



ISBN: 978-85-85564-34-6

XI WORKSHOP
AGROENERGIA
Matérias-Primas

2017

27 E 28
JUNHO

Centro de Convenções da Cana - IAC
Ribeirão Preto

ANÁLISE QUANTITATIVA E QUALITATIVA DE AÇÚCARES DO SORGO SACARINO EM DUAS ÉPOCAS DE CORTE

Tiago da Silva Moreira¹, Vanessa Aparecida Pereira Batista², Angélica Fátima de Barros³, Elisângela Aparecida Milagres Sousa⁴; Leonardo Duarte Pimentel⁵

RESUMO

O sorgo sacarino (*Sorghum bicolor*) é uma fonte alternativa para produção de etanol, principalmente na entressafra da cana-de-açúcar. Esta gramínea apresenta altos teores de açúcares fermentescíveis nos colmos e, além disto, possibilita o uso da rebrota. Porém, não se sabe se os rendimentos e qualidade de açúcares obtidos podem ser influenciados pela época do ano, visto que o sorgo é uma planta sensível ao fotoperiodismo. Objetivou-se com este trabalho avaliar a produção quantitativa e qualitativa dos açúcares produzidos no colmo do sorgo sacarino, em duas épocas de corte (safra principal e rebrota). Ao final de cada ciclo, foram coletadas 10 plantas da área útil de cada parcela para realizar as avaliações de produtividade do colmo das cultivares e extração do caldo. Posteriormente os açúcares totais (sacarose, glicose e frutose) presentes no caldo foram quantificados em análises realizadas em cromatografia líquida de alta precisão (HPLC). Verificou-se que a cultivar BRS 511 apresentou a maior produtividade de colmos, tanto na safra como na rebrota, com 69 e 14 t/ha, respectivamente. A taxa de extração do caldo diferiu significativamente entre a safra e a rebrota, para todas as cultivares, com médias menores na rebrota. A produtividade de colmos foi em média 80% menor na rebrota em relação à safra principal e que a quantidade de açúcares produzidos não varia em função do ciclo (teor de açúcares totais não diferiu). Porém, a taxa de extração do caldo e o teor de sólidos solúveis (°Brix) e a qualidade dos açúcares (% sacarose, % glicose e % frutose) variam de acordo com a cultivar e o ciclo.

Palavras chaves: *Sorghum bicolor*, produtividade, açúcares fermentescíveis, HPLC.

QUANTITATIVE AND QUALITATIVE ANALYSIS OF SWEET SORGHUM SUGARS IN TWO CUTTING SEASONS

The sweet sorghum sorghum (*Sorghum bicolor*) is an alternative source for ethanol production, mainly in the sugarcane off season. This grass presents high levels of fermentable sugars in the stalks and, in addition, allows the use of regrowth. However, it is not known if the yield and quality of sugars obtained can be influenced by the time of the year, since sorghum is a plant sensitive to photoperiodism. The objective of this work was to evaluate the quantitative and qualitative production of sugars produced in sugarcane sorghum, during two cutting seasons (main crop and regrowth). At the end of each cycle, 10 plants of the useful area of each plot were

¹ Estudante de Agronomia na Universidade Federal de Viçosa.

² Estudante de doutorado em Produção Vegetal na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.

³ Estudante de doutorado em Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa.

⁴ Estudante de Mestrado na Universidade Federal de Viçosa.

⁵ Professor no Departamento de Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa – Orientador do trabalho.



ISBN: 978-85-85564-34-6

XI WORKSHOP
AGROENERGIA
Matérias-Primas

2017

27 E 28
JUNHO

Centro de Convenções da Cana - IAC
Ribeirão Preto

collected to carry out the evaluations of yield of the cultivar stem and extraction of the broth. Subsequently, the total sugars (sucrose, glucose and fructose) present in the broth were quantified in analyzes performed on high-performance liquid chromatography (HPLC). It was verified that the cultivar BRS 511 showed the highest yield of shoots, both in the crop and in the regrowth, with 69 and 14 t / ha, respectively. The broth extraction rate differed significantly between the crop and the regrowth, for all cultivars, with smaller means in regrowth. The yield of stalks was on average 80% lower in regrowth in relation to the main crop and that the amount of sugars produced did not vary according to the cycle (total sugars did not differ). However, the broth extraction rate and soluble solids content ($^{\circ}$ Brix) and sugar quality (% sucrose,% glucose and% fructose) vary according to cultivar and cycle.

Key words: *Sorghum bicolor*, productivity, fermentable sugars, HPLC.

INTRODUÇÃO

O sorgo sacarino (*Sorghum bicolor*) se destaca por ser semelhante à cana-de-açúcar pelo armazenamento de açúcares fermentescíveis (sacarose, glicose e frutose) nos colmos, sendo estes facilmente convertidos em etanol (Kumar *et al.*, 2010). Industrialmente o sorgo sacarino pode ser tratado de forma semelhante à cana-de-açúcar, desde a extração até o uso de levedura comercial para a fermentação do caldo em etanol, podendo utilizar a mesma infraestrutura e maquinário da indústria canavieira (Masson, 2013).

Além disto, no cultivo do sorgo sacarino há o aproveitamento dos resíduos sólidos produzidos (bagaço) na geração de bioeletricidade, produção de etanol de segunda geração, na alimentação animal ou como fertilizante do solo após compostagem com outros resíduos (Monti *et al.*, 2003, Lourenço *et al.*, 2010). Quando comparado a outras culturas produtoras de etanol, como a cana e o milho, o sorgo se destaca por apresentar ciclo curto, menor exigência de fertilizantes, água e nitrogênio. Assim, o custo estimado do cultivo sorgo é mais baixo em relação ao do milho e da cana-de-açúcar (Reddy *et al.*, 2007).

Alguns autores relataram que os açúcares solúveis produzidos pelo sorgo sacarino têm o potencial para produzir até 8000 L de etanol por hectare ou cerca de duas vezes o potencial de produção de etanol de grão de milho e 30% da produtividade alcançada pela cana-de-açúcar, que é em média 6000 L/ha (Bennett & Anex, 2009). Porém, para que haja uma produção econômica e sustentável de etanol a partir do sorgo sacarino é necessário um nível mínimo de açúcares totais no caldo (AT) para que a levedura converta completamente os açúcares presentes em etanol (Fernandes *et al.*, 2014).

Desta forma, para que a rebrota também seja utilizada como matéria-prima na produção de etanol é necessário averiguar se as mudanças no teor de açúcares são somente durante a maturação ou em relação ao ciclo das plantas. Visto que o sorgo é uma planta sensível ao fotoperíodismo, os rendimentos e qualidade de açúcares obtidos podem ser influenciados pela época do ano. Entretanto, existem poucos relatos na literatura sobre o teor e quantidade de açúcar presente no colmo de sorgo sacarino na safra e na rebrota.



ISBN: 978-85-85564-34-6

XI WORKSHOP
AGROENERGIA
Matérias-Primas

2017

27 E 28
JUNHO

Centro de Convenções da Cana - IAC
Ribeirão Preto

OBJETIVO

Avaliar a produção quantitativa e qualitativa dos açúcares produzidos no colmo do sorgo sacarino, em duas épocas de corte (primeira safra e rebrota).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no município de Coimbra-MG, situado a 20°51' de latitude Sul e 42°46' de longitude Oeste, localizado a 720 metros de altitude no Campo Experimental de Coimbra, pertencente ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa. Sendo conduzido durante os meses de dezembro/2014 a agosto/2015.

O delineamento utilizado foi em blocos ao acaso com seis repetições e analisado em parcelas subdivididas no tempo. Foram avaliados três cultivares de sorgo, pertencentes ao grupos agrônômico de sorgo sacarino (cultivares BD 5404, BRS 511e BD1615), em duas épocas de corte: safra e rebrota. As parcelas experimentais foram constituídas de quatro linhas de 6 m lineares cada, espaçadas em 0,70 m entre si. Foi acrescentada uma linha de bordadura entre as parcelas para separar os materiais distintos. A área útil utilizada para as avaliações foi composta das duas linhas centrais da parcela, eliminando 1,0 m de cada extremidade.

Foi utilizado uma amostra compostas de dez plantas retiradas de forma aleatória da área útil de cada parcela, sendo estas colhidas durante a maturidade fisiológica do grão de cada cultivar nas duas épocas de corte (safra e rebrota). Destas amostras coletadas foram seccionados os colmos das plantas de onde foram avaliadas a produtividade de colmo (t/ha), determinada em kg/ parcela através da pesagem dos colmos de dez plantas.

Posteriormente, foram retiradas amostras compostas de 1kg de colmo os quais foram passados em picadeira e em seguida colocados em prensa hidráulica por 1 min com 250 kgf/cm, para a retirada do caldo, sendo determinada a taxa de extração do caldo (TE): percentagem (%) do caldo extraído do colmo fresco e a massa de caldo (kg).

Após a extração, foi retirada uma alíquota de 80 µL do caldo para determinação do teor de sólidos totais (°Brix) em refratômetro digital. Uma amostra de 80mL do caldo foi armazenada em freezer a -20°C e posteriormente foi determinado o teor de açúcares totais (sacarose, glicose e frutose) usado em cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC). A concentração de cada açúcar no caldo foi determinada usando as áreas de pico dos cromatogramas e expressa em termos de gramas de açúcares totais por litro de suco.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção média de colmos obtida na safra foi significativamente superior à produtividade obtida na rebrota, com 64,50 t/ha e 9,23 t/ha, respectivamente. Na rebrota, foi verificada uma baixa produção de colmos para todas as cultivares. As plantas da rebrota tiveram uma queda no desenvolvimento vegetativo após o primeiro corte, decorrentes, principalmente, das menores temperaturas observadas após março de 2015, influenciando o crescimento das plantas, já que o sorgo sacarino é uma espécie C4 que apresenta melhor desenvolvimento sob elevadas temperaturas diurnas e noturnas.



ISBN: 978-85-85564-34-6

XI WORKSHOP
AGROENERGIA
Matérias-Primas

2017

27 E 28
JUNHOCentro de Convenções da Cana - IAC
Ribeirão Preto

Dentre as cultivares em estudo, a cultivar BRS 511 apresentou a maior produtividade de colmos tanto na safra como na rebrota, com uma média de 69,52 t/ha e 14,15t/ha respectivamente. Levando em consideração as duas épocas de corte, a cultivar BRS 511, teve uma produtividade média de colmos de 41,83 t/ha, sendo significativamente superior as demais. Os resultados apresentados corroboram com May *et al* (2012) que afirmam que a cultivar BRS 511 tem elevado potencial produtivo e alta capacidade competitiva entre as plantas na linha de cultivo, conseguindo se desenvolver melhor que as demais mesmo em condições desfavoráveis.

Para o desdobramento dos fatores cultivares e época de corte, foi observado redução da taxa de extração para todas as cultivares na condição de rebrota (Tabela 1) em relação à safra principal.

O caldo do sorgo é composto de aproximadamente 84% de água, sendo este o componente em maior quantidade no sumo extraído (Almodares & Hadi, 2009). Deste modo, é importante ressaltar que, no período de abril a agosto de 2015, durante o desenvolvimento das plantas na rebrota, a precipitação total acumulada na área foi de apenas 127,5 mm.

Sabe-se que a quantidade de água requerida pela cultura que varia entre 380 e 600 mm durante seu ciclo e de acordo com seu estágio de desenvolvimento (Sans *et al.*, 2003). Desta forma, pode-se considerar que a baixa disponibilidade hídrica pode ter afetado negativamente o desenvolvimento das plantas de sorgo na rebrota, resultando numa menor produção de caldo nos colmos em relação à safra anterior.

Apesar da produção de açúcares totais não ter diferido da primeira para a segunda safra (Tabela 2), a taxa de extração do caldo foi significativamente inferior na segunda safra (rebrota), o que resultará em menor rendimento industrial, logo o uso da rebrota para este fim é considerado inviável do ponto de vista quantitativo podendo resultar em baixos rendimentos industriais.

Tabela 1: Valores médios da taxa de extração do caldo (%) de três cultivares de sorgo sacarino, em duas épocas de corte.

Cultivar	Taxa de Extração (%)	
	Safra	Rebrota
BD 5404	62,46 aA	47,81 abB
BRS 511	59,53 aA	50,89 aB
BD 1615	60,79 aA	46,63 bB
Média	60,93	48,44
CV (%)	3,95	4,21

Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na linha e maiúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade, pelo teste F para época de corte e pelo teste Tukey para a taxa de extração do caldo.

O teor de sólidos solúveis totais (°Brix) obtido diferiu significativamente, sendo superior na safra em relação a rebrota (Tabela 2). Porém, pode-se observar que o teor de açúcares totais não diferiu entre a safra e a rebrota, demonstrando que a produção de açúcares no caldo do sorgo sacarino é uma característica intrínseca de cada cultivar.



ISBN: 978-85-85564-34-6

XI WORKSHOP
AGROENERGIA
Matérias-Primas

2017

27 E 28
JUNHOCentro de Convenções da Cana - IAC
Ribeirão Preto

Tabela 2. Valores médios do teor de açúcares totais (g/L) e °Brix (%), de acordo com a época de corte adotada.

Época de corte	°Brix (%)	Açúcares totais (g/L)
Safra	14,94 a	94,35 a
Rebrota	12,44 b	94,13 a

Médias seguidas pela mesma letra minúsculas nas colunas, não diferem entre si aos níveis de 1 e 5% de probabilidade, pelo teste F.

CONCLUSÕES

A produtividade de colmos de sorgo foi, em média, 80% menor na rebrota em relação à safra principal devido principalmente as condições climáticas desfavoráveis na rebrota.

A quantidade de açúcares produzidos no colmo de sorgo não varia em função do ciclo, porém a taxa de extração do caldo e o teor de sólidos solúveis (°Brix) variam em função da safra.

AGRDECIMENTOS

À FAPEMIG pelo apoio financeiro.

LITERATURA CITADA

- ALMODARES, A.; HADI, M. R. Production of bioethanol from sweet sorghum: a review. African. **Journal of Agricultural Research**, v. 4, p.772-780, 2009.
- BENNETT, A. S.; ANEX RP. Production, transportation and milling costs of sweet sorghum as a feedstock for centralized bioethanol production in the upper Midwest. *Biores Technol* v.100, p.1595 - 1607, 2009.
- FERNANDES, G.; BRAGA, T. G.; FISCHER, J.; PARRELLA, R. A.; RESENDE, M. M.; CARDOSO, V. L. Evaluation of potential ethanol production and nutrients for four varieties of sweet sorghum during maturation. *Renewable Energy*, v. 71, p. 518-524, 2014.
- MASSON, I. S (2013) Produção de bioetanol a partir da fermentação de caldo de sorgo sacarino e cana-de-açúcar. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agropecuária). 62p.Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp. Jaboticabal – SP.
- MAY, A.; CAMPANHA, M.; SILVA, A.; COELHO, M.; PARRELLA, R. A.; SCHAFFERT, R. E.; PEREIRA FILHO, I. A. Variedades de sorgo sacarino em diferentes espaçamentos e população de plantas. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 4, p.20-25, 2012.
- MONTI, A.; VENTURI, G. Comparison of the energy performance of fibre sorghum, sweet sorghum and wheat monocultures in northern Italy. *Europ JAgron*, v. 19, p. 35-43, 2003.
- REDDY, B. V. S.; KUMAR, A. A.; RAMESH. S. Sweet sorghum: A water saving bio-energy crop. In: International Conference on Linkages between Energy and Water Management for Agriculture in Developing Countries, 2007.
- SANS, L. M. A.; MORAIS, A. V. C.; GUIMARÃES, D. P. Época de plantio de sorgo (Comunicado Técnico). MAPA. Sete Lagoas, MG, 2003.