

**AValiação de HÍBRIDOS DE SORGO SACARINO NA
PRODUÇÃO DE ETANOL NA REGIÃO SUDOESTE GOIANO**

Thomas Jefferson Cavalcante¹, Ricardo Francisco da Silva¹, Luiz Carlos de Oliveira
Ferreira¹, Pedro Rogerio Giongo²

¹Graduando em Engenharia Agrícola, do programa PBIC/CNPq, Universidade Estadual de Goiás, Santa Helena de Goiás, GO, tjc_net@hotmail.com

²Professor Dr. do Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Goiás, Santa Helena de Goiás, GO, pedro.giongo@ueg.br

RESUMO:

Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é nativo da África e algumas variedades atuais são originárias do continente africano, é da família das gramíneas, nos diferentes tipos: granífero, forrageiro e sacarino. Quanto ao teor de sólidos solúveis, medida indireta para aferição do teor de açúcar, verifica-se que os valores do sorgo sacarino são equivalentes aos encontrados na cana-de-açúcar. Diante disso o objetivo desta pesquisa foi avaliar as características agrônômicas e produtivas de nove híbridos de sorgo sacarino, plantadas em duas épocas na região de Santa Helena de Goiás, GO. O delineamento foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2x9, com três repetições, sendo duas épocas de plantio, 05 e 22 de janeiro de 2013 e, nove híbridos comerciais de sorgo sacarino (T1:Monsanto1, T2:Monsanto2, T3:Monsanto3, T4:Monsanto4, T5:CR-1111, T6:CR-1108, T7:CR-1114, T8:CR-1113, T9:BRS- 506). Todas as variáveis avaliadas foram tabuladas em planilhas e submetidos a pelo teste Tukey, ao nível de 5% de significância, para todas as variáveis avaliadas. Todos os cultivares apresentaram boa adaptabilidade e respostas produtivas na região de Santa Helena de Goiás, GO, com bom potencial para produção de etanol. Verifica que a época 1 (5 de Janeiro de 2013) teve resultados muito superiores para todas as características produtivas para os nove cultivares de sorgo sacarino avaliados. Os cultivares que tiveram melhores resultados na época 1 foram: o CR-1113 (T8), seguido das quatro variedades da Monsanto 1, 2 3 e 4. Na época 2 (22 de Janeiro) o cultivar que melhor se destacou foi a BRS 506.

Palavras-chave: Energia renovável, Biocombustível, cerrado

INTRODUÇÃO

Sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) é nativo da África e algumas variedades atuais são originárias do continente africano. É da família das gramíneas, nos diferentes tipos (granífero, forrageiro e sacarino), apresenta-se como uma espécie bem adaptada a ambientes extremos da temperatura do ar e da umidade do solo elevado este comportamento de rusticidade da às condições ambientais confere ao sorgo condições favoráveis à sua adaptação em relação a outras espécies comerciais.

Quanto ao teor de sólidos solúveis, medida indireta para aferição do teor de açúcar, verifica-se que os valores do sorgo sacarino são equivalentes aos encontrados na

7ª JORNADA ACADÊMICA 2013
18 a 23 de Novembro
Unidade Universitária de Santa Helena de Goiás
Crescimento Regional – Inovação e tecnologia no mercado de trabalho

cana-de-açúcar. “A produção de rendimento de etanol a partir do caldo extraído do sorgo sacarino “foi estudada por diversos autores (GARCIA, 1984; REDDI, 2006; CHANNAPPAGOUDAR *et al.*, 2007; LIU *et al.*, 2008; RATNAVATHI *et al.*, 2010). Além disso, os teores de açúcares, segundo Teixeira *et al.* (1999), se elevam até a planta atingir a maturidade fisiológica, época ideal para o corte, o que possibilita perfeitamente a conciliação da colheita dos colmos e dos grãos.

As vantagens de utilização do sorgo sacarino para produção de etanol são várias como: É uma cultura de ciclo mais curto que dura de 120 à 130 dias o seu ciclo vegetativo e pode ser plantado por sementes; O maquinário para colher o sorgo sacarino é o mesmo que o da cana de açúcar; O sorgo tem uma demanda hídrica bem menor que a cultura da cana; Pode ser utilizada na abertura e reforma de áreas de cana; dentre outras, (EMBRAPA, 2010).

Diante disso foi por meio dessa pesquisa que se avaliou as características agrônômicas e produtivas de nove híbridos de sorgo sacarino, plantadas em duas épocas na região de Santa Helena de Goiás, GO.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Universidade Estadual de Goiás, unidade universitária de Santa Helena de Goiás, GO.

O delineamento foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2x9, com três repetições, sendo duas épocas de plantio, 05 e 22 de janeiro de 2013 e, nove variedades comerciais de sorgo sacarino (T1:Monsanto1, T2:Monsanto2, T3:Monsanto3, T4:Monsanto4, T5:CR-1111, T6:CR-1108, T7:CR-1114, T8:CR-1113, T9:BRS- 506).

Foi realizado a análise de solo antes do plantio, para as correções de Ph e adubação de base, onde utilizamos 50 kg de calcário e o solo foi preparado de forma convencional, uma aração e uma gradagem leve.

As parcelas experimentais foram constituídas com quatro fileiras de 4 m de comprimento e espaçadas por 0,60 m. E a população adotada ficou com intervalo de média de 150000 a 200000 plantas ha⁻¹ entre as épocas 1(5 de Janeiro) e 2 (22 de Janeiro) . A adubação de plantio foi realizada com N-P-K na formulação de 05-25-15 onde aplicou-se por ocasião do plantio 384 kg/ha conforme recomendações da análise de solo, e também foi realizada adubação de N sendo 200 kg/ha de ureia em cobertura com 23 dias após o plantio e 29 dias após o plantio da época 1 e a época 2, respectivamente. Os demais tratos culturais como o controle de pragas e doenças foi realizado no dia 04/03/2013 quando aplicou-se o inseticida Brillhantina[®], já o controle das plantas invasoras foi realizado no dia 06/02/2013 com o herbicida Atrazina[®].

Para avaliar as características agrônômicas produtivas, foram consideradas como área útil, apenas as duas fileiras centrais de cada parcela, desprezando 0,5m de suas extremidades. Os parâmetros avaliados foram:

- A altura de plantas: Foram consideradas as medidas em “cm” à partir do solo até a emissão da panícula de grãos;
- Massa fresca (MF) da parte aérea: Foi realizada a pesagem da parte aérea das plantas da área útil, e convertidas em Kg.ha⁻¹;
- Massa seca (MS) da parte aérea: Foi utilizadas as mesmas plantas que pesou-se para obter a massa verde das plantas e colocadas em estufa a 65°C por período de 72h,

tempo necessário para desidratar toda a massa. As amostras foram retiradas da estufa para nova pesagem, e aí verificou a massa seca, que foi convertida em Kg.ha^{-1} ;

- Produção de calda: para este parâmetro foi submetido a moagem, das plantas da área útil, o volume de calda produzida foi posteriormente convertido para L.ha^{-1} ;
- Produção de etanol: Foi obtido indiretamente, segundo metodologia da literatura, onde é calculado o rendimento a partir da massa verde de plantas e o volume de calda;
- graus Brix: para obtenção do °Brix, foi realizada amostras das plantas da área útil. Este procedimento foi realizado em campo utilizando o refratômetro para obtenção dos graus Brix.

Todas as variáveis avaliadas foram tabuladas em planilhas e submetidos ao teste F ao nível de 5% de significância, e desdobradas as médias pelo teste Tukey, para todas as variáveis avaliadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A população de plantas no momento da colheita, foi variável entre a época 1 e 2, estando com intervalo de média por volta de 150000 e 200000 pl.ha^{-1} , nas épocas 1 e 2, respectivamente. Este aumento na população na época 2 pode ter impactado nas características agrônomicas avaliadas, em relação a época normal, por compensar com maior densidade de plantas a medida que se avança a época de safrinha.

Na Tabela 1 a análise estatística apresentou diferenças significativas apenas na épocas*cultivares para MVP. De acordo com a Tabela3, podemos verificar que para MVP a variação foi de 28537 a 34629 kg.ha^{-1} entre as cultivares.

Tabela 1: Resumo da análise de variância para Altura da Planta (ALTP), massa verde de planta (MVP), massa verde de raiz (MVR), massa seca de planta (MSP), massa seca de raiz (MSR), volume de calda (VC), volume de etanol (VE) obtido a partir da avaliação de 9 cultivares de sorgo sacarino e 2 épocas de plantio, avaliadas em Santa Helena de Goiás, GO, na safra agrícola de 2012/2013.

FV	GL	ALTP	MVP	MVR	MSP	MSR	VC	VE
Épocas	1	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
Cultivares	8	0,0002*	0,6306	0,1933	0,0001*	0,0457*	0,8534	0,6303
Épocas * Cultivares	8	0,0077	0,0068*	0,1434	0,0069	0,1201	0,7310	0,1165
Blocos	2							
Erro	34							
Total	53							
CV (%)		12,66	21,50	30,29	21,11	29,65	62,24	21,51

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

Na Tabela 2 verifica o efeito significativo para as épocas de plantio, com superioridade estatística para a época 1, com média de 291,63 e 233,97cm, para as épocas 1 e 2, respectivamente.

Parrella et al. (2010a) obtiveram altura de plantas variando de 272 a 560 cm, respectivamente maior se comparado à época 2 desta pesquisa e dentro da média se comparado à época 1. Ainda Emygdio et al. (2011) obtiveram altura média de plantas entre 231 e 252 cm semelhantes aos resultados obtidos nas médias obtidas na época 2 e que pode ser vista na Tabela 2. Conforme a Tabela 3 a variedade T8-CR-1113 foi superior na característica agrônômica altura de planta nas duas épocas em relação as

demais variedades, a variedade que apresentou a menor foi T1-Monsanto1 e T2-Monsanto2 respectivamente na época 1 e época 2. De acordo com a Tabela 3, verifica que a altura média das plantas variou de 222,78 à 320,94 cm

Tabela 2: Desdobramentos das análises das médias para Massa Verde da Planta (MVP), Massa Seca de Planta (MSP), Massa Verde da Raiz (MVR), Massa Seca de Raiz (MSR), Altura de Plantas (ALTP) Volume de calda (VC), Volume de Etanol (VE), para nove cultivares de sorgo sacarino em duas épocas de plantio avaliadas em Santa Helena de Goiás, GO, na safra agrícola de 2012/2013.

Épocas	MVP	MSP	MSR	MVR	ALTP	VC	VE
	kg,ha ⁻¹	kg,ha ⁻¹	kg,ha ⁻¹	kg,ha ⁻¹	cm	L,ha ⁻¹	L,ha ⁻¹
2	24634,4 a	4505,8 a	9009,3 a	2341,1 a	233,97 a	579,4 a	1059,2 a
1	38948,2 b	8866,8 b	14229,4 b	4597,4 b	291,6 b	4462,6 b	1674,8 b

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

Conforme a Tabela 3 verifica que a variedade T8-CR-1113 e T9-BRS- 506 foram superiores na característica agrônômica MVP na época 1 e época 2 em relação as demais variedades, a variedade que apresentou o menor rendimento de massa verde foi T9-BRS- 506 e T2-Monsanto2 respectivamente na época 1 e época 2, e na Tabela 2 mostra uma diferença significativa entre as épocas sendo que a época1 obteve valores maiores em relação kg,ha⁻¹.

Tabela 3: Desdobramentos das análises das médias para Massa Verde da Planta (MVP), Massa Seca de Planta (MSP), Massa Verde da Raiz (MVR), Massa Seca de Raiz (MSR), Altura de Plantas (ALTP) Volume de calda (VC), Volume de Etanol (VE), para nove cultivares de sorgo sacarino em duas épocas de plantio avaliadas em Santa Helena de Goiás, GO, na safra agrícola de 2012/2013.

Trat.	MVP	MSP	MSR	MVR	ALTP	VC	VE
	kg,ha ⁻¹	kg,ha ⁻¹	kg,ha ⁻¹	kg,ha ⁻¹	cm	L,ha ⁻¹	L,ha ⁻¹
T1	30083,1 a	8135,3 a	2832,3 ab	6288,5 a	222,7 a	2986,5 a	1293,7 a
T7	28654,8 a	9410,6 a	3847,0 ab	7077,1 a	254,8 ab	2520,1 a	1232,1 a
T9	32115,8 a	10631,0 a	2383,3 a	4725,1 a	250,7 ab	2679,8 a	1381,1 a
T4	34373,5 a	10910,3 a	3378,0 ab	7083,3 a	235,8 ab	3109,6 a	1478,0 a
T2	28537,0 a	11242,8 a	3504,1 ab	6633,0 a	249,6 ab	1750,3 a	1227,0 a
T6	30466,1 a	12205,6 ab	3769,3 ab	7895,0 a	295,8 bc	2410,0 a	1309,8 a
T8	34629,6 a	12801,5 ab	3052,1 ab	6503,1 a	320,9 c	2863,6 a	1489,1 a
T5	34444,3 a	12802,5 ab	4390,6 b	8039,5 a	289,1 bc	2379,1 a	1481,1 a
T3	32817,6 a	16434,8 b	4066,6 ab	5932,1 a	245,3 ab	1989,8 a	1411,3 a

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

Schaffert et al. (2011) obtiveram massa verde entre 41900 kg,ha⁻¹ á 59300 kg,ha⁻¹ levando em consideração a variedade BRS-506 testada em 7 municípios, maior se comparado T9-BRS-506 como mostra na Tabela 3.

Parrella et al. (2010a), obtiveram média de massa verde de plantas entre 17720 à 135280 Kg,ha⁻¹, em trabalho realizado com 40 híbridos de sorgo sacarino. Assim como ocorreu neste trabalho onde obteve medias e 38948,2 Kg,ha⁻¹ e 24634,4

7ª JORNADA ACADÊMICA 2013
18 a 23 de Novembro
Unidade Universitária de Santa Helena de Goiás
Crescimento Regional – Inovação e tecnologia no mercado de trabalho

Kg.ha^{-1} para época 1 e 2 respectivamente verifica que o potencial de produção de massa verde de plantas está dentro das médias encontradas no trabalho dos autores acima citados.

Conforme a Tabela 3 verifica que a variedade T5-CR-1111 e T4-Monsanto4 foi superior nas características agrônômicas MVR na época 1 e época 2 em relação às demais variedades, a variedade que apresentou o menor rendimento de MVR foi T9-BRS- 506 e T2-Monsanto2 respectivamente na época 1 e época 2. Na época 2 não obteve em nenhuma das variedades um valor maior que na época 1 sendo assim a média da época 1 é 49,18% maior que a época 2 no MVR, constatando assim que o sistema radicular da época 1 desenvolveu melhor que na época 2.

Os valores encontrados para a MSR das variedades avaliadas (entre 4922,6 kg.ha^{-1} e 20204 kg.ha^{-1}) estão de acordo com aqueles observados por Parrella et al. (2010b) onde fez a análise com 40 híbridos avaliados (entre 5290 a 57870 Kg/ha).

Conforme a Tabela 3 verifica que a variedade T5-CR-1111 e T3-Monsanto3 foi superiores nas características agrônômicas MSR na época 1 e época 2 respectivamente, em relação às demais variedades, a variedade que apresentou o menor rendimento de MSR foi T9-BRS- 506 e T8-CR-1113 respectivamente na época 1 e época 2.

Na Tabela 1 a análise estatística apresentou diferenças significativas entre as épocas, na Tabela 2 mostra bem que entre as épocas ocorreu diferença significativa tendo 4462,6 e 579,4 L.ha^{-1} referentes a época 1 e 2 respectivamente, já nas cultivares não apresentou diferenças significativas. De acordo com a Tabela 3, podemos verificar que o volume médio de calda variou de 1750,33 a 3109,66 L.ha^{-1} .

Na Tabela 3 verifica que a variedade T4-Monsanto4 e T9-BRS- 506 foi superior nas características agrônômicas VC na época 1 e época 2 respectivamente, em relação às demais variedades, a variedade que apresentou o menor rendimento de volume de calda foi T2-Monsanto2 nas duas épocas. Conforme a Tabela 3, podemos ver que o VC (L.ha^{-1}) foi superior em 87,02% na época 1 em relação a época 2.

A variação de produção de calda para as 9 cultivares de sorgo, na época 1 foi de 3327,3 a 5672,6 L.ha^{-1} , desta forma verifica que estes valores corroboram com os obtidos por Emygdio et al (2011) que também obteve grande variação na produção de calda entre variedades em épocas de plantio diferentes.

Na Tabela 1 a análise estatística apresentou diferenças significativas entre as épocas, já nas cultivares não apresentou diferenças significativas. De acordo com a Tabela 2 pode verificar a diferença significativa das épocas e na Tabela 3 as cultivares, podemos verificar que a média de VE variou de 1227,00 a 1489,16 L.ha^{-1} .

Na Tabela 3 verifica que a variedade T8-CR-1113 e T9-BRS- 506 foram superiores nas características agrônômicas VE na época 1 e época 2 respectivamente, em relação às demais variedades, a variedade que apresentou o menor rendimento de VE foi T9-BRS- 506 e T2-Monsanto2 na época 1 e época 2 respectivamente.

De forma geral, a maioria dos parâmetros avaliados tiveram melhores desempenhos, na Época 1, que pode ser caracterizada pela época de plantio antecipada para a maioria dos híbridos avaliados, também por diferença no fotoperíodo (Época 1 x Época 2) e também pela maior disponibilidade hídrica durante o ciclo total da cultura na Época 1.

CONCLUSÕES

Todos os cultivares apresentaram boa adaptabilidade e respostas produtivas na região de Santa Helena de Goiás, GO deste que apresente características semelhantes aos da Universidade Estadual de Goiás, com bom potencial para produção de etanol. Verifica que a época 1 teve resultados superiores para todas as características agrônomicas avaliadas e para os nove cultivares de sorgo sacarino avaliados.

As cultivares T6, T8, T5 e T3 se destacaram na característica MSP, e a cultivar T8 se destacou na característica ALP com altura média acima de 3,0m.

REFERÊNCIAS

- CHANNAPPAGOUDAR, B. B. *et al.* Assessment of sweet sorghum genotypes for cane yield, juice characters and sugar levels. **Karnataka Journal of Agricultural Sciences**, v. 20, n. 2, p.294-296, 2007.
- EMYGDIO, B. M. E.; AFONSO, A. P. S.; OLIVEIRA, A. C. B.; PARRELLA, R.; SCHAFFERT, R. E.; MAY, A. Desempenho de Cultivares de Sorgo Sacarino para a Produção de Etanol sob Diferentes Densidades de Plantas. **In: Boletim de pesquisa e desenvolvimento**, 156, Pelotas, RS 1ª edição 1ª impressão (2011):100 exemplares, 22p.
- GARCIA, J. C. Avaliação Econômica da Produção de Álcool em Microdestilarias a Partir de Sorgo Sacarino e Cana-de-açúcar. **In: GORGATI NETTO, A. e CRUZ, E. R.** Experiência Brasileira de Pesquisa Econômica em Energia para o Setor Rural. Brasília, DF: EMBRAPA-PNPE/DEP, 1984. p.45-54.
- LIU, R.; LI, J. E.; SHEN, F. Refining bioethanol from stalk juice of sweet sorghum by immobilized yeast fermentation. **Renewable Energy**, Brighton, v. 33, p. 1130-1135, 2008.
- PARRELLA, R. A. C.; MENEGUCI, J. L. P.; RIBEIRO, A.; SILVA, A. R.; PARRELLA, N. L. D.; RODRIGUES, J. A.; TARDIN, F. D.; SCHAFFERT, R. E. Desempenho de cultivares de sorgo sacarino em diferentes ambientes visando à produção de etanol. Resumos expandidos. **In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo**, 28, Goiânia. 2010a.
- PARRELLA, R. A. C.; RODRIGUES, J. A. S. ; TARDIN, F. D. ; DAMASCENO, C. M. B.; SCHAFFERT, R. E. **Desenvolvimento de Híbridos de Sorgo Sensíveis ao Fotoperíodo visando Alta Produtividade de Biomassa**. 1ª edição, 1ª impressão: 23p Sete Lagoas, MG. 2010b.
- RATNAVATHI, C. V. *et al.* Study on genotypic variation for ethanol production from sweet sorghum juice. **Karnataka Journal of Agricultural Sciences**, v. 34, p. 947-952, 2010.
- REDDI, S. G. **Studies on Production Potential of Sweet Sorghum [Sorghum Bicolor (L.) Moench] Genotypes for Grain and Ethanol Production as Influenced by Management Practices**. 2006. 197 p. Tese (Doutorado). University of Agricultural Sciences, Dharwad, 2006.
- SCHAFFERT, R. E. *et al.* **Estratégias para o melhoramento de sorgo sacarino e desafios futuros. Seminário Temático – Sorgo Sacarino Embrapa Milho e Sorgo** 20-21/09/2011, Sete Lagoas,-MG.
- TEIXEIRA, C. G. *et al.* Influência da época de corte sobre o teor de açúcares de colmos de sorgo sacarino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 9, p. 1601-1606, set. 1999.