

Desempenho de cultivares de sorgo sacarino em diferentes ambientes visando a produção de etanol

Rafael A. da C. Parrella¹, João L. P. Meneguci², Andercília Ribeiro³, Adelmo R. Silva¹, Nadia N. L. D. Parrella⁴, José A. dos S. Rodrigues¹, Flávio D. Tardin¹ e Robert E. Schaffert, R. E.¹

¹ Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo - parrella@cnpms.embrapa.br,

² Pesquisador, Embrapa Mato Grosso - joaomeneguci@hotmail.com,

³ Agrônoma, Sada Bioenergia analisedesolos@sadabioenergia.com.br,

⁴ Pesquisadora, Epamig/Ureco, nadia@epamig.br

Palavras-chave: sorgo sacarino, biocombustível, etanol.

Introdução

A demanda mundial por combustíveis renováveis tem se expandido rapidamente nos últimos anos devido à preocupação com a redução do volume de emissões de gases causadores do efeito estufa até 2012, como determina o protocolo de Kyoto (NAPOLEÃO, 2005). Além disso, incertezas a respeito da disponibilidade futura de recursos não renováveis e tensões geopolíticas em regiões produtoras de petróleo têm despertado grande interesse no mundo pelos biocombustíveis, pois estes são os mais viáveis substitutos para o petróleo em escala significativa. Os biocombustíveis apresentam futuro promissor, pois a demanda mundial por esse tipo de energia tende a crescer e o seu uso é sustentável, além de apresentar oportunidade de aquecimento da economia agrícola.

O Brasil tem uma série de vantagens que o qualificam em uma posição capaz de liderar a agricultura de energia e o mercado da bioenergia – o biomercado – em escala mundial. A primeira é a possibilidade de dedicar novas terras à agricultura de energia sem a necessidade de reduzir a área utilizada na agricultura de alimentos. Além disso, em muitas áreas do país, é possível fazer múltiplos cultivos sem irrigação, em um ano. Com irrigação, essa possibilidade amplia-se muito. O Brasil possui a base para produção de bioenergia devido à alta intensidade de radiação solar que recebe durante todo o ano, por situar-se nas faixas tropical e subtropical. E ainda, o país possui ampla diversidade de clima e exuberância de biodiversidade, além de possuir um quarto das reservas de água doce do planeta (OLIVEIRA; RAMALHO, 2006).

O Brasil assume com sucesso a liderança mundial na geração e na implantação de moderna tecnologia de agricultura tropical e possui pujante agroindústria. No Brasil, destaca-se a cadeia produtiva do etanol, reconhecida como a mais eficiente do mundo, conduzida por classe empresarial dinâmica, acostumada a inovar e a assumir riscos. A produção de etanol constitui, assim, um mercado em ascensão para a geração de combustível renovável e para o estabelecimento de uma indústria química de base, sustentada na utilização de biomassa de origem agrícola e renovável. Para manter esse perfil justifica-se o estudo e o domínio da tecnologia que inclua novas matrizes energéticas (espécies vegetais) com potencial de serem utilizadas na produção de biocombustíveis. Para a produção destes, diferentes matérias-primas podem ser utilizadas. No caso do etanol, quando a matéria-prima apresenta açúcares



diretamente fermentescíveis produz-se o etanol de primeira geração de tecnologia como é o caso do caldo extraído dos colmos da cana-de-açúcar.

Ao lado da cana-de-açúcar, que é tradicionalmente empregada na produção de etanol, o sorgo sacarino apresenta-se como uma ótima opção sob os pontos de vista agrônomo e industrial. Esta cultura deve merecer atenção dentre os objetivos propostos no Plano Nacional de Agroenergia 2006-2011 (OLIVEIRA; RAMALHO, 2006), principalmente pelas características reveladas no Brasil e em outros países, como os Estados Unidos da América e Índia. O sorgo sacarino pode oferecer, dentre outras, as seguintes vantagens: rapidez no ciclo (quatro meses), cultura totalmente mecanizável (plantio por sementes, colheita mecânica), colmos suculentos com açúcares diretamente fermentáveis (produção de 40 a 60 t.ha⁻¹), utilização do bagaço como fonte de energia para industrialização, cogeração de eletricidade, etanol de segunda geração ou forragem para animais, contribuindo para um balanço energético favorável, cultura tolerante à seca e baixa fertilidade. E ainda, o Brasil oferece condições climáticas adequadas para permitir a obtenção de duas colheitas por ano e até três colheitas em regiões quentes e sob irrigação, tornando a cultura competitiva mesmo com a cana-de-açúcar na produção total de álcool/ha/ano. Além da produção de etanol, o sorgo sacarino também pode ser utilizado para produção de aguardente de qualidade e que atenda aos padrões da legislação vigentes no Brasil como foi verificado por Ribeiro Filho et al. (2008). Com isto, amplia-se as possibilidades do uso desta gramínea, criando oportunidades e meios de sobrevivência em regiões carentes de empregos como o Nordeste brasileiro e o Norte de Minas Gerais, além da possibilidade de diversificação de matéria-prima na produção desta bebida. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho de cultivares de sorgo sacarino em diferentes regiões edafoclimáticas no Brasil visando a produção de etanol.

Material e Métodos

Foram avaliadas 25 cultivares de sorgo sacarino do programa de melhoramento genético da Embrapa Milho e Sorgo em cinco locais. O mesmo ensaio foi conduzido nos diferentes locais (Sete Lagoas, na região Central de Minas, Nova Porteirinha e Mocambinho, na região Norte de Minas, Goiânia e Sinop, na região Norte de Mato Grosso). A avaliação das cultivares foi conduzida na safra agrícola de 2009/2010 e safrinha. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três repetições e 25 tratamentos, ou seja, 25 cultivares de sorgo sacarino. As parcelas experimentais foram constituídas por quatro fileiras de cinco metros, espaçadas 0,70m, exceto em Sinop, onde utilizou-se 0,90m de espaçamento. A população utilizada foi de 125.000 plantas/ha e adubação de plantio de 400 kg.ha⁻¹ do formulado 08-28-16 e 200 kg.ha⁻¹ de ureia em cobertura. Procedeu-se irrigação suplementar nos ensaios de Sete Lagoas, Nova Porteirinha e Mocambinho durante períodos de veranicos. Os ensaios de Goiânia e Sinop foram de sequeiro. Demais tratamentos culturais foram os normalmente utilizados para a cultura.

As avaliações foram feitas nas duas fileiras centrais de cada parcela e as características avaliadas foram: Altura de Plantas (AP): altura média, em m, das plantas de cada parcela, medidas da superfície do solo ao ápice da panícula; Produção de Massa Verde total (PMV): determinado em kg/parcela, através da pesagem de todas as plantas (completas) de cada parcela colhidas na maturidade fisiológica do grão. Os dados de rendimento por parcela foram convertidos para t.ha⁻¹; Sólidos Solúveis Totais (SST), medidos em graus brix, presentes no caldo, extraído dos colmos de 8 plantas de sorgo sacarino. O °Brix foi determinado com o uso



de refratômetro digital de leitura automática. Esta característica não foi avaliada em Goiânia. Para a extração do caldo foram amostradas aleatoriamente 8 plantas inteiras (folha + colmo), sem panículas, colhidas na parcela útil, e moídas em moendas utilizadas para extração de caldo de cana, com exceção da avaliação feita em Mocambinho, na Usina SADA Bioenergia, que utilizou metodologia recomendada pelo CONSECANA, onde as plantas foram desintegradas em desfibrador 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 1 minuto. Anotando-se o peso (g) e volume (ml) de caldo extraído da amostra de 500g.

As análises de variâncias para cada característica foram feitas por local. Após aceitas as pressuposições (RAMALHO et al., 2000) foram realizadas análises de variância conjunta entre locais para todos os caracteres avaliados. Para a análise dos dados foi empregado o programa Sisvar 4.1 e o teste de médias Scott-Knott (1974).

Resultados e Discussão

Os ensaios foram implantados na safra de verão 2009/2010 na região Sudeste, época que coincide com o início do período chuvoso, e na safrinha na região Centro-Oeste (tabela 1). O ciclo das cultivares variou de 101 a 120 dias (tabela 1). Os resumos das análises de variância para Altura de Plantas (AP), Produção de Massa Verde (PMV) e Sólidos Solúveis Totais (SST) estão apresentados na tabela 2. Verifica-se diferenças significativas ($p \leq 0,01$) entre cultivares para as características avaliadas, mostrando que as cultivares diferem geneticamente entre si quanto a altura de planta, produção de biomassa verde e sólidos solúveis totais no caldo extraído dos colmos, com cultivares variando de 2,57 a 3,09m, 38,13 a 54,56 t.ha^{-1} e 13,99 a 20,0 °B, respectivamente (tabela 3, 4 e 5).

A produtividade média brasileira de biomassa verde da cana-de-açúcar é de $81,59 \text{ t.ha}^{-1}$ e na região Centro-Sul do Brasil, que apresenta maiores produtividades, é de $86,03 \text{ t.ha}^{-1}$ (CONAB, 2010). Em áreas de primeiro corte da cana e de maior fertilidade é possível obter maiores níveis de produtividade como as obtidas por Azevedo et al. (2003), que variaram de 96,4 a $117,6 \text{ t.ha}^{-1}$. Contudo, esta produtividade tende a cair gradativamente a partir do primeiro corte até o quinto ou sexto corte. É importante ressaltar que a cana é colhida com um ano ou um ano e meio e o ciclo do sorgo sacarino é de no máximo 120 dias. Desta forma, pode-se obter 2 ou 3 safras por ano de sorgo sacarino e, considerando a produtividade média dos ensaios por ciclo de $46,36 \text{ t.ha}^{-1}$, pode-se concluir que o sorgo sacarino é uma cultura bastante competitiva quando comparada à cana-de-açúcar.

Com relação aos valores de SST, pode-se verificar que os mesmos são equivalentes aos encontrados na cana-de-açúcar (AZEVEDO et al., 2003), com exceção da cultivar BRS 601. Este é um híbrido forrageiro que está no mercado há mais de 20 anos devido ao seu potencial para produção de silagem de qualidade. Para a produção de híbridos são utilizadas duas linhagens parentais e no caso deste híbrido apenas uma das linhagens é sacarina, o que justifica os menores valores de SST encontrados nesta cultivar. Contudo, as demais cultivares são variedades sacarinas que apresentaram valores de SST próximos de 20°B. A produção de etanol a partir do caldo extraído dos colmos do sorgo sacarino já foi validada (RATNAVATHI et al., 2010; LIU et al., 2008; CHANNAPPAGOUDAR et al., 2007; GARCIA, 1984b) e mostrou-se bastante promissora. No Brasil, a Embrapa Milho e Sorgo está desenvolvendo



projetos de pesquisa em parceria com usinas, utilizando a mesma estrutura da cana-de-açúcar para colheita, moagem, fermentação e destilação, com produção de etanol de ótima qualidade (95GL). A produtividade de etanol com sorgo sacarino varia em torno de 40 a 70L de etanol por tonelada de biomassa, variável de acordo com a qualidade da biomassa (diâmetro de colmo, maturidade, entre outros). Em cana, a produtividade de etanol está em torno de 70L por tonelada de biomassa verde.

Verificaram-se diferenças significativas ($p \leq 0,01$) entre locais para as características avaliadas, mostrando diferenças edafoclimáticas entre os locais avaliados, refletindo em diferenças na AP, PMV e

Tabela 1. Datas de semeadura e ciclo, em dias, dos ensaios avaliados em Sete Lagoas-MG, Nova Porteirinha-MG, Mocambinho-MG, Goiânia-GO e Sinop-MT.

	Sete Lagoas	Nova Porteirinha	Mocambinho	Goiânia	Sinop
Data de semeadura	29/10/2009	03/12/2009	17/11/2009	26/01/2010	09/02/2010
Ciclo (dias)	115	103	120	101	112

Tabela 2. Resumo da análise de variância para altura de plantas (AP), Produção de Massa Verde (PMV), em $t \cdot ha^{-1}$, Sólidos Solúveis Totais (SST), obtido a partir da avaliação de 25 cultivares de sorgo sacarino, avaliadas em Sete Lagoas-MG, Nova Porteirinha-MG, Mocambinho-MG, Goiânia-GO e Sinop-MT na safra agrícola 2009/2010.

FV	GL	QM		
		AP (m)	PMV ($t \cdot ha^{-1}$)	^{a/} SST ($^{\circ}B$)
Blocos/Local	10	0,133494	122,715526	14,992642
Cultivares	24	0,234994 **	181,783936 **	32,788008 **
Locais	4	5,271620 **	4567,083461 **	156,527010 **
Cultivares x Locais	96	0,087788 **	174,360167 **	6,544653 **
Erro	240	0,051037	59,364661	3,505731
Média		2,79	46,36	17,55
CV		8,11	16,62	10,67

*,**Significativo, pelo teste de F, a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente.

SST nas cultivares avaliadas. Foi verificada interação cultivares X locais significativa ($p \leq 0,01$) para AP, PMV e SST, mostrando comportamento diferenciado das cultivares quando avaliadas em diferentes locais. Nas tabelas 3, 4 e 5 estão os desdobramentos das cultivares dentro de cada local avaliado para AP, PMV e SST, respectivamente.

Para AP, verifica-se que houve diferença significativa entre cultivares apenas em Sete Lagoas, Goiânia e Sinop. Pode-se observar que, apesar da interação significativa, as cultivares CMSX630, CMSX638 e CMSX644 ficaram no grupo daquelas de maior porte em todos os locais avaliados, sugerindo interação tipo simples. Já as cultivares CMSX636, CMSX639, CMSX643, BR507, BR506 e BR 501 ficaram no grupo daquelas de menor porte em todos os locais avaliados (tabela 3).

Para PMV muitas cultivares apresentaram melhor comportamento em um local e pior em outro, como as cultivares CMSX630, CMSX637, CMSX643, CMSX644, CMSX646 e



BR503, sugerindo interação do tipo complexa, que é um complicador para os trabalhos de melhoramento, pois altera o ranqueamento das cultivares nos diferentes ambientes avaliados (tabela 4). Neste caso, devem ser feitos estudos de adaptabilidade e estabilidade de produção com a finalidade de identificar cultivares adaptadas com estabilidade ampla (RAMALHO et al., 1993).

Para SST, apesar de ocorrer alteração no ranqueamento da cultivares em alguns casos, muitas cultivares mantiveram-se no grupo de maior brix, independente do local avaliado, como CMSX631, CMSX633, CMSX634, CMSX637, CMSX642 e BR 507 (tabela 5). Considerando os valores obtidos de PMV para uma cultura com ciclo de 120 dias, em média, e os valores de SST equivalentes aqueles encontrados na cana-de-açúcar, pode-se concluir que o sorgo sacarino é uma matéria-prima bastante promissora para produção de etanol (GARCIA, 1984b; LIPINSKI; KRESOVICH,1982).

O sorgo sacarino pode ser utilizado para complementar a produção da cana-de-açúcar em grandes destilarias nos períodos de entressafra da cana, quando os preços do etanol são maiores, e com isso reduzir o período de ociosidade das usinas gerando mais renda e emprego. Em microdestilarias, o sorgo sacarino pode ser a principal matéria-prima desde que seja feito um planejamento industrial, principalmente em regiões onde a cana não apresenta boa adaptação devido aos baixos regimes pluviométricos. O sorgo sacarino também produz grãos, em torno de 2 a 5 t.ha⁻¹, que podem ser utilizados para a alimentação animal. Esta característica foi avaliada apenas em Sete Lagoas devido ao ataque de pássaros nos demais ensaios e, como estes ensaios são muito pequenos, os mesmos tornam-se mais suscetíveis a esses ataques. A produtividade média de grãos em Sete Lagoas foi de 2,5 t.ha⁻¹ e com cultivares produzindo de 0,6 a 5,5 t.ha⁻¹, mesmo com ataque moderado de pássaros. Nas grandes usinas, o sorgo sacarino está sendo colhido com os grãos e após a moagem obtém-se um bagaço misturado com grãos, que pode ser utilizado para confecção de silagens para alimentação de bovinos.

Tabela 3. Desdobramento de altura de plantas, em metros (m), obtidas a partir da avaliação de 25 cultivares de sorgo sacarino avaliadas em Sete Lagoas-MG, Nova Porteirinha-MG, Mocambinho-MG, Goiânia-GO e Sinop-MT na safra agrícola 2009/2010.

Cultivares	Sete Lagoas		Nova Porteirinha		Mocambinho		Goiânia		Sinop		Média	
CMSXS629	2,85	c	2,77	a	2,68	a	2,61	a	2,80	a	2,74	c
CMSXS630	3,67	a	2,77	a	3,12	a	2,71	a	2,80	a	3,01	a
CMSXS631	3,38	b	2,77	a	2,79	a	2,50	b	2,70	b	2,83	b
CMSXS632	3,32	b	2,90	a	2,67	a	2,65	a	2,86	a	2,88	b
CMSXS633	3,08	c	2,70	a	2,58	a	2,54	a	2,60	b	2,70	c
CMSXS634	3,18	c	2,93	a	2,54	a	2,74	a	2,87	a	2,85	b
CMSXS635	3,03	c	2,93	a	2,75	a	2,56	a	2,74	a	2,80	b
CMSXS636	3,08	c	2,70	a	2,60	a	2,32	b	2,63	b	2,67	c
CMSXS637	2,97	c	2,63	a	2,73	a	2,56	a	2,85	a	2,75	c
CMSXS638	3,92	a	2,70	a	2,68	a	2,71	a	2,90	a	2,98	a
CMSXS639	3,03	c	2,73	a	2,69	a	2,44	b	2,50	b	2,68	c
BRS506	3,05	c	2,73	a	2,52	a	2,47	b	2,70	b	2,70	c



CMSXS642	3,25	c	2,77	a	2,42	a	2,74	a	3,28	a	2,89	b
CMSXS643	3,12	c	2,80	a	2,83	a	2,43	b	2,60	b	2,76	c
CMSXS644	3,82	a	2,90	a	2,85	a	2,79	a	3,10	a	3,09	a
BR507	3,15	c	2,70	a	2,56	a	2,43	b	2,62	b	2,69	c
CMSXS646	3,48	b	2,77	a	2,71	a	2,65	a	2,82	a	2,89	b
CMSXS647	3,40	b	2,83	a	2,66	a	2,57	a	2,62	b	2,82	b
CMSXS648	3,00	c	2,90	a	2,50	a	2,57	a	2,68	b	2,73	c
BR500	3,35	b	2,63	a	2,38	a	2,61	a	2,97	a	2,79	c
BR501	3,17	c	2,67	a	2,74	a	2,15	b	2,30	b	2,60	c
BR503	3,57	b	2,57	a	3,00	a	2,65	a	2,39	b	2,83	b
BR505	3,13	c	2,73	a	2,38	a	2,34	b	2,78	a	2,67	c
BR504	3,03	c	2,80	a	2,61	a	2,47	b	2,85	a	2,75	c
BRS601	2,82	c	2,77	a	2,66	a	2,13	b	2,45	b	2,57	c
** Média	3,23	A	2,76	B	2,67	C	2,53	D	2,74	B	2,79	

* Médias seguidas da mesma letra na coluna são iguais entre si pelo teste SCOTT-KNOTT (1974) a 5%.

** Médias seguidas da mesma letra na linha são iguais entre si pelo teste SCOTT-KNOTT (1974) a 5%.

Tabela 4. Desdobramento de produção de massa verde (PMV), em t.ha⁻¹, obtidas a partir da avaliação de 25 cultivares de sorgo sacarino avaliadas em Sete Lagoas-MG, Nova Porteirinha-MG, Mocambinho-MG, Goiânia-GO e Sinop-MT na safra agrícola 2009/2010.

Cultivares	Sete Lagoas		Nova Porteirinha		Mocambinho		Goiânia		Sinop		Média	
CMSXS629	48,47	b	43,41	c	35,76	b	54,28	b	39,93	b	44,37	b
CMSXS630	57,23	a	55,43	b	46,71	a	76,04	a	37,41	c	54,56	a
CMSXS631	46,00	b	37,99	c	39,38	b	54,19	b	35,41	c	42,59	b
CMSXS632	46,19	b	66,28	a	36,81	b	51,85	c	35,03	c	47,23	a
CMSXS633	49,04	b	49,61	b	42,28	a	57,95	b	31,26	c	46,03	a
CMSXS634	53,81	a	47,29	b	32,57	b	62,57	b	44,82	a	48,21	a
CMSXS635	49,81	b	48,45	b	35,29	b	61,81	b	38,3	b	46,73	a
CMSXS636	40,47	b	45,35	c	30,91	b	39,33	c	34,59	c	38,13	b
CMSXS637	53,43	a	51,55	b	28,9	b	55,	b	33,7	c	44,52	b
CMSXS638	50,28	b	49,61	b	37,9	b	48,62	c	28,89	c	43,06	b
CMSXS639	47,23	b	38,76	c	39,76	b	64,33	b	36,81	c	45,38	b
BRS506	49,04	b	50,77	b	43,05	a	55,23	b	43,26	a	48,27	a
CMSXS642	48,57	b	58,91	b	31,62	b	55,38	b	42,37	b	47,37	a
CMSXS643	65,14	a	29,46	d	41,57	a	73,14	a	34,15	c	48,69	a
CMSXS644	63,90	a	47,28	b	43,22	a	57,52	b	35,48	c	49,48	a
BR507	48,19	b	53,49	b	44,47	a	57,61	b	34,59	c	47,67	a
CMSXS646	60,19	a	44,19	c	44,28	a	60,33	b	33,33	c	48,46	a
CMSXS647	58,19	a	50,39	b	48,43	a	57,71	b	47,7	a	52,48	a



CMSXS648	47,43	b	54,26	b	40,71	a	58,71	b	41,11	b	48,44	a
BR500	44,19	b	72,48	a	30,95	b	49,95	c	40,59	b	47,63	a
BR501	48,00	b	29,07	d	54,28	a	47,42	c	32,52	c	42,26	b
BR503	52,95	a	53,88	b	47,52	a	35,91	c	21,04	d	42,26	b
BR505	56,28	a	56,98	b	37,48	b	43,09	c	38,82	b	46,53	a
BR504	40,47	b	55,04	b	37,33	b	43,28	c	36,44	c	42,51	b
BRS601	49,71	b	55,04	b	45,33	a	47,	c	33,7	c	46,16	a
** Média	50,97	B	49,8	B	39,86	C	54,73	A	36,45	D	46,36	

* Médias seguidas da mesma letra na coluna são iguais entre si pelo teste SCOTT-KNOTT (1974) a 5%.

** Médias seguidas da mesma letra na linha são iguais entre si pelo teste SCOTT-KNOTT (1974) a 5%.

Tabela 5. Desdobramento de sólidos solúveis totais (Brix), em graus brix, obtidos a partir da avaliação de 25 cultivares de sorgo sacarino avaliadas em Sete Lagoas-MG, Nova Porteirinha-MG, Mocambinho-MG, Goiânia-GO e Sinop-MT na safra agrícola 2009/2010.

Cultivares	Nova					Média				
	Sete Lagoas	Porteirinha	Mocambinho	Sinop						
CMSXS629	18,50	a	16,57	a	18,66	a	16,87	c	17,65	c
CMSXS630	18,43	a	14,63	b	18,86	a	18,23	b	17,54	c
CMSXS631	18,97	a	16,40	a	18,47	a	21,03	a	18,72	b
CMSXS632	18,67	a	15,13	b	18,46	a	18,20	b	17,62	c
CMSXS633	20,10	a	18,43	a	19,38	a	22,07	a	20,00	a
CMSXS634	19,70	a	16,80	a	21,49	a	21,37	a	19,84	a
CMSXS635	13,17	c	15,13	b	20,20	a	13,37	d	15,47	d
CMSXS636	19,20	a	14,77	b	19,34	a	16,57	c	17,47	c
CMSXS637	21,43	a	17,53	a	18,79	a	20,93	a	19,67	a
CMSXS638	18,63	a	12,43	c	18,41	a	17,10	c	16,64	c
CMSXS639	19,40	a	17,23	a	19,64	a	16,10	c	18,09	b
BRS506	20,40	a	15,47	b	18,49	a	20,13	a	18,62	b
CMSXS642	20,37	a	17,40	a	19,65	a	21,70	a	19,78	a
CMSXS643	18,70	a	14,60	b	16,84	b	17,57	c	16,93	c
CMSXS644	16,80	b	15,30	b	16,67	b	16,50	c	16,32	c
BR507	19,70	a	17,77	a	19,87	a	21,23	a	19,64	a
CMSXS646	19,93	a	18,77	a	20,00	a	18,43	b	19,28	a



CMSXS647	16,33	b	14,13	b	17,92	b	16,40	c	16,20	c
CMSXS648	20,10	a	12,97	c	16,63	b	17,20	c	16,72	c
BR500	18,97	a	11,73	c	18,31	a	18,37	b	16,84	c
BR501	16,67	b	15,57	b	18,02	b	15,33	c	16,40	c
BR503	16,57	b	11,67	c	17,48	b	11,67	d	14,35	d
BR505	17,30	b	16,97	a	19,50	a	17,83	b	17,90	b
BR504	18,67	a	14,40	b	17,00	b	18,47	b	17,13	c
BRS601	13,70	c	14,27	b	15,79	b	12,20	d	13,99	d
** Média	18,42	A	15,44	C	18,56	A	17,79	B	17,55	

* Médias seguidas da mesma letra na coluna são iguais entre si pelo teste SCOTT-KNOTT (1974) a 5%.

** Médias seguidas da mesma letra na linha são iguais entre si pelo teste SCOTT-KNOTT (1974) a 5%.

Conclusão

O sorgo sacarino apresenta-se como uma matéria-prima bastante promissora para a produção de etanol.

Agradecimentos

À Comissão Europeia/Projeto Sweetfuel e à Fapemig pelo apoio financeiro.

Referências

AZEVEDO, J. A. G.; PEREIRA, J. C.; QUEIROZ, A. C.; CARNEIRO, P. C. S.; LANA, R. de P.; BARBOSA, M. H. P.; FERNANDES, A. M.; RENNÓ, F. P. Composição químico-bromatológica, fracionamento de carboidratos e cinética da degradação *in vitro* da fibra de três variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 6, p. 1443-1453, 2003.

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.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **1º Levantamento da cana-de-açúcar**: abril/2010. Brasília, 2010. <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/1_cana_10.pdf>. Acesso em: 21 jun. 2010.

FERREIRA, D. F. **SISVAR para Windows 4.3**. Lavras: UFLA, 2003. Software.



GARCIA, J. C. Análise econômica de produtos alternativos de sorgo sacarino: álcool, grãos ou ambos? In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, 3., 1984, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: COPPE: UFRJ, 1984a. v. 4, p. 1419-1427.

GARCIA, J. C. Avaliação econômica da produção de álcool em microdestilarias a partir de sorgo sacarino e cana-de-açúcar. In: GORGATI NETTO, A.; CRUZ, E. R. (Ed.). **Experiência brasileira de pesquisa econômica em energia para o setor rural**. Brasília: Embrapa-DEP, 1984b. p.45-54.

LIPINSKI, E. S.; KRESOVICH, S. Sugar crops as a solar energy converters. **Experientia**, Basel, v. 38, p. 13-17, 1982.

LIU, R.; LI, J.; SHEN, F. Refining bioethanol from stalk juice of sweet sorghum by immobilized yeast fermentation. **Renewable Energy**, Oxford, v. 33, p. 1130-1135, 2008.

NAPOLEÃO, B. A. Biodiesel: alternativa econômica, social e ambiental para o Brasil. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 26, n. 229, p. 3, 2005.

OLIVEIRA, A. J. de; RAMALHO, J. (Coord.). **Plano Nacional de Agroenergia: 2006 - 2011**. 2. ed. rev. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 110 p.

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA, 2000. 303 p.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; ZIMMERMANN, O. **Genética quantitativa em plantas autógamas**. Goiânia: UFG, 1993. 271 p.

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.

RIBEIRO FILHO, N. M.; FLORÊNCIO, I. M.; ROCHA, A. S.; DANTAS, J. P.; FLORENTINO, E. R.; SILVA, F. L. H. Aproveitamento do caldo do sorgo sacarino para produção de aguardente. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 10, n. 1, p. 9-16, 2008.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Raleigh, v. 30, n. 3, p. 507-512, Sept. 1974.

Apoio: FAPEMIG

