

**Desempenho de Cultivares de Sorgo
Sacarino em Solos Hidromórficos
Visando a Produção de Etanol
– Safra 2011/12**



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

Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 188

Desempenho de Cultivares de Sorgo Sacarino em Solos Hidromórficos Visando a Produção de Etanol – Safra 2011/12

Beatriz Marti Emygdio
Rafael A. da C. Parrella
Paulo Henrique Facchinello
Lilian Barros
Lucas Nunes de Oliveira

Embrapa Clima Temperado
Pelotas, RS
2014

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

Home page: www.cpact.embrapa.br

E-mail: cpact.sac@embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Ariano Martins de Magalhães Júnior

Secretária-Executiva: Bárbara Chevallier Cosenza

Membros: Márcia Vizzotto, Ana Paula Schneid Afonso, Giovani Theisen, Luis Antônio Suíta de Castro, Flávio Luiz Carpena Carvalho, Regina das Graças Vasconcelos dos Santos.

Suplentes: Isabel Helena Vernetti Azambuja, Beatriz Marti Emygdio

Supervisão editorial: Antônio Luiz Oliveira Heberlê

Revisão de texto: Ana Luiza B. Viegas

Normalização bibliográfica: Fábio Cordeiro

Editoração eletrônica e capa: Renata Abreu Serpa

Foto da Capa: Beatriz Emygdio

1a edição (2014)

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

Desempenho de cultivares de sorgo sacarino em solos hidromórficos, visando a produção de etanol-safra 2011/12 / Beatriz Marti Emygdio et al. – Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014.

20 p. (Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 1678-2518, 188)

1. Sorgo. 2. Melhoramento Genético Vegetal. 3. Bioenergia. 4. Biocombustível. 5. Etanol. I. Emygdio, Beatriz Marti. II. Parrella, Rafael A. da C. III. Facchinello, Paulo Henrique. IV. Barros, Lilian. V. Oliveira, Lucas Nunes de. VI. Série.

Sumário

Resumo	5
Abstract	7
Introdução	9
Metodologia.....	10
Resultados e Discussão.....	11
Considerações Finais	16
Referências	17

Desempenho de Cultivares de Sorgo Sacarino em Solos Hidromórficos Visando a Produção de Etanol – Safra 2011/12

Beatriz Marti Emygdio¹

Rafael A. da C. Parrella²

Paulo Henrique Facchinello³

Lilian Barros⁴

Lucas Nunes de Oliveira⁵

Resumo

O sorgo sacarino é uma cultura rústica com aptidão para cultivo em áreas tropicais, subtropicais e temperadas. Apresenta ampla adaptabilidade e tolerância a estresses abióticos. A rapidez do ciclo de produção, a elevada produção de biomassa e as facilidades de mecanização da cultura colocam o sorgo sacarino como uma excelente matéria-prima para produção de etanol. No RS existem cerca de 5 milhões de hectares de solos sujeitos ao encharcamento (solos hidromórficos), que poderiam ser incorporados ao processo produtivo. Com o objetivo de avaliar o desempenho de 25 cultivares de sorgo sacarino em condições de solos hidromórficos, na região sudeste do Rio Grande do Sul, desenvolveu-se o presente trabalho. Os resultados observados são promissores, considerando a cultura do sorgo sacarino como cultura complementar à cana-de-açúcar, sendo colhida na entressafra desta para evitar que as usinas fiquem ociosas.

¹ Bióloga, D.Sc., pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, beatriz.emygdio@embrapa.br

² Engenheiro-agrônomo, D.Sc., pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, rafael.parrella@embrapa.br

³ Acadêmico de Agronomia, UFPel, paulof.agrotec@yahoo.com.br

⁴ Acadêmica de Agronomia, UFPel, lilianmbarros@gmail.com

⁵ Acadêmico de Engenharia Agrícola, UFPel, lucas.nunesdeoliveira@yahoo.com.br

6 Desempenho de Cultivares de Sorgo Sacarino em Solos Hidromórficos visando a Produção de Etanol – Safra 2011/12

Palavras-chave: melhoramento genético, agroenergia, biocombustíveis, álcool.

Performance of Sweet Sorghum Cultivars in Hydromorphic Soils Aiming Ethanol Production – Crop Season 2011/12

Abstract

Sweet sorghum is a rustic crop, well adapted to tropical, subtropical and temperate regions. It has wide adaptability and tolerance to abiotic stress. Due to its rapid growth rate, high biomass yields and the completely mechanized crop facilities, sweet sorghum has been considered an excellent raw material to ethanol production. Covering regions with high water logging probability soils in Rio Grande do Sul state is about 5 million hectares. These low-land areas are suited to be incorporated into the production system. Aiming to evaluate the performance of 25 sweet sorghum cultivars in Southeast Rio Grande do Sul under hydromorphic soil conditions, the present work was carried out. Promising results were obtained from the stand point that sweet sorghum can be considered as a complementary crop to sugarcane, since it can be harvested in a moment in which the sugarcane-derived alcohol distilleries are not on use.

Keywords: *genetic breeding, agroenergy, biofuels, alcohol*

Introdução

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 da demanda nacional. No entanto, considerando 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.

Com a publicação, em 2009, do Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura da cana-de-açúcar no Rio Grande do Sul (BRASIL, 2009), mais de 1,5 milhão de hectares gaúchos foram considerados aptos para produção de cana-de-açúcar em grande escala. Diante deste novo cenário, o RS, que é deficitário na produção de etanol, passou a vislumbrar a possibilidade de se tornar um grande produtor e alcançar a autosuficiência. No entanto, as áreas de várzea do estado (solos hidromórficos), que ocupam cerca de 5 milhões de hectares, em sua maioria, não foram contempladas no Zoneamento de Risco Climático para cana-de-açúcar.

Dentre as diversas matérias-primas renováveis disponíveis para produção de etanol, especial destaque vem sendo dado ao sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), que é uma cultura rústica com aptidão para cultivo em áreas tropicais, subtropicais e temperadas. Apresenta ampla adaptabilidade, tolerância a estresses abióticos e pode ser cultivado em diferentes tipos de solos (DAJUI, 1995; PRASAD et al., 2007). Segundo Dajui (1995) e Makrantonaki et al. (2007), o sorgo sacarino apresenta, além de ampla adaptabilidade, resistência a solos salinos-alcálinos e resistência ao encharcamento.

Além disso, o sorgo sacarino tem sido apontado como uma das matérias-primas renováveis capaz de contribuir para o aumento da competitividade do etanol brasileiro, seja para uso como cultura complementar à cana-de-açúcar e/ou para plantio em áreas consideradas marginais para a cana-de-açúcar, ou ainda para áreas

que não tenham sido contempladas no Zoneamento de Risco Climático para a cultura.

Diante deste contexto, o programa de melhoramento de sorgo sacarino da Embrapa foi reativado recentemente e novas cultivares estão sendo avaliadas em diferentes regiões do Brasil. RAUPP et al. (1980) avaliaram diversas cultivares de sorgo sacarino na região de sudeste do Rio Grande do Sul, no final da década de 1970, e de acordo com os resultados obtidos, consideraram o sorgo sacarino como uma das alternativas mais promissoras para produção de etanol no estado. Assim, dentro desta perspectiva de descentralizar a produção de etanol e de incorporar novas áreas aos sistemas produtivos, realizou-se o presente trabalho com o objetivo de avaliar o desempenho de cultivares de sorgo sacarino em condições de solos hidromórficos, na região sudeste do Rio Grande do Sul.

Metodologia

Na safra 2011/12 cultivares de sorgo sacarino foram avaliadas em solos hidromórficos, em planossolo háplico, no município de Capão do Leão RS. O experimento foi conduzido na Estação Experimental Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado. O delineamento experimental usado foi de blocos casualizados, com três repetições. As parcelas experimentais foram constituídas de quatro linhas de 5 m, espaçadas em 0,7 m. Como área útil, para as avaliações agrônômicas, foram colhidas as duas linhas centrais.

A semeadura foi realizada em 04 de dezembro de 2011 e a colheita foi feita em 30 de abril de 2012. A densidade de plantio adotada foi de 140 mil plantas ha^{-1} e a adubação de base foi de 400 kg ha^{-1} da fórmula 10-20-10 e 430 kg ha^{-1} de ureia em cobertura.

Para estudar o potencial do sorgo sacarino para produção de etanol no RS, as cultivares foram avaliadas quanto aos caracteres: dias para o florescimento (FL), altura de plantas (AP), número de plantas acamadas (AC) e quebradas (QB) por parcela, produção de massa

verde (PMV, sendo folhas + colmo (t ha^{-1}), produção de panícula (PP), sólidos solúveis totais ($^{\circ}$ brix), produção de caldo (L t^{-1}), extraído a partir da massa verde e porcentagem de extração de caldo (EC).

Para a extração do caldo foram colhidas ao acaso oito plantas inteiras, sem panículas. Essas plantas foram desintegradas e homogeneizadas. Posteriormente, retirou-se uma subamostra de $500 \pm 0,5$ g para extração do caldo em prensa hidráulica, com pressão mínima e constante de 250 kgf cm^{-2} sobre a amostra, durante o tempo de um minuto. O caldo extraído da amostra de 500g teve seu peso (g) e volume (mL) determinados e também foi usado para determinação dos sólidos solúveis totais ($^{\circ}$ brix), em refratômetro digital.

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 condução das análises estatísticas usou-se o programa Genes, versão Windows (CRUZ, 2001).

Resultados e Discussão

Os dados de precipitação pluviométrica da safra 2011/12, durante o período de condução do experimento, encontra-se na Tabela 1. Ao contrário das safras anteriores, 2009/10 e 2010/11, onde a distribuição de chuvas foi relativamente homogênea durante o período de cultivo, totalizando uma precipitação de 766,9 mm para a safra 2009/10 e de 599,9 mm para a safra 2010/11 (EMYGDIO et al., 2011), a safra 2011/12 foi marcada por forte estiagem, com apenas 400,6 mm acumulados durante o período de condução do experimento.

Tabela 1. Precipitação pluviométrica mensal* (mm) e respectivas normais, durante o período de cultivo do sorgo sacarino em solos hidromórficos, no município do Capão do Leão, RS, na safra 2011/12. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2012.

Safra/mês	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril
2011/12	53,7	73,6	171,9	49,0	52,4
Normal**	103,2	119,1	153,3	97,4	100,3

* Estação Agroclimatológica de Pelotas (Capão do Leão) – <http://www.cpact.embrapa.br/agromet/estacao/estacao.html>** As médias (normais) apresentadas referem-se ao período de 1961/90.

A análise estatística revelou diferenças significativas para todos os caracteres avaliados (Tabela 2). Os genótipos avaliados mostraram-se bastante distintos quanto ao número de dias da semeadura ao florescimento, que variou de 82 a 100 dias. A altura média de plantas variou de 183 cm a 287 cm (Tabela 2). Para ambos caracteres e para o mesmo grupo de genótipos, avaliados em MG, Parrela e Schaffert (2012) observaram valores bem diferentes. Em média, os genótipos apresentaram ciclo mais curto (entre 63 e 80 dias para floração) e porte mais alto (entre 260 e 295 cm).

O caráter altura de plantas é muito importante quando se avalia cultivares de sorgo sacarino, visando à produção de etanol, tendo em vista que a produção de colmos, que é um dos componentes primários da produção de biomassa, está diretamente correlacionada com o caráter altura de plantas (AUDILAKSHMI et al., 2010; MURRAY et al., 2008). Correlações extremamente importantes também já foram identificadas entre altura de planta e produção de açúcares em cultivares de sorgo sacarino (RITTER et al., 2008), reforçando a importância deste caráter no melhoramento de cultivares para produção de etanol.

Da mesma forma o caráter dias para o florescimento foi positivamente correlacionado com produção de sacarose, biomassa e produção de colmos (RITTER et al., 2008; MURRAY et al., 2008).

Para o caráter produção de massa verde verificou-se valores entre 25 t ha⁻¹ e 48 t ha⁻¹, tendo a média do ensaio ficado em 38 t ha⁻¹ (Tabela 2).

Esses valores estão de acordo com os observados por Emygdio et al. (2011), para um conjunto de variedades avaliadas na mesma área, em safras anteriores e por Raupp et al. (1980), que também conduziram experimentos com sorgo sacarino em áreas de várzea.

Segundo Durães et al. (2012) para inserção e expansão da cultura do sorgo sacarino na agenda do setor sucroenergético, de forma competitiva, as cultivares de sorgo sacarino devem produzir, entre outros parâmetros, no mínimo 50 t ha⁻¹ de biomassa verde. Conforme Tabela 2, nenhum dos genótipos avaliados alcançou essa referência de produção. O não atingimento desta meta alvo na safra 2011/12, pode ser atribuído, em parte, à forte estiagem observada durante o desenvolvimento da cultura (Tabela 1) e, em parte, ao fato de o ensaio ter sido conduzido em solos hidromórficos (áreas de várzeas), que são áreas consideradas marginais para a cultura do sorgo. No entanto, Teixeira et al. (1999), que também conduziram experimentos com sorgo sacarino em áreas de várzea, em SP, obtiveram melhores resultados. A produção média de massa verde nos ensaios conduzidos por eles variou de 38,9 t ha⁻¹ a 52,7 t ha⁻¹.

O caráter produção de massa verde está diretamente relacionado com altura de plantas e diâmetro do colmo, que, por sua vez, são caracteres altamente influenciáveis pelas condições ambientais e pelas práticas de manejo adotadas, especialmente arranjo de plantas (densidade populacional e espaçamento entre linhas), época de plantio e adubação. Grande parte dos genótipos classificados no grupo superior para produção de massa verde, com raras exceções, também apresentaram altura de planta acima da média do ensaio, confirmando a real influência deste caráter sobre a produção de massa verde (Tabela 2).

O acamamento e o quebramento de plantas também são fortemente influenciados pela altura de plantas e pelo diâmetro do colmo, mas preponderantemente pela produção de panículas. Na Tabela 2 é possível observar que os genótipos CMSXS647, CMSXS644, CMSXS635, V82392, V82391 e V82393, que apresentaram problemas de plantas acamadas e quebradas, também apresentaram elevados valores para o caráter altura de plantas e produção de panículas.

Tabela 2. Dados médios* de dias para o florescimento (FL), altura de plantas (AP), número de plantas acamadas (AC) e quebradas (QB) por parcela, produção de massa verde (PMV), produção de panícula (PP), produção de caldo (PC), porcentagem de extração de caldo (EC) e teor de brix (° Brix) de cultivares de sorgo sacarino, visando a produção de etanol, em ensaio conduzido em solos hidromórficos no município de Capão do Leão, RS, na safra 2011/12. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2012.

Genótipo	FL (dias)		AP (cm)		AC/ QB (Nº)	PMV (t ha ⁻¹)		PP (t ha ⁻¹)		PC (L t ⁻¹)		EC (%)		°Brix (%)	
CMSXS647	84	c	260	a	8/4	48	a	3,3	b	557	a	60,0	a	11,0	a
CMSXS644	92	b	287	a	3/4	48	a	3,1	b	490	c	52,8	b	6,7	c
CMSXS639	91	b	260	a	-	47	a	4,5	b	563	a	59,7	a	10,5	a
CMSXS648	91	b	260	a	-	47	a	3,8	b	523	b	55,7	b	10,2	a
XBSW80007	86	c	287	a	-	46	a	6,5	a	430	d	45,6	d	8,7	b
BRS506	95	a	263	a	-	44	a	3,6	b	527	b	56,7	a	10,4	a
CMSXS643	100	a	253	b	-	44	a	3,0	c	487	c	53,1	b	11,3	a
BRS 511	92	b	240	b	-	42	a	2,2	c	520	b	56,0	b	10,7	a
CMSXS630	97	a	243	b	-	41	a	2,1	c	463	d	50,4	c	11,4	a
XBSW80147	92	b	257	b	-	39	a	7,1	a	490	c	50,4	c	6,4	c
Sugargraze	84	c	257	b	-	39	a	3,0	c	507	b	53,2	b	7,4	b
CMSXS646	88	c	260	a	-	39	a	7,3	a	460	d	50,3	c	10,9	a
BRS507	95	a	247	b	-	38	a	3,6	b	460	d	49,2	c	10,5	a
CMSXS636	82	c	267	a	-	38	a	4,1	b	550	a	58,0	a	9,2	a
CMSXS635	94	a	267	a	0/4	37	a	5,5	a	553	a	58,9	a	7,5	b
V82392	86	c	280	a	10/20	37	a	6,2	a	527	b	54,5	b	6,1	c
BR505	91	b	247	b	-	36	b	2,5	c	503	b	54,0	b	10,6	a
V82391	85	c	267	a	10/10	36	b	6,7	a	527	b	55,2	b	7,4	b
CMSXS637	88	c	230	b	-	33	b	2,6	c	420	d	46,0	d	10,7	a
BRS 508	92	b	250	b	-	31	b	1,9	c	460	d	49,5	c	12,3	a
V82393	82	c	270	a	15/21	31	b	5,9	a	493	c	51,5	c	6,2	c
CMSXS633	92	b	237	b	-	30	b	2,7	c	450	d	48,5	c	7,9	b
BRS601	85	c	243	b	-	30	b	6,3	a	547	a	53,9	b	8,3	b
CMSXS629	94	a	253	b	-	28	b	2,1	c	513	b	54,7	b	12,3	a

BR501	92	b	183	c	-	25	b	3,8	b	497	c	53,1	b	9,5	a
Média	90		255			38		4,1		501		53		9,4	
CV (%)	2,7		6,1			15,3		16,3		5,2		4,3		10,7	

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

- : ausência de plantas acamadas e quebradas na parcela.

Quando objetiva-se a produção de etanol, cultivares de sorgo sacarino com elevada produção de panículas e de grãos não são desejáveis. Os grãos, além de drenarem parte da produção de fotoassimilados, que seriam translocados para o colmo, para uma maior produção de sólidos solúveis totais e maiores teores de açúcares, também favorecem o acamamento (PARRELLA; SCHAFFERT, 2012). A produção de grãos em cultivares de sorgo sacarino tem sido negativamente correlacionada com a produção de açúcares (RITTER et al., 2008).

Para o caráter produção de caldo, os genótipos foram separados em quatro grupos. É interessante destacar que os genótipos CMSXS647, CMSXS639, CMSXS636, CMSXS635 e BRS601, classificados no grupo superior “a”, não foram exatamente os genótipos que se destacaram para produção de massa verde (Tabela 2). Segundo Parrella e Schaffert (2012) quanto maior o rendimento de colmos, maior será a produção de caldo por hectare e consequentemente maior será o volume de etanol. No entanto, alguns genótipos que não se destacaram para produção de massa verde, que é uma variável que tem a produção de colmos como principal componente, destacaram-se para produção de caldo, como por exemplo BRS601 (Tabela 2). Esta observação demonstra que não basta um genótipo apresentar uma excelente produção de colmos se estes não forem ricos em caldo. Segundo Audilakshmi et al. (2010) as variáveis produção de colmos, altura de plantas e produção de caldo estão associadas com uma alta produção de etanol. Da mesma forma, Ratnavathiet al. (2010) observaram correlações positivas entre produção de caldo e produção de etanol. Assim, para que se maximize a produção de etanol por hectare é preciso associar altas produtividades de colmos, elevada produção de caldo por tonelada de colmos e, ainda, que este caldo seja rico em

açúcares.

Para porcentagem de extração de caldo encontrou-se valores entre 45,6% e 60%, sendo de 53% a média dos genótipos. (Tabela 2). Valores semelhantes foram observados por Wrang e Liu (2009) e Emygdio et al. (2011). As porcentagens médias de extração de caldo observadas por Channappagoudar et al. (2007) e por Ratnavathi et al. (2010), no entanto, foram inferiores, respectivamente, 33% e 45%.

O teor de brix das cultivares avaliadas foi extremamente baixo, variando de 6,1% a 12,3%. Para o mesmo conjunto de cultivares, em safras anteriores, EMYGDIO et al. (2011) observaram valores bem superiores e, da mesma forma, PARRELLA et al. (2010) para experimentos conduzidos nas regiões Sudeste e Centro-Oeste. Em razão da complexidade deste caráter, que está diretamente relacionado com o estágio de desenvolvimento da planta, com a época de semeadura e com a forma como a análise é conduzida, variações extremamente amplas são encontradas na literatura (CHANNAPPAGOUDAR et al., 2007; ALMODARES et al., 2007).

Considerações Finais

Considerando-se o conjunto de caracteres agrônômicos e industriais avaliados, visando a produção de etanol em áreas de várzea, destacaram-se as cultivares experimentais de sorgo sacarino CMSXS647 e CMSXS639, e as cultivares comerciais BRS 506 e BRS 511, que melhor combinaram produção de massa verde (acima de 40 t ha⁻¹), elevada produção de caldo (acima de 500 L t⁻¹), boa porcentagem de extração de caldo (acima de 55%), teor de brix acima de 10 % e baixo peso de panícula (Tabela 2).

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.

AUDILAKSHMI, S.; MALL A. K.; SWARNALATHA, M.; SEETHARAMA, N. Inheritance of sugar concentration in stalk (brix), sucrose content, stalk and juice yield in sorghum. **Biomass and Bioenergy**, Oxford, v. 34, p. 813-820, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria n. 332 de 01 de Dezembro de 2009. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 02 dez. 2009. Seção 1.

CHANNAPPAGOUDAR, 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.

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

DAJUI, L. **Developing sweet sorghum to meet the challenge of food, energy and environment**. 1995. Disponível em: <<http://www.sustainable-agro.com>>. Acesso em: 01 abr. 2008.

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.; 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**, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 53-59, 2011.

MAKRANTONAKI, M. S.; PAPALEXIS, D.; NAKOS, N.; AND 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**, Amsterdam, v. 90, p. 181–189, 2007.

MURRAY, S. C.; SHARM, A.; ROONEY, W. L.; KLEIN, P. E.; MULLET, J. E.; MITCHELL, S. E.; KRESOVICH, S. Genetic Improvement of Sorghum as a Biofuel Feedstock: I. QTL for Stem Sugar and Grain Nonstructural Carbohydrates. **Crop Science**, Madison, v. 48, p. 2165-2179, 2008.

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. **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.

PARRELLA, R. A. da C.; MENEGUCI, J. L. P.; RIBEIRO, A.; SILVA, A. R.; PARRELLA, N. N. L. D.; RODRIGUES, J. A. DOS S.; TARDIN, F. D.; SCHAFFERT, R. E. Desempenho de cultivares de sorgo sacarino em diferentes ambientes visando a produção de etanol. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28., 2010, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2010. p. 2858-2866. CD-ROM.

PRASAD, S.; SINGH, A.; JAIN, N.; JOSHI, H.C. Ethanol production from sweet sorghum syrup for utilization as automotive fuel in India. **Energy Fuels**, v.21, n.4, p. 2415–2420, 2007.

RATNAVATHI, C. V.; SURESH, K.; VIJAY KUMAR, B. S.; PALLAVI, M.; KOMALA, V. V.; SEETHARAMA, N. Study on genotypic variation for ethanol production from sweet sorghum juice. **Biomassa and Bioenergy**, Oxford, v. 34, n. 1, p. 947-952, 2010.

RAUPP, A. A. A.; CORDEIRO, D. S.; PETRINI, J. A.; PORTO, M. P.; BRANÇÃO, N.; SANTOS FILHO, B. G. **A cultura do sorgo sacarino na região sudeste do Rio Grande do Sul**. Pelotas : EMBRAPA-UEPAE de Pelotas / UFPEL, 1980. 16 p. (EMBRAPA-UEPAE de Pelotas. Circular técnica, 12).

RITTER, K. B.; JORDAN, D. R.; CHAPMAN, S. C.; GODWIN, I. D.; MACE, E. S. ; LYNNE, C. Identification of QTL for sugar-related traits in a sweet 3 grain sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) recombinant inbred population. **Molecular Breeding**, Dordrecht, v. 22, n. 3, p. 367-384, 2008.

TEIXEIRA, C. G.; JARDINI, J. G.; NICOLELLA, G.; ZARON, M. H. Influência da época de corte sobre o teor de açúcares de colmos de sorgo sacarino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 9, p. 1601-1606, 1999.

20 Desempenho de Cultivares de Sorgo Sacarino em Solos Hidromórficos visando a Produção de Etanol – Safra 2011/12

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.



CGPE 10735

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

