

Características agronômicas de cultivares de sorgo sacarino em diferentes épocas na região do Sudoeste de Goiás, Brasil

Agronomic characteristics of cultivating sweet sorghum at different times in Goiás Southwest region

Thomas Jefferson CAVALCANTE [1](#); Pedro Rogerio GIONGO [2](#); Kássia de Paula BARBOSA [3](#); Lucas Freitas do NASCIMENTO JÚNIOR [4](#); , Arthur Almeida RODRIGUES [5](#); , Roberto Gomes VITAL [6](#)

Recebido: 22/05/2017 • Aprovado: 12/06/2017

Conteúdo

- [1. Introdução](#)
- [2. Material e Métodos](#)
- [3. Resultados e Discussão](#)
- [4. Conclusões](#)
- [5. Referências bibliográficas](#)

RESUMO:

A alta demanda por crescimento econômico e competitividade dos países, tem se tornado uma corrida desenfreada por novas tecnologias e alternativas para fontes de energia renováveis, contudo, após o desenvolvimento dos carros total flex a produção de etanol aumentou. A produção de bioenergia de sorgo sacarino deverá ser expandida em complementação a de cana-de-açúcar e maximizando os usos de toda infraestrutura das usinas no período de entressafra da cultura da cana-de-açúcar (principal fonte de açúcar e etanol brasileiro). Diante disso, objetivou-se com esse trabalho avaliar as características agronômicas e produção de etanol de quatro cultivares de sorgo sacarino na região do sudoeste goiano. O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial (4x3), com três repetições, com quatro cultivares de sorgo sacarino, em três épocas de plantio (outubro, novembro e dezembro de 2013). Foi avaliada a altura de plantas, massa fresca da parte aérea, massa

ABSTRACT:

The high demand for economic growth and competitiveness of countries, has become an unbridled race for new and alternative technologies in renewable energy sources and after the development of full flex for ethanol production increased production of bioenergy by sorghum saccharine should be expanded as a complement to the sugar cane bioenergy and maximizing the use of all industry structure in the period between crop cultivation of sugar cane. The objective of this study was to evaluate the agronomic and ethanol productive of sorghum cultivars in Goiás south-west region. The experimental design was a randomized block in factorial 4x3, with three replications, with four cultivars of sweet sorghum in three growing seasons (October, November and December 2013). plant height was evaluated, fresh weight of aerial parts, weight shoot dry, green mass of roots, dry weight of roots, stem diameter, number of leaves, syrup production per unit and degrees Brix and

seca da parte aérea, massa verde das raízes, massa seca das raízes, diâmetro do colmo, número de folhas, produção de calda, graus Brix e produção de etanol. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade para verificar a significância. Verifica que plantios em outubro e dezembro são mais indicados que novembro para os quatro cultivares de sorgo sacarino. O melhor desempenho geral foi obtido pela cultivar CB7300 (T3) para plantios em outubro, novembro e dezembro.

Palavras-chave - Energia renovável. Biocombustíveis. Época de produção. *Sorghum bicolor* L. Moench.

ethanol of production. The collected data was submitted to analysis of variance by F test at 5% probability to assess the significance. Verify that planting in October and December are more indicated than November for four cultivars of sweet sorghum in south-west Goiás. The best overall performance was obtained by cultivar CB7300 (T3) for planting in October, November and December there region.

Keywords - Energy removable. Biofuels. Time of production. *Sorghum bicolor* L. Moench

1. Introdução

Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é nativo do continente africano, pertence à família Poaceae, podendo ser de diferentes grupos, como: granífero, forrageiro, vassoura, sacarino, etc.

(PURCINO, 2011). Apresenta-se como uma espécie bem adaptada a ambientes extremos de temperatura do ar e baixa umidade do solo, apresentando comportamento de rusticidade às condições ambientais, essas características conferem ao sorgo condições favoráveis à sua adaptação à períodos de veranico ou estresse hídrico em relação a outras espécies comerciais (COELHO *et al.*, 2002).

O sorgo sacarino é o termo utilizado para descrever uma das espécies que apresentam altas concentrações de açúcar nos colmos, sendo cultivado em diversos países com finalidade de produzir alimento, forragem para animais, fibra e energia, têm larga adaptabilidade, são tolerantes à seca e podem produzir entre 40 a 70 t ha⁻¹ de biomassa com o Brix (sólidos solúveis totais) variando de 16 até 23% (ALMODARES e HADI, 2009). Para produção de etanol começou a ser pesquisado na década de 70 com a implementação do programa Proálcool, mais o grande avanço da utilização de etanol ocorreu com o desenvolvimento dos carros total flex na década de 2000, desta forma houve a necessidade de pesquisas referentes aos biocombustíveis (KOHLHEPP, 2010).

A produção de etanol vem sendo intensificada a fim de suprir a demanda por este produto. Atualmente, a cultura da cana-de-açúcar é a principal fonte de produção de etanol no Brasil, contudo a cultura não produz o ano inteiro, pois durante os meses de dezembro a abril acontece a entressafra que é um período que as usinas param de processar o biocombustível (OLIVEIRA, 2012).

O sorgo sacarino veio para preencher essa lacuna, pois se trata de uma cultura de ciclo curto, próximo de 120 dias e pode ser plantando em áreas de reforma de cana. A cultura apresenta colmos que é rica em açúcares e materiais de lignocelulose, sendo capaz de produzir etanol (OLIVEIRA, 2012; MARX *et al.*, 2014).

O sorgo é uma cultura sensível as condições edafoclimáticas que afetam o desenvolvimento das cultivares, podendo fazer com que responda ao fotoperíodo indutivos nas sementeiras, variação da temperatura nas sementeiras mesmo sob fotoperíodos indutivos pode ocasionar atraso na diferenciação floral do sorgo e, conseqüentemente, redução da produtividade (CRAUFURD e QI, 2001; SILVA e ROCHA, 2006).

O sucesso na implantação da cultura do sorgo sacarino na entressafra da cana-de-açúcar leva em conta a época de plantio o comportamento da cultura, assim a escolha de cultivares adaptadas ao clima da região de plantio se faz necessária. Cowley e Smith (1972) verificaram que os rendimentos obtidos na cultura do sorgo sacarino são diretamente influenciados pelo comprimento dos dias de radiação solar global. Portanto esta pesquisa teve como objetivo estudar o comportamento de quatro cultivares de sorgo sacarino na região Sudoeste Goiano em três épocas de sementeira.

2. Material e Métodos

O experimento foi instalado na Universidade Estadual de Goiás, *Campus* de Santa Helena de Goiás, GO, (17°49'34"S, 50°36'23"W e 572 m de altitude). De acordo com a classificação climática de Köppen o clima da região segundo a classificação é Aw. A temperatura média anual é de 24,3 °C, em setembro é o mês mais quente (25,7 °C) e junho o mês mais frio (21,9 °C) A pluviosidade média anual é de 1539 mm, e o mês mais seco é Julho (10 mm), e o mais chuvoso é dezembro (279 mm).

A classificação do solo é Latossolo Vermelho distrófico textura argilosa, material de origem do solo com predomínio de basalto, e o solo se apresenta sem erosão evidente, com estrutura granular e alta porosidade. O relevo varia de suavemente ondulado a plano, e a vegetação nativa predominante é bioma Cerrado (EMBRAPA, 2013).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial 4x3, com três repetições, sendo quatro cultivares: MON1, BRS 506, CB7300 e MON2, sendo que os tratamentos MON1 e a MON2 são híbridos em fase de teste da empresa Monsanto e a BRS 506 variedades da Embrapa e CB7300 híbrido do grupo Ceres, e três épocas de plantio: outubro (1, 15/10/2013), novembro (2, 09/11/2013) e dezembro (3, 10/12/2013). Realizou-se análise de solo antes da semeadura, para as correções da acidez e adubação de base. O preparo do solo ocorreu de forma convencional, com uma aração e uma gradagem leve.

As parcelas experimentais foram constituídas por quatro fileiras de 4 m de comprimento e espaçadas por 0,50 m. O espaçamento de 0,50 m entre linhas, foi utilizado baseando-se em melhores desempenhos da cultura, obtidos por May *et al.*, (2012b). A população adotada foi de 140.000 plantas ha⁻¹ e adubação realizada com N-P-K na formulação de 8-20-18 onde, no momento do plantio foi aplicado 300 kg ha⁻¹ conforme recomendações da análise de solo, realizou-se também a adubação com N em cobertura com 200 kg ha⁻¹ de ureia, realizada aos 23 dias após a semeadura.

Os demais tratamentos culturais de controle de pragas, doenças, bem como das plantas invasoras, foram realizados quando necessário. Para avaliar as características agronômicas produtivas, foram consideradas como área útil, apenas as duas fileiras centrais de cada parcela, desprezando 0,5 m das extremidades. Os parâmetros avaliados foram: altura de plantas (ALTPL) medida a partir do solo até a emissão da panícula de grãos (m); massa verde de planta da parte aérea (MVP) obtida através da pesagem da parte aérea das plantas da área útil; massa seca da parte aérea (MSP) o qual utilizou-se 3 plantas aleatoriamente colocadas em estufa a temperatura de 65°C até obter massa constante; aferiu-se também o diâmetro do colmo com auxílio de um paquímetro digital (mm); número de folhas mediante contagem das folhas das plantas da área útil; produção de caldo o qual fez-se a moagem das plantas da área útil, para coleta do volume de caldo produzida; determinação de sólidos solúveis totais (°Brix) através de amostras do caldo das plantas da área útil, por meio de leitura direta com um refratômetro portátil, procedimento foi realizado em campo e para produção de etanol utilizou-se a metodologia proposta por Weschenfelder (2011).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste Fe as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância (FERREIRA, 2011).

3. Resultados e Discussão

Na Tabela 1 é apresentada o resumo da análise de variância para todas características agronômicas analisadas. Observa-se que houve diferença significativa entre as épocas para as variáveis ALTPL, NF, MVP, VC e ETANOL, e entre as cultivares para as variáveis ALTPL e NF. De acordo com a Tabela 1 a interação entre os fatores analisados o único parâmetro que diferiu estatisticamente foi altura de planta.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para altura de planta (ALTPL - m), diâmetro de colmo (DC - mm), número de folhas (NF), Graus Brix (GBRIX), massa verde de planta (MVP - kg ha⁻¹), massa seca de planta (MSP - kg ha⁻¹), volume de caldo (VC - L ha⁻¹) e, produção de etanol (ETANOL - L ha⁻¹), de quatro cultivares de sorgo sacarino em três épocas de plantio. Avaliações realizadas em Santa Helena de Goiás -GO, na safra agrícola de 2013/2014.

Table 1 - Summary of the analysis of variance for plant height (ALTPL) in (m), stem diameter (DC) (mm) sheets number (NF), Brix degrees (GBRIX), green plant mass (MVP) in (kg ha⁻¹) plant dry weight (MSP) to (kg ha⁻¹) Volume of Broth (VC) to (L ha⁻¹) Ethanol production (ethanol) to (L ha⁻¹). Obtained from the evaluation of three planting seasons, valued at Santa Helena de Goiás, GO, in the season of 2013/2014.

FV	GL	ALTPL	DC	NF	GBRIX	MVP
		Pr>Fc				
Época (Ep)	2	0,0000*	0,1265ns	0,0000*	0,1652 ns	0,0001*
Cultivar (Cult)	3	0,0000*	0,390 ns	0,0000*	0,2043 ns	0,2528 ns
EpxCult	6	0,0159*	0,6297 ns	0,8730 ns	0,8485 ns	0,4621 ns
CV (%)		5,35	12,86	7,71	33,93	25,01

Pr>Fc: Fator de probabilidade; **ns,* Não significativo e** significativo a 5% de probabilidade pelo teste F
 Pr > Fc : probability factor; * Significant by F test at 5 % probability. Ns: Not Significant by F test at 5 % probability.

Na Tabela 2 são apresentados os desdobramentos das análises de médias para as características agrônômicas da cultura do sorgo sacarino. Observa, portanto que houve significância entre as épocas para os parâmetros ALTPL, NF, MVP, MSP, VC e ETANOL.

Tabela 2 - Desdobramentos das análises das médias altura de planta (ALTPL- m), diâmetro de colmo (DC - mm), número de folhas (NF), Graus Brix (GBRIX), massa verde de planta (MVP – kg ha⁻¹), massa seca de planta (MSP – kg ha⁻¹), volume de caldo (VC – L ha⁻¹), produção de etanol (ETANOL – L ha⁻¹) da avaliação de quatro cultivares de sorgo sacarino em três épocas, em Santa Helena de Goiás, GO, na safra agrícola de 2013/2014.

Table 2 - Splits the analysis of average plant height (ALTPL), stem diameter (DC), number of leaves (NF), Brix degrees (GBRIX), green plant mass (MVP), Dry matter plant (MSP), Volume of Broth (VC), Ethanol production (ETHANOL). Obtained from the evaluation of 3 times, at Santa Helena de Goiás, GO, in the season of 2013/2014.

Época	ALTPL	DC	NF	GBRIX	MVP	MSP	VC	ETANOL
	m	mm		°BRIX	kg ha ⁻¹	kg ha ⁻¹	L ha ⁻¹	L ha ⁻¹
1	3,16 a	16,93 a	11,80 b	14,58 a	42247,22 a	21865,63a	11747,22 a	1816,63 a
2	2,68 b	15,28 a	9,50 c	13,67 a	24612,50 b	10628,18b	6355,56 b	1058,33 b
3	3,06 a	16,76 a	13,00 a	11,12 a	37304,17 a	15205,09b	8780,56 ab	1604,08 a

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Tukey a 5% de probabilidade.
 Means followed by the same letter in the column do not differ by Tukey of 5 % probability.

A altura de planta apresentou diferença significativa em relação às épocas de semeadura e também em relação às cultivares (Tabela 2). Em relação às épocas de semeaduras 1 e 3 obtiveram diferenças significativas para a época 2. Na análise das variedades verificou que a variedade CB7300 foi superior as demais cultivares, exceto à época 1.

Pereira Filho *et al.* (2013), avaliando cultivares de sorgo sacarino em diferentes densidades de semeadura encontraram altura da planta de 2,51 m à 2,92 m. Ao comparar as médias da Tabela 2, observamos valores superiores para época 1 e 3 sendo 3,16 e 3,06 respectivamente, enquanto que para época 2 obtivemos valores semelhantes.

O acamamento é outra característica importante, e está relacionada diretamente com a altura de planta, uma vez que as cultivares de sorgo sacarino são de porte alto (3 a 5 m de altura) e possuem panícula com grãos no ápice da planta, fazendo com que as cultivares sejam mais propensas ao acamamento (PARRELLA, 2011). De acordo com May (2011), as pesquisas têm demonstrado que, dependendo da região produtora, existe o risco de acamamento, principalmente nos meses de janeiro e março, devido às tempestades com grandes ventanias, comuns na época de verão. Lavouras muito adensadas e com crescimento vegetativo vigoroso são mais suscetíveis a esse problema.

Segundo Soares *et al.* (2014) o sorgo sacarino, mesmo sendo uma cultura que tem especialidade para a produção de colmos, tem algumas cultivares que produzem também quantidades relevantes de grãos. Esse é um fator importante a ser levado em consideração, tendo em vista que o peso dos grãos pode favorecer o acamamento das plantas. Encontrou-se ocorrência de acamamento nesta pesquisa que ocorreu devido à fortes ventos em janeiro de 2014 e assim atingindo a época 2 (novembro) em uma fase que o sorgo não conseguiu resistir bem aos ventos.

Um dos fatores que podem ter contribuído para o acamamento pode ser observado na Tabela 2 a qual observar-se que na época 2 referente ao mês de novembro foi a época que teve os menores valores de diâmetro de colmo ainda que não tenha diferido estatisticamente. O diâmetro de colmo e altura de planta influencia positivamente na produção de massa verde, que é uma característica importante na produção de caldo e etanol. Já a redução do diâmetro pode tornar as plantas mais sensíveis ao acamamento e ao quebramento, afetando negativamente a colheita da cultura (MAY *et al.*, 2012b).

Os parâmetros diâmetro de colmo e graus brix não diferem para as épocas de cultivo do sorgo sacarino (Tabela 2). O diâmetro de colmo, graus brix, massa verde de planta, massa seca de planta, volume de caldo e produção de etanol, não apresentam diferença significativa entre os cultivares (Tabela 3).

Tabela 3 - Desdobramentos das análises das médias de Altura de Planta (ALTPL), Diâmetro de colmo (DC), Numero de Folhas (NF), Graus Brix (GBRIX), Massa verde planta (MVP), Massa seca de planta (MSP), Volume de Caldo (VC), Produção de etanol (Etanol). Obtido com quatro cultivares em três épocas de semeadura, avaliadas em Santa Helena de Goiás, GO, na safra agrícola de 2013/2014.

Table 3 - Splits the analysis of average plant height (ALTPL), stem diameter (DC), sheets number (NF), Brix degrees (GBRIX), green plant mass (MVP), Dry matter plant (MSP), Volume of Broth (VC), Ethanol production (ethanol). Obtained from the evaluation of the three crops, valued at Santa Helena de Goiás, GO, in the season of 2013/2014.

	Cultivar			
	MON1	BRS 506	CB7300	MON2
ALTPL (m)	2,70 c	2,69 c	3,51 a	2,98 b
DC (mm)	16,63 a	17,18 a	15,84 a	15,64 a
NF	11,11 b	10,67b	13,70 a	10,26 b
GBRIX (°)	12,44 a	15,06 a	10,78 a	14,22 a
MVP (kg ha ⁻¹)	37722,22 a	30009,26 a	36955,56 a	34198,15 a
MSP (kg ha ⁻¹)	19718,77 a	14306,88 a	15782,50 a	13790,38 a
VC (L ha ⁻¹)	10037,04 a	8781,48 a	9425,93 a	7600,00 a

ETANOL (L ha ⁻¹)	1622,05 a	1290,40a	1589,09 a	1470,52 a
------------------------------	-----------	----------	-----------	-----------

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Tukey a 5% de probabilidade.

Means followed by the same letter in the column do not differ by Tukey of 5 % probability.

De acordo com Emygdio *et al.* (2011), tanto altura de plantas como diâmetro do colmo, são características que são altamente influenciáveis pelas condições ambientais e pelas práticas de manejo adotadas, especialmente arranjo de plantas (densidade populacional e espaçamento entre linhas), além de época de semeadura e adubação.

O número de folhas, apresenta diferença significativa, para época de semeadura (Tabela 2), e também para cultivar (Tabela 3). Os resultados obtidos para a variável número de folhas foram condizentes com a literatura citada por Formiga (2012), a qual descreve que o número de folhas encontradas no genótipo do sorgo granífero varia de 7 a 14, corroborando com os dados apresentados na Tabela 2.

A quantidade de internódios é limitada pelo número de folhas, porém o comprimento e a largura das folhas são regulados pelas condições de estresse que a planta possa ser submetida. Neste sentido sabe-se que o crescimento celular ocorre por alongamento e divisão celular, sendo que, para que haja alongamento, é necessário que as células sejam flexíveis, ou seja, não estejam totalmente formadas, assim, quando há o estresse, ocorre a deposição de celulose e pectina nas paredes celulares que deixam de ser primárias e passam a ser secundárias, enrijecendo o tecido e dificultando o crescimento (TAIZ e ZEIGER, 2004).

A produção de massa seca de planta para cultivares de sorgo sacarino está diretamente relacionado com a massa verde de planta e o volume de caldo, já a massa seca de raiz está relacionada a massa verde de raiz. A produtividade de matéria seca de sorgo está geralmente correlacionada com a altura da planta. O potencial de produção de matéria seca aumenta com a altura da planta (MAY *et al.*, 2011).

A MSP apresentou diferença entre as épocas de semeadura (Tabela 2), podendo identificar que a época 1 é superior as demais. Para as cultivares não há diferença significativa conforme apresentado pela Tabela 3. O ponto de maturidade fisiológica ocorre quando há máximo acúmulo de massa seca, sendo que em sementes de sorgo sacarino, maiores índices de germinação e vigor são obtidos quando as sementes estão com a umidade em torno de 30%, correspondendo ao intervalo de 35 a 44 dias após a floração (PARELLA e PARELLA 2011).

PEREIRA FILHO *et al.* (2013) em Sete Lagoas, MG encontraram valores de Graus Brix entre 14,3% a 23,1%, assim, observa que os valores obtidos na região sudoeste de Goiás para as quatro cultivares apresentam diferenças em relação aos resultados obtidos por esses autores, a variação de Brix ocorre entre as cultivares como em época de semadura, podendo ser observada nas Tabelas 2 e 3. Parrella *et al.* (2010a), ao estudarem o comportamento de 25 cultivares de sorgo sacarino nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, observaram valores de brix entre 13,9 e 20,0%, corroborando com os obtidos neste trabalho e também com PEREIRA FILHO *et al.*, (2013).

Bonato (1978) afirma que a característica Brix apresenta maior média geral na estação de outono, o que pode estar associado à influência das condições climáticas durante o ciclo de cultivo, ou seja, menor volume de chuvas, maior demanda fisiológica por água pela planta e conseqüentemente maior concentração de sólidos solúveis no caldo. Na Tabela 2 é possível observar, que no mês de outubro obteve-se valores maiores se comparados com as outras duas épocas, mesmo assim não houve diferença estatística. Souza *et al.*, (2011) no Norte de Minas Gerais encontraram que o mês de outubro foi o mês qual se teve os maiores valores para Brix.

O sorgo sacarino inicia o seu processo de acúmulo de açúcar no colmo após o florescimento, encerrando assim o seu período vegetativo, no qual ocorre a acumulação de massa verde (GUTJAHR *et al.*, 2013).

A produção de massa verde para cultivares de sorgo sacarino está diretamente relacionado com altura de plantas e diâmetro do colmo, que, por sua vez, são características altamente influenciáveis pelas condições ambientais e pelas práticas de manejo adotadas, especialmente o arranjo de plantas, época de semeadura e adubação (MAY *et al.*, 2012a). Bandeira *et al.* (2012) obtiveram para massa verde de planta no mês de outubro de 39960 kg ha⁻¹, enquanto que neste estudo a época 1 registrou-se a produção de 42247,22 kg ha⁻¹ (Tabela 2). Já na segunda época os mesmos autores obtiveram 79160 kg ha⁻¹, enquanto os valores neste trabalho foram de apenas 24612,50 kg ha⁻¹, ou seja, muito inferiores. Já em relação ao mês de dezembro obteve-se 31850 kg ha⁻¹ de massa verde inferior aos 37304,17 kg ha⁻¹ encontrados nesse trabalho.

O caldo do sorgo sacarino é constituído principalmente de sacarose, glicose e frutose que apresentam fermentação alcoólica desejável tornando sua conversão em etanol (HEDLUND, 1990). A produção de caldo está diretamente relacionada a diâmetro de colmo, altura de planta e massa verde. O mesmo possui coloração esverdeada, idêntica a caldo da cana-de-açúcar.

O volume de caldo diferenciou significativamente quando se analisa as épocas de plantio, como observado na Tabela 2 a época 1 foi a que se destacou com um volume médio de caldo de 11747,22 L ha⁻¹, chegando a ter 54,10% de volume de caldo há mais do que a época 2. Já as quatro cultivares não apresentaram diferença significativa de acordo com a Tabela 3.

O volume de caldo é uma característica agrônômica que tem correlação direta com o diâmetro de colmo e altura de planta. Já sua composição tem uma relação direta com o Graus Brix já que este atua sobre a produção de sacarose através de teor de açúcar total. (Durães, 2014). O grau Brix é importante para obter um caldo com alta qualidade de fermentação e, conseqüentemente, maximizar a produção de etanol por hectare de acordo com Prasad *et al.* (2007).

A produção estimada de etanol para sorgo sacarino é inferior à cana-de-açúcar. Segundo Pinho e Vasconcelos (2002), o sorgo apresenta produção estimada de ordem 3.775 L ha⁻¹ em relação à cana-de-açúcar que produz 4.125 L ha⁻¹. É preciso ressaltar que a produção dessa fração de etanol no sorgo sacarino é obtida em quatro meses, com um custo menor em relação à cana que alcança essa produção em doze meses se for cana de ano e dezoito meses para cana de ano e meio.

Os valores sugeridos por Pinho e Vasconcelos (2002) superiores aos encontrados nesse estudo, quando se compara as três épocas de plantio e as quatro cultivares. Neste estudo a produção foi inferior à 2.000 L ha⁻¹. A produção de etanol apresentou diferença significativa quando se comparou as épocas de plantio como descrito na Tabela 2 em que verificou-se que na época 1 obteve os maiores valores e foi igual estatisticamente a época 3, já a época 2 foi a que obteve os menores valores.

Zhao *et al.* (2009) avaliaram três épocas de corte em cinco cultivares de sorgo sacarino, após o florescimento e obtiveram rendimentos entre 1.281 L ha⁻¹ e 5.414 L ha⁻¹ de etanol. Já (MAY *et al.*, 2012b), a produtividade de etanol proveniente de sorgo sacarino é de 2.426 L ha⁻¹, enquanto que a cana de açúcar que produz cerca de 7.000 L ha⁻¹. Os mesmos autores ainda citam que a grande diferença de produtividade é reduzida quando considera o tempo de cultivo entre sorgo e cana-de-açúcar. Como exemplo, uma tonelada de cana a produção de etanol pode chegar a 89,5 litros em doze meses, já o sorgo a produção pode chegar a 75 litros de etanol em quatro meses, mostrando realmente que a utilização do sorgo sacarino é uma alternativa viável para a produção de etanol (PFEIFFER *et al.*, 2010).

Tabela 4 - Desdobramentos de época x Cultivares das análises das médias de Altura de Planta (ALTPL). Obtido a partir da avaliação das 3 safras, avaliadas em Santa Helena de Goiás - GO, na safra agrícola de 2013/2014.

Table 4 - Developments of time x Cultivars of the analysis of the average plant height (ALTPL). Obtained from the evaluation of the three crops, valued at Santa Helena de Goiás - GO, in the season of 2013/2014.

Épocas			
Cultivar	1	2	3
MON1	2,88 Ab	2,38 Bb	2,84 Ab
BRS 506	2,96 Ab	2,46 Bb	2,65 ABb
CB7300	3,48 Ba	3,22 Ba	3,82 Aa
MON2	3,32 Aa	2,68 Bb	2,94 Bb

Médias seguidas da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não difere entre si pelo Tukey a 5% de probabilidade.
Means followed by the same capital letter in the column and the same letter on the line, do not differ by Tukey of 5 % probability.

A *ALTPL* para época 1 apresentou diferença entre as cultivares, pois, a MON1 apresentou-se como a que atingiu a menor altura com diferença de até 0,6 m de uma cultivar para outra. Já para época 2 a diferença chegou a 0,84 m referente as cultivar MON1 e CB7300 e para época 3 a diferença foi de 0,11 m para as cultivares BRS 506 e CB 7300 (Tabela 4).

Comparando a cultivar dentro da mesma época de acordo com a Tabela 4 apresenta que as cultivares MON1, BRS 506 e MON2 maiores na época 1. Já a cultivar CB7300 há época 3 foi a que apresentou uma altura maior em relação as outras épocas.

4. Conclusões

Plantios em outubro e dezembro são mais indicados que novembro para os quatro cultivares de sorgo sacarino na região sudoeste de Goiás.

Os cultivares de sorgo sacarino testados apresentam respostas produtivas satisfatórias na região de Santa Helena de Goiás, GO, com bom potencial para produção de etanol.

O melhor desempenho geral foi obtido pela cultivar de sorgo sacarino CB7300 para plantios em outubro, novembro e dezembro demonstrando ser a cultivar que deve ser utilizada para o plantio na região.

Referências bibliográficas

- Almodares, A., Hadi, M. R., 2009. Production of bioethanol from sweet sorghum: A review. **African Journal of Agricultural Research**. v. 4, n. 9, p. 772-780.
- Bandeira, A. H., Biondo, J. C., Bialazor, A., Silva, N. G., Medeiros, S. L. P., Emygdio, B. M., 2012. Desempenho de genótipos de sorgo sacarino cultivados em diferentes épocas de semeadura na região Central do Rio Grande do Sul. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 29, **Anais...** Águas de Lindóia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. p. 2367-2371.
- Bonato, E. R., 1978. **Estabilidade fenotípica da produção de grãos de dez cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) nas condições do Rio Grande do Sul**. 75 p. (Dissertação Mestrado) Piracicaba: ESALQ.
- Coelho, A. M., Waquil, J. M., Karam, D., Casela, C. R., Ribas, P. M., 2002. **Seja doutor de seu sorgo**. Potafos. Informações Agronômicas, n. 100, p. 24.
- Craufurd, P. Q., Aiming, Q. I., 2001. Photothermal adaptation of sorghum (*Sorghum bicolor*) in Nigeria. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 108, p. 199-211.
- Durães, N. N. L., 2014. **Heterose em sorgo sacarino**. Lavras, MG. 96 p. Dissertação

(Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3.ed. Brasília: Embrapa Solos, 2013. 353 p.

Emygdio, B. M., Afonso, A. P. S., Oliveira, A. C. B., Parrella, R., Schaffert, R. E., May, A., 2011. **Desempenho de Cultivares de Sorgo Sacarino para a Produção de Etanol sob Diferentes Densidades de Plantas**. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 156/ Embrapa Clima Temperado) Pelotas. p. 1-22.

Ferreira, D. F. 2011. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042.

Formiga, M. do S., Ferreira, A. C., Travassos, K. D., Baracuchy, J. G. de V., Lima, V. L. A. de., Dantas, J. P., 2012. A marcha de absorção de nutrientes (NPK) no sorgo granífero sacarino. **Revista Educação Agrícola Superior**. v. 27, n. 1, p. 3-12.

Gutjahr, S., Clément-Vidal, A., Soutiras, A., Sonderegger, N., Braconnier, S., Dingkuhn, M., Luquet, D., 2013. Grain, sugar and biomass accumulation in photoperiod-sensitive sorghum II: biochemical processes at internode level and interaction with phenology. **Functional Plant Biology**, v. 40, n. 4, p. 355-368.

Hedlund, A. Y. B., 1990. Extruded wheat flour: correlation between processing and product quality parameters. **Food Quality and Preference**, Barking, v. 2, n. 4, p. 201-216.

Kohlhepp, G., 2010. **Análise da situação da produção de etanol e biodiesel no Brasil**. Estudos Avançados, São Paulo, v. 24, n. 68, p.223-253.

Marx, S., Ndaba, B., Chiyanzu, I., Schabert, C., 2014. Fuel ethanol production from sweet sorghum bagasse using microwave irradiation. **Biomass and Bioenergy**, v. 65, p. 145-150.

May, A., Durães, F. O. M., Pereira Filho, I. A. P., Schaffert, R. E., Parrella, R. A. C., 2012. **Sistema Embrapa de produção agroindustrial de Sorgo Sacarino para bioetanol Sistema BRS1G-Tecnologia qualidade Embrapa**. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo. 120 p.

May, A., Campanha, M.M., Silva, A.F., Coelho, M.A.O., Parrella, R.A., Schaffert, R.E., Pereira Filho, I.A., 2012, Variedades de sorgo sacarino em diferentes espaçamentos ou populações de plantas. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.11, p.278-290.

May, A., Albuquerque Filho, M, R., Rodrigues, J, A, S., Landau, E. C., Parrella, R, A, da C., Massafera, R., 2011. **Cultivares de sorgo para o mercado brasileiro na safra 2011/2012**. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 117) Sete Lagoas, 28 p.

Oliveira, M., 2012. Opção produtiva: Sorgo é plantado para produzir etanol na entressafra de cana. **Revista Pesquisa FAPESP** – v. 193 – Março.

Parrella, N. N., Parrella, R. A. DA C. 2011. Produção de sementes de sorgo sacarino. **Embrapa Agroenergia em Revista**, v.2, n. 14, p 2-52.

Parrella, R. A. da C. 2011. Melhoramento genético do sorgo sacarino. **Embrapa Agroenergia em Revista**, v. 2, n. 9, p 2-52.

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., 2010. Desempenho de cultivares de sorgo sacarino em diversos ambientes visando produção de etanol. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 28, Goiânia, **Anais...** Goiânia: Associação Brasileira de Milho e Sorgo. p. 256-263.

Pereira Filho, I. A. P., Parrella, R. A. DA C., Moreira, J. A. A., May, A., Souza, V. F., Cruz, J. C., 2013. 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**, v. 12, n. 2, p. 118-127.

Pfeiffer, T. W., Bitzer, M. J., Toy, J. J., Pedersen, J. F., 2010. Heterosis in sweet sorghum and selection of a new sweet sorghum hybrid for use in syrup production in appalachia. **Crop**

Science, v. 50, p. 1788–1794.

Pinho, R. Z. von; Vasconcelos, R. C. 2002. **Cultura do sorgo**. Lavras. UFLA, p 75.

Prasad, S., Singh, A., Jain, N., Joshi, H. C., 2007. Ethanol production from sweet sorghum syrup for utilization as automotive fuel in India. **Energy and Fuels**, v. 21, p. 2415-2420.

Purcino, A. A. C., 2011. Sorgo sacarino na Embrapa: histórico, importância e usos. **Embrapa Agroenergia em Revista**, v. 2, n. 6, p. 2-52.

Silva, A. G., Rocha, V. S., 2006. Avaliação dos estágios fenológicos de cultivares de sorgo forrageiro em diferentes épocas de semeadura, **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 36, p. 113-121.

Soares, E. R., Coutinho. E. L. M., Ramos, S. B., Silva, M. S., Barbosa, J. C., 2014. Acúmulo de matéria seca e macronutrientes por cultivares de sorgo sacarino. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 6, p. 3015-3030.

Souza, V. F., Parrella, R. A., Portugal, A. F., Tardim, F. D., Durães, N. N. L., Schaffer, R. E., 2011. Desempenho de Cultivares de Sorgo Sacarino em Duas Épocas de Plantio no Norte de Minas Gerais Visando a Produção de Etanol. **Embrapa Milho e Sorgo**, p. 2-5.

Taiz, L., Zeiger., 2004. E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed Editora, 719 p.

Weschenfelder, S. C. 2011. **Aplicação do custeio baseado em atividade na determinação do custo de produção de etanol a partir do sorgo sacarino em pequena unidade de produção**. Santa Maria, Rio Grande do Sul. 100 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Maria,

Zhao, Y. L., Dolat, A., Steinberger, Y., Wang, X., Osman, A., Xie, G. H., 2009. Biomass yield and changes in chemical composition of sweet sorghum cultivars grown for biofuel. **Field Crops Research**, v.111, p. 55-64.

-
1. Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde. Ciências Agrárias-Agronomia. Brasil.
 2. Professor PhD, Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, Santa Helena de Goiás, GO, Brasil.
 3. Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde. Ciências Agrárias-Agronomia. Brasil.
 4. Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde. Ciências Agrárias-Agronomia. Brasil.
 5. Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde. Ciências Agrárias-Agronomia. Brasil.
 6. Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde. Ciências Agrárias-Agronomia. Brasil.
-

Revista ESPACIOS. ISSN 0798 1015
Vol. 38 (Nº 46) Año 2017
Indexado em Scopus, Google Schollar

[Índice]

[No caso de você encontrar quaisquer erros neste site, por favor envie e-mail para [webmaster](#)]