

**Avaliação e Indicação de Cultivares
de Sorgo Sacarino para o RS
Visando à Produção de Etanol**



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

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 254

Avaliação e Indicação de Cultivares de Sorgo Sacarino para o RS Visando à Produção de Etanol

Beatriz Marti Emygdio
Caren Regina Lamb
Zeferino Genésio Chielle
Ana Paula Schneid Afonso da Rosa
Rodrigo Pujol Garrastazu
Anselmo Amaral Rota

Embrapa Clima Temperado
Pelotas, RS
2016

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 Embrapa Clima Temperado

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: *Bárbara C. Cosenza*

Normalização bibliográfica: *Marilaine Schaun Pelufê*

Editoração eletrônica: *Nathália Coelho (estagiária)*

Foto de capa: *Beatriz Emygdio*

1ª edição

Obra digitalizada (2016)

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

-
- A945 Avaliação e indicação de cultivares de sorgo sacarino
para o RS visando à produção de etanol / Beatriz
Martí Emygdio... [et al.]. - Pelotas: Embrapa
Clima Temperado, 2016.
38 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento /
Embrapa Clima Temperado, ISSN 1678-2518 ; 254)

1. Sorgo. 2. Bioenergia. 3. Competição de variedade.
I. Emygdio, Beatriz Martí. II. Série.

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	9
Material e Métodos	13
Resultados e Discussão	18
Conclusões	35
Referências	36

Avaliação e Indicação de Cultivares de Sorgo Sacarino para o RS Visando à Produção de Etanol

Beatriz Marti Emydio¹

Caren Regina Lamb²

Zeferino Genésio Chielle³

Ana Paula Schneid Afonso da Rosa⁴

Rodrigo Pujol Garrastazu⁵

Anselmo Amaral Rota⁵

Resumo

A indicação de cultivares de sorgo sacarino para diferentes regiões do Rio Grande do Sul (RS) permitirá a descentralização da produção de biocombustíveis, o alargamento da produção de etanol para regiões onde a cana-de-açúcar apresenta restrições de cultivo, e ainda a inserção de agricultores que tradicionalmente produzem grãos no processo de produção de biocombustíveis. No entanto, não existem no RS cultivos comerciais e em grande escala de sorgo sacarino. Assim, com o objetivo de identificar cultivares que melhor combinam atributos agrônômicos para produção de etanol, em áreas aptas e não aptas ao cultivo da cana-de-açúcar no RS, conduziu-se o presente trabalho. Com base nos resultados obtidos, para produção de etanol na entressafra da cana-de-açúcar e/ou em áreas de reformas

¹Bióloga, doutora em Ciência e Tecnologia de Sementes pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

²Bióloga, doutora em Fitotecnia, pesquisadora da Fepagro, RS.

³Engenheiro-agrônomo, mestre em Agronomia, pesquisador da Fepagro, RS.

⁴Engenheira-agrônoma, doutora em Entomologia, pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

⁵Acadêmico de Agronomia, UFPel, Pelotas, RS.

de canaviais, as melhores cultivares de sorgo sacarino são 'BRS 506', 'BRS 511', 'Fepagro 19' e 'CVSW198'. Para produção de etanol em áreas não aptas ao cultivo da cana-de-açúcar as cultivares de sorgo sacarino 'BRS 506' e 'BRS 511' são as melhores opções de cultivo.

Termos para indexação: *Sorghum bicolor*, competição de cultivares, bioetanol, entressafra da cana-de-açúcar, reforma de canaviais.

Recommendation of Sweet Sorghum Cultivars to Rio Grande do Sul State Aiming Ethanol Production

Recommendation of sweet sorghum cultivars to different regions of Rio Grande do Sul State would allow decentralization of biofuel production, enlargement of ethanol production to regions not able to crop sugarcane, and would also provide insertion of traditional grain crop farmers in the process of ethanol production. Nevertheless, in Rio Grande do Sul State there is no sweet sorghum large scale nor commercial crop. This study was carried out in order to identify sweet sorghum cultivars to ethanol production in areas able and unable to sugar cane crop. Results demonstrated that the best sweet sorghum cultivars to ethanol production in the sugar cane off-season are 'BRS 506', 'BRS 511', 'Fepagro 19' and 'CVSW198'. In areas unable to sugar cane crop, the best cultivars are 'BRS 506' and 'BRS 511'.

Index terms: *Sorghum bicolor*, cultivars trials, biofuel, sugar cane off-season.

Introdução

Dentre as alternativas para diversificação da matriz energética nacional, o etanol é tido como uma das mais promissoras. No entanto, para que o Brasil possa atender a demanda mundial por energia limpa e renovável, é preciso que haja crescimento na produção de biocombustíveis. Nesse sentido, uma série de medidas precisam ser implementadas para assegurar a expansão competitiva do setor sucroalcooleiro no Brasil e garantir o sucesso da expansão do etanol brasileiro no mercado internacional. A demanda por etanol é crescente e deve aumentar nos próximos anos em função do expressivo aumento do número de veículos bicompostíveis em circulação no país e do crescimento da indústria de bioplásticos, que vem ganhando força no mercado nacional.

No Brasil, a produção de etanol está alicerçada na cultura da cana-de-açúcar, que é vista como uma das culturas capazes de suprir parte dessa demanda. No entanto, considerando-se sua magnitude, apostar no monocultivo da cana-de-açúcar e na centralização da produção em alguns estados não parece uma estratégia adequada, pois a cana-de-açúcar apresenta exigências edafoclimáticas que restringem seu cultivo em diversas regiões do país e, em especial, no Rio Grande do Sul (RS).

Atualmente, o RS possui participação pouco expressiva no setor sucroalcooleiro, mas com potencial para incremento, tanto em área quanto em produtividade. Com a publicação, em 2009, do Zoneamento de Risco Climático para a Cultura da Cana-de-açúcar para o Rio Grande do Sul (Portaria nº 332/2009), cerca de 1,5 milhão de hectares de solo gaúcho foram considerados aptos para produzir cana-de-açúcar em grande escala (BRASIL, 2009). Diante desse novo cenário, o RS passa a vislumbrar a possibilidade de se tornar um grande produtor de etanol e alcançar a autossuficiência, tendo em vista que hoje o estado produz apenas 2% do etanol que consome.

Com ampla adaptabilidade e tolerância a condições adversas, o sorgo sacarino, que possui alto potencial de produção de biomassa e altos teores de açúcares no colmo, pode ser cultivado em diversos ambientes. Tido como uma das culturas capazes de suprir parte da demanda nacional de etanol, o sorgo sacarino poderia ocupar a lacuna da entressafra da cana-de-açúcar, diminuindo assim a ociosidade das usinas nesse período.

O sorgo sacarino é cultivado em 99 países, em uma área de 44 milhões de ha, especialmente em áreas pobres e semiáridas (MAKRANTONAKI et al., 2007). Em países como China, Índia, EUA, Irã Itália, Espanha, entre outros, é considerado uma matéria-prima promissora para produção de etanol, e diversos trabalhos de pesquisa vêm sendo desenvolvidos com a cultura nesses países (ALMODARES et al., 2007; CHANNAPPAGOUDAR et al., 2007; WORTMANN et al., 2010; WRANG; LIU, 2009). De acordo com Lingle (2010), o sorgo sacarino é uma das culturas que contribuirá para que os EUA alcance a meta de ter, até 2030, 30 % da sua energia baseada em bioenergia.

O sorgo sacarino produz energia de primeira geração, quando transformado em bioetanol, e de segunda geração, quando transformado em biomassa lignocelulósica. O potencial de produção de energia do sorgo sacarino é alto, podendo esse potencial ser atingido por processos tecnológicos avançados, como genética de cultivares (híbridos e variedades) e um sistema de produção específico para o sorgo sacarino, entre outros aspectos (MAY et al., 2012).

Tradicionalmente, em rotação com a cana-de-açúcar, utiliza-se *Crotalaria juncea*, soja ou amendoim. Frente a tais culturas, o sorgo sacarino possui a vantagem de se inserir no mesmo negócio da cana-de-açúcar, por fazer parte do sistema de produção de etanol, havendo, então, o entendimento de que o sorgo sacarino é a cultura com maior potencial de retorno econômico para uso em áreas de reformas de

canaviais (MAY et al., 2012). A disponibilização de cultivares produtivas e a implantação de um sistema adequado de manejo da cultura do sorgo sacarino para entressafra da cana-de-açúcar, ou para áreas de reformas e de expansão de canaviais, constituem-se nos fatores críticos para inserção do sorgo sacarino no setor sucroalcooleiro nacional (DURÃES et al., 2012).

Sendo a cultura do sorgo sacarino de propósito múltiplo, a indicação de cultivares para diferentes regiões do RS permitiria a descentralização da produção de biocombustíveis, o alargamento da produção de etanol para regiões onde a cana-de-açúcar apresenta restrições de cultivo, e ainda a inserção de agricultores que tradicionalmente produzem grãos e trabalham com culturas anuais no processo de produção de biocombustíveis, contribuindo para que o estado se torne menos dependente na importação de etanol (EMYGDIO, 2011a).

Para que o sorgo sacarino seja utilizado como matéria-prima para produção de etanol de primeira geração, em usinas de cana-de-açúcar, como cultura complementar à cana-de-açúcar, seja para uso na entressafra desta ou em áreas de reformas de canaviais, ou ainda, em áreas não aptas e ou não destinadas ao cultivo da cana-de-açúcar, para processamento em microdestilarias, as cultivares de sorgo sacarino precisam atender alguns requisitos mínimos de produtividade e de desempenho para viabilizar a cultura.

Em estudo de viabilidade econômica para cultivo do sorgo sacarino na entressafra da cana-de-açúcar, considerando-se vários cenários de produção de biomassa e de rendimento de etanol, verificou-se que nos níveis de produção considerados médios (entre 50 t ha⁻¹ e 60 t ha⁻¹ de biomassa), mesmo com baixo rendimento de etanol (40 L t⁻¹), ainda seria rentável o cultivo do sorgo sacarino (MIRANDA, 2012).

Associada a uma produtividade mínima de 50 t ha⁻¹ de biomassa, as cultivares de sorgo sacarino precisam alcançar um ART (Teor de Açúcar Total) mínimo de 12,5% no caldo, o que corresponde, aproximadamente, a um °Brix de 14,25% a 14,5%. Esse nível mínimo de ART e/ou °Brix é desejável para que as leveduras consigam converter completamente esse nível de açúcar em etanol dentro de 6 a 10 horas. Concentrações inferiores resultarão em baixa eficiência de utilização dos tanques de fermentação, aumentando os custos industriais (SCHAFFERT; PARRELLA, 2012).

Tendo em vista que o caldo, rico em açúcares fermentáveis, e usado para produção de etanol, é extraído em sua totalidade dos colmos (que representam entre 70% e 80% da biomassa total), elevadas produções de colmo são desejáveis. Variáveis como altura de plantas e diâmetro do colmo são extremamente importantes, pois apresentam forte correlação com a produção de colmos e também exercem grande influência sobre a produção de caldo (EMYGDIO et al., 2011b, 2015).

Se, por um lado, é desejável cultivares com elevada produção de biomassa e alto teor de sólidos solúveis totais (°Brix), por outro, é desejável cultivares com baixa produção de panículas e de grãos (que em geral representam entre 10% e 15% da biomassa total), tendo em vista que estes drenam parte da produção de fotoassimilados, que seriam carregados para os colmos, para uma maior produção de sólidos solúveis totais e maiores teores de açúcares totais.

Deve-se considerar, ainda, que as cultivares de sorgo sacarino apresentam porte alto, e o excesso de grãos nas panículas, no ápice das plantas, favorece o acamamento, o que, por sua vez, reduz a qualidade da matéria-prima, aumentando o teor de impurezas durante o processo de colheita (PARRELLA; SCHAFFERT, 2012).

No entanto, não existem cultivos comerciais e em grande escala de sorgo sacarino no RS. Assim, com o objetivo de identificar

entre cultivares de sorgo sacarino disponíveis para cultivo, aquelas que melhor combinam atributos agronômicos para produção de etanol, em áreas aptas e não aptas ao cultivo da cana-de-açúcar, e adaptabilidade às condições edafoclimáticas do Rio Grande do Sul, conduziu-se o presente trabalho.

Material e Métodos

A Embrapa Clima Temperado, em parceria com a Fepagro, estruturou uma rede para avaliação de cultivares de sorgo sacarino no Rio Grande do Sul, denominada Rede Sorgo Sacarino RS (RSSRS).

A RSSRS é integrada por diversas instituições de ensino e pesquisa, e conta com o apoio de algumas empresas privadas. Os ensaios de avaliação de cultivares da RSSRS foram conduzidos durante as safras 2012/13, 2013/14, 2014/15 e 2015/16, em um total de 14 municípios gaúchos.

Os municípios da RSSRS foram divididos em dois grupos: municípios aptos e indicados para o cultivo da cana-de-açúcar, e municípios não aptos e não indicados, com base no Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) da cana-de-açúcar para o RS (Figura 1 e 2).

A indicação de cultivares de sorgo sacarino para municípios e regiões aptas ao cultivo da cana-de-açúcar permitirá o uso do sorgo como cultura complementar à cana-de-açúcar, sendo cultivado na entressafra desta e/ou em áreas de reforma de canaviais, otimizando a capacidade instalada das usinas, diminuindo ou evitando períodos de ociosidade e reduzindo os custos de produção. Já a indicação de cultivares de sorgo sacarino para regiões do estado consideradas marginais para a cana-de-açúcar, ou que não tenham sido contempladas no Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura, permitirá a inserção de agricultores gaúchos, que

tradicionalmente produzem grãos e trabalham com culturas anuais como soja e milho, no processo de produção de biocombustíveis.

Zoneamento agroecológico da cana-de-açúcar Estado do Rio Grande do Sul



Figura 1. Mapa das regiões aptas ao cultivo de cana-de-açúcar no RS, visando a produção de etanol, por classes de aptidão agrícola e tipos de uso do solo, com base no Zoneamento Agrícola de Risco Climático.

Hoje no Brasil existem seis empresas que desenvolvem e comercializam cultivares de sorgo sacarino. Dessas, duas são

A RSSRS avaliou um total de 23 cultivares de sorgo sacarino, pertencentes às cinco primeiras empresas citadas acima, no RS, durante quatro safras. As cultivares de sorgo sacarino pertencentes às empresas privadas são híbridos, e as da Embrapa e da Fepagro são variedades. Na Tabela 1 encontra-se a relação de cultivares avaliadas, respectivas empresas obtentoras e relação de safras em que cada cultivar foi avaliada.

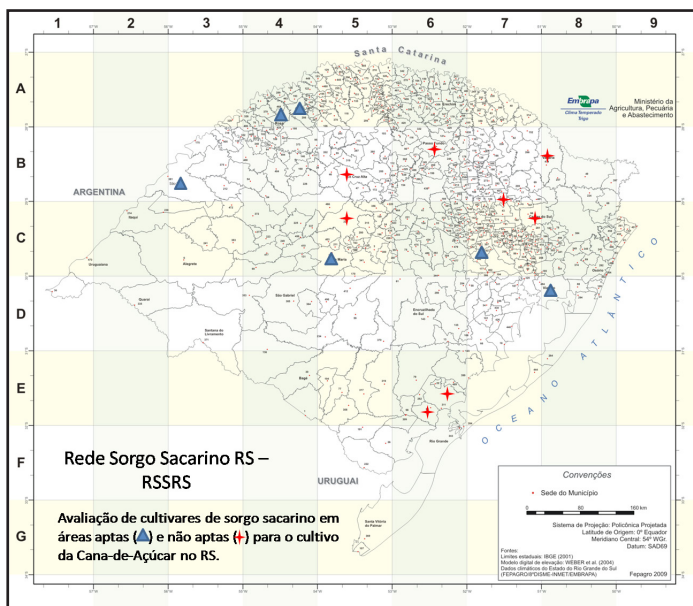


Figura 2. Rede de avaliação de cultivares de sorgo sacarino (RSSRS) em municípios aptos (Viamão, Taquari, Santa Maria, São Borja, Santa Rosa e Três de Maio) e não aptos (Capão do Leão, Pelotas, Caxias do Sul, Veranópolis, Vacaria, Passo Fundo, Cruz Alta e Júlio de Castilhos) ao cultivo de cana-de-açúcar no RS, entre as safras 2012/13 e 2015/16, visando a produção de etanol.

Os experimentos foram conduzidos em delineamento experimental de blocos casualizados, com três repetições em cada ambiente. As parcelas experimentais foram constituídas de quatro linhas de 5 m, espaçadas em 0,5 m ou 0,7 m, dependendo das condições de manejo adotadas em cada localidade. Da mesma forma, a adubação de base e de cobertura foi feita conforme análise de solo de cada localidade.

As cultivares de sorgo sacarino foram avaliadas e comparadas com base em quatro parâmetros agrônômicos: altura de planta (m), diâmetro do colmo (mm), produção de biomassa [colmos + folhas + panículas ($t\ ha^{-1}$)] e produção de panículas ($t\ ha^{-1}$); e em um parâmetro industrial: sólidos solúveis totais (°brix). Para determinação dos sólidos solúveis totais (°brix), com ajuda de um alicate, apertou-se o colmo no terço médio e pingou-se uma gota de caldo sobre um refratômetro digital de leitura automática, descartando-se as três primeiras gotas.

Tabela 1. Cultivares de sorgo sacarino avaliadas na rede de ensaios RSSRS (Rede Sorgo Sacarino RS), no Rio Grande do Sul, entre a safra 2012/13 e a safra 2015/16. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Cultivar	Obtento	Tipo	Safra			
			2012/13	2013/14	2014/15	2015/16
BRS 506	Embrapa	Variedade	x	x	x	x
BRS 508	Embrapa	Variedade				x
BRS 509	Embrapa	Variedade		x	x	x
BRS 511	Embrapa	Variedade	x	x	x	x
Fepagro 17	Fepagro	Variedade	x	x	x	x
Fepagro 19	Fepagro	Variedade	x	x	x	x
Past 81-04	Fepagro	Variedade	x	x	x	x
Past 29-51	Fepagro	Variedade	x	x	x	x
Past 29-49	Fepagro	Variedade	x	x	x	x
Sugargraze	Advanta Sementes	Híbrido	x	x	x	x

Continua...

...Continuação da Tabela 1

Cultivar	Obtendor	Tipo	Safrá			
			2012/13	2013/14	2014/15	2015/16
SV81983	Advanta Sementes	Híbrido		x	x	
SV6009	Advanta Sementes	Híbrido		x	x	
CV 007	Monsanto/CanaVialis	Híbrido	x			
CV 147	Monsanto/CanaVialis	Híbrido	x			
CVSW 568	Monsanto/CanaVialis	Híbrido	x		x	
CVSW198	Monsanto/CanaVialis	Híbrido	x		x	
EJ 7281	CERES Sementes do Brasil	Híbrido	x			
EJ 7282	CERES Sementes do Brasil	Híbrido	x			
CB 7520	CERES Sementes do Brasil	Híbrido	x			
CB 7621	CERES Sementes do Brasil	Híbrido		x		
CB 7290	CERES Sementes do Brasil	Híbrido		x		
F2P 134	CERES Sementes do Brasil	Híbrido			x	

Para comparação dos tratamentos foi feita análise da variância e teste de comparação de médias, segundo Scott Knott, no nível de 5% de probabilidade de erro, para cada conjunto de ambientes (municípios) aptos e não aptos ao cultivo da cana-de-açúcar, em cada safra. Para a análise conjunta considerou-se apenas tratamentos avaliados em, pelo menos, duas safras, e, da mesma forma, os locais de avaliação foram agrupados em aptos e não aptos ao cultivo da cana-de-açúcar no estado. Para condução das análises estatísticas, usou-se o programa Genes, versão Windows (CRUZ, 2001).

O critério de metas mínimas (descrito em Resultados e Discussão), estabelecido para cada uma das variáveis, com foco na viabilidade

econômica da cultura, prevaleceu como critério de seleção. Isso a despeito de ferramentas de análises estatísticas terem sido usadas para separar grupos de genótipos similares para cada uma das variáveis estudadas, para identificar o grau de precisão dos experimentos e o nível de significância das diferenças encontradas, para fins de seleção e indicação das melhores cultivares de sorgo sacarino para cultivo no RS, visando à produção de etanol..

Resultados e Discussão

Na safra 2012/13, para o grupo de municípios não aptos ao cultivo de cana-de-açúcar, a análise estatística revelou diferenças significativas entre os genótipos de sorgo sacarino avaliados, para todas as variáveis. Já para os municípios aptos para o cultivo da cana, verificou-se diferenças estatisticamente significativas, para as variáveis altura de planta, produção de biomassa e teor de sólidos solúveis totais (Tabela 2).

De maneira geral, para o grupo de municípios da região central e noroeste do estado (aptos ao cultivo de cana-de-açúcar), verificou-se menor produção média de biomassa, menor diâmetro médio de colmo e menor produção média de panículas, em relação ao grupo de municípios não aptos para o cultivo da cana-de-açúcar. Por outro lado, para a variável altura de plantas, verificou-se justamente o inverso. Para o teor de sólidos solúveis totais (°brix) não houve diferenças entre os dois grupos de municípios (Tabela 2).

Quanto ao desempenho dos diferentes genótipos na safra 2012/13, para os ambientes não aptos para o cultivo da Cana-de-açúcar, cenário em que a produção de etanol a partir de sorgo sacarino se daria em microdestilarias e ou microusinas, destacaram-se as variedades BRS 506 e BRS 511, que apresentaram produção de biomassa superior a 60 t ha⁻¹ (nível de produção considerado médio-alto), baixa produção de panículas (inferior a 10% da biomassa total), e um teor de sólidos solúveis totais

(°brix) superior a 14,25%, que é o limite mínimo preconizado. Além disso, apresentaram altura de plantas não muito elevada (inferior a 3 m) e bom diâmetro de colmo, o que contribui para minimizar problemas de acamamento de plantas (Tabela 2). O híbrido CV007 também apresentou bom desempenho, com produção de biomassa superior a 60 t ha⁻¹ e °brix de 14,4%. No entanto, a produção de panículas foi mais elevada e o diâmetro de colmo foi inferior às variedades já destacadas. Num terceiro grupo, ficaram as variedades Past 81-04 e Past 29-49, ambas com °brix de 14,7%, produção de biomassa situada no cenário de médio-baixo rendimento (faixa entre 50 t ha⁻¹ e 59 t ha⁻¹), porém com elevada produção de panículas (Tabela 2).

Já para os ambientes aptos ao cultivo da cana-de-açúcar, cenário em que o cultivo de sorgo sacarino se daria na entressafra desta e/ou em áreas de reforma de canaviais, cabe destacar dois grupos de cultivares. No primeiro, as variedades BRS 506 e Fepagro 19 e os híbridos CV147 e CVSW198, todos com °Brix superior ao limite mínimo, produção de biomassa no nível de médio-baixo rendimento (em torno de 50 t ha⁻¹) e produção de panícula de até 10% da biomassa total. No segundo grupo, com desempenho muito similar, porém com maior produção de panículas, variável indesejável quando o foco é a produção de etanol, estão as variedades Past 81-04 e Past 29-49 (Tabela 2).

Tabela 2. Desempenho* de cultivares de sorgo sacarino na rede de ensaios RSSRS (Rede Sorgo Sacarino RS), na safra 2012/13, em municípios aptos (A) e não aptos (NA) para o cultivo da cana-de-açúcar no Rio Grande do Sul, com base no zoneamento de riscos climáticos, visando à produção de etanol no estado. Embrapa Clima Temperado, 2016.

Genótipo	Altura de Planta (cm)		Diâmetro do Colmo (mm)		Produção de Biomassa (t ha ⁻¹)		Produção de Panícula (t ha ⁻¹)		Sólidos Solúveis Totais [°Brix (%)]											
	A	NA	A	NA	A	NA	A	NA	A	NA										
BRS 506	314	b	269	b	16,7	a	20,1	a	51	b	64	b	3,8	a	5,6	b	17,2	a	15,8	a
BRS 511	299	b	282	b	16,3	a	21,6	a	46	b	66	a	4,4	a	4,8	b	15,8	a	15,6	a
Fepagro 17	321	b	278	b	17,0	a	18,8	b	48	b	59	b	4,6	a	7,2	a	13,6	a	14,5	a
Fepagro 19	329	b	279	b	15,5	a	17,0	b	51	b	51	b	4,1	a	7,5	a	14,7	a	13,2	b
Past 81-04	323	b	268	b	15,6	a	17,8	b	52	b	59	b	6,4	a	8,0	a	15,0	a	14,7	a
Past 29-51	322	b	255	b	16,3	a	17,3	b	50	b	53	b	4,3	a	8,2	a	13,5	a	13,5	b
Past 29-49	324	b	264	b	15,1	a	19,6	a	51	b	56	b	6,1	a	7,4	a	15,1	a	14,7	a
Sugargraze	403	a	289	b	18,4	a	20,7	a	72	a	73	a	7,6	a	5,2	b	11,5	b	13,2	b
ADV 2010	373	a	316	a	17,2	a	19,1	a	61	a	78	a	7,1	a	6,0	b	10,4	b	12,2	b
CV007	325	b	267	b	17,8	a	18,4	b	63	a	61	b	4,7	a	7,4	a	13,8	a	14,4	a
CV147	313	b	266	b	17,0	a	18,1	b	51	b	71	a	4,8	a	9,2	a	14,3	a	12,6	b
CVSW568	324	b	275	b	17,7	a	18,2	b	55	b	58	b	6,5	a	7,5	a	13,8	a	13,5	b
CVSW198	330	b	282	b	17,3	a	17,3	b	50	b	56	b	5,0	a	7,1	a	14,7	a	14,1	a
EJ7281	306	b	258	b	17,7	a	17,5	b	60	a	62	b	5,8	a	9,1	a	14,0	a	12,8	b

Continua...

...Continuação da Tabela 2

Genótipo	Altura de Planta (cm)		Diâmetro do Colmo (mm)		Produção de Biomassa (t ha ⁻¹)		Produção de Panícula (t ha ⁻¹)		Sólidos Solúveis Totais [°Brix (%)]											
	A	NA	A	NA	A	NA	A	NA	A	NA										
EJ7282	336	b	268	b	18,5	a	18,7	b	63	a	59	b	4,9	a	7,2	a	13,2	a	13,4	b
CB7520	381	a	271	b	16,6	a	19,2	a	56	b	60	b	5,2	a	6,1	b	11,7	b	14,0	a
Média G	333		274		16,9		18,7		55		62		5,3		7,1		13,9		13,9	
CV (%)	6,6		8,9		11,4		12,8		15,3		18,7		36,2		30,6		11,5		12,3	
Locais (Nº)	3		7		4		7		4		7		3		7		4		6	

*: médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade de erro; aptos: Santa Maria, São Borja, Viamão, Taquari; não aptos: Capão do Leão, Pelotas, Passo Fundo, Veranópolis, Caxias do Sul, Cruz Alta, Júlio de Castilhos.

Na safra 2013/14, da mesma forma que na safra anterior, para os ambientes não aptos ao cultivo da cana-de-açúcar, verificou-se uma produção média de biomassa, de panículas e diâmetro do colmo ligeiramente superior às encontradas nos municípios aptos ao cultivo da cana-de-açúcar. Para a variável altura de plantas o desempenho também foi similar ao verificado na safra 2012/13, quanto à comparação entre os grupos de ambientes, aptos e não aptos (Tabela 3).

Na safra 2013/14 verificou-se o melhor desempenho médio para produção de biomassa em comparação às demais safras de avaliação, com médias superiores a 60 t ha^{-1} (nível de produção médio-alto) em ambos os grupos de ambientes (Tabela 3). Para o grupo de municípios aptos ao cultivo da cana-de-açúcar destacaram-se as variedades da Embrapa BRS 506 e BRS 511, que combinaram boa produção de biomassa (respectivamente, 66 t ha^{-1} e 57 t ha^{-1}), com elevado teor de sólidos solúveis totais (°Brix) e as menores produções de panícula. A cultivar BRS 511 apresentou a menor altura de plantas, que certamente teve reflexos na menor produção de biomassa, já que a produção de panículas foi extremamente baixa. Num segundo patamar destacou-se a variedade Past 81-04, com °Brix um pouco inferior, mas ainda dentro do limite mínimo preconizado, produção de biomassa de 61 t ha^{-1} e produção de panícula que, apesar de superior às duas primeiras variedades, foi inferior a 10% da produção de biomassa (Tabela 3).

Tabela 3. Desempenho* de cultivares de sorgo sacarino na rede de ensaios RSSRS (Rede Sorgo Sacarino RS), na safra 2013/14, em municípios aptos (A) e não aptos (NA) para o cultivo da cana-de-açúcar no Rio Grande do Sul, com base no zoneamento de riscos climáticos, visando à produção de etanol no estado. Embrapa Clima Temperado, 2016.

Genótipo	Altura de Planta (cm)		Diâmetro do Colmo (mm)		Produção de Biomassa (t ha ⁻¹)		Produção de Panícula (t ha ⁻¹)		Sólidos Solúveis Totais [°Brix (%)]											
	A	NA	A	NA	A	NA	A	NA	A	NA										
BRS 506	289	a	275	b	178	a	20,3	a	66	a	60	b	2,4	b	4,7	a	16,3	a	16,5	a
BRS 509	-		282	b	-		21,1	a	-		67	b	-		4,7	a	-		15,4	a
BRS 511	256	b	282	b	18,3	a	20,9	a	57	a	70	b	1,6	b	5,4	a	17,3	a	16,4	a
Fepagro 17	311	a	294	a	18,3	a	19,5	a	69	a	66	b	5,2	a	6,8	a	12,6	b	14,6	a
Fepagro 19	314	a	282	b	18,3	a	19,8	a	61	a	56	b	4,7	a	5,6	a	13,0	b	14,2	a
Past 81-04	315	a	274	b	19,2	a	19,6	a	62	a	61	b	5,6	a	7,4	a	14,3	b	13,0	b
Past 29-51	309	a	263	b	18,3	a	19,1	a	69	a	61	b	5,5	a	9,2	a	12,4	b	10,0	b
Past 29-49	320	a	276	b	18,3	a	19,2	a	67	a	61	b	6,6	a	7,7	a	13,4	b	14,7	a
Sugargraze	304	a	267	b	16,8	b	18,0	a	58	a	68	b	4,0	a	7,4	a	13,0	b	10,8	b
SV81983	-		317	a	-		18,3	a	-		76	a	-		4,4	a	-		12,2	b
SV6009	-		317	a	-		18,7	a	-		87	a	-		5,6	a	-		12,5	b
CB 7621	-		307	a	-		18,0	a	-		76	a	-		4,3	a	-		14,0	a
CB 7290	-		308	a	-		17,3	a	-		68	b	-		5,0	a	-		13,4	a
Média	302		288		18,3		19,2		64		67		4,5		6,0		14,0		13,7	
CV (%)	5,4		8,5		5,6		10,4		13,5		17,6		22,8		39,3		13,9		13,2	
Locais (Nº)	2		5		2		5		2		5		3		4		2		4	

*: médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade de erro;

-: genótipo não avaliado em ambos os locais;

Aptos: Santa Maria, São Borja; não aptos: Capão do Leão, Passo Fundo, Veranópolis, Caxias do Sul, Vacaria.

Para o grupo de municípios não aptos ao cultivo da cana-de-açúcar destacou-se um número maior de cultivares, já que também avaliou-se maior número de genótipos. As variedades BRS 506, BRS 509 e BRS 511 alcançaram um ótimo patamar de produção de biomassa (médio-alto), respectivamente 60, 67 t ha⁻¹ e 70 t ha⁻¹, associado a um teor de sólidos solúveis totais (°brix) entre 15,4% e 16,5% e uma pequena produção de panículas. Outras variedades, como Fepagro 17, Fepagro 19 e Past 29-49, também atingiram as metas mínimas para as variáveis produção de biomassa e °Brix, ainda que tenham tido uma maior produção de panículas (Tabela 3).

Interessante observar que todos os híbridos avaliados nessa safra, no grupo de municípios não aptos, alcançaram excelentes produções de biomassa; no entanto, nenhum deles alcançou a meta mínima para teor de sólidos solúveis totais, de modo que, se o caldo extraído dessas cultivares fosse usado para produção de etanol, certamente resultaria em baixa eficiência de utilização dos tanques de fermentação, aumentando os custos industriais. Esses resultados evidenciam que, provavelmente, essas cultivares não são as mais adequadas para produção de etanol de primeira geração.

Na safra 2014/15 verificou-se um comportamento bastante atípico. Para a quase totalidade das variáveis estudadas (exceção para produção de biomassa), o desempenho médio das cultivares no grupo de municípios não aptos ao cultivo da cana-de-açúcar no RS foi inferior ao seu desempenho no grupo de municípios aptos (Tabela 4). Além disso, a menor altura de plantas, o menor diâmetro de colmo e a menor produção de panículas, apresentada pelas cultivares no grupo de municípios não aptos, não explicam a maior produção de biomassa, apresentada pelas mesmas cultivares, nesse grupo de ambientes, em comparação ao desempenho apresentado no grupo de municípios aptos ao cultivo de cana-de-açúcar.

Visando a indicação de cultivares para a entressafra da cana-de-açúcar e/ou para áreas de reformas de canaviais (municípios aptos), dois grupos de cultivares podem ser destacados na safra 2014/15. No primeiro grupo, a variedade BRS 511, que apesar de ter tido uma produção de biomassa de 50 t ha^{-1} , equivalente ao limite mínimo estabelecido para essa variável, apresentou excelente teor de sólidos solúveis totais ($^{\circ}\text{Brix}$ superior a 19%) e baixa produção de panículas. Nesse mesmo grupo pode ser categorizado o híbrido F2P 134, que apresentou uma produção de biomassa de 62 t ha^{-1} , acima do nível médio-alto de produção, com baixa produção de panícula e $^{\circ}\text{brix}$ de 14,4%. No segundo grupo, destacam-se a variedade Fepagro 19 e o híbrido CVSW198, com produção de biomassa de 54 t ha^{-1} e 56 t ha^{-1} , e $^{\circ}\text{Brix}$ de 15,5% e 16,1%, respectivamente. No entanto, essas duas cultivares tiveram uma maior produção de panículas (Tabela 4).

Tabela 4. Desempenho* de cultivares de sorgo sacarino na rede de ensaios RSSRS (Rede Sorgo Sacarino RS), na safra 2014/15, em municípios aptos (A) e não aptos (NA) para o cultivo da cana-de-açúcar no Rio Grande do Sul, com base no zoneamento de riscos climáticos, visando à produção de etanol no estado. Embrapa Clima Temperado, 2016.

Genótipo	Altura de Planta (cm)		Diâmetro do Colmo (mm)		Produção de Biomassa (t ha ⁻¹)		Produção de Panicula (t ha ⁻¹)		Sólidos Solúveis Totais [°Brix (%)]											
	A	NA	A	NA	A	NA	A	NA	A	NA										
BRS 506	286	d	296	a	18,1	a	16,1	a	37	b	58	a	3,8	b	4,0	b	17,0	a	12,4	a
BRS 509	286	d	301	a	17,9	a	15,9	a	34	b	55	a	3,4	b	3,7	b	18,6	a	11,2	b
BRS 511	273	d	269	a	16,2	a	15,4	a	50	b	61	a	4,7	b	5,4	a	19,2	a	13,5	a
Fepagro 17	320	c	307	a	17,9	a	15,6	a	48	b	56	a	6,1	b	6,1	a	13,1	b	11,6	b
Fepagro 19	308	c	287	a	18,7	a	14,9	a	54	a	57	a	8,2	a	6,5	a	15,5	a	12,4	a
Past 81-04	325	c	309	a	16,5	a	15,0	a	59	a	62	a	8,2	a	5,8	a	13,5	b	11,2	b
Past 29-51	325	c	302	a	18,9	a	15,8	a	62	a	56	a	8,7	a	6,2	a	12,2	b	10,8	b
Past 29-49	332	c	325	a	17,5	a	15,5	a	55	a	58	a	8,3	a	5,1	a	14,1	b	11,4	b
Sugargraze	296	d	287	a	19,3	a	15,4	a	42	b	55	a	5,3	b	7,8	a	10,5	b	8,7	c
SV81983	389	a	331	a	17,4	a	15,9	a	70	a	70	a	5,7	b	2,2	b	13,3	b	9,3	c
SV6009	383	a	331	a	21,7	a	15,4	a	70	a	69	a	5,1	b	2,2	b	13,2	b	9,8	c
CVSW568	369	a	317	a	20,9	a	15,1	a	62	a	62	a	10,3	a	5,9	a	13,4	b	11,0	b
CVSW198	349	b	309	a	17,8	a	14,9	a	56	a	59	a	7,3	a	7,0	a	16,1	a	12,3	a
F2P 134	354	b	309	a	18,4	a	14,8	a	62	a	62	a	5,7	b	4,2	b	14,4	b	11,6	b
Média	328		306		18,4		15,4		54,3		60		6,5		5,1		14,6		11,2	
CV (%)	5,0		7,5		9,6		7,0		18,2		12,4		31,7		37,0		11,8		9,8	
Locais (Nº)	3		4		2		4		3		4		3		4		2		4	

*: médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade de erro.

Aptos: Viamão, Taquari, Três de Maio; não aptos: Capão do Leão, Passo Fundo, Caxias do Sul, Vacaria.

Com foco na indicação de cultivares para áreas e municípios onde o cultivo da cana-de-açúcar não é possível (não aptos), situação em que o processamento do sorgo sacarino se daria em microdestilarias, não foi possível destacar cultivares na safra 2014/15, tendo em vista que nenhuma das cultivares avaliadas alcançou a meta mínima estabelecida para °Brix, ainda que todas tenham alcançado os limites mínimos para produção de biomassa. As mesmas cultivares destacadas para o grupo de ambientes aptos ao cultivo da cana-de-açúcar, BRS 511, Fepagro 19 e CVSW198, além da BRS 506, foram superiores para teor de sólidos solúveis totais, com °brix em torno de 12%. Novamente, os piores desempenhos, °Brix inferior a 10%, foram observados para cultivares híbridas.

Na safra 2015/16, última safra de condução dos ensaios da Rede Sorgo Sacarino RS (RSSRS), em que se avaliou menor número de cultivares, não houve diferença significativa para o grupo de municípios não aptos ao cultivo da cana-de-açúcar, com exceção para a variável produção de panículas (Tabela 5). Ao contrário das demais, a safra 2015/16 foi a única em que o desempenho médio de produção de biomassa das cultivares, no grupo de municípios não aptos, foi inferior ao limite mínimo preconizado, e também foi inferior ao desempenho médio de produção de biomassa observado no grupo de municípios aptos. As poucas cultivares que produziram em média mais de 50 t ha⁻¹ de biomassa, no grupo de municípios não aptos, não atingiram a meta mínima definida para a variável sólidos solúveis totais (°Brix), como ponto de equilíbrio para viabilidade econômica e eficiência de fermentação. Por outro lado, as únicas variedades, BRS 506 e 508, que alcançaram o patamar de °Brix superior a 14,25% tiveram uma produção de biomassa inferior a 50 t ha⁻¹.

Para o grupo de municípios aptos ao cultivo da cana-de-açúcar, com exceção da cultivar Sugargraze (único híbrido avaliado na safra 2015/16), que obteve um teor de sólidos solúveis totais inferior ao limite mínimo, todas as demais cultivares avaliadas alcançaram os

níveis mínimos de produtividade e qualidade preconizados para viabilizar economicamente a cultura do sorgo sacarino como matéria-prima para produção de etanol na entressafra da cana-de-açúcar (Tabela 5).

Cabe destacar, no entanto (Tabela 5), que as cultivares da série BRS (BRS 506, 508, 509 e 511) que tiveram uma produção de biomassa na faixa de 50 t ha^{-1} (nível médio-baixo de produção), classificadas no grupo “b”, também tiveram as menores produções de panículas (grupo “b”) e os maiores valores de sólidos solúveis totais, °brix superior a 18,7% (grupo “a”), ambos desempenhos altamente desejáveis quando o foco é a produção de etanol de primeira geração. Por outro lado, as cultivares que tiveram uma produção de biomassa acima de 60 t ha^{-1} (nível médio-alto de produção), classificadas no grupo “a”, também tiveram as maiores produções de panículas (grupo “a”) e os menores valores de sólidos solúveis totais, °brix na faixa de 15% (grupo “b”). Ou seja, deve-se ter cuidado quando parte do aumento na produção de biomassa se deve a uma maior produção de grãos, característica não desejada.

Com base na análise conjunta dos dados experimentais, considerando-se o conjunto de ambientes aptos e o conjunto de ambientes não aptos, avaliados nas quatro safras de condução da RSSRS, alguns aspectos relativos ao desempenho das cultivares tornaram-se evidentes.

Tabela 5. Desempenho* de cultivares de sorgo sacarino na rede de ensaios RSSRS (Rede Sorgo Sacarino RS), na safra 2015/16, em municípios aptos (A) e não aptos (NA) para o cultivo da cana-de-açúcar no Rio Grande do Sul, com base no zoneamento de riscos climáticos, visando à produção de etanol no estado. Embrapa Clima Temperado, 2016.

Genótipo	Altura de Planta (cm)		Diâmetro do Colmo (mm)		Produção de Biomassa (t ha ⁻¹)		Produção de Panicula (t ha ⁻¹)		Sólidos Solúveis Totais [°Brix (%)]	
	A	NA	A	NA	A	NA	A	NA	A	NA
BRS 506	287	b 283	A 16,6	a 15,7	a 54	b 39	a 1,4	b 3,5	b 19,2	a 14,5
BRS 508	318	a 289	A 13,7	b 15,8	a 51	b 47	a 1,2	b 4,1	b 21,0	a 15,4
BRS 509	272	b 287	a 15,4	a 17,3	a 52	b 45	a 1,3	b 4,0	b 18,9	a 13,6
BRS 511	281	b 273	a 14,1	b 16,8	a 54	b 55	a 1,5	b 3,9	b 18,7	a 13,2
Fepagro 17	319	a 278	a 15,2	a 17,1	a 66	a 51	a 2,7	a 5,5	a 14,9	b 11,6
Fepagro 19	325	a 276	a 15,5	a 16,6	a 68	a 49	a 3,4	a 5,5	a 15,2	b 12,0
Past 81-04	331	a 283	a 16,8	a 17,8	a 61	a 57	a 2,4	a 6,7	a 15,5	b 12,0
Past 29-51	325	a 281	a 16,2	a 17,0	a 72	a 49	a 3,1	a 6,1	a 15,7	b 11,7
Past 29-49	349	a 277	a 16,2	a 15,7	a 66	a 48	a 2,9	a 5,0	a 15,5	b 11,8
Sugargraze	322	a 285	a 16,1	a 17,2	a 67	a 52	a 2,6	a 6,1	a 13,9	b 9,9
Média	312	281	15,6	16,7	61	49	2,24	5,0	16,8	12,5
CV (%)	6,0	5,6	6,3	9,0	14,8	13,8	30,9	41,2	8,9	14,7
Locais (Nº)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3

*: médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade de erro.

Aptos: São Borja, Taquari, Três de Maio; não aptos: Capão do Leão, Pelotas, Veranópolis.

Grande parte das cultivares avaliadas revelaram um desempenho diferente quando cultivadas em ambientes aptos e não aptos ao cultivo da cana-de-açúcar, especialmente para as variáveis altura de planta e teor de sólidos solúveis totais, com diferenças significativas. O mesmo se verificou para a variável produção de panículas, ainda que diferenças significativas tenham sido demonstradas apenas para algumas cultivares (Tabela 6). De maneira geral, nos ambientes aptos ao cultivo da cana-de-açúcar, localizados na região central e noroeste do estado, as cultivares apresentaram em média maior altura de planta, menor produção de panícula e maior teor de sólidos solúveis totais (Tabela 6).

Esses resultados podem ser explicados, em parte, em função das características climáticas de cada grupo de ambientes. O grupo de municípios não aptos ao cultivo da cana-de-açúcar, com base no Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos (ZARC), onde os experimentos da RSSRS foram conduzidos, são municípios [com exceção de Pelotas (7 m) e de Capão do Leão (15 m)] de média e alta altitudes, variando de 452 m a 971 m. Nesses municípios, o predomínio de temperaturas noturnas mais baixas, que promovem economia de energia para a planta, favorece a produção de grãos, explicando por que a totalidade das variedades e parte dos híbridos avaliados nesse grupo de ambientes apresentaram maior produção de panículas, quando comparado ao desempenho dessas mesmas cultivares no grupo de ambientes aptos ao cultivo da cana-de-açúcar (todos de baixa altitude, < 343 m).

Tendo em vista que os grãos do sorgo sacarino drenam parte da produção de fotoassimilados, que seriam carregados para os colmos, para promover uma maior produção de sólidos solúveis totais e maiores teores de açúcares totais, a maior produção de panículas (e consequentemente de grãos), observada nos ambientes não aptos, também explica por que todas as cultivares avaliadas apresentaram menor teor de sólidos solúveis totais nessas condições. Para algumas

cultivares essa diferença de desempenho foi suficiente para afetar a meta mínima preconizada para a variável sólidos solúveis totais (14,24%), de modo que se possa atingir a viabilidade econômica e eficiência de fermentação, ainda que, estatisticamente, essas diferenças não tenham sido significativas para todas as cultivares (Tabela 6). Assim, cultivares que tendem a ter uma maior produção de panículas e de grãos não constituem boas opções de cultivo para ambientes não aptos ao cultivo da cana-de-açúcar.

Para a variável diâmetro do colmo, para a maioria das cultivares, não se verificou diferença de desempenho entre os dois grupos de municípios. Os híbridos avaliados apresentaram maior altura de planta, especialmente para o grupo de ambientes aptos ao cultivo da cana-de-açúcar. Da mesma forma, também apresentaram uma tendência de maior produção de panículas e menor teor de sólidos solúveis totais, em relação às variedades (Tabela 6).

Diante do exposto, e com base no desempenho médio ao longo das diferentes safras de avaliação, para os ambientes não aptos ao cultivo da cana-de-açúcar, situação em que se vislumbra o cultivo de sorgo sacarino para produção de etanol em microdestilarias, as melhores opções de cultivo, que atendem as metas mínimas preconizadas, são as variedades BRS 506 e BRS 511, pois apresentaram baixa produção de panículas, produção de biomassa de 58 t ha⁻¹ e 62 t ha⁻¹, respectivamente (nível médio-baixo e maio-alto de produção) e °Brix superior a 14,6%.

Para municípios não aptos ao cultivo da cana-de-açúcar, mostraram-se melhores opções de cultivo as variedades BRS 506 e BRS 511, que embora tenham ficado com produção média de biomassa, na faixa de 60 t ha⁻¹, apresentaram baixas produções de panículas e os maiores teores de sólidos solúveis totais. Também se mostraram excelentes opções a variedade Fepagro 19 e o híbrido CVSW198, que cumpriram os requisitos mínimos para as principais variáveis de produção e qualidade (Tabela 6).

As variedades da Fepagro, Past 81-04 e Past 29-49, que são variedades experimentais, apresentaram ótimo desempenho médio, para ambientes aptos ao cultivo da cana-de-açúcar, para as principais variáveis consideradas (produção de biomassa, produção de panículas e teor de sólidos solúveis totais), apresentando todos os requisitos para serem lançadas como novas cultivares de sorgo sacarino para cultivo na entressafra da cana-de-açúcar e/ou para áreas de reformas de canaviais no RS.

Conforme esperado, os resultados da RSSRS contribuíram de forma decisiva e significativa para indicação de cultivares de sorgo sacarino para o RS, bem como para determinação do Valor de Cultivo e Uso (VCU) de cultivares experimentais.

Por sua vez, espera-se que a indicação dessas cultivares de sorgo sacarino adaptadas às condições edafoclimáticas do estado e a consequente adoção dessa cultura pelos produtores gaúchos permitam a ampliação da produção de etanol e a descentralização da produção, contribuindo para que o estado se torne autossuficiente.

Vale ressaltar, entretanto, que a indicação de cultivares para o estado, por si só, não é suficiente para assegurar o estabelecimento e o desenvolvimento da cultura no RS. Há a necessidade de que seja adotado um sistema de produção sustentável e economicamente viável para o sorgo sacarino no estado.

Tabela 6. Análise conjunta* de cultivares de sorgo sacarino avaliadas por meio da rede de ensaios RSSRS (Rede Sorgo Sacarino RS), nas safras 2012/13, 2013/14, 2014/15 e 2015/16, por grupos de municípios, aptos (A) e não aptos (NA) para o cultivo da cana-de-açúcar no Rio Grande do Sul, com base no zoneamento de riscos climáticos, visando à produção de etanol no estado. Embrapa Clima Temperado, 2016.

Genótipo	Altura de Planta (cm)		Diâmetro do Colmo (mm)		Produção de Biomassa (t ha ⁻¹)		Produção de Panicula (t ha ⁻¹)		Sólidos Solúveis Totais [°Brix (%)]	
	A	NA	A	NA	A	NA	A	NA	A	NA
BRS 506	297 c A	279 b A	17 b A	18,0 a A	57 a A	58 b A	2,8 c A	4,5 b A	17,6 a A	15,0 a B
BRS 509	269 c A	289 b A	17 b B	17,9 a A	42 b A	53 b A	2,7 c A	4,1 b A	18,3 a A	13,5 b B
BRS 511	282 c A	277 b A	16 b A	18,9 a A	51 b A	62 b A	3,0 c A	4,7 b A	17,6 a A	14,6 a B
Fepagro 17	319 b A	286 b B	17 b A	17,8 a A	58 a A	57 b A	4,3 b B	6,4 a A	13,8 c A	13,1 b A
Fepagro 19	322 b A	280 b B	17 b A	17,0 a A	59 a A	52 b A	4,6 b A	6,4 a A	14,7 b A	12,8 b B
Past 81-04	325 b A	281 b B	17 b A	17,6 a A	58 a A	59 b A	5,3 b A	7,1 a A	14,8 b A	12,9 b B
Past 29-51	321 b A	273 b B	17 b A	17,3 a A	63 a A	54 b A	4,9 b B	7,4 a A	13,8 c A	11,9 c B
Past 29-49	333 b A	281 b B	16 b A	17,6 a A	59 a A	55 b A	5,5 b A	6,3 a A	14,8 b A	13,2 b A
Sugargraze	342 a A	284 b B	18 b A	18,2 a A	63 a A	62 b A	4,9 b A	6,3 a A	12,4 c A	11,0 c A
SV81983	370 a A	324 a B	18 b A	17,1 a A	66 a A	73 a A	5,7 b A	3,3 b B	13,3 c A	10,8 c B
SV6009	352 a A	324 a A	20 a A	17,1 a B	66 a B	78 a A	5,1 b A	3,9 b A	12,5 c A	11,2 c A
CVSW568	347 a A	296 b B	19 a A	16,7 a B	59 a A	60 b A	8,4 a A	6,7 a A	13,6 c A	12,3 c A

Continua...

...Continuação da Tabela 6

Genótipo	Altura de Planta (cm)		Diâmetro do Colmo (mm)		Produção de Biomassa (t ha ⁻¹)		Produção de Panicula (t ha ⁻¹)		Sólidos Solúveis Totais [°Brix (%)]	
	A	NA	A	NA	A	NA	A	NA	A	NA
Média geral	324	290	17	17,5	58	60	4,9	5,7	14,8	12,7
Média varied.	309	281	17	18	56	56	4	6	16	13
Média híbridos	350	305	19	17	61	66	6	5	13	12
CV (%)	6,1	2,9	6,4	6,1	11,2	8,1	29,9	14,4	5,5	6,2

*: médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e de mesma letra maiúscula na linha, para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott, a 5% de probabilidade de erro.
Aptos: Viamão, Taquari, Santa Maria, São Borja, Santa Rosa e Três de Maio; não aptos: Capão do Leão, Pelotas, Caxias do Sul, Veranópolis, Vacaria, Passo Fundo, Cruz Alta e Júlio de Castilhos.

Conclusões

Para produção de etanol na entressafra da cana-de-açúcar e/ou em áreas de reformas de canaviais no RS, as cultivares de sorgo sacarino BRS 506, BRS 511, Fepagro 19 e CVSW198 são as melhores opções de cultivo.

Para produção de etanol em áreas não aptas ao cultivo da cana-de-açúcar (com base no ZARC), as cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e BRS 511 são as melhores opções de cultivo.

Referências

ALMODARES, A.; HADI, M. R.; RANJBAR, M.; TAHERI, R. The effects of nitrogen treatments, cultivars and harvest stages on stalk yield and sugar content in sweet sorghum. **Asian Journal of Plant Science**, v. 6, n. 2, p. 423-426, 2007.

BRASIL. Portaria 332, de 1 de dezembro de 2009. Divulga o Zoneamento Agrícola de Risco Climático para cultura da cana de açúcar no Rio Grande do Sul. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 02 dez. 2009. Seção 1.

CHANNAPPAGAUDAR, B. B.; BIRADAR, N. R.; PATIL, J. B.; HIREMATH, S. M. Assessment of sweet sorghum genotypes for cane yield, juice characters and sugar levels. **Karnataka Journal of Agricultural Sciences**, v. 20, n. 2, p. 294-296, 2007.

CONAB. Comparativo de área, produção e produtividade (cana-de-açúcar). Avaliação da safra agrícola 2015/16 Quarto levantamento, 2016. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 22 set. 2016.

CRUZ, C. D. **Programa Genes**: versão Windows: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, MG: UFV, 2001. 648 p.

DURÃES, F. O. M.; MAY, A.; PARRELLA, R. A. C. **Sistema Agroindustrial do Sorgo Sacarino no Brasil e a Participação Público-Privada:** oportunidades, perspectivas e desafios. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 138). 76 p.

EMYGDIO, B. M. Desempenho da cultivar de sorgo sacarino BR 506 visando a produção de etanol em dois ambientes contrastantes. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 17, n. 1, p. 45-51, 2011a.

EMYGDIO, B. M.; PARRELLA, R. A. da C.; TARDIN, F. D.; MENEZES, C. B.; FACCHINELLO, P. H. K.; BARROS, L.; OLIVEIRA, L. N. de. Desempenho de cultivares de sorgo sacarino em solos hidromórficos visando a produção de etanol. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 17, n. 1, p. 53-59, 2011 b.

EMYGDIO, B. M.; ROSA, A. P. S. A.; STOHRICK, L.; FACCHINELLO, P. H.; BARROS, L. **Épocas de semeadura para cultivar de sorgo sacarino BRS 506 visando à produção de etanol na metade sul do RS.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2015. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa, 237.) 29 p.

LINGLE, S. E. Opportunities and challenges of sweet sorghum as a feedstock for biofuel. In: SUSTAINABILITY of the sugar and sugar-ethanol industries. Washington: American Chemical Society, 2010. Cap. 11, 177-188.

MAKRANTONAKI, M. S.; PAPALEXIS, D.; NAKOS, N.; KALAVROUZOTIS, I. K. Effect of modern irrigation methods on growth and energy production of sweet sorghum (var. Keller) on a dry year in Central Greece. **Agricultural Water Management**, v. 90, p.181–189, 2007.

MAY, A.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; SILVA, A. F.; PEREIRA FILHO, I. A. Manejo e tratos culturais. In: MAY, A.; DURÃES, F. O. M.; PEREIRA FILHO, I. A.; SCHAFFERT, R. E.; PARRELLA, R. A. C. (Ed.). **Sistema**

Embrapa de Produção Agroindustrial de Sorgo sacarino para Bioetanol Sistema BRS1G - Tecnologia Qualidade Embrapa. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 139). p. 34-42.

MIRANDA, R. A. Custo de produção. In: MAY, A.; DURÃES, F. O. M.; PEREIRA FILHO, I. A.; SCHAFFERT, R. E.; PARRELLA, R. A. C. (Ed.). **Sistema Embrapa de Produção Agroindustrial de Sorgo sacarino para Bioetanol Sistema BRS1G - Tecnologia Qualidade Embrapa.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 139). p. 106-118.

PARRELLA, R. A. C.; SCHAFFERT, R. E. Cultivares. In: MAY, A.; DURÃES, F. O. M.; PEREIRA FILHO, I. A.; SCHAFFERT, R. E.; PARRELLA, R. A. C. (Ed.). **Sistema Embrapa de Produção Agroindustrial de Sorgo sacarino para Bioetanol Sistema BRS1G - Tecnologia Qualidade Embrapa.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 139). p. 14-22.

SCHAFFERT, R. E.; PARRELLA, R. A. C. Planejamento industrial. In: MAY, A.; DURÃES, F. O. M.; PEREIRA FILHO, I. A.; SCHAFFERT, R. E.; PARRELLA, R. A. C. (Ed.). **Sistema Embrapa de Produção Agroindustrial de Sorgo sacarino para Bioetanol Sistema BRS1G - Tecnologia Qualidade Embrapa.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 139). p. 85-92.

WRANG, F.; LIU, C. Development of an economic refining strategy of sweet sorghum in the inner Mongolia region of China. **Energy Fuels**, v. 23, p. 4137-4142, 2009.

WORTMANN, C. S.; LISKA, A. J.; FERGUSON, R. B.; LYON, D. J.; KLEIN, R. N.; DWEIKAT, I. Dryland performance of sweet sorghum and grain crops for biofuel in Nebraska. **Agronomy Journal**, v. 102, n. 1, p. 319-326, 2010.



Clima Temperado

MINISTÉRIO DA
**AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO**

