

Desempenho de cultivares de sorgo sacarino visando à produção de etanol em solos hidromórficos¹

Beatriz Marti Emygdio², Rafael A. da C. Parrella³, Robert Eugene Schaffert⁴,
Flávio D. Tardin⁵, Cícero B. Menezes⁶, Paulo Henrique Facchinello⁷,
Lucas Nunes de Oliveira⁸, Lilian Barros⁹

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. Estima-se que haja no Brasil cerca de 28 milhões de hectares de solos sujeitos a encharcamento (solos aluviais e hidromórficos), sendo que cerca de 5,4 milhões de hectares estão no Rio Grande do Sul e poderiam ser incorporadas 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. No entanto, quando o objetivo é usar o sorgo sacarino como cultura exclusiva, para uso em microdestilarias, estudos de viabilidade econômica, com base na produção de sorgo sacarino em áreas de várzeas, devem ser considerados, tendo em vista a menor produção de massa verde observada nessas condições.

Palavras-chave: melhoramento genético, agroenergia, biocombustível, álcool

Performance of sweet sorghum cultivars to ethanol production at hydromorphic soils

Abstract – Sweet sorghum is a rustic crop, well adapted to tropical, sub-tropical 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 as an excellent raw material to ethanol production. Cropping area in Brazil is about 28 million hectares covering regions with high water logging probability soils, from which 5.4 million hectares are located in the Rio Grande do Sul State and are suited to be incorporated into the production system. Aiming to evaluate the performance of 25 sweet sorghum cultivars under Southeast Rio Grande do Sul hydromorphic soil conditions, the present work was designed. 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 under use. However, under the assumption of sweet sorghum as the sole crop to alcohol production from micro-distilleries in hydromorphic soil regions found in low-land areas, more in-depth studies on economic feasibility must be undertaken due to the lower biomass yields there obtained.

Key words: genetic breeding, agroenergy, biofuel, alcohol

¹ Manuscrito submetido em 12/07/2011 e aceito para publicação em 20/12/2011

² Bióloga, Dr^a., Pesquisadora da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, *E-mail:* beatriz.emygdio@cpact.embrapa.br

³ Eng. Agrôn., Dr., Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, *E-mail:* parrella@cnmps.embrapa.br

⁴ Eng. Agrôn., Dr., Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, *E-mail:* schaffer@cnmps.embrapa.br

⁵ Eng. Agrôn., Dr., Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, *E-mail:* tardin@cnmps.embrapa.br

⁶ Eng. Agrôn., Dr., Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, *E-mail:* cicero@cnmps.embrapa.br

⁷ Graduando em Engenharia Agrícola, UFPEL, RS, *E-mail:* paulof.agrotec@yahoo.com.br;

⁸ Graduando em Engenharia Agrícola, UFPEL, RS, *E-mail:* lucas.nunesdeoliveira@yahoo.com.br;

⁹ Graduanda em Agronomia, UFPEL, RS, *E-mail:* lilianbarros@gmail.com

Introdução

Entre as alternativas para diversificação da matriz energética, o etanol é tido como uma das mais promissoras. No Brasil, a produção de etanol está alicerçada na cultura da cana-de-açúcar. No entanto, 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.

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; PRA-SAD et al., 2007).

Como cultura alternativa para produção de etanol, o sorgo sacarino apresenta características muito semelhantes às da cana-de-açúcar, especialmente em relação à elevada produção de biomassa e à composição de açúcares fermentáveis presentes no caldo (MOHITE e SIVARAMAN, 1984). A cultura do sorgo sacarino pode ser estabelecida e colhida durante a entressafra da cana-de-açúcar e apresenta facilidades de mecanização.

O sorgo sacarino é cultivado em 99 países, em uma área de 44 milhões de hectares, especialmente em áreas pobres e semi-áridas (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 vem sendo desenvolvidos com a cultura nesses países (WRANG e LIU, 2009; CHANNAPPAGAUDAR et al., 2007; WORTMANN et al., 2010; ALMODARES et al., 2007). 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.

No Brasil, em razão da retomada pela demanda de fontes alternativas para produção de etanol, o programa de melhoramento de sorgo sacarino da Embrapa Milho e Sorgo foi reativado recentemente e diversas cultivares estão sendo avaliadas em diferentes regiões do Brasil.

Estima-se que haja no Brasil cerca de 28 milhões de hectares de solos sujeitos a encharcamento (solos aluviais e hidromórficos) (MAGALHÃES et al., 2005). Grande parte dessas áreas encontra-se

na região dos Cerrados e outra parcela (6,8 milhões de hectares) na Região Sul do Brasil, sendo que cerca de 5,4 milhões de hectares estão no RS e poderiam ser incorporadas ao processo produtivo. A diversificação e/ou incorporação de novas culturas às áreas de várzeas (solos hidromórficos), geralmente destinadas à produção de arroz irrigado, é uma forma de aumentar a eficiência do sistema produtivo. Esta prática vem sendo implementada nos EUA, na região baixa do Delta do Mississipi, com a incorporação das culturas do milho e da soja em rotação com o arroz irrigado (SCOTT E NORMAN, 2000).

Segundo DAJUI (1995) e MAKRANTONAKI (2007) o sorgo sacarino apresenta, além de ampla adaptabilidade, resistência a solos salinos-alcalinos e resistência ao encharcamento. RAUPP et al. (1980) avaliaram diversas cultivares de sorgo sacarino na região 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.

Material e Métodos

Nas safras 2009/10 e 2010/11 foram avaliadas 25 cultivares de sorgo sacarino, desenvolvidas pelo programa de melhoramento da Embrapa Milho e Sorgo, sob condições de solos hidromórficos, em planossolo háplico, no município de Capão do Leão. Os experimentos foram conduzidos na Estação Experimental de 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 agrônomicas, foram colhidas as duas linhas centrais.

As sementeiras foram realizadas em 17 de dezembro e 15 de dezembro, respectivamente para as safras 2009/10 e 2010/11. A densidade de plantio adotada foi de 125.000 plantas ha⁻¹ e a adubação de base foi 300 kg ha⁻¹ da fórmula 10-20-20 e 150 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura.

Para avaliar o potencial do sorgo sacarino para produção de etanol no RS, as cultivares foram avaliadas quanto aos caracteres: altura de planta,

diâmetro do colmo, produção de massa verde (folhas + colmo, t ha⁻¹), sólidos solúveis totais (°brix), produção de caldo (L ha⁻¹), extraído a partir da massa verde e porcentagem de extração de caldo.

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 ± 0,5g 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 500 g teve seu peso (g) e volume (ml) determinado.

Para determinação dos sólidos solúveis totais (°brix) foram colhidas ao acaso três plantas por parcela. As plantas foram cortadas na parte média e superior e com ajuda de um alicate o caldo foi extraído para leitura direta em refratômetro digital. Para os valores de brix considerou-se a média entre a leitura feita na parte média e superior da planta.

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 das safras 2009/10 e 2010/11, durante o período de condução dos experimentos, encontram-se na tabela 1. Ao contrário da safra 2008/09, que foi marcada por elevadas precipitações nos meses de janeiro e fevereiro de 2009, a distribuição de chuvas nas safras 2009/10 e 2010/11 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.

Para a safra 2009/10 a análise estatística somente revelou diferenças significativas para os caracteres porcentagem de extração de caldo e sólidos solúveis totais (°brix) (Tabela 2). Na safra 2010/11 a análise estatística revelou diferenças sig-

nificativas para grande parte dos caracteres avaliados, somente para diâmetro de colmo e teor de brix não houve diferenças estatísticas entre as cultivares avaliadas (Tabela 3).

A altura média de plantas foi de 244 cm e 222 cm, respectivamente para as safras 2009/10 e 2010/11. Resultados semelhantes foram observados por MARTIN e KELLEHER (1984), que avaliaram a influência do espaçamento entre linhas sobre o caráter altura de plantas. Para o espaçamento de 0,7 m a altura média de plantas foi de 240 cm, caindo para 220 cm em espaçamento de 1,05 m.

A cultivar de sorgo sacarino CMSXS644 foi a única que apresentou altura de plantas superior a 300 cm e manifestou esta característica em ambos os ambientes (safras). As 25 cultivares de sorgo sacarino avaliadas nas safras 2009/10 e 2010/11 em condições de solos hidromórficos no município de Capão do Leão, também foram avaliadas por PARRELLA et al. (2010) na safra 2009/10, em cinco ambientes, nas regiões sudeste e centro-oeste. De acordo com os resultados de PARRELLA et al. (2010), a cultivar CMSXS644 também foi a que obteve maior altura de plantas na média dos cinco ambientes (acima de 300 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 esse caráter (AUDI-LAKSHMI et al., 2010).

Para o caráter produção de massa verde, na safra 2009/10, não houve diferenças estatisticamente significativas entre as cultivares avaliadas. A produção de massa verde variou de 15 t ha⁻¹ a 39 t ha⁻¹, sendo a média do ensaio 30 t ha⁻¹. Das 25 cultivares avaliadas apenas oito produziram acima de 35 t ha⁻¹ (Tabela 2). Já na safra 2010/11, a produção média de massa verde foi de 37 t ha⁻¹, variando de 24 t ha⁻¹ a 50 t ha⁻¹. As diferenças observadas entre as variedades, na safra 2010/11, foram estatisticamente significativas e as variedades classificadas no agrupamento superior produziram acima de 40 t ha⁻¹ (Tabela 3). As mesmas 25 variedades,

Tabela 1 - Precipitação pluviométrica mensal (mm) durante o período de cultivo do sorgo sacarino em condições de solos hidromórficos no município do Capão do Leão, RS, nas safras 2009/10 e 2010/11. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2011

Safra/mês	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Mai
2009/10	93,2	101,0	205,4	71,7	120,3	175,3
2010/11	57,3	102,8	89,4	155,6	94,6	100,2

Tabela 2 - Dados médios* de altura de plantas (AP), diâmetro de colmos (DC), produção de massa verde (PMV), produção de caldo (PC), porcentagem de extração de caldo (EC) e teor de sólidos solúveis totais (Brix) de cultivares de sorgo sacarino, visando à produção de etanol, em ensaio conduzido em solos hidromórficos no município de Capão do Leão, RS, na safra 2009/10. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2011

Genótipo	AP (cm)		DC (mm)		PMV (t ha ⁻¹)		PC (L ha ⁻¹)		EC (%)		Brix (%)	
CMSXS629	240	a	10,8	a	29	a	15.966	A	57	a	17,8	a
CMSXS630	210	a	11,2	a	24	a	13.560	A	57	a	17,7	a
CMSXS631	260	a	11,1	a	35	a	20.301	A	57	a	19,6	a
CMSXS632	260	a	9,1	a	28	a	14.765	A	54	a	15,3	b
CMSXS633	225	a	11,4	a	23	a	10.110	A	46	b	18,7	a
CMSXS634	230	a	13,2	a	39	a	20.647	A	55	a	18,2	a
CMSXS635	250	a	13,3	a	35	a	19.169	a	57	a	11,8	c
CMSXS636	220	a	8,4	a	15	a	6.830	a	49	b	12,0	c
CMSXS637	250	a	12,0	a	32	a	14.103	a	46	b	18,0	a
CMSXS638	260	a	12,0	a	32	a	16.934	a	57	a	17,2	a
CMSXS639	230	a	12,4	a	21	a	12.166	a	58	a	16,8	a
BRS506	235	a	13,3	a	35	a	19.233	a	56	a	18,2	a
CMSXS642	260	a	10,6	a	28	a	9.783	a	34	c	17,8	a
CMSXS643	215	a	11,6	a	21	a	10.411	a	49	b	17,0	a
CMSXS644	310	a	12,4	a	39	a	22.283	a	59	a	14,9	b
BR507	220	a	11,1	a	26	a	12.274	a	50	b	15,4	b
CMSXS646	240	a	12,8	a	30	a	15.539	a	54	a	18,6	a
CMSXS647	235	a	12,7	a	33	a	18.762	a	59	a	15,5	b
CMSXS648	255	a	13,6	a	36	a	19.277	a	56	a	15,2	b
BR500	265	a	11,9	a	29	a	14.622	a	53	a	16,2	b
BR501	205	a	11,6	a	25	a	13.127	a	49	b	17,3	a
BR503	275	a	10,5	a	25	a	14.476	a	59	a	16,0	b
BR505	245	a	12,9	a	36	a	17.928	a	53	a	19,2	a
BR504	250	a	11,9	a	29	a	17.272	a	61	a	14,3	b
BRS601	250	a	13,0	a	35	a	19.062	a	55	a	14,3	b
Média geral	244		11,8		30		15.544		54		16,5	
CV (%)	8,7		12,1		29,0		36,7		11,0		8,7	

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

quando avaliadas por PARRELLA et al. (2010) nos estados de MG, GO e MT, tiveram um melhor desempenho. Em pelo menos três dos cinco ambientes onde foram avaliadas, uma variedade produziu acima de 65 t ha⁻¹. A produção média de massa verde dos ensaios variou de 36 t ha⁻¹ a 54 t ha⁻¹. A maior produção de massa verde observada nesses ambientes era esperada, tendo em vista que os ensaios conduzidos no RS, no município do Capão

do Leão foram conduzidos em áreas de várzeas, em solos hidromórficos, que são áreas consideradas marginais para a cultura do sorgo. No entanto, TEIXEIRA et al. (1999), que também conduziu experimentos com sorgo sacarino em áreas de várzea, em SP, obteve melhores resultados. A produção média de massa verde nos ensaios conduzidos por eles variaram de 38,9 t ha⁻¹ a 52,7 t ha⁻¹. RAUPP et al. (1980) avaliaram 25 cultivares de sorgo

DESEMPENHO DE CULTIVARES DE SORGO SACARINO VISANDO
À PRODUÇÃO DE ETANOL EM SOLOS HIDROMÓRFICOS

Tabela 3 - Dados médios* de altura de plantas (AP), diâmetro de colmos (DC), produção de massa verde (PMV), produção de caldo (PC), porcentagem de extração de caldo (EC) e teor de brix (Brix) de cultivares de sorgo sacarino, visando à produção de etanol, em ensaio conduzido em solos hidromórficos no município de Capão do Leão, RS, na safra 2010/11. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2011

Genótipo	AP (cm)		DC (mm)		PMV (t ha ⁻¹)		PC (L ha ⁻¹)		EC (%)		Brix (%)	
CMSXS629	230	a	14,0	a	35	b	16.181	b	45	b	16,7	a
CMSXS630	225	a	13,3	a	47	a	23.229	a	49	a	17,9	a
CMSXS631	215	a	14,3	a	39	b	17.108	b	41	b	17,1	a
CMSXS632	235	a	13,6	a	34	b	15.443	b	43	b	18,4	a
CMSXS633	200	a	12,8	a	31	b	12.374	b	40	b	18,1	a
CMSXS634	200	a	14,1	a	48	a	21.915	a	44	b	18,2	a
CMSXS635	237	a	11,5	a	37	b	17.411	b	43	b	14,9	a
CMSXS636	220	a	11,8	a	31	b	12.578	b	39	b	19,0	a
CMSXS637	110	b	13,5	a	32	b	11.054	b	34	b	18,6	a
CMSXS638	240	a	15,2	a	24	b	10.199	b	40	b	17,4	a
CMSXS639	250	a	14,9	a	50	a	25.822	a	51	a	18,2	a
BRS506	120	b	11,9	a	33	b	14.221	b	44	b	14,7	a
CMSXS642	225	a	11,7	a	46	a	19.285	a	42	b	17,4	a
CMSXS643	220	a	12,0	a	43	a	20.133	a	47	a	15,9	a
CMSXS644	310	a	16,4	a	40	a	16.823	b	41	b	13,6	a
BR507	225	a	12,7	a	34	b	16.212	b	47	a	18,3	a
CMSXS646	215	a	14,4	a	33	b	17.895	b	50	a	16,6	a
CMSXS647	230	a	15,2	a	45	a	23.593	a	52	a	14,4	a
CMSXS648	235	a	11,9	a	43	a	22.078	a	52	a	15,2	a
BR500	230	a	11,3	a	41	a	16.002	b	38	b	17,6	a
BR501	205	a	11,2	a	34	b	14.877	b	44	b	14,0	a
BR503	265	a	14,0	a	28	b	14.286	b	52	a	12,4	a
BR505	230	a	14,2	a	36	b	14.405	b	38	b	18,1	a
BR504	245	a	16,5	a	37	b	19.885	a	50	a	16,0	a
BRS601	235	a	15,9	a	30	b	13.875	b	44	b	15,1	a
Média geral	222		13,5		37		17.075		44		16,5	
CV (%)	17,3		20,0		16,3		19,3		9,0		12,7	

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

sacarino na região sudeste do Rio Grande do Sul e obtiveram rendimentos médios de colmos entre 33 t ha⁻¹ e 48 t ha⁻¹. Esses rendimentos foram considerados satisfatórios pelos autores, que passaram a considerar a cultura do sorgo sacarino como uma das mais promissoras para produção de etanol no RS. No entanto, não mencionam se os experimentos foram conduzidos em condições de solos hidromórficos.

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. TEIXEIRA et al. (1999) avaliaram a cultivar BR 505 durante três safras consecutivas e a produção de massa verde variou de 20,8 t ha⁻¹ a 52,7 t ha⁻¹. Da mesma forma, a cultivar de sorgo sacarino Rio foi avaliada na Índia, no Irã e na China, e a produção de colmos

variou de 45 t ha⁻¹ a 80 t ha⁻¹ (CHANNAPPA-GOUDAR et al., 2007; ALMODARES et al., 2007; WRANG e LIU, 2009).

Para o caráter produção de caldo, na safra 2009/10, não houve diferenças estatisticamente significativas entre as cultivares avaliadas, embora as variações apresentadas, entre 6.830 L ha⁻¹ e 22.283 L ha⁻¹, tenham sido aparentemente grandes (Tabela 2). Na safra 2010/11 as diferenças observadas para o caráter produção de caldo foram estatisticamente significativas. A produção média de caldo foi de 17.075 L ha⁻¹, um pouco superior àquela observada na safra 2009/10, com variações entre 10.199 L ha⁻¹ e 25.822 L ha⁻¹ (Tabela 3). Esses resultados são semelhantes aos observados por AUDILAKSHMI et al. (2010) e um pouco inferiores aos resultados observados por RATNAVATHI et al. (2010).

A análise estatística revelou diferenças significativas para porcentagem de extração de caldo em ambas as safras. A porcentagem média de extração de caldo foi de 54 % e 44 %, respectivamente para as safras 2009/10 e 2010/11 (Tabelas 2 e 3). WRANG e LIU (2009) e RATNAVATHI et al. (2010) observaram resultados semelhantes. A porcentagem de extração de caldo observada por CHANNAPPA-GOUDAR et al. (2007), no entanto, foi inferior, em torno de 33 %.

O teor de brix das cultivares avaliadas variou de 11,8 % a 19,6 %, na safra 2009/10 e de 12,4 % a 19,0 % na safra 2010/11. Para o mesmo conjunto de cultivares, PARRELLA et al. (2010) observaram valores um pouco superiores para os experimentos conduzidos na região sudeste e centro-oeste. Em razão da complexidade deste caráter, que está diretamente relacionado com o estágio de desenvolvimento da planta, com a posição no colmo onde as amostras são coletadas e com a forma como a análise é conduzida, variações extremamente amplas são encontradas na literatura (CHANNAPPAGOUDAR et al., 2007; ALMODARES et al., 2007).

Considerando o conjunto de caracteres agrônômicos e industriais avaliados, visando à produção de etanol em áreas de várzeas, destacou-se a cultivar de sorgo sacarino CMSXS634, que apresentou excelente produção de massa verde, elevada produção de caldo, uma boa porcentagem de extração de caldo e teor de brix acima de 18 % em ambos os ambientes. Outras cultivares que merecem destaque, com bom desempenho médio em ambas as safras, são CMSXS648, CMSXS647. Destacaram-se ainda as cultivares CMSXS644 e CMSXS631 na safra 2009/10 e CMSXS639 e CMSXS630, na safra 2010/11.

Segundo as estimativas feitas por BORGES et al. (2010) é possível produzir entre 50 e 65 litros de álcool por tonelada de colmos de sorgo sacarino. Por outro lado, PARRELLA et al. (2010) defendem que é possível produzir entre 40 e 70 litros de etanol por tonelada de biomassa. Considerando uma média de 55 litros de etanol por tonelada de massa verde (colmos + folhas), e o desempenho da cultivar de sorgo sacarino que se destacou, CMSXS634, seria possível produzir entre 2.145 e 2.640 litros de etanol por hectare em condições de solos hidromórficos. Esses resultados parecem promissores quando se pensa a cultura do sorgo sacarino como cultura complementar à cana-de-açúcar, sendo colhida na entressafra desta para evitar que as usinas fiquem ociosas. No entanto, quando o objetivo é usar o sorgo sacarino como cultura exclusiva, para uso em microdestilarias, estudos de viabilidade econômica, com base na produção de sorgo sacarino em áreas de várzeas, devem ser considerados, tendo em vista a menor produção de massa verde observada nessas condições.

Agradecimento

À FAPERGS pelo apoio concedido.

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*, v. 34, p. 813-820, 2010.
- MOHITE, U., SIVARAMAN, H. Continuous conversion of sweet sorghum juice to ethanol using immobilized yeast cells. *Biotechnology and Bioengineering*, v. 26, n. 9, p. 1126-1127, 1984.
- BORGES, I. D.; MENDES, A. A.; VIANA, E. J.; GUSMÃO, C. A. G.; RODRIGUES, H. F. F.; CARLOS, L. A. Caracterização Do Caldo Extraído dos Colmos Da Cultivar De Sorgo Sacarino BRS 506 (*Sorghum bicolor* L.). In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28., 2010, Goiânia. Anais... Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2010. p. 1010-1017. CD-ROM.
- 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.

DESEMPENHO DE CULTIVARES DE SORGO SACARINO VISANDO
À PRODUÇÃO DE ETANOL EM SOLOS HIDROMÓRFICOS

- 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 abril 2008.
- 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.
- MAGALHÃES, P. C.; COELHO, C. H. M.; GAMA, E. E. G.; BORÉM, A. Avaliação dos ciclos de seleção da variedade BRS 4154 - Saracura para tolerância ao encharcamento do solo. 2005. (Embrapa Clima Temperado. Circular Técnica, 67).
- MAKRANTONAKI, M. S., PAPALEXIS, D., NAKOS, N., AND KALAVROUZIOS, 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.
- MARTIN, P. M.; KELLEHER, F. M. Effects of row spacing and plant population on sweet sorghum yield. **Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry**, v. 24, n.126, p. 386-390, 1984
- 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. *Biomass and Bioenergy*, v.34, n. 1, p. 947-952, 2010.
- RAUPP, A. A. A.; CORDEIRO, D. S.; PETRINI, J.A.; PORTO, M. P.; BRANCÃO, N.; SANTOS FILHO, B. G. A cultura do sorgo sacarino na região sudeste do Rio Grande do Sul. Embrapa: Circular Técnica nº 12, 1980
- SCOTT, H.D.; NORMAN, R.J. Rice cropping systems of the southern Mississippi Delta Region of the United States. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 1; REUNIÃO DA CULTURA DO ARROZ IRRIGADO, 23, 1999, Pelotas. Palestras... Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2000, p. 149-154. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 81).
- 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*, v. 34, n. 9, p. 1601-1606, 1999.
- 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.