

Desempenho da cultivar de sorgo sacarino BR 506 visando à produção de etanol em dois ambientes contrastantes¹

Beatriz Marti Emygdio²

Resumo – O Rio Grande do Sul produz apenas 2 % do álcool que consome e existe uma expectativa de aumento da demanda nos próximos anos. A cana-de-açúcar é vista como uma das culturas capaz de suprir parte dessa demanda. No entanto, a cana-de-açúcar apresenta exigências edafoclimáticas que restringem seu cultivo em diversas regiões do país e, em especial, no RS. Dentre as matérias-primas renováveis disponíveis para produção de etanol, especial destaque vem sendo dado ao sorgo sacarino. A rapidez do ciclo de produção, o alto teor de açúcares diretamente fermentáveis contidos no colmo, a elevada produção de biomassa colocam o sorgo sacarino como uma excelente matéria-prima para produção de etanol. Assim, o presente trabalho objetivou avaliar o desempenho da cultivar de sorgo sacarino BR 506, visando a produção de etanol, sob diferentes condições de manejo, em dois ambientes contrastantes, na metade sul do Rio Grande do Sul. Os resultados observados demonstraram que a cultivar de sorgo sacarino BR 506 continua sendo uma excelente opção de cultivo para produção de etanol. O cultivo de sorgo sacarino, sob condições de solos hidromórficos no Rio Grande do Sul, tendo em vista os menores rendimentos observados, deve ser melhor avaliado.

Palavras-chave: agroenergia, bioetanol, álcool, solos hidromórficos

Performance of BR 506 sweet sorghum cultivar to ethanol production in two contrasting environments

Abstract – Alcohol production in Rio Grande do Sul State, Brazil, reaches only 2 % of what is consumed and there is a trend towards an increase in consumption in the coming years. Sugar cane under this context is seen as one of the potential crops to fulfill part of the needs. However, soil and climate requirements impose limitations to cropping in given areas, including the State of Rio Grande do Sul. Among the species that are able to produce ethanol, sweet sorghum has been considered one of the most important. The short life cycle, the high concentration of fermentable sugars present in the stalks, and the high potential for biomass production, place the species as an excellent alternative for ethanol production. Based on these facts, the present work had as objective evaluate the alcohol production performance of the sweet sorghum cultivar BR 506 under two divergent environments located at the Southern part of Rio Grande do Sul State. Results show that BR 506 is an excellent source for ethanol production. At the same time, it can be seen that ethanol production under hydromorphic soils, one of the environments tested, results in lower yields requiring further evaluations.

Key words: agroenergy, bioethanol, alcohol, hydromorphic soils

Introdução

A busca por uma correta matriz energética tem sido um dos principais desafios enfrentados pelos países interessados em diminuir a dependência do petróleo e de seus derivados e cumprir as medidas estabelecidas pelo Protocolo de Kyoto (CARVALHO, 2002; SALVI, 2002). Entre as alternativas para diversificação da matriz energética, o etanol é tido como uma das mais promissoras.

O Rio Grande do Sul produz apenas 2 % do álcool que consome atualmente, pagando um preço alto pela importação do produto de outros estados. Além disso, o expressivo aumento do número de veículos bicombustíveis em circulação no país, e a expectativa de aumento dessa frota, devem pressionar a demanda por álcool nos próximos anos. A cana-de-açúcar é vista como uma das culturas capaz de suprir parte dessa demanda. No entanto, considerando sua magnitude, apostar no monocultivo

¹ Manuscrito submetido em 12/07/2011 e aceito para publicação em 07/11/2011

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

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. Considerando ainda a estrutura fundiária do estado, a produção de bioenergia numa perspectiva de sustentabilidade passa, obrigatoriamente, pela diversificação de matérias primas. O Rio Grande do Sul, além de concentrar grande número de produtores do segmento da agricultura familiar, apresenta uma diversidade de condições ambientais que permitem, ao explorar matérias primas renováveis, de propósito múltiplo, promover a produção integrada de alimento e energia nas pequenas e médias propriedades, descentralizando a produção de álcool e aproveitando o potencial de culturas com aptidão regional.

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 um tipo de sorgo de porte alto, caracterizado, principalmente, por apresentar colmo doce e succulento como o da cana-de-açúcar.

O sorgo sacarino 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., 2007b).

A rapidez do ciclo de produção, as facilidades de mecanização da cultura do sorgo sacarino, o alto teor de açúcares diretamente fermentáveis contidos no colmo, a elevada produção de biomassa e a antecipação da colheita com relação à cana-de-açúcar colocam o sorgo sacarino como uma excelente matéria prima para produção de etanol (EMBRAPA, 1980; DAJUI, 1995). Outra vantagem do sorgo sacarino é que a matéria prima pode ser disponibilizada em apenas quatro meses, enquanto a cana-de-açúcar precisa de, no mínimo, 12 a 18 meses, especialmente no RS. A cultura do sorgo sacarino pode ser estabelecida e colhida durante a entressafra da cana-de-açúcar, entre os meses de novembro e maio, período em que não há disponibilidade de cana-de-açúcar no estado e que o sorgo sacarino poderia ocupar esta janela, beneficiando a indústria alcooleira, que não ficaria sem matéria prima para a produção de álcool.

O sorgo sacarino apresenta ainda algumas vantagens em relação à cana-de-açúcar, sendo mais eficiente no uso da água, altamente eficiente no uso de insumos, especialmente fertilizantes nitro-

genados e é propagado via semente. Há ainda a possibilidade de aproveitamento dos grãos para produção de ração animal e aproveitamento do bagaço para alimentação animal (RAUPP et al., 1980; SMITH E BUXTON, 1993; GUIYING et al., 2004; PRASAD et al., 2007a).

Apesar do excelente potencial da cultura do sorgo sacarino para produção de etanol, revelado em trabalhos com a cultura na década de 70 e 80, ocasião em que a Embrapa Milho e Sorgo em parceria com a Embrapa Clima Temperado avaliou e indicou para cultivo algumas variedades, existe desde então uma lacuna de pesquisa com a cultura no estado do Rio Grande do Sul. Nesse sentido, o presente trabalho objetivou avaliar o desempenho da cultivar de sorgo sacarino BR 506, sob diferentes condições de manejo, em dois ambientes contrastantes, na metade sul do Rio Grande do Sul.

Material e Métodos

Na safra 2008/09 a cultivar de sorgo sacarino BR 506, que é uma variedade, foi avaliada sob diferentes populações de plantas e espaçamento entre linhas, nos municípios de Capão do Leão, sob condições de solos hidromórficos, e no município de Pelotas, em solos não hidromórficos.

O delineamento experimental usado foi de blocos casualizados, com parcelas subdivididas, com três repetições, sendo o espaçamento entre linhas a parcela principal. As parcelas experimentais foram constituídas de quatro linhas de cinco metros. Como área útil, para as avaliações agrônomicas, foram colhidas as duas linhas centrais.

Foram avaliados os espaçamentos entre linhas de 0,5 m e 0,7 m e densidades de semeadura de 100.000, 160.000, 200.000, 240.000 e 280.000 plantas ha⁻¹. No município de Pelotas a semeadura foi realizada em área de plantio direto, na Sede da Embrapa Clima Temperado. No município do Capão do Leão, o experimento foi semeado em área de sistema convencional, na Estação Experimental de Terras Baixas da Embrapa Clima Temperado.

As informações sobre adubação e datas de semeadura e colheita encontram-se na Tabela 1.

Para avaliar o potencial do sorgo sacarino para produção de etanol no RS, a cultivar BR 506 foi avaliada quanto aos caracteres: produção de colmos despalhados (t ha⁻¹), produção de massa verde (folhas + colmo (t ha⁻¹), sólidos solúveis totais (°brix), altura de planta, diâmetro do colmo e rendimento de caldo (L ha⁻¹) extraído a partir da massa verde. Além desses caracteres, avaliou-se o rendimento de grãos (kg ha⁻¹).

Tabela 1 - Tipo de solo, data de semeadura, colheita e avaliação e avaliação do teor de sólidos solúveis totais (Brix) dos ensaios de sorgo sacarino conduzidos em dois ambientes no sul do Rio Grande do Sul, no ano agrícola 2008/09. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2011

Local	Solo	Adubação (kg ha ⁻¹)		Data		
		Base	N em cobertura	Semeadura	Avaliação Brix	Colheita
Capão do Leão	Planossolo Háplico	300 (10-20-20)	150	01/11/2008	31/03/2009	14/04/2009
Pelotas	Argisolo vermelho eutrófico/ distrófico típico	290 (10-20-10)	200	06/12/2008	29/04/2009	06/05/2009

Para a extração do caldo foram colhidas ao acaso oito plantas inteiras, sem panículas. Essas plantas foram desintegradas e homogeneizadas. Posteriormente, retirou-se uma sub-amostra 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 500g teve seu peso (g) e volume (ml) determinado. Os caracteres rendimento de caldo e diâmetro do colmo foram avaliados somente no experimento conduzido em Pelotas.

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

A safra 2008/09, na região sudeste do Rio Grande do Sul, foi caracterizada por elevadas precipitações nos meses de janeiro e fevereiro de 2009. Em ambos os locais onde os ensaios foram conduzidos verificou-se a ocorrência de precipitação excessiva para o período, sendo 590 mm e 317,25 mm no mês de janeiro, respectivamente para Pelotas e Capão do Leão e 217,75 mm e 268,1 mm para o mês de fevereiro (Tabela 2). Este, certamente, foi um dos motivos que contribuiu para as variações verificadas na população de plantas de ambos os

experimentos. Nas Tabelas 3 e 4 é possível verificar que o estande final é bastante divergente daquele inicialmente implantado para ambos os experimentos, tanto para as parcelas espaçadas em 0,5 m entre linhas quanto para as parcelas espaçadas em 0,7 m.

Para o experimento conduzido em Pelotas, a análise estatística revelou diferenças significativas apenas para o caráter produção de colmos, que é um dos componentes mais importantes da produção de biomassa. A cultivar de sorgo sacarino BR 506 teve uma maior produção de colmos ha⁻¹ quando submetida ao espaçamento entre linhas de 0,5 m, independentemente da população de plantas. A produtividade média de colmos foi de 70 t ha⁻¹ em espaçamento de 0,50 m contra uma produtividade média de 48 t ha⁻¹ em espaçamento de 0,70 m (Tabela 3). Da mesma forma, MARTIN E KELLEHER (1984) verificaram que a redução de espaçamento entre linhas, para a cultura do sorgo sacarino, se traduziu em aumento de produtividade para matéria seca e carboidratos solúveis em água.

Para o experimento conduzido na Estação Experimental de Terras Baixas, sob condições de solos hidromórficos, a análise estatística não revelou diferenças significativas para o caráter produção de colmos. Como era esperado, em razão das condições adversas de cultivo desse ambiente, as produtividades médias de colmos ha⁻¹, da cultivar BR 506, foram inferiores àquelas verificadas no município de Pelotas, onde o experimento foi conduzido sob condições normais de cultivo. Em condições de solos hidromórficos as produtividades médias de colmos foram de 38 t ha⁻¹ e 37 t ha⁻¹, respectivamente para os espaçamentos de 0,5 m e 0,7 m entre linhas.

Segundo as estimativas de BORGES et al. (2010) é possível produzir entre 50 e 65 litros de álcool por tonelada de colmos de sorgo sacarino. Considerando as produções de colmos obtidas e

Tabela 2 - Precipitação pluviométrica mensal (mm) durante o período de cultivo do sorgo sacarino em dois ambientes no sul do Rio Grande do Sul, no ano agrícola 2008/09. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2011

Local/mês/ano	Novembro 2008	Dezembro 2008	Janeiro 2009	Fevereiro 2009	Março 2009	Abril 2009	Mai 2009
Capão do Leão	48,75	48,00	317,25	217,75	73,50	0,00	89,4
Pelotas	27,9	63,7	590,00	268,1	147,6	3,8	93,4

uma média de 55 litros de álcool por tonelada de colmos, seria possível produzir com a cultivar BR 506, em média, entre 2.640 L ha⁻¹ e 3.850 L ha⁻¹ de álcool, respectivamente para os espaçamentos de 0,5 m e 0,7 m, sob condições normais de cultivo, em Pelotas. No município de Capão do Leão, em condições de solos hidromórficos, a produtividade média ficaria em torno de 2.035 L ha⁻¹. BORGES et al. (2010), no entanto, com base na análise do caldo da cultivar BR 506 estimaram uma produção de álcool entre 4.544 L ha⁻¹ e 6.636 L ha⁻¹, resultados extremamente promissores.

Para ambos os locais, o caráter altura de plantas não foi afetado pelas variações no espaçamento entre linhas. No entanto, merece destaque o fato de que as variações desse caráter foram grandes quando se compara o experimento conduzido em Pelotas, em solos não hidromórficos, e o experimento conduzido no Capão do Leão, em solos hidromórficos. A altura média de plantas da cultivar BR 506 foi de 316 cm e 251 cm, respectivamente, para os experimentos conduzidos em Pelotas e no Capão do Leão. Como as variáveis altura de planta e diâmetro de colmo estão diretamente relacionadas ao caráter produção de colmos, certamente a menor altura de planta da cultivar BR 506 no ambiente de terras baixas (solos hidromórficos) foi um dos fatores que contribuiu para a menor produtividade de colmos ha⁻¹ verificada nesse ambiente (Tabelas 3 e 4). Resultados semelhantes foram obtidos por PARRELLA et al. (2010) que avaliaram a cultivar BR 506 nos estados de Minas Gerais, Goiás e Mato Grosso e observaram variações entre 247 cm e 305 cm para o caráter altura de planta.

O caráter “sólidos solúveis totais” (brix), que é um dos principais parâmetros usados pela indústria sucroalcooleira para estimar a concentração de açúcares presentes no caldo, para ambos os experimentos não sofreu variações estatisticamente significativas, em função dos diferentes arranjos de plantas (densidade de semeadura x espaçamento entre linhas). O teor de brix da cultivar BR 506 variou de 16,7 % a 18,3 % e de 15,9 % a 17,8 %, respectivamente para os municípios de Pelotas e Capão do Leão (Tabelas 3 e 4). De acordo com LAOPAIBOON et al. (2009)

teores de brix de 18 % são considerados baixos quando se usa novas tecnologias de fermentação, desenvolvidas para aumentar a eficiência de produção de etanol a partir de fontes renováveis, como por exemplo a tecnologia de fermentação por alta gravidade. Nos experimentos conduzidos por PARRELLA et al. (2010), nas regiões sudeste e centro-oeste, a cultivar BR 506 apresentou valores de brix entre 15.5 % e 20.4 %. BORGES et al. (2010), que também avaliaram o teor de brix da cultivar BR 506 na região sudeste, encontraram valores entre 19.1 % e 20.5 %. Segundo DAJUE (1995) o teor de brix do sorgo sacarino varia de 15 % a 23 %, de modo que os valores encontrados estão de acordo com os valores esperados para a cultura. O teor de brix, no entanto, é um caráter complexo e deve-se ter cuidado ao se comparar valores obtidos em diferentes experimentos e em diferentes locais, tendo em vista que o mesmo é altamente variável em função do estágio de desenvolvimento da cultura, da posição na planta onde o mesmo é avaliado e da forma como a análise é conduzida.

A produtividade média de caldo da cultivar BR 506 variou de 32.087 L ha⁻¹ a 42.022 L ha⁻¹, respectivamente, sob espaçamento de 0.5 m e 0.7 m no município de Pelotas (Tabela 3). Mesmo a diferença parecendo ser considerável, a análise estatística não revelou diferenças significativas para esse caráter. Esses resultados são extremamente promissores, tendo em vista que a cultivar BR 506 é uma variedade de sorgo sacarino e não é uma cultivar moderna. Trabalhos recentes que avaliaram a produção de caldo de variedades e de híbridos de sorgo sacarino, desenvolvidos a partir de linhagens de alta produtividade de caldo, obtiveram resultados inferiores (RATNAVATHI et al., 2010; AUDILAKSHMI et al., 2010). Outro aspecto que deve ser considerado é o fato de que o caldo foi extraído a partir da massa verde (colmos + folhas), o que proporciona uma redução no rendimento de caldo. Segundo RIBEIRO FILHO et al. (2008), quando a extração do caldo é feita a partir de colmos limpos, sem folhas, o rendimento de caldo aumenta em 5 %. A produção de caldo não foi avaliada no experimento conduzido no Capão do Leão.

DESEMPENHO DA CULTIVAR DE SORGO SACARINO BR 506 VISANDO
A PRODUÇÃO DE ETANOL EM DOIS AMBIENTES CONTRASTANTES

Tabela 3 - Dados médios* de altura de plantas (AP), diâmetro de colmo (DC), produção de colmos (PC), produção de caldo (PCaldo), rendimento de grãos (RG) e teor de brix (Brix) da cultivar de sorgo sacarino BR 506, sob diferentes populações de plantas (Pop), em dois espaçamentos entre linhas (Esp), em ensaio conduzido no município de Pelotas, RS, na safra 2008/09. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2011

Esp (m)	Pop (pl ha ⁻¹)	AP (cm)	DC (cm)	PC (t ha ⁻¹)	PCaldo (L ha ⁻¹)	RG (kg ha ⁻¹)	Brix (%)
0.5	93.333	307	a 2.4	a 61	a 36.467	a 1.944	a 18.2
0.5	124.667	293	a 2.2	a 69	a 39.466	a 1.873	a 18.3
0.5	117.333	313	a 2.3	a 68	a 41.047	a 2.704	a 18.2
0.5	154.667	300	a 2.2	a 80	a 49.618	a 3.059	a 18.0
0.5	115.333	327	a 2.2	a 73	a 43.513	a 2.835	a 18.0
Média		308	2.3	70	42.022	2.483	18.1
0.7	73.333	327	a 2.4	a 52	b 29.289	a 1.717	a 17.5
0.7	69.048	323	a 2.3	a 38	b 27.886	a 1.469	a 17.3
0.7	76.667	327	a 2.5	a 49	b 32.821	a 2.225	a 17.2
0.7	101.429	320	a 2.3	a 48	b 33.338	a 2.293	a 16.7
0.7	91.905	325	a 2.3	a 55	b 37.102	a 2.271	a 16.7
Média		324	2.3	48	32.087	1.995	17.1
Média geral		316	2.3	59	37.054	2.239	17.6
CV (%)		6.7	7.3	22.1	29.7	34.9	4.4

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

A análise estatística revelou diferenças significativas para o caráter rendimento de grãos no experimento conduzido em solos hidromórficos. De maneira geral os maiores rendimentos foram obtidos com densidade acima de 100.000 plantas ha⁻¹, em espaçamento de 0,5 m. O rendimento médio de grãos variou de 2.072 kg ha⁻¹, em espaçamento de 0,7 m a 4.196 kg ha⁻¹ em espaçamento de 0,5 m (Tabela 4). A redução no espaçamento entre linhas, da mesma forma que para o caráter produção de colmos, no ensaio conduzido em Pelotas, parece ter beneficiado o rendimento de grãos no ensaio conduzido no Capão do Leão. Para o ensaio conduzido em Pelotas o rendimento médio de grãos variou de 1.469 kg ha⁻¹, em espaçamento de 0,70 m a 3.059 kg ha⁻¹, em espaçamento de 0,5 m. No entanto, a análise estatística não revelou diferenças significativas para esse caráter (Tabela 3). O controle de pássaros somente foi possível no experimento conduzido no Capão do Leão, o que, de certa forma, explica o maior rendimento médio de grãos observado nesse ambiente.

Resultados semelhantes foram observados por PARRELLA et al. (2010) que avaliaram 25 cultivares de sorgo sacarino em Sete Lagoas, MG e obtiveram rendimento médio de grãos de 2.500 kg ha⁻¹.

A cultura do sorgo sacarino, no entanto, apresenta potencial para produzir acima de 7.000 kg ha⁻¹ (DA-JUE, 1995). Em experimentos conduzidos na China com 5 variedades de sorgo sacarino, o rendimento médio de grãos variou de 3.410 kg ha⁻¹ a 7.020 kg ha⁻¹ (WANG e LIU (2009).

Os resultados observados demonstram que a cultivar de sorgo sacarino BR 506 continua sendo uma excelente opção de cultivo para produção de etanol. Considerando a grande demanda que existe atualmente por cultivares de sorgo sacarino para abastecer as grandes usinas no período de entressafra da cana-de-açúcar, para produção de etanol em áreas onde a cana-de-açúcar não pode ser cultivada ou ainda para produção de etanol em microdestilarias, com cultivo em pequenas e médias propriedades, a cultivar BR 506 pode suprir parte desta demanda até que novas cultivares sejam disponibilizadas no mercado.

O cultivo de sorgo sacarino, visando a produção de etanol, sob condições de solos hidromórficos no RS deve ser melhor avaliado. Tendo em vista os menores rendimentos observados para os caracteres agrônomicos, - de importância para produção de etanol - nessas condições adversas de cultivo, estudos de viabilidade econômica devem ser considerados.

Tabela 4 - Dados médios* de altura de plantas (AP), produção de colmos (PC), matéria verde (MV), rendimento de grãos (RG) e teor de sólidos solúveis totais (Brix) da cultivar de sorgo sacarino BR 506, sob diferentes populações de plantas (Pop), em dois espaçamentos entre linhas (Esp), em ensaio conduzido sob condições de solos hidromórficos no município de Capão do Leão, RS, na safra 2008/09. Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, 2011

Esp (m)	Pop (pl ha ⁻¹)	AP (cm)		PC (t ha ⁻¹)		MV (t ha ⁻¹)		RG (kg ha ⁻¹)		Brix (%)	
0.5	128.667	247	a	43	a	55	a	3.557	a	17.6	a
0.5	148.000	243	a	41	a	58	a	4.196	a	15.9	a
0.5	144.667	237	a	37	a	54	a	4.113	a	17.0	a
0.5	124.000	247	a	37	a	51	a	3.826	a	16.1	a
0.5	86.667	250	a	34	a	45	a	2.651	b	17.8	a
Média	126.400	245		38		52		3.669		17	
0.7	98.095	263	a	37	a	51	a	3.755	a	16.4	a
0.7	95.238	260	a	37	a	50	a	2.846	b	17.0	a
0.7	100.000	243	a	37	a	50	a	3.222	b	16.6	a
0.7	101.429	257	a	34	a	46	a	3.066	b	16.2	a
0.7	76.190	267	a	32	a	41	a	2.072	b	17.7	a
Média		258		37		48		2.992		16.8	
Média geral		251		37		50		3.331		16.8	
CV (%)		5.3		14.6		12.8		17.4		5.9	

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

Agradecimento

À FAPERGS pelo apoio concedido.

Referências

- AUDILAKSHMI, S.; MALL A. K.; SWARNALATHA, M.; SE-ETHARAMA, N. Inheritance of sugar concentration in stalk (brix), sucrose content, stalk and juice yield in sorghum. *Bio-mass and Bioenergy*, v. 34, p. 813-820, 2010.
- 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.
- CRUZ, C. D. Programa genes: versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2001. 648 p.
- CARVALHO, E. P. (2002) Na contramão de Kyoto. *Folha de São Paulo*, Opinião, Caderno A, p. A3.
- 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.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, Brasília DF. Programa Nacional de Pesquisa em Energia. Brasília, Assessoria de Imprensa de Relações Públicas, 1980. 42 p.
- GUIYING, L; WEIBIN, G.; HICKS, A.; CHAPMAN, K. R. A training manual for sweetsorghum: FAO. Roma, 2004. Disponível em: <<http://www.fao.org>> Acesso em: 13 novembro 2007.
- LAOPAIBOON, L.; NUANPENG, S.; SRINOPHAKUN, P.; KLANRIT, P.; LAOPAIBOON, P. Ethanol production from sweet sorghum juice using very high gravity technology: Effects of carbon and nitrogen supplementations. *Bioresource Technology*, v. 100, p. 4176-4182, 2009.
- 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.; JOSHI, H. C. Ethanol as an alternative fuel from agricultural, industrial and urban residues. *Resources Conservation and Recycling*, v. 50, n. 1, p. 1-39, 2007a.

DESEMPENHO DA CULTIVAR DE SORGO SACARINO BR 506 VISANDO
A PRODUÇÃO DE ETANOL EM DOIS AMBIENTES CONTRASTANTES

- 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, 2007b.
- 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.; BRANÇÃO, N.; SANTOS FILHO, B. G. A cultura do sorgo sacarino na região sudeste do Rio Grande do Sul. Embrapa: Circular Técnica nº 12, 1980
- RIBEIRO FILHO, N. M.; ALVES, R. M.; FLORÊNCIO, I. M.; FLORENTINO, E. R.; DANTAS, J. P. Viabilidade de utilização do caldo do sorgo sacarino para a Produção de álcool carburante (etanol). *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, Campina Grande, 2008.
- SALVI, J. V. (2002), Panorama para o setor sucroalcooleiro. In: *Energia*. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br/energ>> Acesso em: 12 mar. 2002.
- SMITH, G. A.; BUXTON, D. R. Temperate zone sweet sorghum ethanol production potential. *Bioresource Technology*, v. 43, p. 71-75, 1993.
- WANG, 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.