

INFLUÊNCIA DE POPULAÇÕES, DE ÉPOCAS DE SEMEADURA E DE CORTE NA PRODUTIVIDADE DO SORGO SACARINO BRS 506

IVAN VILELA ANDRADE FIORINI¹, RENZO GARCIA VON PINHO¹,
ÁLVARO OLIVEIRA SANTOS¹, IRAN DIAS BORGES², LUIZ PAULO MIRANDA PIRES¹,
EWERTON LÉLYS RESENDE¹ e HÉLCIO DUARTE PEREIRA¹

¹Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, Brasil – ivanvaf@yahoo.com.br, renzo@dag.ufla.br,

alvaroareado@yahoo.com.br, luizpaulo_vortex@hotmail.com, ewerton-resende@bol.com.br, hhelciopassos@yahoo.com.br;

²Universidade Federal de São João del-Rei, Campus Sete Lagoas, Sete Lagoas, MG, Brasil – irandb@ufsj.edu.br

Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.15, n.1, p. 94-104, 2016

RESUMO – O sorgo sacarino é uma excelente opção para a produção de etanol sob os pontos de vista agrônomo e industrial. Possui alta produção de massa verde e colmos suculentos com açúcares fermentáveis. O objetivo foi avaliar o sorgo sacarino quanto a características industriais relacionadas à produção de etanol em função de épocas de semeadura na região de Lavras, MG. Foram instalados cinco experimentos em intervalos de 21 dias a partir de 01/11/2012, no CDTCA / UFLA, em Lavras, MG. O delineamento experimental foi blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, com cinco repetições. Para as cinco épocas de semeaduras, as parcelas foram formadas por duas populações de plantas (100 e 130 mil plantas ha⁻¹) e as subparcelas por duas épocas de corte / colheita das plantas (20 e 40 DAF). Utilizou-se a variedade de sorgo sacarino BRS 506. As variáveis avaliadas na colheita foram: matéria verde; volume de caldo; sólidos solúveis totais (°brix) e toneladas de brix por hectare (TBH). As épocas de semeadura, as populações e as épocas de corte influenciaram o rendimento de matéria verde, o volume de caldo e as TBH. A semeadura realizada em 22 de novembro na época de corte aos 20 DAF e na população de 130 mil plantas ha⁻¹ proporcionou incremento na maioria das variáveis.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor*, produção de etanol, brix, biocombustíveis.

EFFECTS OF PLANT POPULATION, SOWING DATE AND HARVEST TIME ON PRODUCTIVITY OF SACCHARINE SORGHUM BRS 506

ABSTRACT- Sweet sorghum is an excellent option under the agronomic and industrial points of view, presenting succulent stems with fermentable sugars and high green matter production. The objective of the present study was to evaluate saccharine sorghum regarding the industrial characteristics related to the production of ethanol and different periods of sowing in Lavras-MG region. Five experiments were done in intervals of 21 days, in the Centre for Technological and Scientific Development in Agriculture UFLA, Lavras-MG. A randomized blocks experimental design was used with five replications. The sweetness of juice of the variety BRS 506 was assessed in a Split-Plot design, with two populations (100 and 130 thousands plants per hectares) and two different periods of cutting (20 and 40 DAF). At harvest the variables evaluated were: green matter, broth volume, total soluble solids (°brix) and tons of Brix per hectare (TBH). Sowing date, population and cutting season affected the yield of green matter, volume of broth and TBH. Sowing at 22 November, cutting at 20 DAF and population of 130,000 plants ha⁻¹ caused increase in most characteristics.

Key words: *Sorghum bicolor*, production of ethanol, brix, biofuels.

O sorgo sacarino, além de excelente cultura forrageira, vem chamando a atenção pelo seu grande potencial energético em virtude da sua capacidade de acumular nos colmos caldo rico em açúcares fermentáveis (Ratnavathi et al., 2010). Pode ser processado nas mesmas instalações das usinas de cana-de-açúcar para produção de etanol, sendo opção de matéria-prima complementar para as destilarias na entressafra para a produção de etanol ou mesmo de outros produtos, como aguardente e açúcar (Souza et al., 2005; Ribeiro Filho et al., 2008). Além de fornecer resíduo fibroso (bagaço), que pode ser usado como fonte de energia para gerar vapor nas caldeiras ou usado na alimentação animal.

Os baixos rendimentos registrados para a cultura em regiões produtoras se devem ao pouco conhecimento das respostas fisiológicas das cultivares aos fatores ambientais, como a má distribuição pluviométrica, e a inadequadas populações de plantas e épocas de semeadura (Pinho et al., 2007). Entender o comportamento das cultivares de sorgo sacarino em diferentes condições de manejo, como populações de plantas e épocas de corte das plantas em diferentes épocas de semeadura, possibilitaria a adoção de estratégias de manejo mais eficientes pelo produtor, aumentando a produtividade e a sustentabilidade da atividade.

Quanto às épocas de semeadura, estas são de grande importância nos rendimentos forrageiro e industrial do sorgo, uma vez que, em épocas mais tardias de semeadura a partir de janeiro, normalmente ocorre diminuição da disponibilidade de água no solo, da temperatura e de insolação (Silva et al., 2005). Em semeaduras mais tardias, o fotoperíodo começa a diminuir, induzindo o meristema apical das plantas de sorgo a passar da fase vegetativa para a fase reprodutiva, diminuindo a sua produção (Silva & Rocha, 2006).

Ainda para o sorgo sacarino, o índice multiplicativo TBH (toneladas de brix por hectare) tem se destacado em programas de melhoramento para a seleção de genótipos superiores por abranger caracteres que realmente influenciam diretamente na produção de etanol por hectare, foco principal da utilização do sorgo sacarino (Souza et al., 2013). Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o comportamento do sorgo sacarino quanto a características relacionadas à produção de etanol em duas populações de plantas e em duas épocas de cortes das plantas em função de cinco épocas de semeadura na região de Lavras, MG.

Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos no Centro de Desenvolvimento Tecnológico e Científico em Agricultura (CDTCA/UFLA), situado em Lavras, MG, sob semeadura direta, instalados em intervalos de 21 dias entre si, a partir de 01 de novembro de 2012, em solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distroférrico, textura argilosa e declividade de 9% (Santos et al., 2013). O clima predominante no município é classificado como mesotérmico, com temperaturas anuais médias de 19,3 °C, precipitação de 1.411 mm, com 70% desse total concentrado nos meses de dezembro a março. A condução dos experimentos deu-se em período de ocorrência de temperaturas, intensidade e distribuição de chuvas normais para a região (Figura 1).

Os resultados obtidos com a análise química desse solo (0 - 20 cm de profundidade) foram: pH em H₂O = 5,7; P = 11,1 mg dm⁻³; K = 109 mg dm⁻³; Ca = 39 mmol_c dm⁻³; Mg = 12 mmol_c dm⁻³; V% = 57,1; matéria orgânica = 30 g kg⁻¹; S-SO⁻⁴ = 9,8 mg dm⁻³. A adubação foi calculada de modo a fornecer quantidades adequadas de nitrogênio, fósforo e potássio baseadas na expectativa de obtenção de alta produtividade

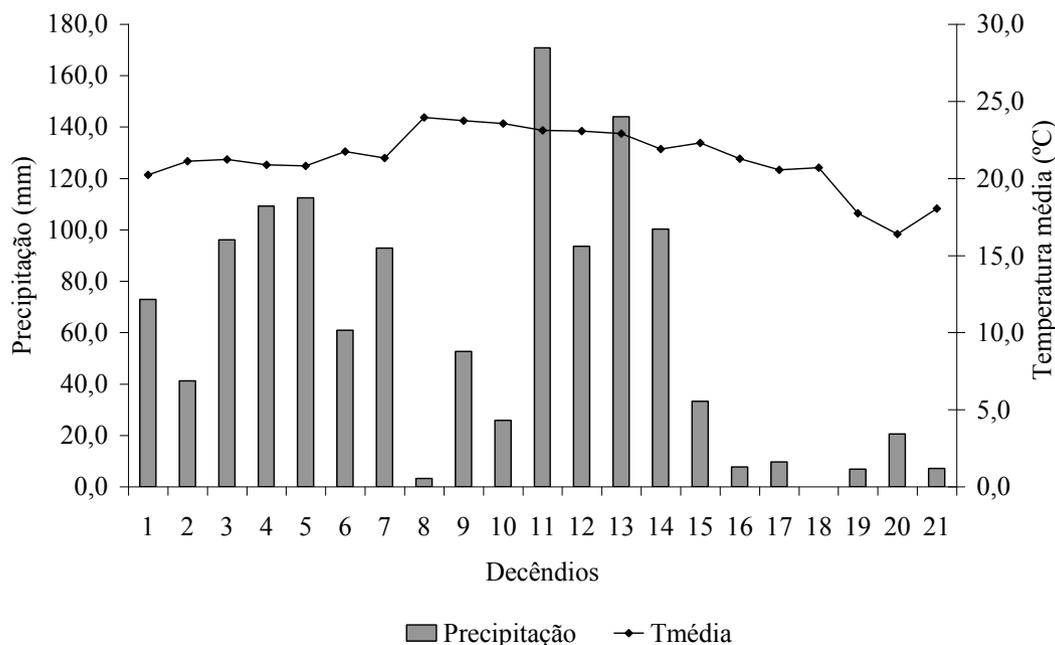


Figura 1. Dados médios de temperatura e precipitação pluviométrica por decêndio, em Lavras, MG, no período de 01/11/2012 a 31/05/2013. Dados obtidos no setor de Bioclimatologia da Ufla.

de silagem, acima de 60 toneladas ha^{-1} de matéria verde (Ribeiro et al., 1999). Em todos os tratamentos, foram utilizados 375 kg ha^{-1} de 8-28-16+0,5% Zn em adubação de semeadura e 460 kg ha^{-1} de 30-00-20 em adubação de cobertura aos 25 dias após a emergência. A área experimental foi cultivada anteriormente por cinco anos com milho como monocultura.

Foram conduzidos cinco experimentos, instalados em intervalos de 21 dias, sendo o primeiro na época de semeadura 01/11/2012, o segundo em 22/11/2012, o terceiro em 13/12/2012, o quarto em 03/01/2013 e o quinto em 24/01/2013. O delineamento experimental foi blocos casualizados, com cinco repetições. Para a análise do caldo sacarino, foi considerada a cultivar BRS 506, em esquema de parcelas subdivididas no espaço com duas populações de plantas (100 e 130 mil plantas ha^{-1}) durante duas épocas de corte (20 dias após o florescimento (DAF) e aos 40 DAF). A parcela experimental constou de quatro

linhas de 4 m com a respectiva população de plantas e espaçamento de 0,6 m, considerando-se como a área útil as duas linhas centrais.

A área foi dessecada com o herbicida Glifosate 15 dias antes da semeadura. Foi semeado o dobro do número de sementes recomendado para as populações de plantas. O controle de daninhas foi realizado aos 25 dias após a emergência do sorgo, com o uso do herbicida Atrazina na dosagem de 4,0 L ha^{-1} , com repasse de capina manual aos 40 dias após a emergência para o controle das plantas daninhas monocotiledôneas. O desbaste visando às populações de plantas foi realizado aos 30 dias após a emergência das plantas. Para o controle dos insetos, foi aplicado o inseticida Deltametrina na dosagem de 250 mL ha^{-1} aos 50 dias após a emergência do sorgo.

As variáveis analisadas foram: a) matéria verde total (MV): pesagem do colmo principal mais a soma de folhas e panículas das plantas colhidas na

área útil da parcela, em balança do tipo dinamômetro, marca Filizolla. Os valores obtidos foram expressos em kg ha^{-1} ; b) volume de caldo (VOL.): determinado pela medição do volume de caldo de oitos colmos, colhidos na parcela útil, extraído em moenda de motor elétrico Modelo B-728 Rolo Inox 220v considerada de “baixa eficiência de extração” e estimado considerando a respectiva população de plantas na parcela. Os colmos foram passados duas vezes na extração, sendo na segunda vez dobrados ao meio para maior extração do caldo, e os valores expressos em L ha^{-1} ; c) sólidos solúveis totais ($^{\circ}\text{brix}$): o caldo foi filtrado e homogeneizado e gotas da amostra foram colocadas sobre o prisma de um refratômetro digital. Os resultados foram expressos em $^{\circ}\text{brix}$; d) toneladas de brix por hectare (TBH): o índice foi determinado a partir da multiplicação entre a produtividade de matéria verde de colmos por hectare, a porcentagem de extração do caldo e o teor de sólidos solúveis totais ($^{\circ}\text{brix}$ médio), expresso em toneladas $^{\circ}\text{brix ha}^{-1}$.

Os resultados foram submetidos aos testes de aditividade do modelo, de normalidade dos erros e de homogeneidade das variâncias. Não havendo restrição às pressuposições da análise da variância, procedeu-se às análises de variâncias individuais pelo teste F, utilizando o programa estatístico Sisvar (Ferreira, 2008). Posteriormente, realizou-se a análise de variância conjunta envolvendo os experimentos. Mediante o teste F significativo ($p < 0,05$), foram realizadas as análises de regressão. Os modelos para ajuste das equações foram escolhidos com base no coeficiente de determinação e da significância dos efeitos.

Resultados e Discussão

De acordo com a análise de variância conjunta, nas características matéria verde e toneladas de

brix por hectare (TBH), foram constatadas diferenças significativas para as populações, as épocas de semeadura e as épocas de corte das plantas e ainda foram observadas interações significativas entre as épocas de semeadura e as épocas de corte. Para o volume de caldo, houve diferenças significativas para as fontes de variação populações de plantas e épocas de semeadura, não ocorrendo interação entre as épocas de semeadura e as épocas de corte. No teor de sólidos solúveis ($^{\circ}\text{brix}$), as diferenças foram significativas para as épocas de semeadura e de corte, com interações significativas entre as épocas de semeadura e as épocas de corte. Os coeficientes de variação para essas características variaram de 4,51% a 24,98% e indicam boa precisão dos experimentos para essas características.

Quanto aos resultados médios para a matéria verde total, o volume de caldo e as toneladas de $^{\circ}\text{brix}$ por hectare (TBH), considerando as populações de plantas, constatou-se o incremento nessas características quando foi utilizada a população de 130 mil plantas por hectare (Tabela 1). Para a matéria verde total na população de 130 mil plantas por hectare, foi obtida produtividade de 58117 kg ha^{-1} e, para a população de 100 mil plantas por hectare, esse valor foi de 51517 kg ha^{-1} . No caso do volume de caldo, o rendimento foi na ordem de 17612 L ha^{-1} na população de 130 mil plantas por hectare, superior aos 15193 L ha^{-1} obtidos na menor população de 100 mil plantas por hectare. Esses resultados corroboram com os obtidos por vários autores em trabalhos com populações do sorgo sacarino (Pereira Filho et al., 2013; Albuquerque et al., 2012; May et al., 2012), em que as maiores produções de matéria verde, massa ou volume de caldo ocorreram nas maiores populações de plantas. Na população de 130 mil plantas por hectare, também foram verificadas maiores TBH com 3,16 toneladas

de °brix por hectare, enquanto na população de 100 mil plantas por hectare foram obtidas apenas 2,74 toneladas de °brix por hectare.

A produção de matéria verde apresentou interação entre as épocas de semeadura com as épocas de corte das plantas, sendo que a melhor época de colheita visando a maior produtividade foi realizada com o corte das plantas aos 20 DAF, com os maiores valores em relação à época 40 DAF, e, quanto a melhor época de semeadura do sorgo sacarino, observou-se o ponto de máximo valor de matéria verde com o corte aos

20 DAF, segundo a equação quadrática aos 25 dias após a data 1º de novembro (Figura 2). De acordo com Pereira Filho et al. (2013), o peso da matéria verde é uma característica de grande importância em sorgo sacarino e reflete positivamente na produção de caldo. Entretanto, o conteúdo de açúcares no caldo e, por consequência, a conversão em etanol são dependentes da cultivar, de fatores ambientais, da época de colheita e da eficiência de processos de transporte e de conversão industrial, uma vez que há sempre uma correlação positiva entre estas duas características.

Tabela 1. Resultados médios para matéria verde total (MV), volume de caldo (Vol.) e toneladas de °brix por hectare (TBH), considerando as populações de plantas.

Populações (mil plantas)	MV (kg ha ⁻¹)	Vol. (L ha ⁻¹)	TBH
100	51516,68 b	15193,40 b	2,74 b
130	58116,78 a	17162,36 a	3,16 a

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste F, aos 5% de probabilidade.

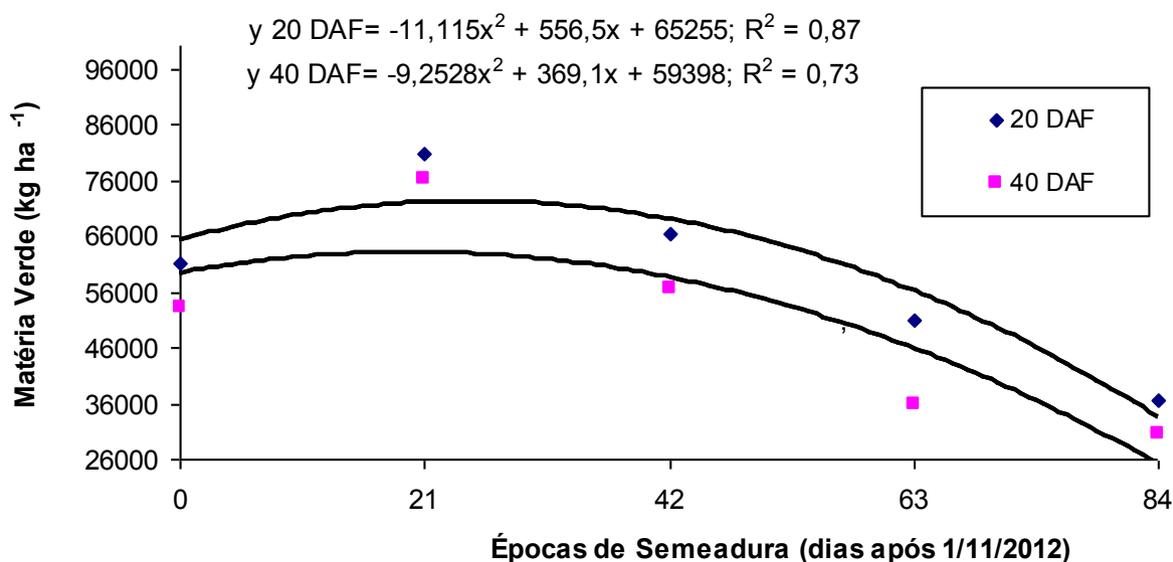


Figura 2. Matéria verde total em função das épocas de semeadura e duas épocas de corte das plantas, expressa em kg ha⁻¹.

O maior rendimento de biomassa verde foi verificado na segunda época de semeadura realizada no dia 22 de novembro. Esses resultados corroboram com os obtidos por vários autores (Silva et al., 2005; Silva & Rocha, 2006; Pinho et al., 2007; Alcântara et al., 2011), que encontraram os maiores valores das matérias verdes do sorgo nas épocas de semeadura realizadas em novembro em função das condições de umidade, de temperatura e de insolação mais adequadas ao desenvolvimento da cultura.

Segundo Pinho et al. (2007), em experimentos instalados em três épocas de semeadura (novembro, dezembro e janeiro) no município de Lavras, MG, a semeadura em meados de novembro foi a época mais propícia para a produção de matéria verde do sorgo forrageiro e do sorgo de duplo propósito para forragem e grãos.

No mesmo município, Alcântara et al. (2011), com cinco épocas de semeaduras quinzenais do sorgo forrageiro a partir de 30 de outubro, obtiveram os maiores valores de matéria verde na semeadura de novembro, sendo o mais baixo valor observado na última época de semeadura em janeiro.

Em duas localidades do Norte de Minas Gerais, com cinco épocas de semeaduras a partir da segunda quinzena de outubro, Albuquerque & Mendes (2011) encontraram os maiores valores de matéria verde na primeira quinzena de novembro para a maioria dos sorgos forrageiros avaliados. Esses resultados corroboram com os obtidos neste trabalho.

Em estudo de oito épocas de semeadura em espaços quinzenais, iniciados na primeira quinzena de outubro no município de Viçosa, MG, Silva et al. (2005), avaliando a matéria verde, observaram que as cultivares forrageiras e a cultivar sacarina BR 501 apresentaram sensibilidade ao fotoperíodo em semeaduras no verão a partir de janeiro; já as cultivares gra-

nífera, corte e pastejo, sacarino BRS 506 e de duplo propósito para forragem e grãos mostraram insensibilidade ao fotoperíodo, não variando significativamente a produção com o atraso da semeadura no verão. Sendo que os sorgos forrageiros e graníferos apresentam características fisiológicas semelhantes ao sorgo sacarino, pois ambos pertencem à mesma espécie.

Em semeadura tardia com o sorgo sacarino, na primeira quinzena de janeiro (13/01) no município de Jundiá, SP, Teixeira et al. (1999) observaram que o rendimento de massa verde e o teor de açúcares dos colmos reduziram consideravelmente em relação ao resultado obtido em experimentos instalados em dezembro. Nas mesmas épocas de semeadura deste trabalho (dezembro e janeiro), também foram observadas reduções no rendimento de matéria verde na medida em que se atrasou a época de semeadura para o mês de janeiro.

Pode-se inferir que a produção de matéria verde encontra-se intimamente relacionada com o desenvolvimento vegetativo da planta. A produção de matéria verde é altamente influenciada pelo fotoperíodo à medida que aumenta o número de horas de luz, consequentemente aumenta a temperatura média diária, sugerindo aumento na taxa fotossintética e aumento da produção de massa e comprimento de entre-nós. De acordo com Albuquerque et al. (2012), a quantidade de nós na planta é determinada pelos genes da maturação e sua reação ao fotoperíodo. Outro fator a se considerar foi a ocorrência de veranicos durante o desenvolvimento da cultura nas épocas tardias de semeadura, com o volume de chuva reduzido após a segunda quinzena do mês de dezembro na região de Lavras. Segundo Magalhães et al. (2008), o estresse hídrico inibe o crescimento das plantas de sorgo devido a menor expansão celular provocada pela falta de fotoassimilados nos tecidos vegetais. A partir da

etapa de crescimento 2 (30 dias após a emergência), vários processos de crescimento, se afetados, podem comprometer o rendimento e a produtividade do sorgo.

Após o florescimento e a fertilização, a planta de sorgo inicia o processo de desenvolvimento e maturação dos grãos, o que influencia na produção de massa total da planta, como também do colmo e da panícula (Landau & Sans, 2008). Assim, as épocas de semeadura das plantas podem afetar tanto a produção de massa verde, como o rendimento de caldo sacarino do colmo. Observa-se que, na região de Lavras, MG, as melhores épocas de semeadura que propiciam o maior desenvolvimento avaliado pela característica matéria verde para o sorgo sacarino estão nas semeaduras durante o mês de novembro.

Considerando a variável volume de caldo, foi ajustado o modelo quadrático nas diferentes épocas de semeadura com o ponto de máxima produção de

caldo, de acordo com a equação aos 14 dias após a data de semeadura 1º de novembro e com posterior redução (Figura 3).

Essa redução ocorreu devido a maior possibilidade de ocorrência de veranicos durante o ciclo da cultura com o avanço da época de semeadura, com menores distribuição e volume de chuva. Vale ressaltar que características como a matéria verde das plantas do sorgo sacarino e o volume de caldo, que possuem alta correlação entre si, são influenciadas pelas condições edafoclimáticas.

O °brix apresentou relação linear com o atraso das épocas de semeadura e interagiu com a época de corte, sendo que seus valores dependem da época de corte avaliada, com um ligeiro aumento no decorrer das épocas de semeadura (Figura 4). Os maiores valores de °brix foram encontrados aos 40 DAF na maturidade, corroborando com os resultados obtidos por Teixeira et al. (1999).

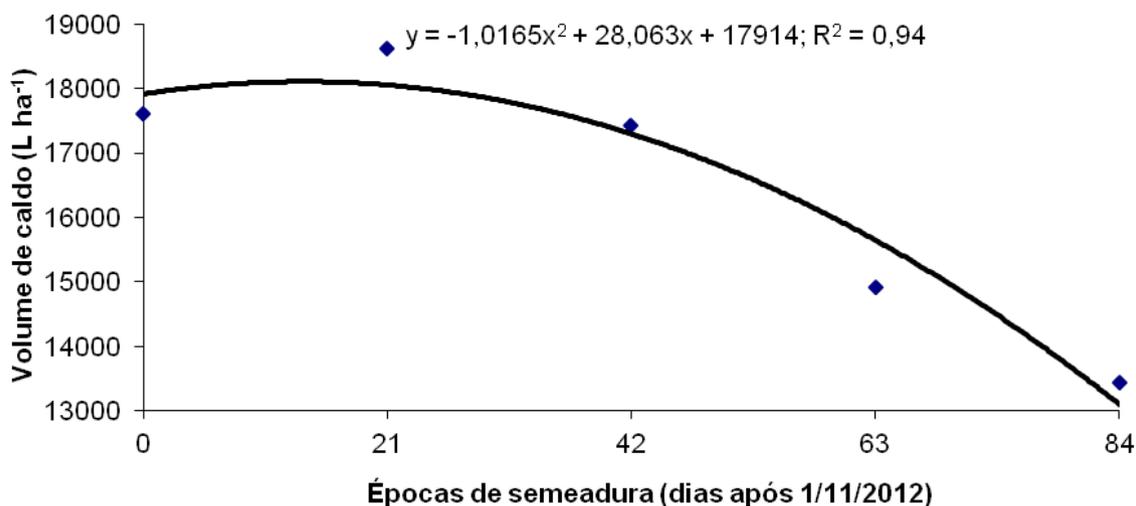


Figura 3. Volume de caldo em função das épocas de semeadura, expresso em L ha⁻¹.

Considerando o desdobramento das populações de plantas nas épocas de cortes das plantas, podemos inferir que, na população de 100 mil plantas ha^{-1} , o caldo extraído dos colmos do sorgo apresentou os maiores teores de °brix aos 20 DAF; contudo, não foram verificadas diferenças para a referida característica aos 40 DAF (Tabela 2).

O valor máximo de °brix atingido pela variedade BRS 506 foi semelhante ao encontrado em outras variedades sacarinas por Lourenço et al. (2007), que foi de 17 °brix. O °brix médio do ensaio nas diferentes épocas avaliadas foi de 13,97, superior ao encontrado por Ribeiro Filho et al. (2008). Em cana-de-açúcar, é

comum observar valores acima de 19 °brix. Entretanto, em outros trabalhos com sorgo sacarino, têm sido observados valores de brix em torno de 19 (Azevêdo et al., 2003; Fernandes et al., 2003), embora esse valores sejam muito influenciados pelo ambiente, pela cultivar, pela época de colheita e por outros fatores.

Para a característica toneladas de brix por hectare (TBH), houve interação entre as épocas de semeadura com as épocas de corte e observaram-se tendências quadráticas de acordo com as equações, sendo que a melhor época de corte foi realizada aos 20 DAF com os maiores valores de TBH em relação à época 40 DAF (Figura 5). Quanto a melhor época

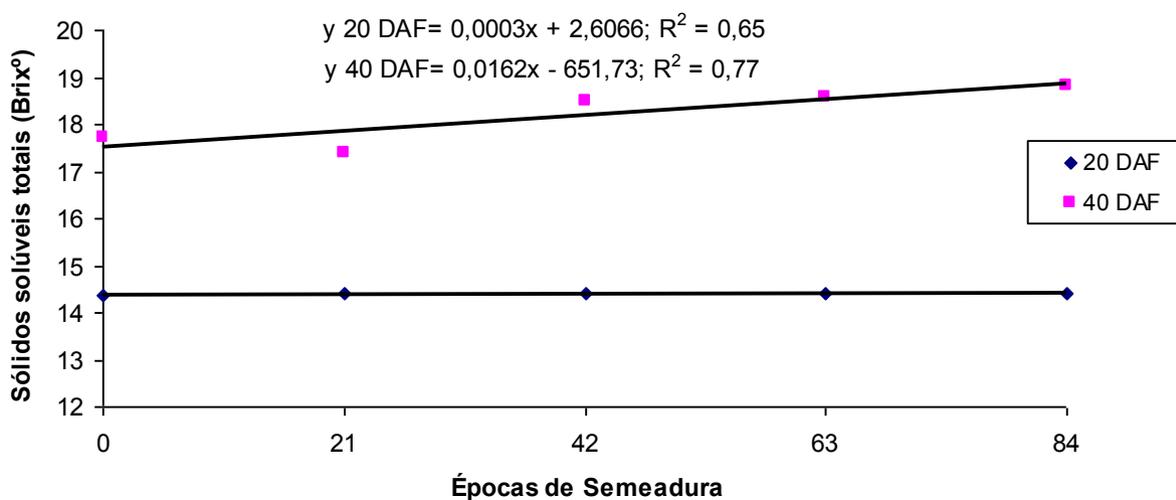


Figura 4. Sólidos Solúveis Totais (brix) em função das cinco épocas de semeadura e duas épocas de corte das plantas, expresso em °brix.

Tabela 2. Resultados médios do teor de sólidos solúveis totais (°brix), considerando o desdobramento de populações dentro de épocas de cortes das plantas.

Épocas de corte:	Populações de Plantas	
	100 mil plantas ha^{-1}	130 mil plantas ha^{-1}
20 dias após o Florescimento	14,68 Ab	14,06 Bb
40 dias após o Florescimento	18,02 Aa	18,35 Aa

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas na coluna e maiúsculas na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste F aos 5% de probabilidade.

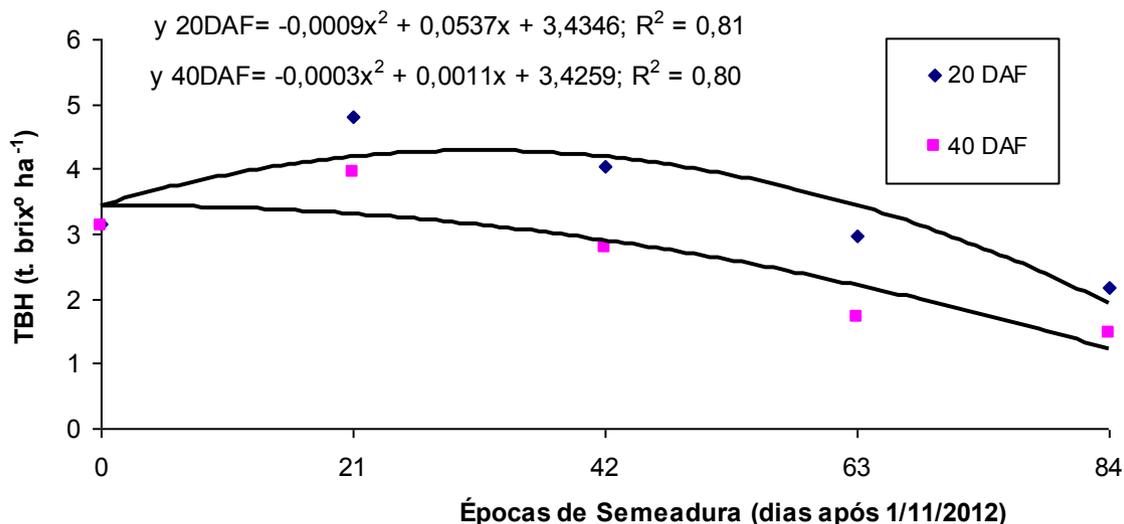


Figura 5. Toneladas de brix por hectare (TBH) em função das cinco épocas de semeadura e duas épocas de corte, expresso em t. brix ha⁻¹.

de semeadura do sorgo sacarino aos 20 DAF, observou-se o ponto de máximo valor de TBH, segundo a equação, aos 30 dias após a data 1º de novembro.

À medida que as plantas florescem e se desenvolvem, as épocas de corte exercem alta influência nessa característica, além do aumento das massas verdes das plantas, dos colmos e do volume de caldo. Visando aos maiores valores de TBH e consequentemente a uma maior produção de etanol por hectare, observou-se que as melhores épocas de semeadura do sorgo sacarino compreendem as datas de semeadura no mês de novembro até aos 30 dias após a data 1º de novembro devido a menor possibilidade de ocorrência de veranicos, com precipitações, temperaturas e fotoperíodo favoráveis à cultura do sorgo sacarino em relação às outras datas avançadas de semeadura na região.

Conclusões

As épocas de semeadura, as populações e as épocas de corte das plantas influenciaram o rendi-

mento de matéria verde, o volume de caldo e as toneladas de brix por hectare.

A semeadura realizada em 22 de novembro na época de corte aos 20 DAF e na população de 130 mil plantas ha⁻¹ proporcionou incremento na maioria das variáveis.

A melhor época para semeadura de sorgo sacarino cultivar BRS 506 é no dia 22 de novembro, pois proporcionou maiores rendimento de matéria verde, volume de caldo e toneladas de brix ha⁻¹.

O atraso na época de corte propicia os maiores valores de °brix, todavia resultou em menores produtividade de matéria verde, volume de caldo e toneladas de brix ha⁻¹.

Agradecimentos

À Capes, pela bolsa de Doutorado concedida ao primeiro autor. Ao CNPq, pelas bolsas concedidas aos outros autores. E à Fapemig, pelo apoio financeiro em pesquisas.

Referências

- ALBUQUERQUE, C. J. B.; MENDES, M. C. Época de semeadura do sorgo forrageiro em duas localidades do estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, Guarapuava, v. 4, n. 1, p. 116-134, 2011.
- ALBUQUERQUE, C. J. B.; TARDIN, F. D.; PARRELLA, R. A. da C.; GUIMARÃES, A. de S.; OLIVEIRA, R. M. de; SILVA, K. M. de J. Sorgo sacarino em diferentes arranjos de plantas e localidades de Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 11, n. 1, p. 69-85, 2012. DOI: 10.18512/1980-6477/rbms.v11n1p69-85.
- ALCÂNTARA, H. P. de; CARVALHO, E. R.; REZENDE, P. M. de; SANTOS, J. P.; ANDRADE, M. J. B. de. Rendimento e composição química da forragem de sorgo em diferentes épocas de semeadura. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 4, p. 728-734, 2011. DOI: 10.1590/S1413-70542011000400011.
- AZEVÊDO, J. A. G.; PEREIRA, J. C.; QUEIROZ, A. C. de; 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. DOI: 10.1590/S1516-35982003000600019.
- FERNANDES, A. M.; QUEIROZ, A. C. de; PEREIRA, J. C.; LANA, R. de P.; BARBOSA, M. H. P.; FONSECA, D. M. da; DETMANN, E.; CABRAL, L. da S.; PEREIRA, E. S.; VITTORI, A. Composição químico-bromatológica de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp* L.) com diferentes ciclos de produção (precoce e intermediário) em três idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 32, n. 4, p. 977-985, 2003. DOI: 10.1590/S1516-35982003000400025.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008.
- LANDAU, E. C.; SANS, L. M. A. Clima. 4. ed. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Cultivo do sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, 2). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/35184/1/clima.pdf>>. Acesso em: 02 fev. 2012.
- LOURENÇO, M. E. V.; MASSA, V. M. L.; PALMA, P. M. M.; RATO, A. E. M. Potencialidades do sorgo sacarino [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] para a produção sustentável de bioetanol no Alentejo. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 30, p. 103-110, 2007.
- MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; RODRIGUES, J. A. S. Ecofisiologia. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). **Cultivo do sorgo**. 4. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistemas de Produção, 2). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/35247/1/Ecofisiologia.pdf>>. Acesso em: 28 jan. 2012.
- MAY, A.; CAMPANHA, M. M.; SILVA, A. F. da; COELHO, M. A. de O.; PARRELLA, R. A. da C.; SCHAFFERT, R. E.; PEREIRA FILHO, I. A. Variedades de sorgo sacarino em diferentes espaçamentos e população de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 11, n. 3, p. 278-290, 2012. DOI: 10.18512/1980-6477/rbms.v11n3p278-290.
- PEREIRA FILHO, I. A.; PARRELLA, R. A. da C.; MOREIRA, J. A. A.; MAY, A.; SOUZA, V. F. de; CRUZ, J. C. Avaliação de cultivares de sorgo sacarino [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] em diferentes densidades de semeadura visando a características importantes na produção de etanol. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 12, n. 2, p. 118-127, 2013. DOI: 10.18512/1980-6477/rbms.v12n2p118-127.
- PINHO, R. G. von; VASCONCELOS, R. C. de; BORGES, I. D.; RESENDE, A. V. de. Produtividade e qualidade da silagem de milho e sorgo em função da época de semeadura. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 2, p. 235-245, 2007. DOI: 10.1590/S0006-87052007000200007.

- RATNAVATHI, C. V.; SURESH, K.; KUMAR, B. S. V.; PALLAVI, M.; KOMALA, V. V.; SEETHARAMA, N. Study on genotypic variation for ethanol production from sweet sorghum juice. **Biomass and Bioenergy**, Oxford, v. 34, n. 7, p. 947-952, 2010.
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). Recomendações 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. 359 p.
- 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**, v. 2, p. 30-39, 2008.
- SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.
- SILVA, A. G.; ROCHA, V. S. Avaliação dos estágios fenológicos de cultivares de sorgo forrageiro em diferentes épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 36, p. 113-121, 2006.
- SILVA, A. G.; ROCHA, V. S.; CECON, P. R.; PORTUGAL, A. F.; PINA FILHO, O. C. Avaliação dos caracteres agrônômicos 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. DOI: 10.18512/1980-6477/rbms.v4n1p28-44.
- SOUZA, C. C. de; DANTAS, J. P.; SILVA, S. de M.; SOUZA, V. C. de; ALMEIDA, F. A. de; SILVA, L. E. da. Produtividade do sorgo granífero cv. sacarino e qualidade de produtos formulados isoladamente ou combinados ao caldo de cana-de-açúcar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 3, p. 512-517, 2005. DOI: 10.1590/S0101-20612005000300020.
- SOUZA, V. F. de; PARRELLA, R. A. da C.; TARDIN, F. D.; COSTA, M. R.; CARVALHO JUNIOR, G. A. de; SCHAFFERT, R. E. Adaptability and stability of sweet sorghum cultivars. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 13, p. 144-151, 2013.
- TEIXEIRA, C. G.; JARDINE, J. G.; NICOLELLA, G.; ZARONI, M. H. Influência da época de corte sobre o teor de açúcares de colmos de sorgo sacarino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 9, p. 1601-1606, set. 1999.