



INFLUÊNCIA DO DESPONTE DA PANÍCULA DO SORGO SACARINO SOBRE A QUALIDADE DA MATÉRIA-PRIMA

Letícia Fernanda Tralli⁽¹⁾, Márcia Justino Rossini Mutton⁽²⁾, Aline Ferreira Silva⁽²⁾,
Osania Emerenciano Ferreira⁽²⁾, Marcel de Campos Oliveira⁽²⁾

RESUMO

A crescente demanda por fontes renováveis de energia tem intensificado a busca por biomassas alternativas para a produção de combustíveis, como o etanol. Para a sua produção, a cana-de-açúcar e o sorgo sacarino destacam-se por serem culturas tropicais que apresentam colmos ricos em açúcares fermentescíveis. Entretanto, diferentemente da cana-de-açúcar, no final do ciclo vegetativo do sorgo sacarino caracteriza-se pela translocação da sacarose presente no colmo para os grãos da panícula. Neste processo, a molécula de sacarose é transformada em amido, açúcar este infermentescível pela levedura *Saccharomyces cerevisiae*. Neste sentido, a remoção da panícula antes da emergência (estádio de emborrachamento) do topo da planta, e portanto antes do enchimento dos grãos, pode afetar positivamente o rendimento de açúcar do sorgo. Os tratamentos principais foram três cultivares de sorgo sacarino (CV147, CV198 e BRS508), os secundários os sistemas de manejo dos colmos: com desponte da panícula imatura antes da emergência e, colmos integrais. A matéria-prima foi caracterizada quanto aos teores de Brix, Açúcares Redutores Totais (ART), Açúcares Redutores (AR), Acidez Total, Amido (CTC, 2005) e pH por leitura direta. O desponte das panículas promove menores teores de acidez e amido no caldo, porém para as outras características como Brix e ART o desponte afeta negativamente a qualidade tecnológica do sorgo sacarino.

Palavras-chave: Biomassa, CV147, CV198, BRS508

EFFECTS OF DEHEADING OF SWEET SORGHUM PANICLE ON RAW MATERIAL QUALITY

Letícia Fernanda Tralli⁽¹⁾, Márcia Justino Rossini Mutton⁽²⁾, Aline Ferreira Silva⁽²⁾,
Osania Emerenciano Ferreira⁽²⁾, Marcel de Campos Oliveira⁽²⁾

SUMMARY

The growing demand for renewable energy, intensified the search for alternative biomass for the production of fuels such as ethanol. For your production, cane sugar and sweet sorghum are noted for being tropical crops that have rich

⁽¹⁾ Faculdade de Tecnologia de Jaboticabal "Nilo De Stéfani". Av. Eduardo Zambianchi, 31 ⁽²⁾ Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal – Universidade Estadual Paulista. Departamento de Tecnologia. Via de Acesso Professor Paulo Donatto Castellane s/n. E-mail: leticia_tralli@hotmail.com

stalks into fermentable sugars. However, unlike cane sugar in the end of the season of sweet sorghum is characterized by the translocation of sucrose present in the stem to grain panicle. In this process, the molecule of sucrose is converted starch, sugar fermentable that the yeast *Saccharomyces cerevisiae*. In this regard, removal of the top panicles before emergence of grain filling can positively affect the yield of grain sorghum sugar. The main treatments were three varieties of sweet sorghum (CV147, CV198 and BRS508), side of the management systems of the stems: with prior emerges to the booting and whole stems. The raw material was characterized as the Brix, Total Sugars Gear (ART), Reducing Sugars (AR), Total Acid, Starch (CEC, 2005) and pH for direct reading. The lopping of panicles promotes lower levels of acidity and starch in the broth, but for other features like Brix and ART clipping, negatively affects the technological quality of sweet sorghum.

Key-words: Biomassa, CV147, CV198, BRS508

INTRODUÇÃO

A crescente demanda por fontes renováveis de energia tem intensificado a busca por biomassas alternativas para a produção de combustíveis, como o etanol. Além dos baixos índices de emissão de gás carbônico, este biocombustível é atualmente uma das alternativas viáveis à substituição da gasolina.

Para a sua produção, a cana-de-açúcar e o sorgo sacarino destacam-se por serem culturas tropicais que apresentam colmos ricos em açúcares fermentáveis, além do produzir resíduo sólido (bagaço) que pode ser utilizado para produzir energia (queima em caldeiras), combustível (etanol de segunda geração), ração animal ou adubo orgânico.

O sorgo sacarino é uma planta de metabolismo C4, com alta eficiência fotossintética, que possui um ciclo vegetativo curto (90 a 120 dias), grande acúmulo de açúcares em seus colmos, elevado rendimento de biomassa, além de ser tolerante à seca e possuir capacidade de desenvolvimento em ampla gama de condições ambientais. No Brasil, destaca-se devido à possibilidade do cultivo ser realizado em áreas de replantio de cana-de-açúcar, aumentando a produção de combustível por área. Além disso, o maquinário utilizado para a colheita, carregamento e transporte de sorgo pode ser o mesmo usado na indústria da cana-de-açúcar.

Entretanto, diferentemente da cana-de-açúcar, no final do ciclo vegetativo do sorgo sacarino ocorre a translocação dos fotossintatos armazenados no colmo (sacarose) para o enchimento dos grãos presentes na panícula. Neste processo, a molécula de sacarose é transformada em amido, açúcar este fermentescível pela levedura *Saccharomyces cerevisiae*. Neste sentido, a remoção da panícula imatura antes da emergência (estádio de emborrachamento) do topo da planta, e portanto antes do enchimento dos grãos, pode afetar positivamente o rendimento de açúcar do sorgo, pois os fotossintatos que seriam utilizados para a formação dos grãos podem ficar armazenados como açúcares nos colmos da planta.

OBJETIVOS

Avaliar a influência do desponte das panículas imaturas antes da emergência (estádio de emborrachamento) de 3 genótipos de sorgo sacarino, sobre a qualidade tecnológica dos colmos para a produção de etanol.

MATERIAL E MÉTODOS

O sorgo sacarino foi cultivado na área experimental do Departamento de Produção Vegetal da FCAV- Jaboticabal – SP, na safra 2012/2013. O espaçamento utilizado para a semeadura foi de 45 cm entre linhas. A adubação de plantio foi de 36-126-72 kg/ha de N-P₂O₅-K₂O.

O plantio foi feito em 03 de Janeiro de 2013, com distribuição manual no sulco de plantio, de 15 sementes por metro, as quais foram cobertas com camada de solo de 2 a 3 cm. Aos 15 dias após semeadura (d.a.s.), realizou-se o desbaste, mantendo-se 6 plantas por metro, para se obter estande final de 120.000 plantas/ha.

Durante o período experimental o tratamento fitossanitário foi priorizado, para garantir a manutenção da sanidade da cultura. Para controle da lagarta do cartucho aos 22 d.a.s. aplicou-se 250 mL/ha de Engeo Pleno® (Tiametoxam / Lambda cialotrina). Não foram necessárias aplicações de fungicidas e herbicidas na cultura durante o período experimental.

Aos 70 d.a.s, estágio de desenvolvimento antes da emergência das panículas (estádio de emborrachamento), quando a folha bandeira estava visível, foram realizadas as remoções manuais com uso de tesouras de poda, do último entrenó do sorgo nas parcelas, restringindo assim o desenvolvimento das panículas. Nas parcelas controles as panículas foram mantidas intactas. A colheita da área foi realizada aos 116 d.a.s.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos principais foram três cultivares de sorgo sacarino (CV147, CV198 e BRS508), os secundários os sistemas de manejo dos colmos: com desponte prévio das panículas antes da emergência (estádio de emborrachamento) e, colmos integrais.

A matéria-prima foi caracterizada quanto aos teores de Brix, Açúcares Redutores Totais (ART), Açúcares Redutores (AR), Acidez Total e pH (CTC, 2005).

Os resultados foram submetidos a análise de variância pelo teste F, e as médias analisadas segundo teste de Tukey (5%).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 estão apresentados os valores médios e os resultados da análise estatística efetuada para Brix, pH, Acidez Total, AR e ART do caldo extraído dos tratamentos efetuados.

Observou-se interação significativa entre genótipos e sistemas de manejo, sendo que a cultivar BRS508 apresentou os maiores valores médios de Brix em relação aos demais tratamentos, exceto CV198 (sem desponte) que não diferiu significativamente. As concentrações de sólidos solúveis foram da faixa de 13,8 a 17,0, valores estes semelhantes com os resultados obtidos por Rutto et al. (2013), que verificaram teores entre 13,8 a 18,7%. Neste sentido, observou-se ainda que a realização do desponte do sorgo sacarino promoveu decréscimo do teor de Brix para as cultivares CV147 e CV198. Rajendran et al. (2000) ao realizarem a remoção antecipada da panícula do sorgo, também observaram diminuição deste parâmetro. Esse efeito foi atribuído à utilização dos açúcares no metabolismo da planta, pois em condições normais, ocorre translocação dos açúcares do colmo para a panícula, onde são armazenados nos grãos em forma de amido. A realização do prévio desponte impossibilitou este metabolismo da planta, sendo observado o

desenvolvimento de brotações laterais no colmo e formação de novas panículas, que provavelmente resultaram no consumo destes carboidratos.

Erickson et al. (2012) e Broadhead (1973) observaram que a remoção do topo dos colmos de cultivares de sorgo sacarino resultavam em aumento do Brix. Segundo estes autores, o maior acúmulo de açúcares nos colmos tem sido atribuído às mudanças de padrões na distribuição dos açúcares, ou seja, a partir da remoção das panículas o colmo se torna via alternativa predominante. Entretanto, não descrevem se houve nos tratamentos a ocorrência de brotações laterais e emissão de novas panículas. Neste sentido, pode-se inferir que o comportamento do Brix está diretamente relacionado a cultivar processada.

Tabela 1. Valores médios obtidos para Brix, Açúcares Redutores Totais (ART), Açúcares Redutores (AR), pH e Acidez Total do caldo extraído de três cultivares de sorgo sacarino (CV147, CV198 e BRS508), em dois sistemas de manejo (Com e Sem eliminação prévia da panícula). Safra 2013/2014.

| | Brix % | ART % | AR % | pH | Acidez Total g/L H ₂ SO ₄ |
|----------------------|------------------|-----------------|----------------|-----------|---|
| Genótipos (G) | 15,22** | 11,67** | 54,96** | 7,36* | 12,93** |
| CV147 | 14,6B | 11,67AB | 3,24A | 4,90A | 1,48B |
| CV198 | 15,4B | 10,85B | 1,98B | 4,81B | 1,71AB |
| BRS508 | 17,5A | 13,05A | 1,61B | 4,83AB | 2,02A |
| DMS | 1,68 | 1,41 | 0,49 | 0,06 | 0,32 |
| Colheita (C) | 39,82** | 1,75ns | 5,26* | 39,09** | 17,86** |
| Sem Panícula | 16,7A | 12,13 | 2,42A | 4,91A | 1,87A |
| Com Panícula | 14,9B | 11,59 | 2,13B | 4,79B | 1,60B |
| DMS | 0,63 | 0,90 | 0,27 | 0,04 | 0,14 |
| Inter GxC | 10,78** | 3,90ns | 1,17ns | 8,55** | 2,71ns |
| Teste F Blocos | 2,52ns | 2,21 | 1,98ns | 11,77** | 8,88* |

*valores significativos ao nível de 5% de probabilidade; **valores significativos ao nível de 1% de probabilidade; ns=não significativo. Valores seguidos de mesma letra nas colunas não diferem entre si por Tukey a 5 %. DMS=desvio mínimo significativo. CV=coeficiente de variação.

Avaliando-se o pH de diferentes cultivares de sorgo sob dois sistemas de manejo, observou-se que para os colmos colhidos integrais houve diferença neste parâmetro, de acordo com a cultivar processada. Sendo os maiores valores obtidos para a CV147, seguidos da CV198 e BRS508. Quando se realizou o desponte prévio, verificou-se queda significativa do pH, principalmente para as cultivares CV147 e CV198. Este fato pode estar associado às condições de maior atividade metabólica apresentadas pela planta (emissão de brotos e panículas). Neste caso, o pH é menor, decorrente da condição ideal para a ação de ácidos e enzimas reguladoras do crescimento, tais como o ácido indol acético (AIA) (TAIZ e ZEIGER, 2010) e a invertase ácida, que apresenta papel decisivo na regulação do acúmulo de sacarose (YANG et al., 2013).

Analisando-se a acidez total do caldo (Tabela 1), verificou-se que a cultivar BRS508 apresentou os maiores teores de ácidos em relação às demais. Tais resultados são diretamente relacionados aos determinados para o pH, pois nestas condições verificou-se valores de pH inversamente proporcionais aos de Ácidos Totais. Lingle et al. (2013) também observaram esta relação de queda do pH.

Baixos resultados de pH e o teor de acidez do sorgo podem ser prejudicial para a fermentação pois, para a clarificação do caldo e neutralização de ácidos orgânicos, há a necessidade de maiores concentrações de leite de cal, e o aumento de cálcio pode diminuir a eficiência de fermentação da levedura (LINGLE et al., 2013).

O manejo de colmos despontados previamente resultou em menor acidez total em relação aos colmos integrais. O teor de ácidos do caldo pode ser influenciado pelas condições de manejo, condições ambientais, idade da cultura e o estágio de maturação, bem como pela contaminação causada pelo metabolismo de bactérias (YOKOIA, 1991). Valores elevados de acidez estão relacionados a fatores prejudiciais à qualidade da matéria-prima, que irão refletir no processo fermentativo e na produção de etanol (STUPIELLO, 2006). Os valores de acidez foram bem superiores a 0,8 mg L⁻¹ de H₂SO₄, valor este considerado como máximo adequado para o caldo da cana-de-açúcar (RIPOLI e RIPOLI, 2004).

Com relação aos teores de açúcares redutores (AR) nos caldos extraídos de diferentes cultivares (Tabela 1), verificou-se que a CV147 apresentou os maiores valores em relação as demais. Tais resultados são condizentes com os obtidos por Nan et al. (1994), que determinaram concentrações entre 1,8 a 10,2 %, sendo esta função do processamento de diferentes cultivares e épocas de colheita. Deve-se destacar ainda que estes valores são superiores aos obtidos em processamento de caldo de cana, uma vez que cultivares em estágio de maturação apresentam teores máximos de 1% de AR. Ressalta-se que a concentração de açúcares redutores (glicose e frutose) no caldo de sorgo sacarino é elevada em comparação com a cana-de-açúcar (GOMES et al., 2011).

Os açúcares redutores presentes no sorgo ocorrem em ampla faixa de variação considerando-se o genótipo e a fase de desenvolvimento da planta. Estes são utilizados em várias reações metabólicas e também como fonte de energia. Considerando-se o sistema de manejo, não foi observado diferença entre os teores destas moléculas.

Avaliando-se o teor de açúcares totais (ART) de diferentes cultivares de sorgo sacarino, sob dois sistemas de manejo, observou-se valores médios de 11,67% (Tabela 1). Esses resultados foram inferiores aos encontrados por Masson (2013), que foram da ordem de 15% McBee e Miller (1993) observaram que a concentração total de açúcares no caldo de sorgo colhido na fase inicial de crescimento foi menor, e após a extensão da panícula houve um aumento rápido desses valores. Considerando-se o processamento industrial, sabe-se que os ART são determinantes para a obtenção de elevados rendimentos e produtividade industrial.

CONCLUSÕES

O desponte das panículas promove menores teores de acidez e amido no caldo, porém para as outras características como Brix e ART o desponte afeta negativamente a qualidade tecnológica do sorgo sacarino.

LITERATURA CITADA

ALMODARES, A.; HADI, M.R. Production of bioethanol from sweet sorghum: A review. *Journal of Agricultural Research* 9: 772-780. 2009.
ANDRZEJEWSKI, B.; EGGLESTON, G.; LINGLE, S.; e POWELL, R. Development of a sweet sorghum juice clarification method in the manufacture of industrial

feedstocks for value-added fermentation products. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 44, p. 77-87, 2013.

BROADHEAD, D.M. Effects of deheading on stalk yield and juice quality of Rio sweet sorghum. *Crop Science* 13: 395–396. 1973.

COSTA, G.H.G.; FREITA, C.M.; FREITA, L.A.; MUTTON, M.J.R. Effects of different coagulants on Sweet sorghum juice clarification. **Sugar Tech** 16: 1-4. 2014.

CTC. **Manual de métodos de análises para açúcar**. Piracicaba, Centro de Tecnologia Canavieira, Laboratório de análises, 2005. Disponível em CD ROM.

ERICKSON, J.E.; WOODARD, K.R.; SOLLENBERGER, L.E. Optimizing Sweet Sorghum Production for biofuel in the Southeastern USA through nitrogen fertilization and top removal. **Bioenerg Research** 1:86-94. 2012.

GOMES, S.C.M.P. **Produção de etanol utilizando mix de sorgo sacarino e cana-de-açúcar em processo de maturação**. 2014. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agropecuária) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2014.

LINGLE, S.E. TEW, T.L. RUKAVINA, H. BOYKIN, D.L. Post-harvest Changes in Sweet Sorghum II: pH, Acidity, Protein, Starch, and Mannitol *Bioenerg. Res.* 6:178–187. 2013.

MASSON, I. dos S. **Produção de bioetanol a partir da fermentação de caldo de sorgo sacarino e cana-de-açúcar**. 2013. 49f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agropecuária) Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal. 2013.

RAJENDRAN, C.; RAMAMOORTHY, K.; BACKIYARANI, S. Effect of deheading on juice quality characteristics and sugar yield of sweet sorghum. *Journal Agronomy & Crop Science* 185: 23-26. 2000.

RIPOLI, T. C. C.; RIPOLI, M. L. C. Biomassa de cana-de-açúcar: colheita, energia e ambiente. Piracicaba: Barros e Marques Ed. Eletrônica. 302 p. 2004.

RUTTO, L. K.; XU, Y.; BRANDT, M.; REN, S.; KERING, M. K. Juice, ethanol, and grain yield potential of five sweet sorghum (*Sorghum bicolor* [L.] Moench) cultivars. *Journal of Sustainable Bioenergy Systems* 3: 113-118. 2013.

STUPIELLO, J.P. Curso de qualidade da matéria prima. Cd Room, 2006.

TAIZ, L. AND E. ZEIGER. *Plant Physiology*, 5th edition. Language Publishers, Sinauer Associates, California, USA. 2010.

YANG, L.; BAO-QING, D.; XIANG-NA, Z.; MEI-QI, Y.; MING, L.; GUI-YING, L. Correlation analysis between the key enzymes activities and sugar content in sweet sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) stems at physiological maturity stage. *Australian Journal of Crop Science* 7: 84-92. 2013.

YOKOIA, F. Problemas com contaminantes na fermentação alcoólica. *STAB*, Piracicaba 1, n.1, :38-39. 1991.