



Foto: Ariano M. de Magalhães Jr.

COMUNICADO
TÉCNICO

364

Pelotas, RS
Dezembro, 2018

Embrapa

‘BRS Pampa CL’: Cultivar de Arroz Irrigado de Grãos Nobres para o Sistema Clearfield® no RS

Ariano Martins de Magalhães Jr.
Paulo Hideo Nakano Rangel
Paulo Ricardo Reis Fagundes
José Manoel Colombari Filho
Daniel Fernandes Franco
Adriano Pereira de Castro
André Andres
Péricles de Carvalho Ferreira Neves

Cley Donizete Nunes
Flavio Breseghello
José Alberto Petrini
Paula Pereira Torga
José Francisco da Silva Martins
Aluana Gonçalves de Abreu
Márcio Elias Ferreira
Francisco de Moura Neto

‘BRS Pampa CL’: Cultivar de Arroz Irrigado de Grãos Nobres para o Sistema Clearfield® no RS¹

¹ Ariano Martins de Magalhães Júnior, Engenheiro-agrônomo, doutor em Melhoramento Genético, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. Paulo Hideo Nakano Rangel, Engenheiro-agrônomo, doutor em Melhoramento Genético, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. Paulo Ricardo Reis Fagundes, Engenheiro-agrônomo, doutor em Melhoramento Genético, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. José Manoel Colombari Filho, Engenheiro-agrônomo, doutor em Melhoramento Genético, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. Daniel Fernandes Franco, Engenheiro-agrônomo, doutor em Sementes, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. Adriano Pereira de Castro, Engenheiro-agrônomo, doutor em Melhoramento Genético, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. André Andres, Engenheiro-agrônomo, doutor em Plantas Daninhas, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. Péricles de Carvalho Ferreira Neves, Engenheiro-agrônomo, doutor em Melhoramento Genético, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. Cley Donizete Nunes, Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitopatologia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. Flavio Bresseghele, Engenheiro-agrônomo, doutor em Melhoramento Genético, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. José Alberto Petrini, Engenheiro-agrônomo, mestre em Sementes, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. Paula Pereira Torga, Engenheiro-agrônomo, doutor em Melhoramento Genético, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. José Francisco da Silva Martins, Engenheiro-agrônomo, doutor em Entomologia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS. Aluana Gonçalves de Abreu, Engenheiro-agrônomo, doutor em Melhoramento Genético, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO. Márcio Elias Ferreira, Engenheiro-agrônomo, doutor em Melhoramento Genético, pesquisador da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Brasília, DF. Francisco de Moura Neto, Engenheiro-agrônomo, mestre em Melhoramento Genético, pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.

Introdução

Por meio de hibridações artificiais e retrocruzamentos, é possível incorporar características monogênicas, ou seja, controladas por um só gene, como é caso da resistência a herbicidas do grupo das imidazolinonas. O retrocruzamento é o cruzamento de um descendente com qualquer um dos seus genitores, que permite transferir um gene, ou poucos genes, de um parental, denominado não recorrente ou doador, a outro,

chamado recorrente. Assim, o genótipo se torna cada vez mais parecido com o pai com o qual está sendo retrocruzado. Normalmente, o genótipo recorrente é uma cultivar de grande interesse comercial, como é o caso da BRS Pampa, que tem como destaque, além da sua produtividade, a classificação dos grãos como nobres ou de excelência pela indústria e consumidores. Porém, não apresenta resistência aos herbicidas do grupo das imidazolinonas para controle de arroz vermelho e outras plantas infestantes.

O Sistema de Produção Clearfield® Arroz foi lançado, no Brasil, em 2003, e hoje ocupa mais de 70% da área de arroz irrigado no Estado do Rio Grande do Sul, com o uso de inúmeras cultivares comerciais resistentes a herbicidas, o que dificulta o plantio de cultivares convencionais. A maior vantagem direta é o controle do arroz-vermelho, principal planta daninha infestante das lavouras de arroz irrigado, que limita o potencial de produtividade do cereal. A infestante está presente na totalidade das regiões cultivadas com arroz irrigado. Além disso, aproximadamente um terço da área cultivada encontrava-se, nos últimos anos, seriamente comprometida, o que inviabilizava o cultivo do arroz. Dessa forma, muitas lavouras haviam sido abandonadas devido à alta infestação de arroz-vermelho, antes do advento da tecnologia Clearfield®.

O Programa de Melhoramento Genético da Embrapa tem por desafio desenvolver cultivares que apresentem alta adaptabilidade e estabilidade aos diversos ambientes em que são cultivadas, e que expressem elevado rendimento de grãos, associado a características agrônomicas e industriais adequadas. A Embrapa, mediante convênio com a BASF, tem desenvolvido e lançado cultivares resistentes a herbicidas.

Por outro lado, nos países consumidores de arroz, as características de qualidade de grão ditam o valor de mercado e possuem um papel fundamental na adoção de novas variedades (Magalhães Junior et al., 2003). Esses

atributos englobam a aparência física, as propriedades culinárias e sensoriais e, mais recentemente, o valor nutricional. A classificação de cada parâmetro, como por exemplo o comprimento do grão, varia de acordo com a cultura e hábitos de consumo.

O arroz é valorizado na sua comercialização pelo percentual de grãos inteiros, entretanto os defeitos a ele associados têm ganhado importância e podem ter grande impacto econômico. As recentes modificações nas formas de classificação do arroz indicam que grãos com centro branco podem ser considerados gessados, caso a opacidade do grão ultrapasse 50%, depreciando o produto. Embora centro branco tenha diversas origens, como colheita antecipada, veranicos e ondas de calor, a questão genética está envolvida e devem ser buscados materiais mais tolerantes a esse defeito. As dimensões dos grãos também são importantes, pois as relações entre comprimento e largura determinam a classe de arroz na qual se insere, sendo que a maior valoração é para a classe Longo-Fino. As propriedades físicas incluem rendimento de grão após beneficiamento, uniformidade, brancura e translucidez do grão. As qualidades culinárias e sensoriais tipicamente incluem: tempo de cozimento (Juliano, 2003); textura do arroz cozido (Champagne et al., 1999); aroma e sua retenção após cozimento (Fitzgerald et al., 2008); e a capacidade de se manter macio por várias horas após cozimento (Philpot et al, 2006). A maior parte dos componentes do grão de arroz polido é composta por amido

(até 95% do peso seco), proteína (5%-7%) e lipídeos (0,5%-1%). A amilose é considerada o principal fator relacionado com a qualidade sensorial do arroz, e os grãos são classificados, de acordo com teor de amilose (TA), em cerosos (TA 0% a 2%), muito baixa amilose (TA 3% a 9%), baixa amilose (TA 10% a 19%), amilose intermediária (TA 20% a 25%) e alta amilose (TA>25%). Outros fatores que afetam a textura do arroz cozido são consistência de gel (CG) e temperatura de gelatinização (TG), as quais são função da estrutura de amilopectina.

Origem

A cultivar BRS Pampa CL foi desenvolvida pelo método de retrocruzamentos com uso da BRS Pampa como parental recorrente e da PUITÁ INTA-CL como parental doador do gene de tolerância ao herbicida Kifix®, do grupo químico das imidazolinonas. O objetivo foi desenvolver uma nova cultivar essencialmente derivada de BRS Pampa, agregando a tolerância ao herbicida às boas características agrônômicas dessa cultivar. Para isso, em 2010, realizou-se o cruzamento biparental, seguido de três retrocruzamentos entre plantas selecionadas para tolerância ao herbicida e o parental recorrente. Esses retrocruzamentos ocorreram nas safras 2011/2012, 2012/2013 e 2014/2015. Para a seleção das plantas tolerantes, as sementes das gerações segregantes foram germinadas em bandejas de plástico, em casa de vegetação, e 20 dias após a emergência das plântulas

foi aplicado o herbicida Kifix® com dose equivalente a 180 g do produto comercial por hectare, mais Dash® com dose de 0,5% v/v. Dez dias após, as plantas tolerantes foram transplantadas em vasos para serem retrocruzadas. Ao final, em 2015, foi realizado o teste de progênes com a geração RC3F2:3, do qual derivaram quatro linhagens homozigotas para o gene de tolerância ao herbicida. Em 2015/2016, em ensaio de campo conduzido em Goianira, Goiás, essas linhagens foram validadas para tolerância ao herbicida Kifix® e caracterizadas como essencialmente derivadas de BRS Pampa, uma vez que não perderam a expressão das características essenciais que resultam dessa cultivar, exceto no que diz respeito à diferença resultante da derivação, que é a tolerância ao herbicida. Em 2017/2018, três dessas linhagens foram avaliadas em ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU) no Estado do Rio Grande do Sul (RS), conduzidos em cinco locais: Capão do Leão, Mostardas, Santa Vitória do Palmar, Alegrete e Uruguaiana. Esses ensaios foram compostos por 12 linhagens e 2 cultivares como testemunhas, BRS Pampa e PUITÁ INTA-CL. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. As parcelas constaram de 9 linhas de 5 m de comprimento, espaçadas 0,175 m entre si. Desses experimentos, destacou-se a linhagem AB16574, escolhida para ser lançada como BRS Pampa CL para cultivo sob condições de arroz irrigado no RS, portadora de várias características agrônômicas favoráveis, tais como

precocidade, elevado potencial produtivo, excelência em qualidade industrial e culinária dos grãos, e tolerância ao herbicida Kifix®. Como se trata de uma nova cultivar, essencialmente derivada, foi realizado apenas um ano de ensaios de VCU em regiões distintas e representativas das lavouras orizícolas do RS. O processo de purificação genética da linhagem AB16574 foi realizado a partir de plantas individuais, conduzidas em casa de vegetação para a extração de DNA das folhas e genotipagem com uso de um chip de DNA (*Illumina BeadChip OSBR*), composto de 4.300 SNPs distribuídos pelos 12 cromossomos da espécie *Oryza sativa*. A partir desses dados de polimorfismo, foi possível estimar uma taxa média de 99,58% de recuperação do genoma da BRS Pampa e identificar as plantas individuais com recuperação completa do seu perfil multiloco.

Características

‘BRS Pampa CL’ apresenta plantas do tipo “moderno”, de folhas pilosas, altura média de 95 cm, ciclo precoce, em torno de 118 dias, podendo variar de 113 a 123 dias, da emergência à maturação, com ampla adaptação no Rio Grande do Sul. A produtividade média da ‘BRS Pampa CL’, na rede de ensaios de valor de cultivo e uso (VCU) nesse estado foi de 10.256 t ha⁻¹. Essa cultivar apresenta tolerância aos herbicidas imazapir + imazapique, alto potencial de produtividade e grãos de excelente qualidade

industrial e culinária, sendo classificado como arroz nobre ou premium.

Seus grãos são longo finos, do tipo “agulhinha”, de casca pilosa clara com baixa incidência de centro branco, e com textura solta e macia após a cocção. Apresenta peso de mil grãos de 25,1 g. O rendimento industrial dos grãos, em condições normais de ambiente e manejo da lavoura, é superior a 62% de grãos inteiros polidos, com renda total de 68%. Apresenta excelentes atributos de cocção, se comparada às melhores cultivares destacadas pela indústria gaúcha. Nos testes indiretos de qualidade culinária, o grão apresenta teor de amilose (TA) classificado como alto e temperatura de gelatinização (TG) baixa, como é esperado para uma cultivar com boas características de cocção (cozimento).

Quanto à reação aos estresses bióticos, a cultivar foi avaliada para resistência à brusone em Viveiro Nacional de Brusone (VNB), conduzida por uma rede de fitopatologistas integrantes das equipes públicas de melhoramento de arroz do Brasil. A nota máxima recebida pela ‘BRS Pampa CL’, numa escala de 0 a 9 (maior incidência), foi 4, permitindo classificá-la como moderadamente resistente à brusone nas folhas. Em relação aos estresses abióticos, ‘BRS Pampa CL’ participou dos ensaios de avaliação de tolerância à toxidez de ferro, conduzidos na Estação Terras Baixas, da Embrapa Clima Temperado, quando se mostrou mais tolerante que

'IRGA 417' (progenitor sensível) ao estresse, obtendo nota intermediária (5) sendo classificada como moderadamente tolerante.

Descrição

As principais características da cultivar BRS Pampa CL, em comparação com a cultivar recorrente BRS Pampa, constam na Tabela 1. Observa-se que 'BRS Pampa CL', por ser essencialmente derivada, apresenta os mesmos padrões agrônômicos da cultivar BRS Pampa quanto ao ciclo de maturação, reação ao acamamento e às doenças, bem como apresentou excelente qualidade culinária e industrial de grãos, destacando-se a alta percentagem de grãos inteiros e a baixa percentagem de área gessada total, não diferindo estatisticamente para esses caracteres. Na Figura 1, pode-se observar as plantas da cultivar BRS Pampa CL.

Tabela 1. Características das plantas e dos grãos da nova cultivar de arroz irrigado BRS Pampa CL, em comparação à cultivar recorrente BRS Pampa.

CARACTERÍSTICAS	CULTIVAR	
	BRS Pampa CL	BRS Pampa
Plantas*		
Tipo de planta	moderno	moderno
Vigor inicial	precoce	precoce
Ciclo (dias da emergência a 50% floração) *	87	88
Maturação **	118	118
Estatura de planta (cm) **	95	96
Comprimento do colmo (cm) **	75	74
Comprimento da panícula (cm) **	23	24
Exserção da panícula *	média	média
Cor da folha	verde	verde
Ângulo da folha bandeira	ereto	ereto
Tipo de panícula	intermediária	intermediária
Pilosidade	presente	presente
Degrane *	intermediário	intermediário
Acamamento *	moderadamente resistente	moderadamente resistente
Perfilhamento *	alto	alto
Toxidez indireta por ferro **	moderadamente resistente	moderadamente resistente
Brusone na folha **	moderadamente resistente	moderadamente resistente
Brusone na panícula **	moderadamente resistente	moderadamente resistente
Mancha de grãos **	moderadamente resistente	moderadamente resistente
Resistência a herbicidas do grupo das imidazolinonas	resistente	suscetível

CARACTERÍSTICAS	CULTIVAR	
	BRS Pampa CL	BRS Pampa
Grãos		
Classe	Longo e fino	Longo e fino
Arista	ausente	ausente
Cor das glumas	palha	palha
Cor do apículo	branca	branca
Pilosidade	presente	presente
Comprimento com casca (mm)**	9,80	9,82
Comprimento polido (mm)**	7,16	7,19
Largura com casca **	2,19	2,20
Largura polido (mm) **	2,00	2,00
Espessura com casca**	1,95	1,96
Espessura polido (mm) **	1,74	1,76
Relação comprimento/largura polido (mm) **	3,58	3,59
Peso de mil grãos (g) **	25,1	25,6
Renda total (%) **	68	68
Inteiros (%) **	62	62
Amilose	alta	alta
Temperatura de gelatinização	baixa	baixa
Produtividade (t ha ⁻¹)***	10,2	10,2

* Podem surgir plantas atípicas, devido à ocorrência de cruzamentos naturais.

** Pode sofrer alterações, em função das características do ambiente em que for cultivado.

*** Grãos com casca, 13% de umidade, observada nos experimentos conduzidos pela Embrapa

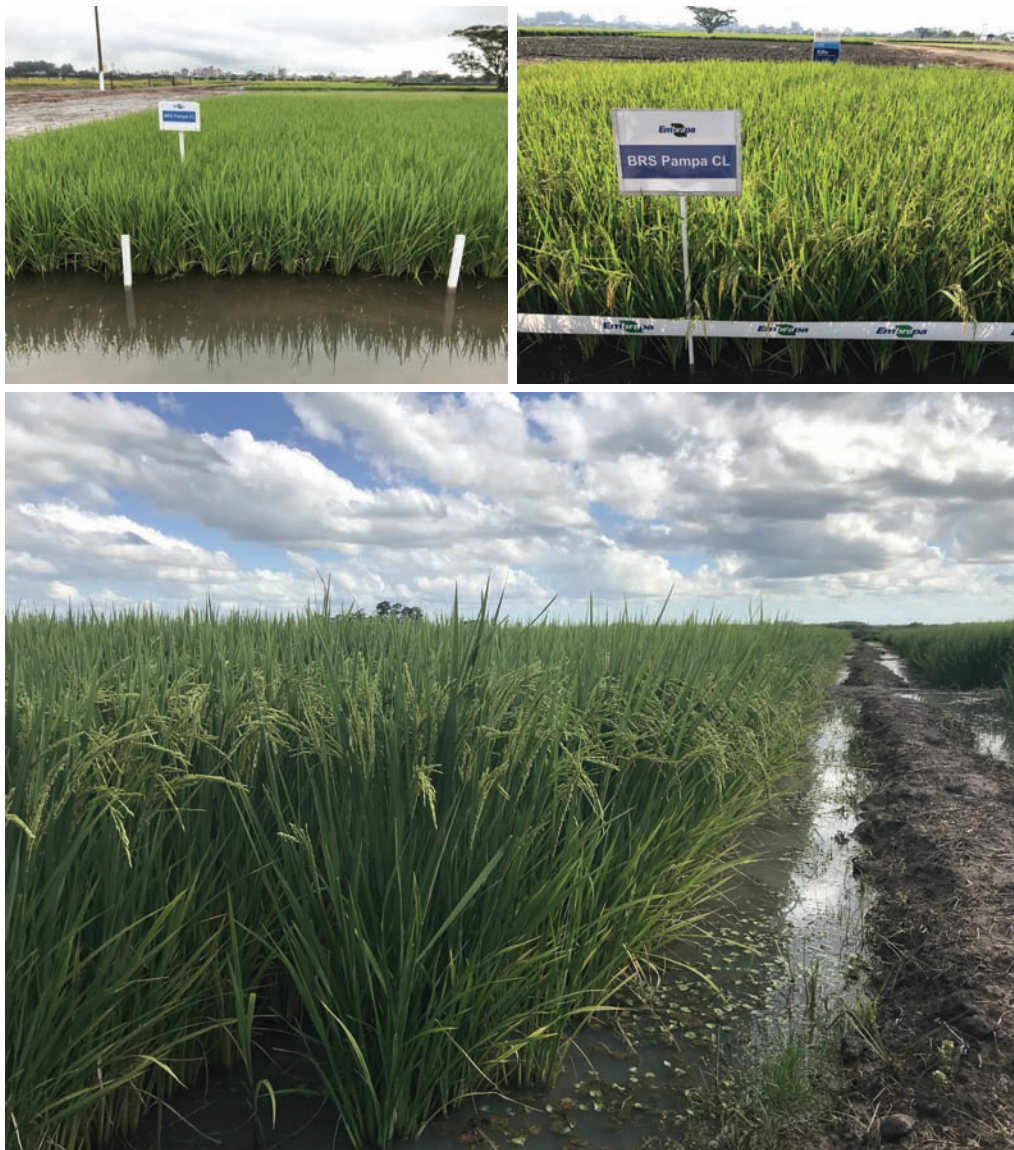


Figura 1. Cultivar de arroz irrigado BRS Pampa CL. Embrapa Clima Temperado, 2018.

Resultados

Os ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU) foram conduzidos em áreas representativas das lavouras arrozeiras no Estado do Rio Grande do Sul, onde a cultivar BRS Pampa CL demonstrou plena adaptação (Tabela 2). Inicialmente será registrada apenas para cultivo sob irrigação nesse estado, podendo vir a ter sua recomendação estendida para outros estados, à luz dos resultados de ensaios em andamento. Por se tratar de uma cultivar essencialmente derivada de BRS Pampa, apenas com a introdução do gene de tolerância ao herbicida Kifix®, pelos métodos dos retrocruzamentos, nos ensaios de VCU, para fins de registro, foram utilizados apenas os dados de um ano agrícola (2017/2018), embora tenham sido realizados dois anos de experimentação, safras 2016/2017 e 2017/2018, conforme pode ser observado na Tabela 2.

Tabela 2. Locais de avaliação dos experimentos de VCU e suas respectivas altitudes, latitudes e tipos de solo. Embrapa Clima Temperado, 2018.

Local	Alt. (m)	Lat.	Tipo de solo (*)	Época de semeadura
Capão do Leão	8	31°	PHEs	Outubro a Novembro
Santa Vitória do Palmar	23	33°	PHEs	Outubro a Novembro
Alegrete	120	29°	PAEa	Outubro a Novembro
Uruguaiana	60	29°	CECv	Setembro a Novembro
Mostardas	4	30°	PVAd3	Outubro a Novembro

(*) PHEs – Planossolo Hidromórfico Eutrófico solódico; PAEa – Plintossolo Argilúvico Eutrófico Abrupto; CECv – Chernossolo Ebânico Carbonático vértico; PVAd3 – Argilossolo Vermelho Amarelo Distrófico.

Os resultados do desempenho de 'BRS Pampa CL' demonstram que a cultivar apresenta excelente produtividade nos diferentes ambientes testados e alto teto produtivo, quando bem manejada. Foi possível atingir produtividades acima das 10 toneladas por hectare, conforme pode ser observado na Tabela 3. O rendimento de grãos foi avaliado por meio da análise de variância e aplicação do Teste de Tukey ($P < 0,05$) para discriminar os tratamentos, utilizando o programa SAS (1985). Destaque para a safra 2017/2018, no município de Capão do Leão, onde a cultivar BRS Pampa CL atingiu a produtividade média de 11.179 kg ha⁻¹. Também se pode mencionar o excelente desempenho da variedade nos diferentes ambientes de cultivo, sendo produtiva mesmo em regiões do RS onde a média de produtividade não ultrapassa as 7 toneladas por hectare, como é o caso da região denominada Planície Costeira Externa, que apresenta solos arenosos de baixa fertilidade, onde está situado o município de Mostardas.

Tabela 3. Produtividade da cultivar BRS Pampa CL nos experimentos de Valor de Cultivo e Uso (VCU), em comparação a cultivares testemunhas nas diferentes regiões orizícolas do RS. Embrapa Clima Temperado, 2018.

LOCAL	SAFRA	GENÓTIPOS				
		Produtividade (kg ha ⁻¹)			Média do VCU	CV%
		BRS PAMPA CL	BRS PAMPA	PUITÁ INTA CL		
Capão do Leão	2016/17	11.034	9.481	8.279	9.034	12,5
Santa Vitória do Palmar	2016/17	7.190	7.216	5.214	6.097	22,4
Alegrete	2016/17	11.113	11.122	8.491	8.134	8,9
Uruguaiiana	2016/17	10.375	10.534	7.997	9.228	8,2
Capão do Leão	2017/18	11.179	*	9.051	9.620	6,6
Santa Vitória do Palmar	2017/18	10.428	*	9.288	9.094	5,9
Alegrete	2017/18	10.597	9.185	9.753	10.077	4,2
Uruguaiiana	2017/18	10.419	10.172	9.706	10.380	7,6
Mostardas	2017/18	8.660	*	5.489	7.210	6,4

Dados de ensaios de VCU conduzidos pela Embrapa no RS.

* Aplicação de Kifix® e morte da cultivar BRS Pampa (testemunha), por não ter resistência ao herbicida.

A Figura 2 apresenta o desempenho da cultivar BRS Pampa CL em comparação com algumas linhagens e cultivares testemunhas registradas e recomendadas pela pesquisa para cultivo no Rio Grande do Sul. Os dados observados são médias de quatro repetições por local/ano conduzidas na safra 2017/2018, representando cinco ambientes distintos. Observa-se o excelente desempenho em produtividade da BRS Pampa CL, acima das 10 toneladas ha⁻¹. Nesse sentido, a recomendação da cultivar BRS Pampa CL, de ciclo precoce, com elevado potencial produtivo, excelentes

atributos de qualidade de grãos (indústria e consumidor), e resistência a herbicidas do grupo das imidazolinonas, deverá ser uma ótima opção para uso nas lavouras gaúchas.

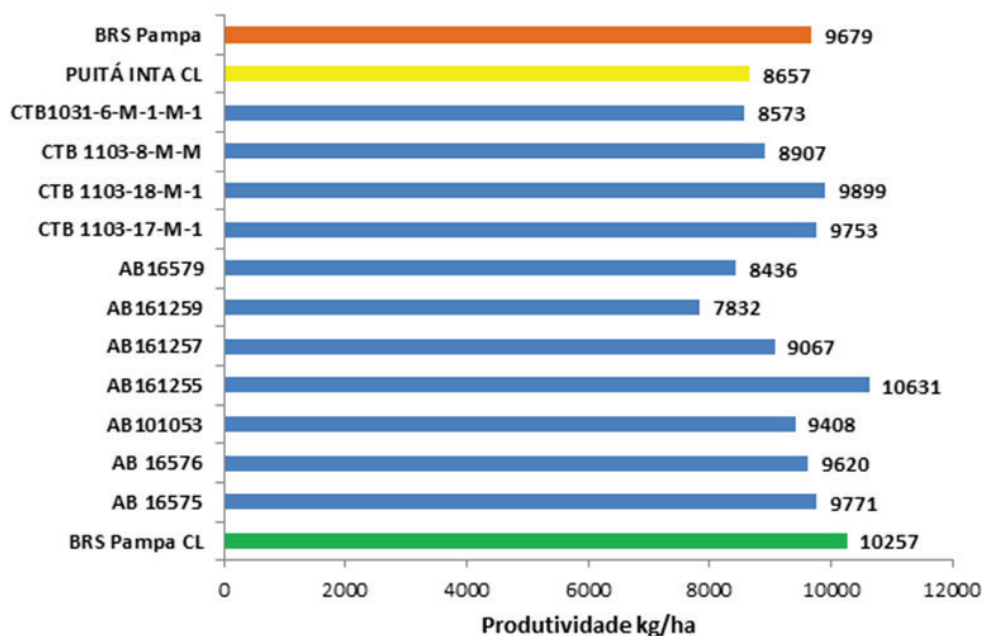


Figura 2. Comparação de produtividade entre cultivares e linhagens de arroz irrigado em experimentos de Valor de Cultivo e Uso (VCU) conduzidos no Rio Grande do Sul na safra 2017/2018 (média de cinco locais: Capão do Leão, Santa Vitória do Palmar, Mostardas, Alegrete e Uruguaiana). Embrapa Clima Temperado, 2018.

Recomendações

A época de semeadura da cultivar BRS Pampa CL deve seguir o zoneamento agrícola para a cultura do arroz irrigado no Rio Grande do Sul. Recomenda-se que a semeadura ocorra respeitando o ciclo da cultivar em interação com o ambiente de cultivo, de tal forma que a diferenciação da panícula ocorra até o dia 1º de janeiro ou o mais próximo possível dessa data.

A densidade de sementes aptas (100% PG) deve ser em torno de 50-60 sementes por metro linear (aproximadamente 90 kg ha⁻¹) para o sistema em

linha, de forma a garantir uma população de plantas entre 150 e 300 plantas por metro quadrado (Sosbai, 2016).

A cultivar BRS Pampa apresenta resposta diferente a níveis de adubação de base e de cobertura. Em estudos de manejo realizados na Estação Experimental Terras Baixas, da Embrapa Clima Temperado, verificou-se que a cultivar apresenta elevadas produtividades em níveis médios de adubação, sendo sensível a altas doses de nitrogênio em cobertura, o que pode favorecer o acamamento. Em geral, a concentração de nitrogênio em cobertura não deve ultrapassar os 90 kg/ha. Além disso, não

se recomenda semeadura dessa cultivar tardiamente, bem como elevadas densidades de semeadura nem lâmina de água alta. O aumento da densidade de semeadura só deve ser adotado quando o solo for mal preparado ou em áreas sujeitas a ataques de pássaros, ou ainda quando a semente apresentar baixo vigor, baixa sanidade e baixo poder germinativo.

Em relação ao uso de herbicidas, utilizar Kifix® (imazapir + imazapique), ao qual a cultivar é tolerante. As pesquisas apontam que os melhores resultados de controle de plantas daninhas se dá quando são feitas aplicações sequenciais de 140 g ha⁻¹ do produto comercial em pré-emergência, ou pós-emergência precoce (ponto de agulha), e segunda aplicação de 140 g ha⁻¹ + Dash® 0,5%, em pós-emergência, quando as plantas do arroz daninho encontrarem-se no estádio de três a quatro folhas (V₃-V₄). À medida que se atrasa a aplicação, diminui a eficiência dos herbicidas. Da mesma forma, a eficiência diminui com o atraso da entrada da água na lavoura.

A colheita dessa cultivar, para minimizar a degranação natural e evitar a quebra de grão durante o processo de industrialização, deve ser realizada quando a umidade do grão estiver entre 23% e 18%.

Ressalta-se ainda, a importância de algumas recomendações básicas para o uso correto da tecnologia Clearfield®, tais como:

- Utilizar somente semente certificada.
- Utilizar adequadamente o produto registrado.
- Irrigar no estádio recomendado (três a quatro folhas).
- Controlar os escapes.
- Rotacionar o Sistema Clearfield® na propriedade (não usar por mais de dois anos seguidos na mesma área).
- Limpar maquinários, canais, drenos e estradas.
- Consultar sempre a assistência técnica.

Referências

- CHAMPAGNE, E. T.; BETT, K. L.; VINYARD, B. T.; McCLUNG, A. M.; BARTON, F. E.; MOLDENHAUER, K.; LINScombe, S.; McKENZIE, K. Correlation between cooked rice texture and Rapid Visco Analyses measurements. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v. 76, n. 5, p. 764-771, Sept./Oct. 1999.
- FITZGERALD, M. A.; HAMILTON, N. R. S.; CALINGACION, M. N.; VERHOEVEN, H. A.; BUTARDO, V. M. Is there a second gene for fragrance in rice? **Plant Biotechnology Journal**, Oxford, v. 6, n. 4, p. 416-423, May 2008.
- JULIANO, B. O. **Rice chemistry and quality**. Muñoz: Philippine Rice Research Institute, 2003. 480 p.
- MAGALHÃES JUNIOR, A. M. de; FAGUNDES, P. R.; FRANCO, D. F. Melhoramento genético, biotecnologia e cultivares de arroz irrigado. In: MAGALHÃES JUNIOR, A. M. de; GOMES, A. da S.; ANDRES, A. (Ed.). **Arroz irrigado: melhoramento genético, manejo do solo e da água e prognóstico climático**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2003. p. 13-33. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 113).

PHILPOT, K.; MARTIN, M.; BUTARDO, V.; WILLOUGHBY, D.; FITZGERALD, M. Environmental factors that affect the ability of amylose to contribute to retrogradation in gels made from rice flour. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 54, n. 14, p. 5182–5190, July 2006.

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

SOSBAI (SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO). **Arroz irrigado**: recomendações técnicas da pesquisa para o Sul do Brasil. Pelotas: SOSBAI. 2016. 200 p.

Embrapa Clima Temperado
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

1ª edição
Obra digitalizada (2018)

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Clima Temperado

Presidente
Ana Cristina Richter Krolow
Vice-Presidente
Ênio Egon Sosinski
Secretária-Executiva
Bárbara Chevallier Cosenza

Membros
Ana Luiza B. Viegas, Fernando Jackson,
Marilaine Schaun Pelufê, Sônia Desimon

Revisão de texto
Bárbara Chevallier Cosenza

Normalização bibliográfica
Marilaine Schaun Pelufê

Editoração eletrônica
Fernando Jackson

Foto da capa
Ariano M. de Magalhães Jr