Shapiro-Wilks e a homogeneidade de variância pelo teste de Bartlett. A seguir procedeu-se a análise de variância conjunta dos dados de rendimento de grãos e o teste de Tukey para comparação das médias.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Análise de variância mostrou que o comportamento das cultivares, quanto ao rendimento de grãos, variou conforme o local onde foram cultivados (Tabela 1). Assim, os resultados são apresentados e discutidos conforme a variação ocorrida dentro de cada local.

Tabela 1. Resumo da Análise da Variação para o cáter rendimento de grãos da Avaliação de Cultivares Recomendadas da Embrapa, em seis locais do RS. Safra 2009/10

Fonte da Variação	Squadros	QMédio	F	P>F
Repetição	3	7,5258984	2,5086328	
Cultivares ( C )	8	71,4334400	8,9292130	9,73
Local ( L )	5	423,5667273	85,3133455	92,95
C x L	40	112,0526323	2,8013158	3,05
Erro	154	141,3491016	0,9178513	0,001
Total	210	759,0667299		

Os coeficientes de variação (CV), que variaram de 8,4% (Santa Vitória do Palmar) e 13% (Alegrete), indicam que os resultados obtidos apresentam boa confiabilidade (Tabela 2).

Em Pelotas, Santa Vitória do Palmar (Litoral Sul) e Mostardas (Planície Costeira Externa) os rendimentos médios de grãos foram superiores aos obtidos em Alegrete, Uruguaiana (Fronteira Oeste) e Santa Maria (Depressão Central). Este fato pode ser atribuído às condições climáticas desfavoráveis ocorridas na época de implantação dos experimentos nas regiões da Fronteira Oeste e Depressão Central, com a ocorrência de excesso de precipitação pluvial, nos meses de setembro e outubro, o que resultou no atraso na época de semeadura nestas regiões e em períodos de baixa luminosidade. Assim, as cultivares avaliadas nestas regiões foram submetidas à menor intensidade de radiação solar durante seu ciclo de desenvolvimento. Também, o controle das plantas invasoras na lavoura foi dificultado, resultando em menores rendimentos (Tabela 2).

Em Pelotas, destacou-se o comportamento da nova cultivar de ciclo precoce BRS Pampa, cujo rendimento de grãos foi comparável ao das cultivares de ciclo médio BRS Pelota, BR IRGA 410 e BRS Taim e superou a cultivar precoce BRS Querência. Em Mostardas, a BRS Pampa superou todas as demais cultivares. Neste ambiente, as cultivares de ciclo médio apresentaram rendimento de grãos superiores às precoces BRS Querência e BRS-6 Chuí. Em Santa Vitória do Palmar, ambiente reconhecidamente favorável às cultivares de ciclo médio, destacaram-se BRS Sinuelo CL e BR-IRGA 410, sendo a segunda, uma cultivar reconhecidamente adaptada às condições climáticas e, por longo período, a mais cultivada na região. Ambas as cultivares, superaram significativamente (P < 0,05) a BR-IRGA 409 e BRS Querência. Em Uruguaiana, destacou-se a cultivar de ciclo médio BRS Fronteira, a qual não diferiu de BRS Pampa, BR-IRGA 410, BRS-7 Taim, BRS Querência e BR-IRGA 409, mas foi mais produtiva do que BRS Pelota, BRS Sinuelo CL e BRS-6 Chuí. Ainda, na região Fronteira Oeste, em Alegrete, as cultivares de ciclo médio BR-IRGA 410 e BRS-7 Taim foram mais produtivas que BRS Querência e

BRS-6 Chuí, de ciclo precoce. Porém, não diferiram da BRS Pampa, a qual também apresenta ciclo precoce. Finalmente, em Santa Maria, local que apresentou menor produtividade média de grãos, as cultivares de ciclo precoce BRS Pampa e BRS Querência, apresentaram os melhores rendimentos de grãos, embora esta última não tenha diferido de BRS-6 Chuí e BRS-7 Taim. A BRS Pampa foi a cultivar mais produtiva com rendimento de grãos comparável à BRS Querência, porém levemente superior, em valores absolutos.

Considerando-se a variação entre os diferentes ambientes em que as cultivares foram testadas, observa-se que a BRS Pampa não diferiu de nenhuma das cultivares mais produtivas nos seis ambientes, tendo superado, na média, em mais de 0,2 t ha<sup>-1</sup>, as cultivares de ciclo médio BR-IRGA 410 e BRS-7 Taim, que, teoricamente, devido ao ciclo mais longo, teriam maior potencial produtivo. Quando comparada as cultivares BRS- Chuí e BRS Querência, de ciclo precoce, a diferença a favor da “Pampa”, supera 1,5 t ha<sup>-1</sup>.

A cultivar BRS Sinuelo CL foi, na média, 0,4 t ha<sup>-1</sup> menos produtiva que a BRS-7 Taim, da qual é derivada. Este fato é explicado, em parte, devido à “Sinuelo” ser portadora de algo em torno de 87,5% do genoma da “Taim”. Devido às incidências climáticas registradas na safra 2009/10, a BRS Sinuelo CL mostrou menor produtividade nos municípios da Fronteira Oeste e Depressão Central de forma análoga ao comportamento da BRS-7 Taim, que somente teve destaque em Pelotas. Isto indica que o comportamento agrônomo destas duas cultivares é semelhante e que a BRS Sinuelo CL é uma boa opção, para auxiliar no combate ao arroz vermelho, principalmente nas regiões onde a BRS-7 Taim se destaca.

Tabela 2. Rendimento médio de grãos (t ha<sup>-1</sup>) de nove cultivares de arroz irrigado da Embrapa, em seis locais do Rio Grande do Sul. Safra 2009/10.

Cultivar	Local	Alegrete	Mostardas	Pelotas	Sta. Maria	S.V. do Palmar	Uruguaiana	Média					
BRS Pampa	9,0 abc <sup>1</sup>	BCD	11,9 a	A	10,7 a	AB	7,4 a	D	9,9 abc	BC	8,3 ab	D	9,5
BR IRGA 410	9,7 a	B	9,1 b	B	11,2 a	A	6,3 cd	D	10,3 ab	AB	7,8 ab	D	9,1
BRS 7 'Taim'	9,3 a	B	9,8 b	B	11,0 a	A	6,5 bc	D	9,9 abc	B	7,8 ab	C	9,1
BRS Pelota	9,3 ab	B	9,9 b	AB	11,3 a	B	5,5 de	D	9,3 abc	B	7,4 b	C	8,7
BRS Sinuelo CL	8,0 ab	B	10,5 b	A	10,4 ab	A	5,3 e	C	10,5 a	A	7,3 b	B	8,7
BR IRGA 409	8,7 abc	BC	9,8 b	AB	10,5 ab	A	5,5 de	D	9,1 bc	B	7,8 ab	C	8,6
BRS Fronteira	8,2 abc	A	9,7 b	A	9,8 ab	A	4,9 e	B	9,6 abc	A	8,9 a	A	8,5
BRS Querência	8,3 bc	BC	7,0 c	C	8,5 b	AB	7,2 ab	C	8,7 c	A	7,8 ab	ABC	7,9
BRS 6 'Chuí'	7,0 c	B	7,7 c	AB	9,4 ab	A	6,5 bc	AB	9,4 abc	A	5,6 c	B	7,6
Média	8,5		9,5		10,3		6,1		9,7		7,6		8,6
CV %	13,00		8,84		12,06		8,80		8,38		12,18		

<sup>1</sup> Médias seguidas pelas mesmas letras maiúscula (linha) e minúscula (coluna), não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O ciclo médio das cultivares, com base Na média dos locais, referentes ao número de dias da emergência-floração (50%), variou de 78 dias, na BRS Querência a 94 dias, na BRS Fronteira. A variação média para as cultivares de ciclo precoce foi de quatro dias, enquanto para as de ciclo médio foi de sete dias, sendo que BR-IRGA 410 e BRS Pelota apresentaram ciclo médio de sete dias inferior à BRS Fronteira. Ocorreram alterações de ciclo conforme o local de cultivo. As maiores variações ocorreram entre Mostardas e Santa Maria. Nesta, o ciclo das cultivares foi, em média, doze dias maior do que na primeira. Verifica-se, também, que as cultivares BRS Sinuelo CL e BRS-7 Taim, independente do local, apresentam ciclos muito semelhantes, o que se justifica pelo fato da primeira ser uma cultivar derivada da segunda (Tabela 3).

A estatura das plantas (ESTPLAN) apresentou uma variação 20 cm das cultivares, entre os diferentes locais. As cultivares BRS Querência, BR-IRGA 410, BR-IRGA 409, BRS Pelota e BRS Fronteira embora tenham apresentado estatura superior a 100 cm em Alegrete, Pelotas e Santa Maria, não tiveram problemas com o acamamento de plantas (Tabela 3).

Tabela 3. Subperíodo emergência-início da floração - 50% - (INFLO) e estatura de planta - cm - (ESTPLAN), de nove cultivares de arroz irrigado da Embrapa, em seis locais do RS. Safra 2009-10.

Cultivar	Alegrete		Mostardas		Pelotas		Sta. Maria		S.V.Palmar		Uruguaiana		Média	
	INFLO	ESTPLAN	INFLO	ESTPLAN	INFLO	ESTPLAN	INFLO	ESTPLAN	INFLO	ESTPLAN	INFLO	ESTPLAN	INFLO	ESTPLAN
BRS 6'Chui'	77	93,3	71	92,8	80	93,5	88	97,8	81	87,1	77	75,5	81	90,3
BRS Querença	79	102,3	69	97,1	79	105,0	87	106,0	77	89,2	77	90,5	78	98,3
BR IRGA 410	89	101,5	83	98,6	85	104,1	96	106,0	84	91,8	84	89,0	87	98,5
BRS Pelota	90	102,0	81	91,3	85	105,5	97	102,5	86	90,5	84	88,3	87	96,7
BR IRGA 409	94	104,0	88	95,8	93	102,0	99	100,8	91	84,5	91	91,3	93	96,4
BRS 7 Taim'	92	93,3	89	91,4	88	97,0	98	94,0	87	84,6	90	82,5	90	90,5
BRS Fronteira	93	104,0	86	94,4	95	102,3	99	101,8	95	89,2	93	90,5	94	97,0
BRS Sinuelo CL	89	88,8	80	133,8	89	94,2	92	86,3	87	81,6	89	76,3	88	93,5
BRS Pampa	84	97,0	78	96,0	82	98,6	87	102,8	82	89,5	82	83,3	82	94,5

A renda total, obtida a partir da soma do rendimento industrial de grãos inteiros (RENINT) e quebrados ficou dentro do esperado, na média dos seis locais (Tabela 4). Os melhores rendimentos de grãos inteiros, na média, foram obtidos, pelas cultivares BR-IRGA 409, BRS Pampa e BRS Fronteira, respectivamente. Na Fronteira Oeste, região em que foram obtidos os melhores rendimentos de grãos inteiros, destacaram-se as cultivares BRS Fronteira, BRS-7 Taim, BRS Sinuelo CL e BR\_IRGA 410, em Alegrete; e BR-IRGA 409, BRS Sinuelo CL e BRS Pampa, em Uruguaiana. Por outro lado, em Pelotas, Mostardas e Santa Vitória do Palmar, locais onde os experimentos permaneceram no campo por mais tempo após a maturação, o rendimento industrial total foi comparável aos demais locais, porém o rendimento de grãos inteiros foi menor, o que pode ser atribuído à oscilação na umidade do grão (diurna e noturna) e à umidade, por ocasião da colheita, inferior a 18%.

A cultivar BRS Pampa apresentou rendimento de grãos inteiros comparável, em média, à BR-IRGA 409 e BRS Fronteira, tendo superado a primeira em Pelotas, Santa Maria e Santa Vitória do Palmar e a segunda, em Mostardas, Pelotas, Santa Vitória do Palmar e Uruguaiana. Já, a BRS Sinuelo CL superou sua cultivar de origem BRS-7 Taim, quanto ao REINT, em todos os locais, exceto Santa Vitória do Palmar.

Tabela 4. Rendimento industrial total (REIND) e rendimento de grãos inteiros (RENINT) de nove cultivares de arroz irrigado da Embrapa, em seis locais do RS. Safra 2009/10.

Cultivar	Alegrete		Mostardas		Pelotas		Sta. Maria		S.V.Palmar		Uruguaiana		Média	
	REIND (%)	RENINT (%)	REIND (%)	RENINT (%)	REIND (%)	RENINT (%)	REIND (%)	RENINT (%)	REIND (%)	RENINT (%)	REIND (%)	RENINT (%)	REIND (%)	RENINT (%)
BRS 6'Chui'	67,9	61,9	66,0	55,5	70,0	54,1	65,0	59,1	68,0	59,1	67,2	62,8	67,3	58,7
BRS Querença	68,8	60,5	68,1	57,6	67,8	57,0	67,8	61,0	67,8	56,0	67,8	51,0	68,0	57,2
BR IRGA 410	69,5	64,3	65,6	52,9	66,6	57,6	65,5	57,5	66,6	57,6	68,5	62,9	67,1	58,8
BRS Pelota	68,2	62,8	66,2	52,0	63,8	51,1	62,8	56,1	63,8	51,1	68,1	62,7	65,5	56,0
BR IRGA 409	68,0	63,9	65,6	59,5	66,4	61,0	65,4	61,0	66,4	61,0	68,2	64,5	66,7	61,8
BRS 7 Taim'	70,2	64,4	69,0	54,3	63,5	53,5	63,5	58,5	73,5	53,5	69,0	62,8	68,1	57,8
BRS Fronteira	69,7	65,4	68,5	50,5	67,5	61,9	66,5	61,9	67,5	61,9	68,8	63,4	68,1	60,8
BRS Sinuelo CL	69,7	64,4	68,4	57,0	65,0	55,8	66,0	61,8	66,0	51,8	68,2	64,2	67,4	59,2
BRS Pampa	69,1	62,5	68,5	58,8	65,8	61,7	66,8	61,7	65,8	61,7	68,7	64,0	67,5	61,7

## CONCLUSÃO

As cultivares de arroz irrigado da Embrapa avaliadas na safra 2009/10 respondem de forma distinta aos diferentes ambientes. A cultivar BRS Pampa apresenta ampla adaptação às condições de cultivo do RS, com alto potencial de rendimento de grãos e características agrônomicas e industriais adequadas às demandas da cadeia produtiva. A cultivar BRS Sinuelo, apresenta ciclo médio, alto potencial produtivo e bom rendimento de grãos inteiros, sendo uma ferramenta importante no auxílio ao controle do arroz vermelho em áreas infestadas com esta planta daninha.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FAGUNDES, P.R.R.; MAGALHÃES JÚNIOR, A.M. de; PETRINI, J. A.; ANDRES A.; FRANCO, D.F.; NUNES, C.D.; SEVERO, A.; VIEGAS, A. D. Avaliação de cultivares recomendadas de arroz irrigado da Embrapa, no Rio Grande do Sul. 2006/07. In: CONGRESSO DE ARROZ IRRIGADO, V. Anais... XXII Reunião da Cultura do Arroz Irrigado, Pelotas/ Ed. Magalhães Junior, et al. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2007. 2v.  
 REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 28., 2010, Bento Gonçalves, RS. **Arroz irrigado: recomendações técnicas para o sul do Brasil.** Porto Alegre: SOSBAI, 2010. 188 p.

## DESEMPENHO GENOTÍPICO DE LINHAGENS DE ARROZ IRRIGADO NO ESTADO DO MATO GROSSO DO SUL, VIA MODELOS MISTOS

José Manoel Colombari Filho<sup>1</sup>; Jaison Pereira de Oliveira<sup>2</sup>; Adriano Pereira de Castro<sup>3</sup> e Orlando Peixoto de Morais<sup>4</sup>

Palavras-chave: *Oryza sativa*; REML; BLUP; estabilidade; adaptabilidade.

## INTRODUÇÃO

Os programas de melhoramento genético têm sido à base de sustentabilidade da agricultura moderna, com papel fundamental na viabilização das culturas frente às adversidades ocorrentes. O desenvolvimento de cultivares superiores é constantemente dificultado pela interação genótipo x ambiente (GxE), que resulta do comportamento variável de genótipos em diferentes ambientes (VENCOVSKY e BARRIGA, 1992). Assim, selecionar genótipos com alta produtividade, estabilidade e adaptabilidade têm sido uma das alternativas para minimizar os efeitos da interação GxE. Para isso, Cruz e Carneiro (2003) ressaltaram que procedimentos de interpretação simples, com uma única medida estatística, devem ser preferidos para a análise da estabilidade e adaptabilidade juntamente com a produtividade, tais como os métodos de Annicchiarico (1992) e Lin e Binns (1988).

Nesse sentido, no contexto de modelos mistos para dados desbalanceamento, existe o método da *Média Harmônica da Performance Relativa dos Valores Genotípicos* (MHPRVG), preconizado por Resende (2004), que considera os efeitos genotípicos como aleatórios e, portanto, fornece na mesma escala do caráter avaliado, a estabilidade e adaptabilidade de valores genotípicos preditos e não fenotípicos. Esse método permite o ordenamento dos genótipos simultaneamente pelos seus valores genéticos (produtividade) e estabilidade, pelo procedimento BLUP sob médias harmônicas, de modo que quanto menor o desvio-padrão do comportamento genotípico através dos locais, maior será a *Média Harmônica dos Valores Genotípicos* (MHVG). Também, permite o ordenamento simultâneo dos genótipos para adaptabilidade e produtividade, através da *Performance Relativa dos Valores Genotípicos* (PRVG) resultante dos valores genotípicos preditos (produtividade) expressos como proporção da média geral de cada local, e obtenção do valor médio dessa proporção através dos locais. Por fim, o método permite a seleção simultânea para produtividade, estabilidade e adaptabilidade através dos valores da MHPRVG (RESENDE, 2002 e 2007a).

O presente trabalho teve como objetivo realizar a avaliação genotípica de 56 genótipos (cultivares e linhagens-élite) de arroz irrigado tropical em três locais do estado do Mato Grosso do Sul, em quatro anos agrícolas. Para isso, foram estimados os valores preditos e genotípicos de cada genótipo, para caráter produção de grãos (kg ha<sup>-1</sup>), para o ambiente médio dos locais, para o estudo da estabilidade e adaptabilidade dos valores genotípicos preditos pelo procedimento da melhor predição linear não viesada (BLUP).

## MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado com um conjunto de dados proveniente de ensaios de "valor de cultivo e uso" (VCU) de arroz irrigado tropical no estado do Mato Grosso do Sul, do período entre os anos agrícolas 2006/07 e 2009/10, do programa de melhoramento do arroz

<sup>1</sup> Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Arroz e Feijão, 75375-000, Caixa Postal 179, Santo Antônio de Goiás, Goiás, colombari@cnpaf.embrapa.br (autor correspondente).

<sup>2</sup> Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Arroz e Feijão, apcastro@cnpaf.embrapa.br.

<sup>3</sup> Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Arroz e Feijão, jaison@cnpaf.embrapa.br.

<sup>4</sup> Doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Arroz e Feijão, peixoto@cnpaf.embrapa.br.

da Embrapa em parceria com a Fazenda San Francisco (Miranda, MT). Para isso, foram considerados os três locais: Dourados, Miranda e Rio Brilhante, sendo este último não contemplado no ano agrícola 2008/09. Em cada ano agrícola, esses ensaios foram compostos por cerca de 22 genótipos (testemunhas e linhagens-élite em teste de 1º ou 2º ano). Em função da seleção e descarte anual de linhagens-élite, o conjunto de genótipos que compuseram os ensaios foi variável a cada ano agrícola (conjunto desbalanceado de dados), totalizando 56 genótipos avaliados nos quatro anos.

Foi avaliado o caráter produção de grãos (PG), em kg ha<sup>-1</sup>, e o delineamento experimental adotado foi blocos ao acaso com quatro repetições e parcelas de 4 linhas de 5 m de comprimento, com densidade de 60 sementes m<sup>-2</sup>. Para as análises estatísticas utilizou-se o seguinte modelo linear na forma matricial:  $y = Xb + Zg + Qga + Tgl + Wgla + \epsilon$ , em que:  $y$  é o vetor de observações;  $b$  é o vetor dos efeitos das combinações bloco-local-ano (efeitos fixos) somados à média geral;  $g$  é o vetor de efeitos genotípicos (aleatórios);  $ga$  é o vetor dos efeitos da interação de genótipos x anos (aleatórios);  $gl$  é o vetor dos efeitos das interações de genótipos x locais (aleatório);  $gla$  é o vetor dos efeitos da interação tripla genótipos x locais x anos (aleatórios);  $\epsilon$  é o vetor de erros (aleatórios); e  $X$ ,  $Z$ ,  $Q$ ,  $T$  e  $W$  representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos, respectivamente. A seleção conjunta por produtividade, estabilidade e adaptabilidade dos cultivares e linhagens-élite baseou-se na estatística MHPRVG preditos, conforme descrito por Resende (2004) e todas as análises foram realizadas pelo software Selegen-REML/BLUP (RESENDE, 2007b).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a análise conjunta, os ensaios conduzidos em Rio Brilhante nos anos agrícolas 2006/07 e 2009/10 não foram considerados devido à baixa precisão experimental pela análise de variância individual (Tabela 1), ou seja, acurácia (Ac) < 0,70 e/ou coeficiente de variação experimental (CV%) > 25% (RESENDE, 2002).

Tabela 1. Locais dos ensaios de VCU com as coordenadas geográficas, anos agrícolas e os respectivos valores de acurácia (Ac) e coeficiente de variação experimental (CV%) das análises de variância individual por local; e médias gerais por local da análise conjunta, para o caráter produção de grãos no estado do Mato Grosso do Sul.

Local	Latitude	Longitude	2006/07		2007/08		2008/09		2009/10		Média geral (kg ha <sup>-1</sup> )
			Ac	CV%	Ac	CV%	Ac	CV%	Ac	CV%	
Dourados	22°13'18"S	54°48'23"O	0,76	24,64	0,73	19,92	0,88	10,36	0,93	10,43	7.088,1
Miranda	20°14'34"S	56°21'50"O	0,81	13,22	0,91	10,03	0,87	13,41	0,75	21,97	7.347,9
Rio Brilhante	21°48'8"S	54°32'36"O	0,48	30,10†	0,91	18,04	-	-	0,16	22,05†	5.579,7

† ensaios de VCU desconsiderados na análise conjunta devido à baixa precisão experimental.

Verificou-se pela análise de deviance (ANADEV, Tabela 2), que somente os efeitos de genótipos e da interação tripla genótipos x locais x anos, bem como seus componentes de variância ( $\hat{\sigma}_g^2$  e  $\hat{\sigma}_{gla}^2$ ) e coeficientes de determinação ( $\hat{h}^2$  e  $\hat{c}_{gla}^2$ ), foram altamente significativos ( $p \leq 0,01$ ), enquanto os demais foram não significativos. Assim, houve presença de variabilidade genética entre os genótipos testados, e uma interação baixa de genótipos com locais e anos, a qual foi mais bem evidenciada através dos coeficientes de determinação, com interações genótipos x locais (GxL,  $\hat{c}_{gl}^2$ ); genótipos x anos (GxA,  $\hat{c}_{ga}^2$ ) e genótipos x locais x anos (GxLxA,  $\hat{c}_{gla}^2$ ) que contribuíram com 0,84%, 1,00% e 13,81%, respectivamente, para a variância fenotípica total (Tabela 2). Também, foi observado correlações genotípicas altas, acima de 0,95, tanto através de locais ( $\hat{r}_{gl}$  e  $\hat{r}_{gl\_a}$ ), quanto através de anos ( $\hat{r}_{ga}$  e  $\hat{r}_{ga\_l}$ ), sugerindo predominância de interações GxE do tipo simples (CRUZ e CASTOLDI, 1991), ou seja, não houve mudanças significativas na performance dos genótipos através dos locais e anos (Tabela 2), o que foi satisfatório.

Na Tabela 3, verificou-se que os 15 melhores genótipos pelo critério de produtividade média (VG) não coincidiram com os 15 melhores pelos critérios MHVG, PRVG e MHPRVG,

mostrando a importância desses atributos para a tomada de decisão na seleção. Pelo critério MHPRVG, os cinco primeiros genótipos acima do cultivar melhor posicionado neste estudo, BRS Ourominas, foram SC 278, CES 06037, CES 06030, AB 061050 e SC 240, com superioridade entre 11 e 15% sobre a média geral dos ambientes, cujos valores já estão penalizados pela instabilidade através dos locais e capitalizados pela adaptabilidade. A linhagem CES 06037 foi a que apresentou maior estabilidade associada à produtividade (MHVG) e, a SC 278 foi a primeira quando à resposta a melhoria do ambiente, com média de 1,15 vezes superior à média de produtividade dos ambientes (PRVG).

Tabela 2. Análise de Deviance (ANADEV), estimativas dos componentes de variância, dos coeficientes de determinação e das correlações genotípicas, referente à análise conjunta dos dados de produção de grãos (kg ha<sup>-1</sup>) dos ensaios de VCU para o estado do Mato Grosso do Sul do período entre 2006/07 e 2009/10.

Efeito	Deviance	LRT( $\chi^2$ )	Comp. Var.†	Coef. Determ.‡	Cor. Genotípica§
Genótipos (G)	11.546,52*	11,180**	$\hat{\sigma}_g^2 = 379.253,2$	$\hat{h}^2 = 0,1960 \pm 0,0447$	$\hat{r}_{gl} = 0,951$
G x Anos (A)	11.535,35†	0,010 <sup>ns</sup>	$\hat{\sigma}_{ga}^2 = 16.370,5$	$\hat{c}_{ga}^2 = 0,0084$	$\hat{r}_{ga} = 0,959$
G x Locais (L)	11.535,35†	0,010 <sup>ns</sup>	$\hat{\sigma}_{gl}^2 = 19.376,2$	$\hat{c}_{gl}^2 = 0,0100$	$\hat{r}_{gl\_a} = 0,953$
G x L x A	11.543,67*	8,330**	$\hat{\sigma}_{gla}^2 = 267.305,2$	$\hat{c}_{gla}^2 = 0,1381$	$\hat{r}_{ga\_l} = 0,961$
Resíduo	-	-	$\hat{\sigma}_e^2 = 1.252.413,9$	-	$\hat{r}_{gla} = 0,556$
Modelo Completo	11.535,34	-	-	-	Média geral=7.035,98

†: deviance do modelo ajustado sem os efeitos correspondente. <sup>ns</sup>, \* e \*\*: não-significativo e significativo pelo teste qui-quadrado a 5% (3,84) e 1% (6,63), respectivamente. †  $\hat{\sigma}_g^2$ : variância genotípica entre linhagens-élite;  $\hat{\sigma}_{ga}^2$ : var. da interação genótipo x ano;  $\hat{\sigma}_{gl}^2$ : var. da interação genótipo x local;  $\hat{\sigma}_{gla}^2$ : var. da interação genótipo x local x ano; e  $\hat{\sigma}_e^2$ : var. residual. ‡  $\hat{h}^2$ : herdabilidade no sentido amplo;  $\hat{c}_{ga}^2$ : coeficiente de determinação dos efeitos da interação genótipo x ano;  $\hat{c}_{gl}^2$ : coef. determ. dos efeitos da interação genótipo x local; e  $\hat{c}_{gla}^2$ : coef. determ. dos efeitos da interação genótipo x local x ano. §  $\hat{r}_{gl}$ : correlação genotípica dos materiais genéticos através dos locais, válida para qualquer ano;  $\hat{r}_{ga}$ : cor. genot. dos materiais genéticos através dos anos, válida para qualquer local;  $\hat{r}_{gl\_a}$ : cor. genot. dos materiais genéticos através dos locais, em um dado ano;  $\hat{r}_{ga\_l}$ : da correlação genotípica dos materiais genéticos através dos anos, em um dado local; e  $\hat{r}_{gla}$ : cor. genot. dos materiais genéticos através dos locais e anos.

Tabela 3. Valores genotípicos preditos (VG), estimativas de acurácia individuais ( $\hat{r}_{ss}$ ), estabilidade dos valores genotípicos (MHVG), adaptabilidade dos valores genotípicos (PRVG), valores genotípicos médios capitalizado pela interação (MHVG\*MG, sendo MG a média geral), estabilidade e adaptabilidade de valores genotípicos (MHPRVG) e valores genotípicos médios nos locais (MHPRVG\*MG) para produção de grãos dos 15 melhores genótipos para VG mais outros relevantes, avaliados no estado do Mato Grosso do Sul, no período entre 2006/07 e 2009/10.

Classif.	Genótipo	VG	$\hat{r}_{ss}$	Estabilidade		Adaptabilidade		Estabilidade e Adaptabilidade			
				Classif.	MHVG	Classif.	PRVG	PRVG*MG	Classif.	MHPRVG	MHPRVG*MG
1º	SC 278	8.010	0,855	7º	7.579	1º	1,15	8.098	1º	1,15	8.095
2º	CES 06037	7.874	0,816	1º	8.075	2º	1,12	7.874	2º	1,12	7.874
3º	AB 061050	7.839	0,719	2º	8.039	4º	1,11	7.839	4º	1,11	7.839
4º	CES 06030	7.790	0,885	14º	7.346	3º	1,12	7.854	3º	1,12	7.853
5º	SC 240	7.775	0,725	3º	7.974	5º	1,11	7.776	5º	1,11	7.775
6º	BRS Ourominas	7.658	0,884	21º	7.213	6º	1,10	7.712	6º	1,10	7.711
7º	Piracema	7.603	0,902	26º	7.151	7º	1,09	7.649	7º	1,09	7.649
8º	Mut/829	7.530	0,725	4º	7.722	8º	1,07	7.530	8º	1,07	7.530
9º	CES 06013	7.441	0,724	5º	7.631	10º	1,06	7.441	10º	1,06	7.441
10º	SCS 115 CL	7.426	0,769	35º	6.984	9º	1,06	7.465	9º	1,06	7.464
11º	BRA 051021	7.409	0,719	6º	7.598	11º	1,05	7.409	11º	1,05	7.409
12º	BRA 051108	7.374	0,719	8º	7.562	12º	1,05	7.374	12º	1,05	7.374
13º	BRA 051250	7.366	0,719	9º	7.554	13º	1,05	7.366	13º	1,05	7.366
14º	CES 06035	7.359	0,821	10º	7.547	14º	1,05	7.359	14º	1,05	7.359
15º	BRS Tropical	7.328	0,902	37º	6.879	15º	1,05	7.356	15º	1,05	7.356
16º											
31º	CES 06014	7.015	0,816	23º	7.195	31º	1,00	7.016	31º	1,00	7.015
32º	SCS 116 Satoru	6.996	0,719	25º	7.174	32º	0,99	6.996	32º	0,99	6.996
36º	BRA 051077	6.931	0,719	29º	7.107	36º	0,99	6.931	36º	0,99	6.930
44º	EPAGRI 108	6.793	0,725	36º	6.966	44º	0,97	6.793	44º	0,97	6.793
45º	BRS Jaçanã	6.734	0,844	50º	6.266	45º	0,95	6.710	45º	0,95	6.710
49º	BRS Sinuelo CL	6.484	0,855	52º	6.010	50º	0,92	6.439	50º	0,92	6.439
55º	IRGA 424	5.921	0,812	51º	6.073	55º	0,84	5.922	55º	0,84	5.922

No entanto, em função de outros caracteres fundamentais para o arroz, principalmente no que se refere a qualidade de grãos para atender aos padrões de exigência industrial,