

**Influência da Época de Semeio  
na Produtividade de Cultivares  
de Sorgo Sacarino**



ISSN 1679-0154  
Julho, 2015

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Milho e Sorgo  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 117**

## **Influência da Época de Semeio na Produtividade de Cultivares de Sorgo Sacarino**

André May  
Mônica Matoso Campanha  
Vander Fillipe de Souza  
Matheus Ferreira França Teixeira

Embrapa Milho e Sorgo  
Sete Lagoas, MG  
2015

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Milho e Sorgo**

Rod. MG 424 Km 45

Caixa Postal 151

CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG

Fone: (31) 3027-1100

Fax: (31) 3027-1188

[www.embrapa.br/fale-conosco](http://www.embrapa.br/fale-conosco)

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: Sidney Netto Parentoni

Secretário-Executivo: Elena Charlotte Landau

Membros: Antonio Claudio da Silva Barros, Cynthia Maria Borges

Damasceno, Maria Lúcia Ferreira Simeone, Monica Matoso

Campanha, Roberto dos Santos Trindade, Rosângela Lacerda de

Castro

Revisão de texto: Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica: Rosângela Lacerda de Castro

Tratamento de ilustrações: Tânia Mara Assunção Barbosa

Editoração eletrônica: Tânia Mara Assunção Barbosa

Foto(s) da capa: André May

**1ª edição**

**Versão Eletrônica (2015)**

**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 Milho e Sorgo**

---

Influência da época de semeio na produtividade de cultivares de sorgo sacarino / André May ... [et al.]. – Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2015.

35 p. : il. -- (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Milho e Sorgo, ISSN 1679-0154; 117).

1. Sorgo açucareiro. 2. Variedade. 3. Biomassa. 4. Bioenergia. I. May, André. II. Série.

CDD 633.174 (21. ed.)

---

© Embrapa 2015

# Sumário

<b>Resumo</b> .....	4
<b>Abstract</b> .....	6
<b>Introdução</b> .....	7
<b>Material e Métodos</b> .....	9
<b>Resultados e Discussão</b> .....	12
<b>Conclusão</b> .....	30
<b>Referências</b> .....	30

# Influência da Época de Semeio na Produtividade de Cultivares de Sorgo Sacarino

---

*André May<sup>1</sup>*

*Mônica Matoso Campanha<sup>2</sup>*

*Vander Fillipe de Souza<sup>3</sup>*

*Matheus Ferreira França Teixeira<sup>4</sup>*

## Resumo

O sorgo sacarino surgiu como importante alternativa para a geração de biomassa na produção de etanol. Este trabalho objetivou avaliar o efeito da época de semeio sobre a produção de sorgo sacarino na região central de Minas Gerais, durante duas safras consecutivas, assim como avaliar a curva de maturação das cultivares. Foram instalados experimentos em Sete Lagoas/MG. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas por seis épocas de semeio (a partir de outubro de cada ano) e as subparcelas de duas cultivares (BRS 506 e CMSXS 647), com 4 repetições, durante

---

<sup>1</sup>Eng.-Agrôn., D.Sc. em Agronomia/Fitotecnia, Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, andre.may@embrapa.br

<sup>2</sup>Eng.-Agrôn., Ph.D. em Fitotecnia, Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, monica.matoso@embrapa.br

<sup>3</sup>Doutorando em Bioengenharia, UFSJ, São João del-Rei, MG, Brasil, vanderfsouza@gmail.com

<sup>4</sup>Mestrando em Produção Vegetal, UNIMONTES, Janaúba, MG, Brasil, teixeiramff@gmail.com

duas safras consecutivas. Para os experimentos de curva de maturação, foram utilizadas as mesmas cultivares, semeadas em novembro de cada ano, sendo realizadas cinco coletas ao longo do período de maturação das plantas, aos 90, 98, 106, 114 e 122 dias após semeio. O sorgo sacarino tem melhor desenvolvimento vegetativo durante os meses mais quentes do ano, apresentando maiores produtividades, contudo, pode haver uma diferença de comportamento conforme as condições climáticas do ano de cultivo. A cultivar CMSXS 647 (108,89 t ha<sup>-1</sup> de colmos) é mais produtiva que a BRS 506 (93,88 t ha<sup>-1</sup> de colmos), mantendo os mesmos níveis de qualidade entre si (13,77° Brix em média). A máxima qualidade do caldo é atingida com cerca de 110 dias para o BRS 506 e 120 dias para o CMSXS 647.

**Palavras-chave:** *Sorghum bicolor*, curva de maturação, bioenergia, sistemas de produção.

# Influence of Seeding Season on Productivity of Sweet Sorghum Cultivars

---

*André May<sup>1</sup>*

*Mônica Matoso Campanha<sup>2</sup>*

*Vander Fillipe de Souza<sup>3</sup>*

*Matheus Ferreira França Teixeira<sup>4</sup>*

## Abstract

The sorghum has emerged as an important alternative for the generation of biomass for ethanol production. This study evaluated the effect of sowing time on the production of sorghum in the central region of Minas Gerais State (MG), Brazil, during two consecutive crops, as well as evaluated the maturation curve of the cultivars. Experiments were conducted in Sete Lagoas/MG. The experimental design was randomized blocks in a split-plot, and the plots consisting of six seasons of sowing (from October each year) and the subplots of two cultivars (BRS 506 and CMSXS 647), with 4 replications during two consecutive year crops. For experiments of maturation curve, we used the same cultivars, sown in November each year, and five collections were conducted over the period of maturity of plants at 90, 98, 106, 114 and 122 days after sowing. The sorghum has better vegetative growth during the warmer months of the year, with higher yields, however, there may be a difference in behavior depending on the weather conditions for the crop year. Cultivar CMSXS 647 (108.89 t ha<sup>-1</sup>

of stem) is more productive than BRS 506 (93.88 t ha<sup>-1</sup> of stem), maintaining the same quality levels among themselves (13.77 ° Brix on average). Maximum quality of the broth is achieved about 110 days for BRS 506 and 120 days for CMSXS 647.

**Keywords:** *Sorghum bicolor*, maturity curve, bioenergy, production systems.

## Introdução

O setor sucroalcooleiro e energético do Brasil vem buscando alternativas para reduzir custos de produção, aumentar rendimentos agrícolas e industriais e elevar a operacionalidade das usinas. Neste contexto, o sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) apresenta-se como opção para seu uso como matéria-prima auxiliar para compor a matriz energética nacional, tanto por suas características agrônômicas como industriais.

Diferentes pesquisas confirmam o grande potencial do sorgo sacarino como matéria-prima para produção de etanol (ALMODARES; HADI, 2009; TEETOR et al., 2011; ZEGADALIZARAZU; MONTI, 2012; PARRELLA; SCHAFFERT, 2012).

O sorgo é uma planta C4 com alta eficiência fotossintética e alta produtividade (ALMODARES; HADI, 2009), que além de apresentar colmos suculentos com altos teores de açúcares fermentáveis, desenvolve-se em ciclos rápidos (quatro meses), cultura totalmente mecanizável, do plantio à colheita, e o bagaço pode ser utilizado como energia para a indústria, para a cogeração de eletricidade, contribuindo para um balanço

energético favorável (ALMODARES; HADI 2009; RATNAVATHI et al., 2010, 2011).

Uma das opções de utilização do sorgo em áreas de canaviais é na entressafra da cana-de-açúcar. Neste caso, o sorgo é semeado nos meses de outubro e novembro, para suprir a produção de etanol nos meses de dezembro a março, quando as usinas estão sem matéria-prima para moagem (MAY et al., 2012).

A produtividade de uma cultura depende da interação entre genótipo e ambiente, e resultados de pesquisas mostram diferença na produtividade do sorgo sacarino em função da época de plantio e da cultivar (POORNIMA et al., 2008; RATNAVATHI et al., 2011; ZHAO et al., 2009).

De acordo com Sans et al. (2003), no que se refere à resposta do sorgo a condições ambientais deve-se preocupar com temperatura, água e comprimento do dia. A semeadura na época adequada seguramente afeta o rendimento da lavoura. O atraso na época de plantio pode acarretar perdas significativas na produtividade da cultura, em virtude do déficit hídrico e/ou por fortes limitações de radiação solar na fase final do seu ciclo (MAY et al., 2012). Diferentes autores relataram perda de produtividade com o atraso na época ideal de recomendada para a região (TEETOR et al., 2011; VON PINHO et al., 2007; POORNIMA et al., 2008).

Dessa forma, a pesquisa objetivou avaliar o efeito da época de semeio sobre a produção de sorgo sacarino na região central de Minas Gerais, durante duas safras consecutivas, assim como avaliar a curva de maturação das cultivares.

## Material e Métodos

Os experimentos foram instalados em Sete Lagoas/MG (região Central do estado), durante duas safras consecutivas.

Os ensaios foram instalados no campo experimental da Embrapa Milho e Sorgo, situada entre a latitude 19° 23'S e longitude 44° 10'W, com altitude média de 726 m. O clima da região é do tipo CWA -Tropical, com chuvas concentradas no verão e um período seco bem definido durante o inverno, sendo apresentada na Figura 1 a flutuação climática por decênio durante a safra 2011/2012 e safra 2012/2013.

O solo, na área experimental em Sete Lagoas/MG, é do tipo Latossolo Vermelho Distrófico, textura argilosa. A Tabela 1 apresenta a análise de solo feita da área experimental.

Para os experimentos de época de semeio, o delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas por seis épocas de semeio (a partir de outubro de cada ano) e as subparcelas de duas cultivares (BRS 506 e CMSXS 647), com 4 repetições, durante duas safras consecutivas. As datas de semeio no primeiro ano de estudo foram: 26/10/2011, 17/11/2011, 27/12/2011, 19/01/2012, 07/02/2012 e 28/02/2012; e as do segundo ano de estudo foram: 16/10/2012, 20/11/2012, 10/12/2012, 14/01/2013, 04/02/2013 e 06/03/2013.

**Tabela 1.** Aspectos químicos dos solos da área experimental, na profundidade de 0-20 cm, Sete Lagoas/MG, 2013.

pH	H+Al	Al	Ca	Mg	SB	CTC	K	P	MO	V	m
			cmolc dm <sup>-3</sup>			mg dm <sup>-3</sup>		dag dm <sup>-3</sup>		%	
6,4	5,38	0,02	4,3	0,80	5,3	10,7	107	32,9	2,70	50,0	0,34

Para os experimentos de curva de maturação, o delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas pelos dias de coleta de plantas, realizadas aos 90, 98, 106, 114 e 122 dias após semeio, e as subparcelas de duas cultivares (BRS 506 e CMSXS 647), com 3 repetições, durante duas safras consecutivas. As datas de semeio foram 17/11/2011 e 20/11/2012, respectivamente, para o primeiro e segundo ano de estudo.

As parcelas experimentais, para todos os experimentos conduzidos, foram constituídas por quatro linhas de quatro metros de comprimento, sendo as duas linhas centrais consideradas como parcela útil, tendo como bordadura 0,5 m, nas extremidades de cada linha central. O semeio foi realizado mecanicamente, utilizando uma semeadora pneumática, com população final de 120.000 plantas por hectare. As cultivares da Embrapa estudadas foram a BRS 506 e CMSXS 647, caracterizadas por ciclo de 120 dias.

Para o preparo de solo foram realizadas, antes de cada ano de cultivo, uma aração e duas gradagens. A calagem foi feita para elevar a saturação de bases para 60%, antes da aração, permanecendo o solo em descanso por três meses após a incorporação do calcário. Foram aplicados, em cada ano de cultivo, 120 kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de ureia, 30 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, na forma de super-fosfato simples, e 60 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, na forma

de cloreto de potássio, segundo a recomendação para sorgo forrageiro descrita por Alvarez V. et al. (1999).

Para o controle de plantas daninhas, foi utilizado, em pré-emergência, o herbicida Atrazine na dosagem de 2,5 L ha<sup>-1</sup>. A cultura foi irrigada semanalmente por aspersão convencional, com lâmina de 10 mm.

As características avaliadas no dia da colheita, para os experimentos de época de semeio, foram: altura da planta (distância da superfície do solo até a ponta da panícula, expressa em metros); número de folhas; diâmetro do colmo (no terço médio das plantas, expresso em mm); massas frescas de colmos e folhas por área cultivada (expressas em t ha<sup>-1</sup>); massa seca de folhas por planta (expressa em g planta<sup>-1</sup>); massa de caldo por área cultivada (expressa em t ha<sup>-1</sup>) e sólidos solúveis totais da massa de caldo (°Brix).

Para os experimentos de curva de maturação, foram avaliadas a massa de caldo (expressa em g) e sólidos solúveis totais (°Brix). A massa de caldo, nos experimentos de curva de maturação, foi obtida a partir da prensagem de uma amostra composta de 500 g de colmos frescos.

A colheita foi realizada aos 120 dias após a semeadura. Para a extração do caldo da massa fresca do colmo foi retirada uma amostra composta por 10 plantas da área útil de cada parcela, após as mensurações das características supracitadas. As plantas foram moídas em uma ensiladeira estacionária e homogeneizadas em uma betoneira acoplada ao equipamento de moagem, sendo uma massa equivalente a 500 g de cada material triturado e homogeneizado, prensada em uma prensa

hidráulica HIDRASEME, modelo PHS 250, por 60 segundos com pressão de trabalho de 145 bar pressão sobre a amostra de 250 Kgf cm<sup>-2</sup>, resultando em força de prensagem de 45 t. Após prensagem, o caldo foi pesado, sendo o seu Brix mensurado com refratômetro.

Os dados obtidos das características avaliadas foram submetidos à análise de variância e em caso de significância, os valores foram submetidos ao teste Tukey. Foi feita análise conjunta dos experimentos conduzidos nos dois anos de estudo pelo programa estatístico SAS - Statistical Analysis System (SAS INSTITUTE, 1995).

## **Resultados e Discussão**

Houve interação significativa entre ano de plantio, época de semeadura e cultivar para todas as características avaliadas ( $p < 0,01$ ), exceto massa fresca (MFF) e seca de folhas (MSF) e Brix, conforme apresenta a Tabela 2. Assim, procedeu-se ao desdobramento para observar os efeitos.

De maneira geral, os menores rendimentos dos sorgos forrageiros nas semeaduras de janeiro a maio devem-se à ocorrência de fotoperíodos indutivos na fase de sensibilidade fotoperiódica das cultivares, aliados ao decréscimo acentuado da temperatura média a partir de abril. Para os parâmetros de rendimento de matéria verde e matéria seca, as cultivares avaliadas apresentaram melhor rendimento quando cultivadas em outubro, novembro ou dezembro, demonstrando que a interferência fotoperiódica para as cultivares BRS 506 e CMSXS 647 não foi significativa, uma vez que os materiais genéticos são considerados insensíveis ao fotoperíodo.

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância conjunta referente aos experimentos de época de semeio de sorgo sacarino para altura da planta (ALT), número de folhas (NF), diâmetro de colmo (Diam), massa fresca de colmos por hectare (MFCHA), massa fresca de folhas por hectare (MFFHA), massa seca de folhas por planta (MSFPL), massa fresca de panícula por planta (MFP), massa de caldo por hectare (MCHA) e Brix, Sete Lagoas/MG, 2013.

FV	GL	Alt	NF	Diam	MFCHA	MFFHA	MSFPL	MFP	MCHA	Brix
(B/E)/A	36	0,015552	1,374095	0,348733	66,20466	1,895356	160,4905	0,000062	40,55771	0,714896
Cultivar (C)	1	0,070959 **	104,8762 **	3,248704 **	6556,294 **	38,20327 **	3599,908 **	0,004134 **	3697,684 **	0,000104 NS
Anos (A)	1	0,562734 **	266,6667 **	30,73607 **	1894,371 **	14,07602 **	1161,276 **	0,004959 **	612,06 **	118,1484 **
Época (E)	5	0,850711 **	60,53149 **	36,32859 **	2263,017 **	57,13264 **	4280,837 **	0,000882 **	835,2464 **	58,86319 **
C x A	1	0,061509 **	5,960067 *	0,416067 NS	420,1322 *	11,2614 **	352,1685 NS	0,000234 NS	254,8017 *	0,045938 NS
C x E	5	0,366164 **	9,729384 **	8,963374 **	1009,189 **	5,330609 **	221,0969 NS	0,000567 **	547,3638 **	4,736854 **
A x E	5	0,446384 **	37,72345 **	14,40086 **	1681,698 **	13,13302 **	2054,656 **	0,000182 *	1018,954 **	24,95969 **
C x A x E	5	0,112394 **	12,03747 **	3,890517 **	814,8484 **	3,055503 NS	335,7979 NS	0,000802 **	455,2087 **	0,403687 NS
Resíduo	36	0,007986	1,385842	0,333103	81,01398	1,489303	199,6662	0,000061	48,07951	0,374619
Média		2,99	17,84	13,19	63,62	7,62	66,60	0,04	44,58	13,77
CV(%)		2,99	6,60	4,38	14,15	16,01	21,22	18,81	15,55	4,44

Isso pode ser comprovado pela data de florescimento (caracterizada pela emissão de pólen de mais de 50% das panículas da época de semeio estudada) das cultivares nos dois anos de estudo, que se manteve ao redor dos 70 e 80 dias após semeio para qualquer época de plantio avaliada para as cultivares CMSXS 647 e BRS 506, respectivamente. Observou-se que a cultivar BRS 506 é 10 dias mais tardia para o florescimento que a cultivar CMSXS 647.

As condições climáticas apresentadas para as diferentes épocas de plantio no primeiro ano não foram restritivas para a expressão da variável altura de plantas entre as cultivares de sorgo sacarino BRS 506 e CMSXS 647, exceto na última época de plantio (Tabela 3). Neste ano, para BRS 506 alturas semelhantes foram alcançadas quando a cultivar foi semeada em outubro, novembro, janeiro e fevereiro, sendo em média de 3,13 m. Para esta cultivar, quando semeada no segundo ano, as maiores alturas foram obtidas no semeio de novembro e janeiro, em média 3,30 m, não diferindo estatisticamente do valor alcançado no ano anterior. Para CMSXS 647, no primeiro ano, foram verificadas as maiores alturas de 3,37 m e 3,43 m para o semeio em dezembro e fevereiro. No segundo ano, CMSXS 647 apresentou maior altura quando semeada em novembro e dezembro. As menores alturas foram sempre encontradas no semeio de março, mais tardio, independentemente do ano e da cultivar. Comparando a maior altura com a menor, no primeiro ano de plantio, a redução foi cerca de 10% para BRS 506 e cerca de 20% para CMSXS 647.

**Tabela 3.** Altura da planta e número de folhas de duas cultivares de sorgo sacarino em função da época de semeio para cada ano de estudo, Sete Lagoas/MG, 2013.

		Altura da planta (m)					
Variáveis		Época 1	Época 2	Época 3	Época 4	Época 5	Época 6
2011/12	BRS 506	3,08 a AB	3,04 a AB	2,98 b B	3,21 a A	3,2 b A	2,9 a B
	CMSXS 647	2,84 b C	2,93 b BC	3,37 a A	3,06 b B	3,43 a A	2,8 a C
2012/13	BRS 506	2,79 b BC	3,26 b A	2,88 b B	3,33 a A	2,64 b C	2,28 a C
	CMSXS 647	3,04 a B	3,41 a A	3,33 a A	2,68 b C	3,13 a B	2,22 a D
BRS 506	2011/12	3,08 a AB	3,04 b AB	2,98 a B	3,21 a A	3,2 a A	2,9 a B
	2012/13	2,79 b BC	3,26 a A	2,88 a B	3,33 a A	2,64 b C	2,28 b C
CMSXS 647	2011/12	2,84 b C	2,93 b BC	3,37 a A	3,06 a B	3,43 a A	2,8 a C
	2012/13	3,04 a B	3,41 a A	3,33 a A	2,68 b C	3,13 b B	2,22 b D
		Número de folhas					
Variáveis		Época 1	Época 2	Época 3	Época 4	Época 5	Época 6
2011/12	BRS 506	17,98 b B	18,72 a AB	21,13 a A	19,34 b AB	17,94 b B	17,16 a B
	CMSXS 647	23,28 a A	19,51 a BC	18,18 b C	21,31 a AB	22,24 a A	17,31 a C
2012/13	BRS 506	18,53 a A	20,74 a A	12,18 b BC	14,27 b B	12,13 b BC	11,44 b C
	CMSXS 647	19,79 a A	21,66 a A	15,77 a BC	16,64 a BC	16,76 a B	14,18 a C
BRS 506	2011/12	17,98 a B	18,72 b AB	21,13 a A	19,34 a AB	17,94 a B	17,16 a B
	2012/13	18,53 a A	20,74 a A	12,18 b BC	14,27 b B	12,13 b BC	11,44 b C
CMSXS 647	2011/12	23,28 a A	19,51 b BC	18,18 a C	21,31 a AB	22,24 a A	17,31 a C
	2012/13	19,79 b A	21,66 a A	15,77 b BC	16,64 b BC	16,76 b B	14,18 b C

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Já no segundo ano, a redução foi maior que 30% para ambas as cultivares. Parrella et al. (2010), avaliando 25 genótipos de sorgo em diferentes locais de Minas Gerais na safra de verão, encontraram altura média de 3,05 m e 3,40 m para BRS 506 e CMSXS 647 plantados em outubro em Sete Lagoas, MG. Tardin et al. (2012), estudando o desempenho de cultivares de sorgo sacarino em Sinop-MT, encontraram altura média de 2,52 e 2,77 m para BRS 506 e CMSXS 647.

Von Pinho et al. (2007), avaliando a influência das diferentes épocas de semeadura na produtividade de cultivares de sorgo, verificaram uma redução na altura das plantas de sorgo à medida que o semeio se tornava mais tardio, sendo a altura média para cultivares de sorgo forrageiro de 3,0 m. Menor altura em semeio mais tardio de sorgo também foi verificada por Almodares e Mostafafi Darany (2006).

Em ensaios conduzidos por Silva et al. (2006), avaliando estágios fenológicos de sorgo em diferentes épocas de semeadura, foi observado que o decréscimo da temperatura ocasionou o atraso do desenvolvimento fenológico de todas as cultivares, e a elevação antecipou o ciclo delas. Vários trabalhos têm destacado o efeito da elevação da temperatura no maior desenvolvimento das plantas de sorgo (CADDEL; WEIBEL, 1971; CRAUFURD et al., 1998; CRAUFURD; QI, 2001). Ellis et al. (1997) descobriram que a temperatura afeta a taxa de desenvolvimento desde o semeio até o final da formação dos grãos.

O número de folhas foi bastante variável em função da época de semeio (Tabela 3), sendo que, no segundo ano, ambas as cultivares alcançaram, em geral, maior número de folhas,

comparativamente ao primeiro ano de plantio, sendo em média 14,88 e 18,71 folhas para BRS 506, e 17,47 e 20,30 folhas para CMSXS 647, no primeiro e segundo ano, respectivamente. Nos dois anos de semeio, a CMSXS 647 produziu mais folhas que BRS 506 para todas as épocas, exceto para a semeadura em dezembro no primeiro ano, não havendo diferença estatística quando semeado em novembro dos dois anos, em março do primeiro e em outubro do segundo. No primeiro ano foi encontrado o máximo de 23,28 folhas para o semeio em outubro, e no segundo ano o máximo alcançado foi 21,66 quando semeado em novembro. Para as duas cultivares BRS 506, no primeiro ano de semeio, o atraso no início do plantio não afetou muito a quantidade de folhas produzidas. Já no segundo ano, somente a primeira e segunda épocas de semeio (outubro e novembro) foram efetivas em promover condições para a produção de maior número de folhas. Silva et al. (2006), avaliando cultivares de sorgo em oito épocas de semeadura, também constataram desempenho diferenciado entre as cultivares de sorgo.

A massa fresca de folhas (MFF) acompanhou o comportamento apresentado pelo número de folhas, com maior MFF no primeiro ano que no segundo ano, exceto para o semeio em novembro (segunda época de semeio). O CMSXS 647 apresentou maior MFF ( $11,7 \text{ t ha}^{-1}$ ) que BRS 506 para todas as épocas de plantio, não diferindo quando semeado em novembro, dezembro e janeiro. Para as duas cultivares, houve uma tendência em reduzir a MFF com os semeios mais tardios (Tabela 4).

Já para a massa seca de folhas (MSF), em geral, não houve diferenças estatísticas entre os anos, exceto para o semeio em novembro e dezembro (segunda e terceira épocas) (Tabela 4).

**Tabela 4.** Massa fresca e seca de folhas de duas cultivares de sorgo sacarino em função da época de semeio para cada ano de estudo, Sete Lagoas/MG, 2013.

		Massa fresca de folhas (t ha <sup>-1</sup> )					
Variáveis		2011/12		2012/13			
		Época 1	Época 2	Época 3	Época 4	Época 5	Época 6
BRS 506		9,68 b A	9,11 a A	7,12 a B	6,25 a B	5,59 b BC	4,19 b C
CMSXS 647		11,7 a A	8,59 a B	7,92 a BC	6,86 a BC	7,86 a BC	6,58 a C
2011/12		10,27 a A	7,89 b BC	9,02 a AB	7,09 a C	7,43 a BC	6,33 a C
2012/13		11,11 a A	9,8 a A	6,02 b B	6,02 a B	6,02 b BC	4,44 b B
		Massa seca de folhas (g planta <sup>-1</sup> )					
Variáveis		Época 2		Época 3		Época 4	
		Época 1	Época 2	Época 3	Época 4	Época 5	Época 6
2011/12		74,21 a AB	77,27 b AB	88,75 a A	67,07 a BC	67,12 a BC	46,05 a C
2012/13		76,24 a B	103,72 a A	45,12 b CD	61,38 a BC	56,69 a BCD	35,59 a D

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

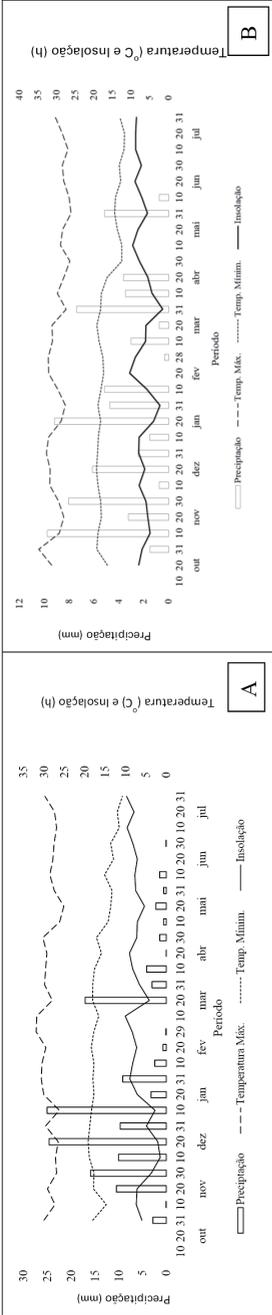
Principalmente para a BRS 506 observou-se que, embora não tenha havido grandes diferenças no número de folhas para as diferentes épocas de semeio, a MSF foi expressivamente menor à medida que o plantio foi mais tardio. Considerando que não houve restrição de água para o crescimento da cultura e que a adubação foi a mesma, a temperatura pode ter sido o fator interferente no acúmulo de matéria seca da planta, conforme pode-se acompanhar pela Figura 1. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva et al. (2006), que avaliando datas de plantio entre outubro e maio, em Viçosa-MG, também verificaram menores rendimentos em março para a característica. De acordo com estes autores, os menores rendimentos estão associados ao decréscimo da temperatura média no início da fase de floração, o que afetou o desenvolvimento das plantas.

Para ambas as cultivares, os maiores diâmetros de colmo verificados no primeiro ano foram encontrados nos plantios mais tardios, de dezembro a março para BRS 506 e dezembro e fevereiro para CMSXS 647 (Tabela 5). Apesar da diferença significativa entre as épocas de semeio, a variação de diâmetro de colmo foi de apenas 3,33 mm neste ano, sendo menor que este valor a diferença encontrada entre as cultivares. No segundo ano, o maior diâmetro de colmo, de 16,08 mm foi encontrado quando BRS 506 foi semeado em novembro. Para CMSXS 647, o semeio em dezembro e fevereiro proporcionou melhores condições ambientais para crescimento do caule.

**Tabela 5.** Diâmetro do colmo e massa fresca de colmos de duas cultivares de sorgo sacarino em função da época de semeio para cada ano de estudo, Sete Lagoas/MG, 2013.

		Diâmetro de colmo (mm)					
Variáveis		Época 1	Época 2	Época 3	Época 4	Época 5	Época 6
2011/12	BRS 506	13,08 a B	12,92 a B	14,75 b A	14,67 a A	15,58 a A	12,25 a B
	CMSXS 647	11,17 b C	11,83 b C	16,25 a A	14,17 a B	16,33 a A	12,08 a C
2012/13	BRS 506	12,17 a C	16,08 a A	13,58 a B	13,58 a B	12,17 b C	9,67 a D
	CMSXS 647	12,42 a C	12,92 b BC	13,92 a AB	10,83 b D	15 a A	9,17 a E
BRS 506	2011/12	13,08 a B	12,92 b B	14,75 a A	14,67 a A	15,58 a A	12,25 a B
	2012/13	12,17 b C	16,08 a A	13,58 b B	13,58 b B	12,17 b C	9,67 b D
CMSXS 647	2011/12	11,17 b C	11,83 b C	16,25 a A	14,17 a B	16,33 a A	12,08 a C
	2012/13	12,42 a C	12,92 a BC	13,92 b AB	10,83 b D	15 b A	9,17 b E
		Massa fresca de colmos (t ha <sup>-1</sup> )					
Variáveis		Época 1	Época 2	Época 3	Época 4	Época 5	Época 6
2011/12	BRS 506	65,09 a BC	49,46 a CD	93,88 a A	81,82 a AB	40,32 b D	40,75 b D
	CMSXS 647	75,39 a B	54,39 a D	76,68 b B	74,43 a BC	108,89 a A	55,61 a CD
2012/13	BRS 506	63,73 b A	62,82 b A	61,07 b A	48,36 b A	27,86 b B	29,07 b B
	CMSXS 647	82,86 a AB	89,14 a A	76,05 a AB	69,07 a BC	50,58 a CD	49,48 a D
BRS 506	2011/12	65,09 a BC	49,46 b CD	93,88 a A	81,82 a AB	40,32 a D	40,75 a D
	2012/13	63,73 a A	62,82 a A	61,07 b A	48,36 b A	27,86 a B	29,07 a B
CMSXS 647	2011/12	75,39 a B	54,39 b D	76,68 a B	74,43 a BC	108,89 a A	55,61 a CD
	2012/13	82,86 a AB	89,14 a A	76,05 a AB	69,07 a BC	50,58 b CD	49,48 a D

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



**Figura 1.** Flutuação climática por decênio durante a safra 2011/2012 (A) e safra 2012/2013 (B), Sete Lagoas/MG, 2013.

Almodares e Mostafafi Darany (2006), avaliando diferentes épocas de semeio de sorgo, verificaram que à medida que a data de plantio ia se estendendo, as hastes iam se tornando mais finas. Para Pauli et al. (1964) e Caddel e Weibel (1971), plantios tardios estão associados com a redução do número de dias para a iniciação da panícula e florescimento, sendo estes afetados pela temperatura e fotoperíodo. Assim, nos plantios mais cedo a estação de crescimento vegetativo é longa e os assimilados são usados para o crescimento vegetativo, como altura e diâmetro do colmo. Em plantios tardios, a estação de crescimento fica mais curta e a planta não tem muito tempo para o crescimento vegetativo, ficando mais fina e baixa quando semeada nestas épocas. Para as cultivares avaliadas no presente trabalho, somente quando o semeio foi feito em março, as condições ambientais interferiram negativamente para a maioria das características de crescimento vegetativo.

As cultivares apresentaram comportamento distinto no primeiro e no segundo ano de plantio com relação à produção de massa fresca de colmos (MFC) (Tabela 5), sendo, em geral, o primeiro ano mais produtivo que o segundo, da mesma forma que foi observado para outras características vegetativas avaliadas. No primeiro ano, o sorgo BRS 506 apresentou as maiores MFC quando o semeio foi realizado em dezembro ( $93,88 \text{ t ha}^{-1}$ ) e janeiro ( $81,82 \text{ t ha}^{-1}$ ), sendo 57% maior do que a MFC encontrada quando o plantio foi realizado em fevereiro e março. Neste ano, para o CMSXS 647, o semeio em fevereiro foi o que proporcionou maior MFC, de  $108,89 \text{ t ha}^{-1}$ , 50% maior do que as MFC alcançadas nos plantios efetuados novembro e março. Tardin et al. (2012) encontraram produção de  $34,3 \text{ t ha}^{-1}$  e  $53,4 \text{ t ha}^{-1}$  de colmos verdes para BRS 506 e CMSXS 647, plantados no verão, em Sinop-MT. Dessa forma, a cultivar

CMSXS 647 pode indiretamente ser considerada mais eficiente na conversão de fotossintética, uma vez que a produtividade foi maior, comparativamente à BRS 506, mesmo com menor número de folhas por planta.

Já no segundo ano, para as duas cultivares avaliadas, houve uma redução de produção de MFC com os semeios mais tardios, com as maiores produções de MFC obtidas quando o semeio foi realizado em outubro, novembro e dezembro. Para todas as épocas de semeio naquele ano, o sorgo sacarino CMSXS 647 produziu mais que o BRS 506, sendo em média 69,53 e 48,81 t ha<sup>-1</sup> para cada cultivar estudada, respectivamente. Os resultados encontrados no segundo ano concordam com aqueles encontrados por Silva et al. (2005), que avaliando rendimento de cultivares de sorgo semeados em diferentes meses do ano, em Viçosa-MG, verificou que para o BR 506, assim como para outras cultivares, os maiores rendimentos de matéria verde e matéria seca ocorreram quando o sorgo foi semeado na primeira quinzena de outubro e novembro, com produtividades decrescentes até março, sendo que neste último mês o rendimento alcançou apenas 20% do obtido em outubro/novembro. Redução na MFC com o atraso na data de plantio também foi apresentada por outros autores (ALMODARES; MOSTAFABI DARANY, 2006; RATNAVATHI et al., 2011).

Os resultados obtidos no presente trabalho mostram que as condições ambientais, conforme apresentada a Figura 1, foram importantes durante a produção de massa fresca nos colmos, tanto no primeiro quanto no segundo ano, uma vez que para valores semelhantes de altura e diâmetro de colmo, a produção de MFC foi superior em algumas épocas. Para Audilakshmi et

al. (2010), citados por Zhou et al. (2011), a produção de colmo tem correlação positiva e significativa com altura de planta e diâmetro da haste.

A produtividade de colmos das cultivares de sorgo é uma característica fortemente associada à produtividade de etanol por hectare (SOUZA et al., 2011; MURRAY et al., 2008; RITTER et al., 2008; PARRELLA; SCHAFFERT, 2012). Assim, quanto maior o rendimento de colmos maior será a produtividade de caldo por hectare e por consequência maior será o volume de etanol. Para pesquisas realizadas por Teetor et al. (2011), biomassa e peso do caldo foram os dois principais componentes de rendimento e os melhores preditores da produção de etanol.

A massa de caldo seguiu o mesmo comportamento que a massa fresca de colmos, sendo, no primeiro ano, maior nos plantios mais tardios e, no segundo ano, maior nos plantios mais cedo. No primeiro ano, o rendimento de caldo foi superior no sorgo CMSXS 647 quando semeado em fevereiro e março, não diferindo quando o semeio ocorreu nos meses de outubro, novembro e janeiro. A diferença na massa de caldo entre a época mais e menos produtiva foi 55% e 57% para o CMSXS 647 e BRS 506, respectivamente (Tabela 6). De maneira geral, para o sorgo BRS 506 as condições ambientais do primeiro ano permitiram à cultivar produzir mais caldo que no segundo ano. Teetor et al. (2011) também encontraram diferentes produções de caldo para as diferentes épocas de semeio de cultivares de sorgo estudadas.

No segundo ano, o CMSXS 647 produziu mais caldo que o BRS 506 em todas as épocas de semeio, exceto para outubro, quando não houve diferença significativa entre as cultivares.

**Tabela 6.** Massa de caldo e brix de duas cultivares de sorgo sacarino em função da época de semeio para cada ano de estudo, Sete Lagoas/MG, 2013.

Variáveis	Massa de caldo (t ha <sup>-1</sup> )					
	Época 1	Época 2	Época 3	Época 4	Época 5	Época 6
2011/12	BRS 506 42,38 a BC	32,4 a C	66,76 A A	54,81 a AB	28,65 b C	30,12 b C
	CMSXS 647 47,6 a BC	33,96 a C	52,39 B B	55,38 a B	79,29 a A	41,42 a BC
2012/13	BRS 506 46,07 a A	43,45 b A	39,45 B A	35,21 b AB	20,17 b C	21,02 b BC
	CMSXS 647 54,96 a A	64,01 a A	53,14 A A	52,08 a AB	37,96 a BC	37,16 a C
BRS 506	2011/12 42,38 a BC	32,4 b C	66,76 A A	54,81 a AB	28,65 a C	30,12 a C
	2012/13 46,07 a A	43,45 a A	39,45 B A	35,21 b AB	20,17 a C	21,02 a BC
CMSXS 647	2011/12 47,59 a BC	33,96 b C	52,39 A B	55,38 a B	79,29 a A	41,42 a BC
	2012/13 54,96 a A	64,01 a A	53,14 A A	52,08 a AB	37,96 b BC	37,16 b C
Brix (graus)						
Variáveis	Época 1	Época 2	Época 3	Época 4	Época 5	Época 6
BRS 506	15,97 b A	14,84 b B	13,76 a C	12,64 a CD	12,95 a D	12,48 a D
CMSXS 647	17,85 a A	15,52 a B	13,55 a C	11,80 b D	12,08 b D	11,85 b D
2011/12	17,82 a A	17,30 a A	12,40 b D	13,43 a C	14,53 a B	13,83 a BC
2012/13	16,00 b A	13,06 b C	14,91 a B	11,02 b D	10,50 b D	10,50 b D

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Neste ano, observou-se redução da massa de caldo à medida que os plantios eram realizados mais tarde. Resultados semelhantes foram encontrados por Poornima et al. (2008), avaliando rendimento de sorgo em diferentes épocas de plantio. Neste ano, a diferença na massa de caldo entre a época mais e menos produtiva foi 42% e 56% para CMSXS 647 e BRS 506, respectivamente.

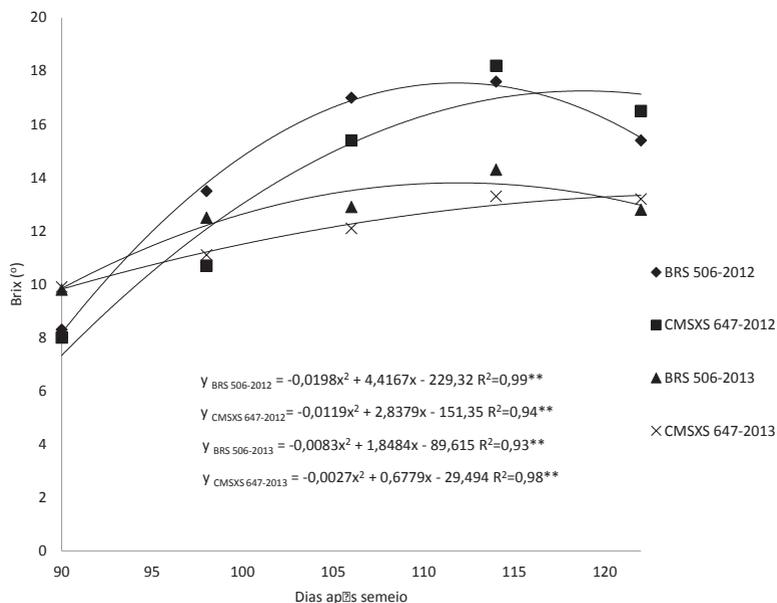
Conforme se observa na Tabela 6, a quantidade de sólidos solúveis totais (Brix) variou entre as épocas de plantio, havendo uma tendência, para ambas as cultivares, para a redução do Brix em semeios tardios. Aumento no valor do Brix nos semeios na abertura do verão, próximos à data recomendada, também foi encontrado por outros autores (ALMODARES; MOSTAFABI DARANY, 2006; POORNIMA et al., 2008; RATNAVATHI et al., 2011). Em geral, CMSXS 647 apresentou maior Brix que BRS 506 quando o plantio se deu em janeiro, fevereiro e março, e o contrário, com BRS 506 apresentando maior teor de Brix quando o plantio foi feito em outubro e novembro. As condições ambientais no primeiro ano favorecem maior acúmulo de Brix que no segundo ano, conforme pode-se observar pela Figura 1, exceto quando o plantio foi realizado em novembro. Os valores de Brix foram, em média, iguais para as duas cultivares (13,77°), contudo, a cultivar CMSXS 647 apresentou valores pouco superiores ao BRS 506. Estes resultados concordam com Tardin et al. (2012), que estudando diferentes cultivares de sorgo sacarino em Sinop-MT, encontraram para BRS 506 e CMSXS 647 o valor de Brix de 14,2° e 18,0°. Parrella e Schaffert (2012), avaliando genótipos de sorgo sacarino no norte de Minas Gerais, encontraram o valor médio de Brix de 14,63°.

Para os experimentos de curva de maturação das duas cultivares, quando semeadas em novembro de cada ano de estudo, observou-se que houve interação tripla para o Brix, considerando os fatores dia de coleta das plantas ao longo do ciclo, cultivar e ano de estudo (Tabela 7). Assim, na Figura 2, observa-se a flutuação do Brix ao longo do tempo, para cada cultivar e ano de estudo. A massa de caldo, nesse experimento de curva de maturação, apresentou interação dupla entre dia de coleta e ano de estudo (Tabela 7).

A Figura 2 apresenta o comportamento gráfico da flutuação do Brix ao longo do tempo para as duas cultivares estudadas em cada ano de cultivo, quando semeadas em novembro de cada ano (safra 11/12, classificada como 2012, e safra 12/13, classificada como 2013), a partir de cinco coletas de plantas após 90 dias do semeio. Verificou-se que o ponto de máximo valor de Brix foi aos 112 DAS (dias após semeio) (17°), 119 DAS (17,8°), 111 DAS (13,3°) e 126 DAS (13,06°), respectivamente, para a cultivar BRS 506-2012, CMSXS 647-2012, BRS 506-2013 e CMSXS 647-2013. Assim, o BRS 506 pode ser considerado um material mais precoce que o CMSXS 647. Nos experimentos de época de semeio foi fixada a colheita final aos 120 dias após semeio, visando padronizar a metodologia, contudo, a partir dos resultados observados nos experimentos de curva de maturação, nota-se queda da qualidade do caldo do BRS 506 após o pico aos 112 e 111 DAS. Já a cultivar CMSXS 647 tem uma tendência de queda da qualidade do caldo menor, sugerindo um maior período útil de colheita, ou seja, sem quedas bruscas nos valores de Brix do caldo, após seu bico de 119 ou 126 DAS, principalmente observado no ano de 2013, com uma tendência muito suave de elevação e queda, mantendo valores muito próximos a 13° Brix desde os 119 DAS.

**Tabela 7.** Resumo da análise de variância conjuntas referente aos experimentos de curva de maturação de sorgo sacarino para massa de caldo por hectare (MCHA) e Brix, Sete Lagoas/MG, 2013.

FV	GL	MCHA	Brix
Bloco(ANO)	4	215,9462	0,344
ANO	1	940,1042	51,894
CULTIVAR	1	1763,668	4,930667
ANO*CULTIVAR	1	177,8482	0,002667
Erro 1 = Bloco(Ano*Cultivar)	8	187,0882	0,280333
COLETA	4	1493,107	87,21108
COLETA*CULTIVAR	4	237,4336	3,633583
COLETA*ANO	4	659,4829	18,70442
COLETA*CULTIVAR*ANO	4	433,0319	1,155583
Erro 2	28	223,8477	0,402905
CV 1 (%)		3,94	4,03
CV 2 (%)		4,32	4,83
Média		346,731	13,13



**Figura 2.** Flutuação do Brix do caldo de duas cultivares de sorgo sacarino ao longo do tempo, Sete Lagoas/MG, 2013.

Assim, embora o florescimento da cultivar BRS 506 (aos 80 DAS) ocorra 10 dias antes do observado para a cultivar CMSXS 647 (aos 70 DAS), o bico de sólidos solúveis totais (brix) para a primeira cultivar é mais precoce (110 DAS), comparativamente a CMSXS 647 (120 DAS), demonstrando que o período entre o florescimento e o momento ideal de colheita é, em média, de 30 e 50 dias para a BRS 506 e CMSXS 647, respectivamente.

A Tabela 8 apresenta os valores médios da massa de caldo ao longo do tempo. Pode-se observar que a massa de caldo variou pouco entre as coletas, assim como foram semelhantes entre si para as cultivares estudadas, mantendo uma massa de caldo em média referente a 70% da massa fresca de colmos.

**Tabela 8.** Flutuação da massa de caldo de duas cultivares de sorgo sacarino em função da época de semeio ao longo do tempo, Sete Lagoas/MG, 2013.

Variáveis	Massa de caldo (g em 500 g de massa fresca de colmos)				
	Dia da coleta				
	90 DAS*	98 DAS	106 DAS	114 DAS	122 DAS
BRS 506	357,25 A a	337,73 AB a	340,73 AB a	316,18 B a	361,97 A a
CMSXS 647	351,97 A a	352,73 A a	355,45 A a	341,2 A b	352,1 A a

Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

\* DAS: dias após semeio

## Conclusão

O sorgo sacarino tem melhor desenvolvimento vegetativo durante os meses mais quentes do ano, apresentando maiores produtividades, contudo, pode haver uma diferença de comportamento conforme as condições climáticas do ano de cultivo. A cultivar CMSXS 647 é mais produtiva que a BRS 506, mantendo os mesmos níveis de qualidade entre si. A máxima qualidade do caldo é atingida com cerca de 110 dias para o BRS 506 e 120 dias para o CMSXS 647.

## Referências

ALMODARES, A.; HADI, M. R. Production of bioethanol from sweet sorghum: a review. **African Journal of Agricultural Research**, v. 4, n. 9, p. 772-780, Sept. 2009.

Almodares, A.; Mostafafi Darany, S. M. Effects of planting date and time of nitrogen application on yield and sugar content of sweet sorghum. **Journal of Environmental Biology**, Lucknow, v. 27, n. 3, p. 601-605, July 2006.

ALVAREZ, V., V. H.; NOVAIS, R. F. de; BARROS, N. F. de; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados

das análises de solos. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARAES, P.T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5a. aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 25-32.

Caddel, J. L.; Weibel, D. E. Effect of photoperiod and temperature on the development of sorghum. **Agronomy Journal**, Madison, v. 63, p. 799-803, 1971.

Craufurd, P. Q.; Qi, A. Photothermal adaptation of sorghum (*Sorghum bicolor*) in Nigeria. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v. 108, p. 199-211, 2001.

CRAUFURD, P. Q.; QI, A.; ELLIS, R. H.; SUMMERFIELD, R. J.; ROBERTS, E. H.; MAHALAKSHMI, V. Effect of temperature on time to panicle initiation and leaf appearance in sorghum. **Crop Science**, Madison, v. 38, p. 942-947, 1998.

ELLIS, R. H.; QI, A.; CRAUFURD, P. Q.; SUMMERFIELD, R. J.; ROBERTS, E. H. Effects of photoperiod, temperature and asynchrony between thermoperiod and photoperiod on development to panicle initiation in sorghum. **Annals of Botany**, London, v. 79, p. 169-178, 1997.

MAY, A.; ALBUQUERQUE, C. J. B.; SILVA, A. F. da; PEREIRA FILHO, I. A. Manejo e tratos culturais. In: MAY, A.; DURÃES, F. O. M.; PEREIRA FILHO, I. A.; SCHAFFERT, R. E.; PARRELLA, R. A. da C. (Ed.). **Sistema Embrapa de produção agroindustrial de sorgo sacarino para bioetanol: Sistema BRS1G - Tecnologia Qualidade Embrapa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. p. 22-31. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 139)

Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/72469/1/Doc-139-1.pdf>>. Acesso em: 29 jul. 2013.

MURRAY, C. S.; ROONEY, W. L.; MITCHELL, S. E.; SHARMA, A.; KLEIN, P. E.; MULLET, J. E.; KRESOVICH, S. Genetic improvement of sorghum as a biofuel feedstock: II. QTL for stem and leaf structural carbohydrates. **Crop Science**, Madison, v. 48, p. 2180-2193, 2008.

PARRELLA, R. A. C.; MENEGUCHI, J. L. P.; RIBEIRO, A.; SILVA, A. R.; PARRELLA, N. L. D.; RODRIGUES, J. A. S.; TARDIN, F. D.; SCHAFFERT, R. D. Desempenho de cultivares de sorgo sacarino em diversos ambientes visando produção de etanol. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010, Goiânia. **Potencialidades, desafios e sustentabilidade: resumos expandidos**. Goiânia: ABMS, 2010. 1 CD-ROM.

PARRELLA, R. A. da C.; SCHAFFERT, R. E. Cultivares. In: MAY, A.; DURÃES, F. O. M.; PEREIRA FILHO, I. A.; SCHAFFERT, R. E.; PARRELLA, R. A. da C. (Ed.). **Sistema Embrapa de produção agroindustrial de sorgo sacarino para bioetanol: Sistema BRS1G -Tecnologia Qualidade Embrapa**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 120 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 139). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/72469/1/Doc-139-1.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2013.

PAULI, A. W.; STICKLER, F. C.; LAWLESS, J. R. Developmental phases of grain sorghum (*Sorghum vulgare*, Pers.) as influenced by variety, location, and planting date. **Crop Science**, Madison, v. 4, n. 1, p. 10-13, 1964.

POORNIMA, S.; GEETHALAKSHMI, V.; LEELAMATHI, M. Sowing dates and nitrogen levels on yield and juice quality of sweet sorghum. **Research Journal of Agriculture and Biological Sciences**, v. 4, n. 6, p. 651-654, 2008.

RATNAVATHI, C. V.; KALYANA CHAKRAVARTHY, S.; KOMALA, V. V.; CHAVAN, U. D.; PATIL, J. V. Sweet sorghum as feedstock for biofuel production: a review. **Sugar Tech**, v. 13, n. 4, p. 399-407, 2011.

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**, Oxford, v. 34, p. 947-952, 2010.

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

SANS, L. M. A.; MORAIS, A. V. de C. de; GUIMARAES, D. P. **Época de plantio de sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2003. 4 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado técnico, 80).

SAS INSTITUTE. **SAS user's guide for windows environment**: 6.11 Cary, 1995.

SILVA, A. G. da; ROCHA, V. S.; CECON, P. R.; PORTUGAL, A. F.; PINA FILHO, O. C. Avaliação dos caracteres agronômicos de cultivares de sorgo forrageiro sob diferentes condições

termo-fotoperiódicas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 4, n. 1, p. 28-44, 2005.

SILVA, A. G.; ROCHA, V. S.; FILHO, O. C. P.; PINTO, G. H. F.; TEIXEIRA, I. R. Avaliação do rendimento de forragem de cultivares de sorgo forrageiro sob diferentes condições termo-fotoperiódicas. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 53, n. 307, 292-301, 2006.

SOUZA, V. F.; PARRELLA, R. A.; PORTUGAL, A. F.; TARDIN, F. D.; DURÃES, N. N. L.; SCHAFFERT, R. E. Desempenho de cultivares de sorgo sacarino em duas épocas de plantio no norte de Minas Gerais visando a produção de etanol. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 6., 2011, Búzios. **Panorama atual e perspectivas do melhoramento de plantas no Brasil**. [Búzios]: SBMP, 2011. 1 CD-ROM.

TARDIN, F. D.; CASASANTA, E. C.; PARRELLA, R. A. da C.; SILVA, A. F. da; BALDONI, A. B.; SOUZA, M. C. de; BOTIN, A. A.; ZANATTO, I. B.; RAMOS JUNIOR, E. U.; SCHAFFERT, R. E. Desempenho agrônômico de genótipos de sorgo sacarino cultivados em Sinop-MT na safra 2011/12. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindóia. **Diversidade e inovações na era dos transgênicos: resumos expandidos**. Campinas: Instituto Agrônômico; Sete Lagoas: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 2012. p. 2389-2395.

TEETOR, V. H.; DUCLOS, D. V.; WITTENBERG, E. T.; YOUNG, K. M.; CHAWHUAYMAK, J.; RILEY, M. R.; RAY, D. T. Effects of planting date on sugar and ethanol yield of sweet sorghum grown in Arizona. **Industrial Crops and Products**, v. 34, n. 2, p. 1293-1300, 2011.

VON PINHO, R. G.; VASCONCELOS, R. C. de; BORGES, I. D.; RESENDE, A. V. de. Produtividade e qualidade de silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 2, p. 235-245, 2007.

ZEGADA-LIZARAZU, W.; MONTI, A. Are we ready to cultivate sweet sorghum as a bioenergy feedstock? A review on field management practices. **Biomass and Bioenergy**, Oxford, v. 40, p. 1-12, 2012.

ZHAO, Y. A.; DOLAT A.; STEINBERGER, Y.; WANG, X.; OSMAN, A.; XIE, G. H. Biomass yield and changes in chemical composition of sweet sorghum cultivars grown for biofuel. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 111, p. 55-64, 2009.

ZHOU, Y.; ZHANG, Y.; WANG, X.; CUI, J.; XIA, X.; SHI, K.; YU, J. Effects of nitrogen form on growth, CO<sub>2</sub> assimilation, chlorophyll fluorescence, and photosynthetic electron allocation in cucumber and rice plants. **Journal of Zhejiang University-SCIENCE B-Biomedicine and Biotechnology**, v. 12, n. 2, p. 126-134, 2011.

