

Boletim de Pesquisa 227 **e Desenvolvimento** ISSN 1678-2518 Dezembro, 2015

Desenvolvimento de Cultivares de Arroz Irrigado Subtropical do Programa de Melhoramento Genético da Embrapa - Ensaios de VCU no RS, Safras 2010/11 a 2013/14



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento227

Desenvolvimento de Cultivares de Arroz Irrigado Subtropical do Programa de Melhoramento Genético da Embrapa - Ensaio de VCU no RS, Safras 2010/11 a 2013/14

Ariano M. de Magalhães Jr
Orlando P. de Moraes
Paulo Fagundes
Daniel Fernandez Franco
Cley Donizeti M. Nunes
Péricles Neves
Paulo H. Rangel
José Manuel Colombari
Adriano Castro
Francisco Moura
Eduardo A. Streck
Gabriel Aguiar

Embrapa Clima Temperado
Pelotas, RS
2015

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado

Endereço: BR 392, Km 78

Caixa postal 403, CEP 96010-971 - Pelotas/RS

Fone: (53) 3275-8100

www.embrapa.br/clima-temperado

www.embrapa.br/fale-conosco/sac/

Comitê de Publicações da Unidade Responsável

Presidente: *Ana Cristina Richter Krolow*

Vice-presidente: *Enio Egon Sosinski Junior*

Secretária: *Bárbara Chevallier Cosenza*

Membros: *Ana Luiza Barragana Viegas, Fernando Jackson, Marilaine Schaun Pelufê, Sonia Desimon*

Revisão de texto: *Eduardo Freitas de Souza*

Normalização bibliográfica: *Marilaine Schaun Pelufê*

Editoração eletrônica: *Amanda Andrade (estagiária)*

Foto de capa: *Ariano Magalhães Jr.*

1ª edição

1ª impressão (2015): 30 exemplares

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Clima Temperado

D451 Desenvolvimento de cultivares de arroz irrigado subtropical do programa de melhoramento genético da Embrapa: ensaios de VCU no RS, safras 2010/11 a 2013/14 / Ariano Martins de Magalhães Júnior... [et al.]. - Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2015. 29p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Clima Temperado, ISSN 1678-2518 ; 227)

1. Arroz. 2. Melhoramento genético vegetal.
3. Produtividade. I. Magalhães Júnior, Ariano Martins. II. Série.

Sumário

Resumo	5
Abstract	9
Introdução	11
Material e Métodos	13
Resultados e Discussão	14
Considerações Finais	26
Referências	28

Desenvolvimento de Cultivares de Arroz Irrigado Subtropical do Programa de Melhoramento Genético da Embrapa - Ensaio de VCU no RS, Safras 2010/11 a 2013/14

*Ariano M. de Magalhães Jr.¹
Orlando P. de Moraes², Paulo Fagundes³,
Daniel Fernandez Franco⁴, Cley Donizeti M.
Nunes⁵, Péricles Neves⁶, Paulo H. Rangel⁷
José Manuel Colombari⁷, Adriano Castro²,
Francisco Moura⁸, Eduardo A. Streck⁹,
Gabriel Aguiar¹⁰*

Resumo

O rendimento de grãos é um caráter complexo, resultante dos efeitos multiplicativos de seus componentes primários. Diversos processos podem ter influência direta ou indireta sobre o referido caráter, tais

¹ Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitomelhoramento, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. ² Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. ³ Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitomelhoramento, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. ⁴ Engenheiro-agrônomo, doutor em Ciências, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. ⁵ Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. ⁶ Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. ⁷ Engenheiro-agrônomo, doutor em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. ⁸ Engenheiro-agrônomo, mestre em Fitotecnia, analista da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. ⁹ Engenheiro-agrônomo, aluno de Doutorado em Fitomelhoramento, bolsista da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. ¹⁰ Engenheiro-agrônomo, aluno de Doutorado em Fitomelhoramento, bolsista da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

como o ambiente ao qual o genótipo está submetido. A avaliação de linhagens em diferentes regiões edafoclimáticas é de fundamental importância para discriminar constituições genéticas quanto à adaptabilidade e estabilidade. Em função dos grandes avanços dos programas de melhoramento genético da cultura de arroz já alcançados, são grandes as dificuldades encontradas para a obtenção de progresso genético sobre o caráter rendimento de grãos. O Programa de Melhoramento Genético de Arroz Irrigado da Embrapa tem por desafio desenvolver cultivares que apresentem uma alta adaptabilidade e estabilidade aos diversos ambientes em que são cultivadas e que expressem elevado rendimento de grãos, associado às características agronômicas e industriais adequadas. Os ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU) destinam-se à avaliação final das linhagens elite selecionadas em ensaios de rendimento preliminares, em condições ambientais diversificadas, visando obter informações agronômicas detalhadas para o lançamento de novas cultivares. Por meio desses ensaios, obtêm-se os requisitos mínimos para inscrição das linhagens no Registro Nacional de Cultivares (RNC). Os experimentos de VCU foram conduzidos em diferentes regiões do Rio Grande do Sul, nas safras 2010/11, 2011/12, 2012/13 e 2013/14, durante a vigência do projeto intitulado “Melhoramento Genético para Produtividade, Qualidade dos Grãos e Rentabilidade da Cultura do Arroz no Brasil” (02.09.03.003.00). Nesse período foram avaliados 58 genótipos em 21 ambientes. Os resultados obtidos permitem concluir que, pelo rendimento de grãos e desempenho agronômico, é possível indicar genótipos para futuros lançamentos de novas cultivares para o Rio Grande do Sul e/ou nas demais regiões do Brasil. Dentre os genótipos testados e que aguardam lançamento, destaca-se o híbrido AB10101, que apresenta resistência a herbicidas do grupo das imidazolinonas. A linhagem BRA051077, avaliada nas safras 2011/12 e 2012/13, foi registrada e protegida como nova cultivar de arroz irrigado denominada BRS Catiana. A linhagem BRA051108 também teve desempenho destacado, sendo uma ótima opção para suprir demanda por cultivar de ciclo médio com excelente qualidade de grãos. Está sendo solicitado o seu registro para cultivo, sob irrigação

por inundação no Rio Grande do Sul e, posteriormente, em toda a região tropical brasileira, sob denominação de BRS Pampeira. Nos dois últimos anos de VCU, merecem destaque as linhagens AB10589, AB09007 e AB09023, as quais apresentaram melhores produtividades, nos diferentes ambientes.

Palavras-chave: ganho genético, produtividade, *Oryza sativa*.

Development of Subtropical Irrigated Rice Cultivars from Breeding Program of Embrapa Valued in VCU Tests in RS - Crops 2010/11 to 2013/14

Abstract

Grain yield is a complex trait, resulting from the multiplicative effects of its primary components. Several processes may have direct or indirect influence on it, such as the environment in which the genotype is grown. The evaluation of pure lines in different soil and climatic regions is crucial to discriminate genotypes on the basis of their adaptability and stability. Due to the great advances already achieved by the breeding programs on the rice crop there are great difficulties to obtain genetic progress on the trait grain yield. The Embrapa's Breeding Program for Irrigated Rice has the challenge to develop cultivars that have high stability and adaptability to various environments in which they are grown, as well as high grain yield, associated with appropriate agronomic and industrial characteristics. Tests of Value for Cultivation and Use (VCU) are designed for final evaluation of elite lines selected in preliminary yield trials under diverse environmental conditions, in order to obtain detailed agronomic information aimed to the release of new cultivars. Through these trials, we obtain the minimum requirements for the National Register of Cultivars (RNC in Portuguese). The experiments were carried out in different regions of Rio Grande do Sul, in 2010/11, 2011/12, 2012/13 and 2013/14 seasons, under the project "Breeding for Productivity, Quality and Grain Yield of Rice Culture in Brazil" (02.09.03.003.00).

In this period 58 genotypes were evaluated in 21 environments. The results allow to conclude that it is possible to indicate genotypes for future releases based on the grain yield and agronomic performance, for cultivation in Rio Grande do Sul and/or other Brazilian regions . Among the genotypes tested and awaiting release is the hybrid AB10101, which is resistant to herbicides of the imidazolinone group. BRA051077, assessed in 2011/12 and 2012/13 seasons, was registered and protected as the new cultivar BRS Catiana. BRA051108 also had excellent performance and is an option for demanded medium maturity cultivars with great grain quality (BRS Pampeira). Its RNC is being requested for release and cultivation in Rio Grande do Sul and later in the Brazilian tropical region. In the last two years of VCU, the best lines were AB10589, AB09007 and AB09023, with good yields in different environments.

Index terms: genetic gains, productivity, Oryza sativa.

Introdução

Cultivado em todos os continentes, o arroz é um dos constituintes da alimentação diária da metade da população mundial (SCHMIDT, 2009), desempenhando dessa forma uma importante função social e papel imprescindível para a segurança alimentar da humanidade. Nutricionalmente é uma excelente fonte de energia, devido à alta concentração de amido, fornecendo também proteínas, vitaminas e minerais, além de possuir baixo teor de lipídios (GOMES; MAGALHÃES JÚNIOR, 2004).

Atualmente, em torno de 90% do arroz mundial é proveniente do continente asiáticos, onde se encontram os principais países produtores e consumidores de arroz no mundo. O Brasil é ranqueado como nono produtor mundial de arroz com 12,6 milhões de toneladas produzidas, sendo o maior produtor fora do continente asiático. O Rio Grande do Sul responde por aproximadamente 66% da produção brasileira do grão (CONAB, 2013), sendo seu cultivo realizado, no estado, sob sistema irrigado, contemplando uma maior produtividade em relação ao cultivo de sequeiro.

Produzido há cerca de um século no Rio Grande do Sul, o arroz é um importante produto agrícola estadual, sendo, atualmente, a segunda cultura agrícola em importância, ficando somente atrás da cultura da soja (CONAB, 2013; SILVA, 2004). Ao longo dos últimos trinta anos, a produtividade média do arroz irrigado no Rio Grande do Sul vem demonstrando uma evolução satisfatória, partindo de uma produtividade de 3.920 kg ha⁻¹ na safra de 1982/83 e chegando, na safra de 2012/13, a 7.495kg ha⁻¹(CONAB, 2013).

Esse progresso positivo na produtividade da orizicultura é consequência do desenvolvimento e interação de inúmeros fatores, entre os quais se pode destacar, principalmente, a introdução das cultivares semianãs a partir do início da década de 1980, o aperfeiçoamento das práticas de manejo além do desenvolvimento e

recomendação de cultivares com elevado potencial produtivo, resistentes a estresses abióticos e bióticos, e com alta adaptabilidade e estabilidade no que diz respeito às condições edafoclimáticas de cada região de cultivo.

O rendimento de grãos é um caráter complexo, resultante dos efeitos multiplicativos de seus componentes primários, todos de natureza quantitativa e genética. Diversos processos podem ter influência direta ou indireta sobre o referido caráter, destacando-se o ambiente ao qual o genótipo está submetido. A avaliação de linhagens em diferentes regiões edafoclimáticas é de fundamental importância para discriminar constituições genéticas quanto à adaptabilidade e à estabilidade. Em função dos grandes avanços dos programas de melhoramento genético da cultura de arroz já alcançados, são grandes as dificuldades encontradas para a obtenção de progressos genéticos adicionais sobre o caráter rendimento de grãos (MAGALHÃES JÚNIOR et al., 2003).

Atualmente, o aumento de produtividade é um dos principais desafios do melhoramento genético do arroz irrigado, pois além das dificuldades advindas da complexidade do caráter, o seu melhoramento deve ser perseguido considerando-se os padrões industriais e culinários dos grãos aceitáveis pela atual demanda do consumidor brasileiro. É provável que a estreita base genética das populações utilizadas nos programas de melhoramento venha contribuindo para a estagnação dos patamares de produtividade. A principal consequência da limitação da diversidade genética é a redução das possibilidades de ganhos adicionais na seleção. A combinação de genes superiores de uma variedade deve-se à presença desses genes nas populações submetidas à seleção. Populações de base genética ampla apresentam maior eficiência de seleção do que populações de base restrita (CARVALHO et al., 2003). Se houver limitada variabilidade genética nessas populações, o ganho será comprometido.

O Programa de Melhoramento Genético de Arroz Irrigado da

Embrapa tem por desafio desenvolver cultivares que apresentem uma alta adaptabilidade e estabilidade no que diz respeito aos diversos ambientes em que são cultivadas e que expressem elevado rendimento de grãos, associado à características agrônômicas e industriais adequadas (MORAIS at al., 2013).

Os ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU) destinam-se à avaliação final das linhagens elite selecionadas em ensaios de rendimento preliminares, em condições ambientais diversificadas, visando obter informações agrônômicas detalhadas para o lançamento de novas cultivares. Por meio desses ensaios, obtêm-se os requisitos mínimos para inscrição das linhagens no Registro Nacional de Cultivares (RCN).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho das linhagens geradas pelo programa de melhoramento genético de arroz irrigado da Embrapa, em diferentes regiões orizícolas do Rio Grande do Sul, visando ao lançamento de novas cultivares.

Materiais e Métodos

Os experimentos de VCU objetos deste trabalho foram conduzidos em diferentes regiões do Rio Grande do Sul, nas safras 2010/11 a 2013/14, durante a vigência do projeto intitulado “Melhoramento Genético para Produtividade, Qualidade dos Grãos e Rentabilidade da Cultura do Arroz no Brasil” (02.09.03.003.00). Os locais de condução dos ensaios foram Alegrete, Pelotas, Santa Vitória do Palmar, São Vicente do Sul, Uruguaiana e, no último ano agrícola, Capivari do Sul. Nos dois primeiros anos agrícolas, os ensaios constituíram-se de 16 tratamentos, sendo 10 linhagens elites, 2 híbridos promissores da Embrapa e 4 testemunhas: BRS 7Taim e BR IRGA 409, de ciclo médio; BRS Querência e IRGA 417, de ciclo curto. Nos anos subsequentes, o número de tratamentos dos ensaios de VCU reduziu para 14, mantendo 3 das testemunhas do primeiro ano e substituindo a BRS 7Taim por Avaxi CL, em função da conveniência de se ter um híbrido como testemunhas nos ensaios. Essas testemunhas se mantiveram nos ensaios por todos

os três anos finais do projeto, sendo a BR IRGA 409 e IRGA 417 consideradas referência de qualidade industrial de grãos.

Anualmente, as linhagens que completavam dois anos de avaliação em VCU e aquelas que em seu primeiro ano de avaliação não se mostraram promissoras eram substituídas por linhagens novas, oriundas de ensaios “pré VCUs” do programa de melhoramento. A taxa média anual de substituição foi de 6,7 linhagens. O delineamento utilizado para todos os VCUs, nas quatro safras, foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. As parcelas constaram de 9 linhas de 5 m de comprimento, espaçadas a 0,2 m entre si. A área útil da parcela foi de 4,0 m². As práticas de adubação e manejo adotadas obedeceram às recomendações técnicas de cultivo do arroz irrigado (SOSBAI, 2010, 2012). Foram avaliadas o rendimento de grãos (kg ha⁻¹), floração (dias da emergência a 50% da floração), estatura de plantas (cm), acamamento (notas de 1 a 9, onde notas menores revelam o melhor desempenho agrônomico), e avaliação do rendimento industrial e qualidade dos grãos quanto às características mancha de grãos (MG), provocado por estresses bióticos e abióticos. Exceto para rendimento de grãos, as demais variáveis analisadas refletem a média de todos os locais. Os dados de rendimento de grãos, por ensaio e por ano, foram submetidos à análise de variância, por meio do programa SAS (SAS, 1985), e foi utilizado o Teste de Tukey (P < 0,05) para discriminar os tratamentos.

Resultados e Discussão

Na safra 2010/11, a análise da variância (Tabela 1) indicou efeito significativo entre os genótipos avaliados quanto à produtividade média. O rendimento médio de grãos das cultivares testemunhas variou de 10111 kg ha⁻¹ (BRS 7 “Taim”) a 8241 kg ha⁻¹ (BRS Querência), com média geral do experimento de 9133 kg ha⁻¹, e um CV% de 10,8, o que evidencia uma adequada condução do ensaio. O local de maior produtividade média foi Santa Vitória do Palmar (10176 kg ha⁻¹), enquanto a menor produtividade foi observada no município de São Vicente do Sul,

mas ainda similar à produtividade média atual do arroz no Rio Grande do Sul, considerando os tratamentos em avaliação. A maior produtividade foi obtida em Santa Vitória do Palmar com o híbrido AB10101, o qual atingiu 11714 kg ha⁻¹. Esse híbrido, além de apresentar heterose para rendimento de grãos, apresenta tolerância a herbicidas da classe das imidazolinonas.

Destacaram-se também três linhagens, que apresentaram valores de rendimento médio superiores à média do experimento (AB08020, AB 08147 e AB06048) e à linhagem AB08024.

Em relação às demais características agrônômicas (Tabela 2), pode-se observar um comportamento médio adequado dos genótipos nos ambientes de cultivo no Rio Grande do Sul. Não se verificou problemas de acamamento em nenhum dos locais. Quanto às pragas e doenças, não se observaram danos de importância econômica. Os ciclos mais longos foram os das linhagens AB08020 e AB06048, as quais levaram 97 dias para atingir 50% da floração, sendo similar à testemunha BR-IRGA 409, que apresenta ciclo médio. Destaque também para o rendimento de grãos inteiros e mancha de grãos, em que as linhagens e os híbridos em teste apresentaram desempenho compatível com as melhores testemunhas para qualidade de grãos, respectivamente BR IRGA 409 e IRGA 417.

O desempenho dos tratamentos dos ensaios de VCU de arroz irrigado, na safra 2011/12, encontra-se apresentado na Tabela 3. Os ensaios de maiores produtividades média, nesse ano, foram os da região da Fronteira Oeste, mais especificamente Alegrete (11.295 kg ha⁻¹) e Uruguaiana (9.926 kg ha⁻¹). A média geral dos ensaios foi de 8.427 kg ha⁻¹. A linhagem de maior produtividade média nos cinco ambientes foi a BRA051108, diferindo estatisticamente das demais, sendo superior aos híbridos testados Avaxi CL e AB10101. Essa linhagem apresenta ciclo médio de 133 dias, da emergência à maturação (Tabela 4). Também destaca-se, com ciclo semelhante, o desempenho da linhagem BRA051077, que produziu, em média, 9486 kg ha⁻¹.

Tabela 1. Rendimento de grãos (kg ha⁻¹) dos genótipos no Ensaio de Valor de Cultivo e Uso do programa de melhoramento de arroz irrigado da Embrapa, na safra 2010/11. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, 2015.

Genótipos	Locais					Médias*
	Alegrete	Pelotas	Santa V. do Palmar	São Vicente do Sul	Uruguai- ana	
BRS 7Taim	11161	9838	11125	9454	8976	10111 a
AB08020	10660	9476	10153	10170	9089	9910 ab
AB10101	10711	10018	11714	7868	8158	9694 ab
AB08147	11051	8897	10128	9370	8462	9581 abc
AB08024	8689	10090	10864	7793	9909	9469 abcd
AB06048	11465	9769	10321	6586	9084	9445 abcd
IRGA 417	9254	7601	11226	7262	10936	9256 abcde
AB07137	10054	8586	10406	7701	8844	9118 abcde
AB07004	9957	8880	11172	6485	8570	9013 abcde
AB07010	10426	8929	9359	6965	8602	8856 bcde
AB08127	9723	7801	9888	7080	9634	8825 bcde
AB07005	9930	8819	8988	6866	9079	8736 bcde
AB09001	9498	8822	9091	7723	8388	8704 bcde
BRA 050142	9424	8879	10193	6534	7908	8588 cde
BR IRGA 409	9916	7665	9267	7069	8996	8583 de
BRS Querência	8322	8055	8924	6618	9285	8241 e
Médias*	10015 A	8883 B	10176 A	7596 C	8995 B	9133

CV = 10,8%

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2. Comportamento dos genótipos avaliados no Ensaio de Valor de Cultivo para as variáveis floração (50%), estatura de plantas, pubescência da folha (L-lisa; P-pilosa), acamamento (Acam), mancha de grãos (MG) e rendimento industrial, considerando dados médios dos cinco locais de cultivo, safra 2010/11. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, 2015.

Genótipos	Floração 50% (dias)	Estatura (cm)	Pubes- cência	Acam*.	MG*	Rendimento Industrial		
						Total	Inteiros	Quebr.
BRS 7 Taim	95	95,6	L	1,0	1,3	69,5	62,2	7,3
AB08020	97	97,2	L	1,0	1,3	69,3	62,0	7,4
AB10101	90	99,3	P	1,1	1,0	69,2	64,9	4,3
AB08147	95	98,6	L	1,0	1,4	69,7	61,4	8,4
AB08024	90	103,2	P	1,9	1,3	68,1	59,3	8,8
AB06048	97	98,6	L/P	1,1	1,3	68,6	59,3	9,3
IRGA 417	86	97,4	P	1,1	1,0	67,6	61,7	5,9
AB07137	87	98,5	L	1,1	2,0	67,5	61,6	5,9
AB07004	96	94,8	L	1,0	1,2	70,1	63,5	6,5
AB07010	95	96,2	L	1,0	1,4	67,2	59,3	7,9
AB08127	91	97,1	P	1,0	1,3	66,7	57,8	8,8
AB07005	94	93,5	L	1,0	1,4	70,0	63,0	7,0
AB09001	93	95,5	L	1,1	1,7	67,8	61,2	6,6
BRA 050142	96	94,0	L	1,0	1,3	70,0	62,9	7,1
BR IRGA 409	98	99,0	P	1,3	1,1	68,8	65,5	3,2
BRS Querência	82	101,5	L	1,3	1,5	65,4	56,3	9,0

* Notas: Acamamento: 1-9; MG (mancha de grãos): 1-5, onde notas menores correspondem ao melhor desempenho agrônômico ou melhor qualidade.

De acordo com a Tabela 4, pode-se observar as médias relativas a ciclo, estatura de planta, reação a doenças e de rendimento industrial dos tratamentos dos ensaios de VCU de arroz irrigado no RS. Adotando como referência de ciclo médio a BR IRGA 409, e de ciclo curto a IRGA 417, observa-se que as linhagens BRA051108, BRA051077 e BRA051083 necessitam de mais tempo para atingir 50% da floração que a testemunha BR IRGA 409, enquadrando-se em linhagens de ciclo longo, enquanto as linhagens AB09009 e AB10007 se classificam como

precoces, pois apresentaram tempo para atingir 50% da floração menor que a testemunha IRGA 417. Com relação à estatura de plantas, os dados obtidos estão dentro do esperado, enquanto a severidade das doenças e a intensidade de acamamento observadas não atingiriam níveis de importância econômica. Em relação à característica industrial, para a qual as testemunhas BR IRGA 409 e IRGA 417 são referências, verificou-se que nenhuma das linhagens obtiveram porcentagem de grãos inteiros superior à das testemunhas, porém cinco delas atingiram o patamar de grãos inteiros aceitável pela indústria (58% de grãos inteiros).

Tabela 3. Rendimento de grãos (kg ha⁻¹) dos tratamentos do Ensaio de Valor de Cultivo e Uso do programa de melhoramento de arroz irrigado da Embrapa, na safra 2011/12. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, 2015.

Genótipos	Alegrete	Pelotas	São Vicente	S. V. Palmar	Uruguai-ana	Média
BRS Querência	10196	4557	5941	8052	6433	7036 e
BRS IRGA 409	12023	7437	5867	5627	12399	8671 bcd
IRGA 417	9911	6052	6230	8278	9303	7955 cde
Avaxi CL	9576	9913	7518	8399	9803	9042 abc
AB10101	11655	5788	6625	6907	8579	7911 cde
AB08020	11918	6906	6455	8315	10887	8896 abcd
AB09006	10700	6352	6338	7267	10958	8323 bcde
AB09009	9877	5167	6411	5747	7139	6868 e
AB09021	11097	5951	5790	7719	8256	7763 cde
AB09025	13037	7215	7128	8690	9929	9200 abc
AB10007	10072	5751	5893	6884	8517	7423 de
BRA051083	12089	8825	7286	5784	11782	9153 abc
BRA051108	14101	8999	6680	8266	13185	10246 a
BRA051077	11873	9647	6654	7454	11802	9486 ab
Média	11295A	7040CD	6487D	7385C	9926B	6427
CV(%)	16,41					

* Médias seguidas da mesma letra minúscula, na mesma coluna, e maiúscula, na mesma linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Comportamento médio de todos locais dos genótipos analisados no Ensaio de Valor de Cultivo e Uso de arroz irrigado, safra 2011/12, para as variáveis floração (dias), estatura (cm), acamamento - Acam. (1 - 9), escaldadura - Esc. (1 - 9), mancha parda - MP(1 - 9), mancha de grãos - MG (1 - 9) e rendimento industrial (%). Embrapa Clima Temperado. Pelotas, 2015.

Genótipos	Floração (Dias)	Estatura (cm)	Acam. (1 - 9)	Esc. (1 - 9)	MP (1 - 9)	MG (1 - 9)	Rend. Industrial (%)		
							Inteiros	Quebr.	Total
BRS Querência	87	89,7	1,8	2,3	3,0	3,4	55,5	11,6	67,1
BR IRGA 409	100	91,1	1,5	1,3	2,5	1,5	62,2	7,1	69,3
IRGA 417	89	84,9	1,3	1,1	2,8	1,9	59,5	9,6	69,1
Avaxi CL	88	88,7	2,3	2,0	5,0	1,0	56,9	12,7	69,6
BRA051083	113	90,4	1,0	1,1	3,3	2,9	58,6	10,0	68,6
AB08020	91	84,1	1,3	1,0	2,9	2,8	59,4	10,4	69,8
BRA051108	103	91,5	1,2	1,4	4,8	2,1	56,5	12,0	68,5
AB09025	90	87,0	1,3	1,3	1,8	3,1	57,1	10,5	67,7
BRA051077	104	88,5	1,1	1,5	3,8	1,9	55,0	12,6	67,6
AB10101	91	88,4	1,8	1,3	2,3	1,4	58,4	9,9	68,3
AB09021	87	83,3	1,0	1,6	2,3	1,8	55,7	10,8	66,5
AB10007	84	85,1	1,3	1,3	2,4	1,9	58,8	9,3	68,1
AB09006	88	78,2	1,3	1,0	2,5	1,9	59,1	9,8	68,9
AB09009	82	84,3	1,3	1,8	2,8	1,5	55,3	12,9	68,2

Na safra 2012/13, a análise da variância indicou efeito significativo entre os tratamentos avaliados quanto à produtividade média, bem como houve diferença significativa pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$) entre os locais (Tabela 5), exceto entre Capivari do Sul e Santa Vitória do Palmar, que apresentaram médias de produção de grãos similares e mais baixas do que as de três outros locais. O rendimento médio de grãos das linhagens, considerando todos os locais, variou de 10.223 kg ha⁻¹ (Avaxi CL) a 7.762 kg ha⁻¹ (BRS Querência), com média geral

do experimento de 9.240 kg ha⁻¹ e um CV de 10.9%, o que evidencia uma adequada precisão na condução do ensaio. O local de maior produtividade média foi Uruguaiana, que diferiu estatisticamente dos demais ambientes.

As maiores produtividades médias foram obtidas em Uruguaiana, com as linhagens BRA051077 (15.553 kg ha⁻¹) e BRA051108 (15.228 kg ha⁻¹), as quais não diferiram estatisticamente entre si. Destacam-se também três linhagens que apresentaram valores de rendimentos médios superiores à média do experimento (AB10589, AB11002 e AB09023).

Em relação às demais características agronômicas apresentadas na Tabela 6, pode-se observar que todas as linhagens apresentam um comportamento médio adequado nos ambientes de cultivo testados. Não se verificaram problemas de acamamento em nenhum dos locais. Quanto às pragas e doenças, não foram observados danos de importância econômica. Os ciclos mais longos foram os das linhagens BRA051077 e BRA051108, as quais levaram 104 dias para atingir 50% da floração, sendo, em média, 4 dias a mais que a testemunha BR IRGA 409, que é de ciclo médio. Foi observado comportamento satisfatório para o rendimento de grãos inteiros e mancha de grãos, com destaque para as linhagens AB11002 e AB09007, compatíveis com as melhores testemunhas para qualidade de grãos, respectivamente BR IRGA 409 e IRGA 417.

Tabela 5. Rendimento de grãos (kg ha⁻¹) de linhagens elites de arroz irrigado do Ensaio de Valor de Cultivo e Uso, safra 2012/13. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, 2015.

Genótipos	Locais					Médias*
	Alegrete	Pelotas	Capivari do Sul	S. V. do Palmar	Uruguai-ana	
Avaxi CL	10938 a	8284 ab	9783 a	8842 a	13270 a-d	10223
AB10589	10581 a	9522 ab	8507 ab	8537 a	13680 a-c	10165
BRA051108	10313 a	9562 ab	6453 b	7450 a	15228 ab	9801
BRA051077	9813 a	9276 ab	6591 b	7362 a	15553 a	9719
AB11002	10279 a	9111 ab	6693 b	7529 a	13932 a-c	9509
AB09023	9626 a	8583 ab	8360 ab	8117 a	12461 a-e	9430
AB09007	10647 a	7645 bc	8407 ab	9190 a	10263 d-f	9230
AB09003	9824 a	9938 a	6866 b	7309 a	12143 b-e	9216
AB09025	9908 a	9034 ab	8142 ab	7911 a	10928 c-f	9185
BR IRGA 409	9048 a	8926 ab	8233 ab	7750 a	11541 c-f	9099
AB12101	10279 a	9030 ab	8662 ab	8644 a	8449 f	9013
AB10595	9768 a	8892 ab	7107 ab	7385 a	11569 c-e	8544
IRGA 417	9224 a	7680 bc	6413 b	6984 a	10042 ef	8069
BRA Querênciã	8658 a	5970 c	7512 ab	7063 a	9608 ef	7762
CV	9,6%	9,4%	13,3%	12,2%	10,1%	10,9%
Médias*	9922 B	8675 C	7695 D	7862 D	12048 A	9240

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Na safra 2013/14, a análise da variância indicou efeito significativo entre os tratamentos avaliados quanto à produtividade média, e houve diferenças significativas pelo Teste de Tukey ($P < 0,05$) entre os locais (Tabela 7). O rendimento médio de grãos das linhagens na análise conjunta variou de 9.720 kg ha⁻¹ (AB10589) a 6.787 kg ha⁻¹ (AB11002), com média geral do experimento de 7.684 kg ha⁻¹, e um CV de 11.63%, o que evidencia uma adequada precisão na condução dos ensaios. Nessa safra, foi incluída a cultivar BRS Pampa como testemunha do experimento de VCU em

substituição à cultivar BRS Querência. A maior produtividade média observada para essa cultivar foi obtida no município de Uruguaiana, que foi o ambiente de maior produtividade média, no ano agrícola em questão. A menor produtividade média foi observada no município de São Vicente do Sul, onde, contudo, ainda se classifica entre os tratamentos mais produtivos. Apesar do bom desempenho da BRS Pampa em Uruguaiana, ainda se observou uma linhagem com produção média superior à dela, que foi a AB10589, com 12.368 kg ha⁻¹. Esta linhagem também se classificou entre as mais produtivas em todos os demais locais e foi a mais produtiva na análise conjunta de todos os ensaios, superando inclusive a BRS Pampa, que é a testemunha mais produtiva, e o híbrido Avaxi CL. Destacam-se também duas outras linhagens que apresentaram valores de rendimentos médios superiores à média do experimento (AB09007 e AB11551).

As novas linhagens incluídas nos ensaios de VCU nesse último ano, AB10572, AB11548, AB11551, AB11564 e AB10501, apresentaram médias para as demais características agrônômicas da Tabela 8 consideradas adequadas nos ambientes de cultivo no Rio Grande do Sul. Quanto às pragas e doenças, não foram observados também danos de importância econômica. A safra 2013/14 apresentou um clima que favoreceu, de um modo geral, ao acamamento de plantas e foram observadas algumas plantas acamadas em parcelas do híbrido Avaxi CL e da cultivar BRS Pampa. Os ciclos mais longos foram os das linhagens AB10589 e AB11002, as quais levaram 93 e 91 dias para atingir 50% da floração, sendo, em média, de 1 a 4 dias mais precoce que a testemunha BRIRGA 409, que apresenta ciclo médio. Para algumas linhagens, como a AB10501, AB09023, AB11551 e principalmente a AB10589, não foram observados resultados satisfatórios de rendimento de grãos inteiros nessa safra, sendo que o melhor resultado ficou por conta da testemunha BRIRGA 409, uma das referências em qualidade de grãos. Estudos detalhados da estabilidade de rendimento de grãos inteiros dessas linhagens devem ser realizados, principalmente da AB10589, em função da sua notável capacidade de produção de grãos.

Tabela 6. Comportamento dos genótipos avaliados no Ensaio de Valor de Cultivo para as variáveis floração (50%), estatura de plantas, pubescência da folha (L-lisa; P-pilosa), acamamento (Acam), mancha de grãos (MG) e rendimento industrial, considerando dados médios dos cinco locais de cultivo, safra 2012/13. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, 2015.

Genótipos	Floração 50% (dias)	Estatura (cm)	Pubes- cência	Acam* .	MG*	Rendimento Industrial		
						Total	Inteiros	Quebr.
Avaxi CL	86	90,8	P	1,3	1,3	69,0	59,1	9,9
AB10589	99	95,8	P	1,0	1,8	67,8	56,1	11,7
BRA051108	104	101,4	P	1,0	1,9	65,8	55,5	10,3
BRA051077	104	99,6	P	1,0	1,5	65,5	53,6	11,9
AB11002	97	91,0	L	1,0	2,0	69,4	62,0	7,5
AB09023	90	90,6	PL	1,0	1,7	66,6	57,9	8,6
AB09007	85	85,0	P	1,0	1,6	70,3	61,5	8,8
AB09003	98	87,9	P	1,0	2,3	68,4	58,0	10,4
AB09025	90	89,4	P	1,0	2,4	66,6	59,5	7,0
BR IRGA 409	100	96,0	P	1,0	1,5	67,8	63,5	4,4
AB 12101	90	94,9	PL	1,6	1,8	67,8	59,7	8,1
AB10595	98	87,0	L	1,0	2,1	65,3	52,3	13,0
IRGA 417	86	89,6	P	1,0	2,2	67,9	61,8	6,0
BRS Querência	83	94,0	L	1,0	3,1	69,2	62,0	7,2

* Notas: Acamamento, 1-9; MG (mancha de grãos), 1-5, onde notas menores correspondem ao melhor desempenho agrônômico ou melhor qualidade

Tabela 7. Rendimento de grãos (kg ha⁻¹) de linhagens elites de arroz irrigado do Ensaio de Valor de Cultivo e Uso, safra 2013/14. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, 2015.

Genótipos	Locais						Médias
	Alegrete	São Vicente do Sul	Uruguai-ana	Pelotas	Santa Vitória do Palmar	Capivari do Sul	
AB10589	9522 a	6922 a	12368 a	11156 a	9536 ab	8817 ab	9720 a
BRS Pampa	7910 abc	6722 ab	9224 bc	7542 bc	9504 abc	9176 a	8346 bcd
AB09007	8460 abc	5382 abc	8857 c	7292 bcd	9724 a	8425 abcd	8023 bcd
AB11551	9032 ab	5572 abc	9544 abc	9391 ab	7745 cd	6801 cdefg	8014 bc
AB12101	9475 a	5532 abc	10320 ab	5982 cd	8447 abcd	8075 abcd	7972 bcd
Avaxi CL	6782 bc	6122 abc	10261 ab	5749 cd	9719 a	8732 abc	7894 bcd
AB09023	8929 ab	5360 abc	9934 abc	7448 bc	7737 d	7140 bcdef	7758 cd
BR IRGA 409	7938 abc	4672 c	8088 c	8899 ab	6997 d	6746 defg	7223 ef
AB10501	8713 ab	5110 abc	7305 d	7982 bc	7818 bcd	8678 abcd	7601 cde
AB10572	6991 bc	5122 abc	9136 bc	7620 bc	8587 abcd	7682 abcde	7523 cde
AB11548	7763 abc	5413 abc	8000 cd	7206 bcd	7608 d	5048 g	6840 fg
IRGA 417	7344 abc	4904 bc	8011 cd	4743 d	8437 abcd	7408 abcde	6808 fg
AB11002	6207 bc	5041 abc	8408 c	7259 bcd	7981 abcd	5824 efg	6787 f
Médias	8025 B	5507 D	9122 A	7439 C	8366 B	7425 C	7684
CV%	11,4	13,96	11,74	13,91	8,34	10,4	11,63

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 8. Comportamento dos genótipos avaliados no Ensaio de Valor de Cultivo para as variáveis floração (50%), estatura de plantas, pubescência da folha (L-lisa; P-pilosa), acamamento (Acam), mancha de grãos (MG), comprimento, largura dos grãos polidos, percentagem de grãos gessados (GG), barriga branca (BB), área dos grãos gessados (AG) e rendimento industrial, considerando dados médios dos seis locais de cultivo, safra 2013/14. Embrapa Clima Temperado. Pelotas, 2015.

Genótipos	Flor. 50% (dias)	Est. (cm)	Pub.	Acam.*	MG*	Compr. (mm)	Larg. (mm)	GG (%)	BB	AG	Rend. Industrial	
											Total	Inteiros
AB10589	93	103	P	1,1	1,7	6,2	1,9	0,0	2,6	18,9	67,4	46,8
BRS Pampa	79	105	p	1,3	1,4	6,5	1,8	0,0	1,9	19,4	69,1	57,6
AB09007	79	94	P	1,1	1,4	6,5	1,8	0,2	3,2	20,3	69,6	58,2
AB11551	86	97	P	1,0	2,0	6,6	2,0	0,1	3,7	22,4	66,6	53,7
AB12101	81	103	P	1,4	1,1	6,4	1,8	0,1	6,2	24,6	69,8	60,3
Avaxi CL	79	105	P	1,9	1,1	6,6	1,9	0,0	1,8	19,0	70,2	61,0
AB09023	85	100	P	1,3	1,8	6,6	1,8	0,1	4,4	25,2	66,2	53,9
BR IRGA 409	94	101	P	1,1	1,5	6,3	1,9	0,1	4,0	23,9	70,5	64,3
AB10501	81	98	L	1,2	2,1	6,4	1,9	0,1	2,2	23,8	68,4	56,5
AB10572	86	105	P	1,0	2,0	6,6	1,9	0,1	2,6	20,4	68,4	60,3
AB11548	88	104	P	1,1	2,3	6,3	1,9	0,1	3,1	23,0	70,2	59,4
IRGA 417	79	98	P	1,3	1,5	6,5	1,9	0,2	1,4	19,9	69,2	59,0
AB11002	91	99	L	1,2	2,5	6,4	1,9	0,0	1,8	18,6	70,2	60,0
AB11564	87	102	P	1,1	2,1	6,5	2,0	0,0	2,9	22,4	70,5	62,8

* Notas: Acamamento: 1-9; MG (mancha de grãos): 1-5, onde notas menores correspondem ao melhor desempenho agrônômico ou melhor qualidade.

Considerações Finais

O Programa de Melhoramento Genético da Embrapa tem por desafio desenvolver cultivares que apresentem uma alta adaptabilidade e estabilidade aos diversos ambientes em que são cultivadas, e que expressem elevado rendimento de grãos, associado às características agrônômicas e industriais adequadas.

Ao longo da vigência do projeto intitulado “Melhoramento Genético para Produtividade, Qualidade dos Grãos e Rentabilidade da Cultura do Arroz no Brasil” (02.09.03.003.00), foram avaliados 58 genótipos em 21 ambientes. Os resultados obtidos nesses experimentos de avaliação do valor de cultivo e uso de linhagens promissoras do programa de melhoramento genético de arroz irrigado da Embrapa permitem concluir que, pelo rendimento de grãos e desempenho agrônômico, é possível indicar linhagens ou híbridos para futuros lançamentos como cultivares para o Rio Grande do Sul.

Dentre os genótipos testados e que aguardam lançamento, destaca-se o híbrido AB10101, que apresentou excelente desempenho produtivo nos anos e locais testados, além de ter resistência a herbicidas do grupo das imidazolinonas. Apresentou estabilidade de rendimento e qualidade de grãos e tem ciclo médio ao redor dos 130 dias da emergência à maturação. O registro, proteção e lançamento aguardam negociação com a BASF, pois pertence ao grupo de cultivares do Sistema ClearField (CL).

A linhagem BRA051077, avaliada nas safras 2011/12 e 2012/13, foi registrada e protegida como nova cultivar de arroz irrigada denominada BRS Catiana. Essa cultivar originou-se de cruzamento simples, envolvendo as cultivares IRGA 417 e BRS Jaburu, que visava reunir maior resistência à brusone, rusticidade, potencial produtivo e qualidade de grãos. Nos anos de 2007/08 a 2012/13, participou de ensaios de VCU em todas as regiões brasileiras produtoras de arroz irrigado. A análise conjunta desses ensaios mostrou que a BRA051077 supera, na região Tropical, a BRS Jaçaná em 7,12% em produtividade,

com maior tolerância ao acamamento e a doenças. No Rio Grande do Sul, superou em produtividade a BRS 7Taim e a BR IRGA 409 em 10,87 e 12,59% respectivamente. Para cultivo no RS, essa variedade apresenta ciclo médio, em torno de 134 dias da emergência à maturação dos grãos.

A linhagem BRA051108, avaliada nas safras 2011/12 e 2012/13, também teve desempenho destacado, sendo uma ótima opção para suprir demanda por cultivar de ciclo médio com excelente qualidade de grãos. Pelo conjunto de suas características industriais e culinárias, e de boa tolerância ao acamamento e a doenças, além de sua excelente performance produtiva, está sendo solicitado o seu registro para cultivo, sob irrigação por inundação no Rio Grande do Sul e, posteriormente, em toda a região tropical brasileira sob a denominação de BRS Pampeira.

Nos dois últimos anos de VCU, merecem destaque as linhagens AB10589, AB09007 e AB09023, as quais apresentaram as melhores produtividades, nos diferentes ambientes. Estas linhagens no RS estão tendo ciclos classificados como médio, precoce e médio, respectivamente. Como cumpriram os dois anos de VCU, devem ser validadas em nível de Lavouras Experimentais (LEs), para uma decisão segura quanto a possível lançamento.

Referências

CARVALHO, F. I. F de; LORENCETTI, C.; MARCHIORO, V. S.; SILVA, S. **A. Condução de população no melhoramento genético de plantas.** Pelotas: UFPel. Ed. Universitária, 2003. 230 p.

CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Acompanhamento da safra brasileira:** grãos, maio de 2013. Brasília, 2013. 30 p. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 3 maio 2013.

GOMES, A. da S.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. de (Ed.). **Arroz irrigado no sul do Brasil.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. 899 p.

MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. de; FAGUNDES, P. R.; FRANCO, D. F. Melhoramento genético, biotecnologia e cultivares de arroz irrigado. In: MAGALHÃES JÚNIOR, A. M. de; GOMES, A. da S. **Arroz irrigado:** melhoramento genético, manejo do solo e da água e prognóstico climático. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2003. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 113). p. 13-33.

MORAIS, O. P.; FAGUNDES, P. R. R.; MAGALHÃES JÚNIOR, A. M.; MORA NETO, F. P.; MARSCHALECK, R.; NEVES, P. F. C.; COLOMBARI

FILHO, J. M.; SOARES, D. M.; SEVERO, A. C. M.; SOUZA, J. A. C. Ganhos em dez anos de melhoramento da população elite de arroz irrigado da Embrapa na região subtropical. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 8., 2013, Santa Maria. **Avaliando cenários para a produção sustentável de arroz**. Santa Maria: Pallotti, 2013. v. 1, p. 105-108.

SAS. **User's Guide: Statistics**. Version 5 Edition. Cary, NC: SAS Institute Inc., 1985. 965 p.

SCHMIDT, A. B. **Desenvolvimento de painéis multiplex de marcadores microssatélites e mapeamento de QTLs de tolerância à seca e ao frio em linhagens puras recombinantes de arroz (*Oryza sativa* L.)**. 2009. 353 p. Tese (Doutorado - Programa de Pós-Graduação em Recursos Genéticos Vegetais) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2009. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/93087>>.

SILVA, F. L. **Análise competitiva do segmento de produção de arroz irrigado da cadeia agroindustrial do arroz no Rio Grande do Sul**. 2004. 101 f. Trabalho de conclusão de curso (MBA em Gestão da Informação no Agronegócio) – Universidade Federal de Juiz de Fora.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz irrigado**: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 28., 2010, Bento Gonçalves. Porto Alegre: SOSBAI, 2010. 188 p.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz irrigado**: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. REUNIÃO TÉCNICA DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 29., 2012, Gravatal. Itajaí: SOSBAI, 2012. 179 p.

Embrapa

Clima Temperado

Ministério da
**Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA

CGPE 12551