



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO JOÃO *DEL-REI*
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE GRADUAÇÃO
BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA
CAMPUS SETE LAGOAS

BRENDA KARINE ALENCAR RODRIGUES

COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DE CALDO NA
AVALIAÇÃO DO TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS DE SORGO
SACARINO

Sete Lagoas, MG

2026

BRENDA KARINE ALENCAR RODRIGUES

**COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DE CALDO NA
AVALIAÇÃO DO TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS DE SORGO
SACARINO**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Nádia Nardely Lacerda Durães Parrella

Coorientadora: Dra. Roxane do Carmo Lemos

Sete Lagoas, MG

2026

BRENDA KARINE ALENCAR RODRIGUES

**COMPARAÇÃO DE MÉTODOS DE EXTRAÇÃO DE CALDO NA
AVALIAÇÃO DO TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS DE SORGO
SACARINO**

Trabalho de Conclusão apresentado ao Curso de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de São João del-Rei, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Sete Lagoas, 09 de julho de 2026.

Banca avaliadora:

Dra. Nádia Nardely Lacerda Durães Parrella - DCIAG/UFSJ

Dra. Roxane do Carmo Lemos - Embrapa Milho e Sorgo

Dr. Rafael Augusto da Costa Parrella - Embrapa Milho e Sorgo

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de São João del-Rei, pelo ensino de qualidade, pela vivência transformadora e pela formação que moldou não apenas minha trajetória profissional, mas também meu caráter. Agradeço a todos os professores que fizeram parte dessa jornada e, em especial, à minha orientadora Nádia Parrella, pela dedicação, pelo cuidado e por todo o suporte ao longo deste trabalho.

À Embrapa Milho e Sorgo, pela oportunidade de desenvolvimento e aprendizado. Ao meu orientador Rafael Parrella, que, além da excelente orientação, despertou em mim o amor pela pesquisa, um presente que levarei por toda a vida. A toda a equipe do setor de Melhoramento Genético de Sorgo, que tanto me ensinou. Em especial, aos meus colegas Evelin Lessa e Antonio Neto, pelo apoio e suporte constantes, e à Roxane Lemos, por cada ensinamento, pela generosidade e por não medir esforços quando eu precisei.

À minha família — meu pai Ronivon, meus irmãos Otávio e Manuela e minha madrastra Renata —, que sempre acreditou em mim, muitas vezes mais do que eu mesma.

Aos meus grandes amigos Fernanda Guimarães, Isabelle Diniz, José Claudio Santana, Lucas Soares, Camilla Iris, Beatriz de Oliveira e Thamires Chaves. Obrigada pelas conversas, pelo apoio constante e por nunca deixarem de acreditar em mim.

A Daniel Mendes, que esteve presente do início ao fim, sofreu junto comigo, testemunhou de perto cada momento de dedicação e me deu forças para continuar. Você me manteve de pé durante toda essa caminhada. Obrigada.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para que eu chegasse até aqui.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	08
2 MATERIAL E MÉTODOS	09
2.1 Extração do caldo pelos métodos da moenda e prensa hidráulica	10
2.2 Avaliação do Brix em campo pelo método do manual	13
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
4 CONCLUSÃO	25
5 REFERÊNCIAS	26

RESUMO

O sorgo sacarino apresenta elevado potencial para a produção de bioenergia devido ao alto teor de açúcares fermentescíveis presentes em seu colmo. No entanto, diferentes formas de amostragem e de extração do caldo podem alterar as estimativas do teor de sólidos solúveis totais (SST), dificultando a comparação dos resultados e a seleção de genótipos em programas de melhoramento genético. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi comparar diferentes posições de amostragem no colmo e métodos de extração do caldo para avaliação do teor de SST, a fim de identificar alternativas eficientes para a seleção de genótipos promissores para o setor sucroenergético. O experimento foi conduzido na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG, durante a safra 2024/2025, com doze genótipos de sorgo sacarino avaliados aos 130 e 160 dias após o plantio (DAP). O teor de SST foi determinado em campo pelo método manual com auxílio de um alicate universal, nas porções basal, mediana e apical do colmo, e por dois métodos mecânicos de extração do caldo, moenda e prensa hidráulica. Os dados foram submetidos à análise de variância, ao teste de Scott-Knott e à análise de correlação. Todos os métodos avaliados permitiram diferenciar os genótipos quanto ao teor de SST. Pelo método manual, observou-se aumento dos teores de SST ao longo do ciclo da cultura, bem como diferenças entre as posições de amostragem, evidenciando que a região do colmo influencia as estimativas obtidas em campo. Aos 130 DAP, as maiores correlações entre o método manual e os métodos mecânicos de extração foram observadas na porção basal tanto para a moenda quanto para a prensa. A porção apical também apresentou correlação significativa, especialmente com a prensa hidráulica, enquanto a porção mediana exibiu as menores associações. Aos 160 DAP, verificou-se redução na magnitude das correlações entre o método manual e os métodos de extração mecânica, indicando menor concordância entre as metodologias nessa época de avaliação. Entre os métodos mecânicos, a prensa hidráulica revelou maior capacidade de discriminar os genótipos, enquanto a moenda obteve elevada correlação com a prensa. Concluiu-se que o método manual constituiu uma alternativa eficiente para avaliações rápidas em campo, desde que fossem considerados a posição de amostragem e o estágio de desenvolvimento dos genótipos. A maior capacidade de discriminação da prensa hidráulica indicou seu potencial como método de referência para avaliações do teor de SST em programas de melhoramento genético do sorgo sacarino.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor* (L.) Moench; Melhoramento genético; Bioenergia; °Brix.

ABSTRACT

Sweet sorghum has great potential for bioenergy production due to the high concentration of fermentable sugars accumulated in its stalk. However, different sampling strategies and juice extraction methods may affect the estimation of total soluble solids (TSS), making it difficult to compare results and select genotypes in breeding programs. Therefore, this study aimed to compare different stalk sampling positions and juice extraction methods for TSS determination in order to identify efficient alternatives for selecting promising genotypes for the sugar-energy sector. The experiment was conducted at Embrapa Maize and Sorghum, in Sete Lagoas, Minas Gerais, Brazil, during the 2024/2025 growing season. Twelve sweet sorghum genotypes were evaluated at 130 and 160 days after planting (DAP). TSS content was determined in the field using a manual extraction method with a universal plier at the basal, middle, and apical portions of the stalk, and by two mechanical juice extraction methods, a three-roll mill and a hydraulic press. Data were subjected to analysis of variance, Scott-Knott mean grouping test, and correlation analysis. All evaluated methods were able to discriminate the genotypes according to their TSS content. Using the manual method, TSS values increased throughout the crop cycle, and differences among sampling positions demonstrated that stalk region influences field estimates. At 130 DAP, the highest correlations between the manual method and the mechanical extraction methods were observed for the basal portion with both the three-roll mill and the hydraulic press. The apical portion also showed significant correlations, particularly with the hydraulic press, whereas the middle portion exhibited the weakest associations. At 160 DAP, the magnitude of the correlations between the manual method and the mechanical extraction methods decreased, indicating lower agreement among the methodologies at this evaluation stage. Among the mechanical methods, the hydraulic press showed the greatest ability to discriminate genotypes, while the three-roll mill exhibited a strong correlation with the hydraulic press. It was concluded that the manual method is an efficient alternative for rapid field evaluations, provided that the sampling position and the developmental stage of the genotypes are taken into account. The greater discriminatory ability of the hydraulic press indicates its potential as a reference method for TSS evaluation in sweet sorghum breeding programs.

Key words: *Sorghum bicolor* (L.) Moench.; Plant breeding; Bioenergy; °Brix.

1 INTRODUÇÃO

A transição para uma matriz energética global renovável tornou-se uma necessidade diante das mudanças climáticas e da necessidade de garantir a segurança energética mundial. A contínua dependência dos combustíveis fósseis para suprir as demandas econômicas resulta em elevados níveis de poluição atmosférica, no rápido esgotamento das reservas não renováveis e na intensificação das emissões de gases de efeito estufa (PARRELLA et al., 2021). Para mitigar esses impactos, é fundamental a substituição das fontes derivadas do petróleo por alternativas sustentáveis (BARBARA et al., 2024). Nesse cenário, a bioenergia se apresenta como uma das principais alternativas para a transformação do sistema energético global.

Nesse contexto, os biocombustíveis assumem papel estratégico, especialmente no Brasil, por constituírem uma importante fonte renovável de combustíveis compatível com a ampla frota nacional de veículos flex-fuel. Entre eles, destaca-se o bioetanol, cuja utilização contribui para diminuir a dependência de combustíveis fósseis e as emissões de gases de efeito estufa, além de estimular o desenvolvimento econômico das regiões produtoras. Diante da crescente demanda por bioetanol sustentável, a diversificação das matérias-primas torna-se essencial para fortalecer o setor bioenergético (BALAT; BALAT, 2009; SOARES et al., 2009; PARRELLA et al., 2021).

Entre as culturas com potencial para a produção de bioenergia, o sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) sobressai-se por sua elevada adaptação a condições ambientais adversas, incluindo regiões com déficit hídrico, altas temperaturas e solos ácidos com elevada saturação por alumínio. Em 2023, a cultura ocupou aproximadamente 39,9 milhões de hectares de área colhida, com produção anual superior a 62 milhões de toneladas (FAOSTAT, 2025). No Brasil, a área cultivada passou de 1,63 milhão de hectares na safra 2024/25, com 6,10 milhões de toneladas, para 2,14 milhões de hectares na safra 2025/26, alcançando a produção de 7,61 milhões de toneladas (CONAB, 2026), evidenciando sua crescente importância econômica no setor agrícola.

Dentro desse cenário, o sorgo sacarino se destaca pela presença de colmos suculentos ricos em açúcares fermentescíveis, principalmente sacarose, glicose e frutose, característica associada ao elevado potencial de produção de bioetanol (MARTINS et al., 2025; XUE et al., 2023). Seu ciclo curto, quando comparado a outras culturas (90 a 120 dias), e sua compatibilidade com a infraestrutura industrial da cana-de-açúcar favorecem o

aproveitamento das usinas e garantem a oferta contínua de matéria-prima para a produção de etanol (FERREIRA, 2015; BIONDO, 2015; MAY et al., 2013). Da extração do caldo, produz-se etanol de primeira geração, enquanto o aproveitamento residual do bagaço permite a produção de etanol de segunda geração e de biogás (FIETZ et al., 2014; DAR et al., 2018; CASTRO, 2014), ampliando o rendimento energético por hectare e contribuindo tanto para a segurança energética quanto para a sustentabilidade do setor sucroenergético.

Diante da expansão do setor de biocombustíveis, os programas de melhoramento genético têm papel fundamental no desenvolvimento de cultivares de sorgo com características agronômicas desejáveis para a produção bioenergética. Segundo Martins et al. (2025), a seleção de genótipos superiores busca conciliar a estabilidade da produção de biomassa com atributos industriais, reduzindo os efeitos da interação genótipo x ambiente em diferentes regiões produtoras. No melhoramento do sorgo sacarino, o teor de sólidos solúveis totais (SST), expresso em °Brix, é uma das principais características avaliadas na seleção de genótipos superiores, por estar diretamente relacionado aos açúcares fermentescíveis presentes no caldo e, conseqüentemente, ao potencial de produção de etanol. Além disso, o monitoramento do SST ao longo do ciclo da cultura auxilia na definição do período ideal de colheita e no planejamento do aproveitamento industrial da matéria-prima (BIONDO, 2015; MARTINS et al., 2017; PARRELLA et al., 2021), sendo fundamental para a eficiência dos programas de melhoramento e a identificação de genótipos com maior potencial bioenergético.

Do exposto, o objetivo desse estudo foi comparar três metodologias diferentes de avaliação do teor de sólidos solúveis do caldo do sorgo, visando aumentar a eficiência da seleção de genótipos com desempenho superior para a produção de etanol em um programa de melhoramento.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, localizada no município de Sete Lagoas, MG (19°27'17"S, 44°10'2"W, 731m), durante a safra de 2024/2025. Foram avaliados 12 genótipos de sorgo sacarino e biomassa, sendo nove híbridos simples e três linhagens (Tabela 1).

Tabela 1. Classificação dos 12 genótipos de sorgo sacarino e biomassa quanto ao tipo, sensibilidade ao fotoperíodo e ciclo, avaliados em Sete Lagoas, MG, na safra 2024/2025.

Genótipo	Tipo	Fotoperíodo	Ciclo
CMSXS5017	Linhagem	Insensível	Precoce
CMSXS5027	Híbrido	Insensível	Precoce
CMSXS5029	Híbrido	Insensível	Precoce
CMSXS5020	Linhagem	Sensível	Tardio
CMSXS5035	Híbrido	Sensível	Tardio
CMSXS5037	Híbrido	Sensível	Tardio
CMSXS5021	Linhagem	Sensível	Tardio
CMSXS5039	Híbrido	Sensível	Tardio
CMSXS5041	Híbrido	Sensível	Tardio
CMSXS5043	Híbrido	Sensível	Tardio
CMSXS7500	Híbrido	Sensível	Tardio
BRS716	Híbrido	Sensível	Tardio

Fonte: Dados do experimento (2026).

Foi realizada a semeadura de oito linhas de 5 m de comprimento cada, com espaçamento de 0,7 m entre linhas, para cada genótipo avaliado. A semeadura ocorreu de forma mecanizada no dia 12 de novembro de 2024 e, posteriormente, procedeu-se o desbaste manual visando estabelecer o estande ideal de 120 mil plantas ha⁻¹. A adubação de plantio consistiu na aplicação de 400 kg ha⁻¹ do formulado NPK 08-28-26 + Boro, seguida da adubação de cobertura aos 20 dias após a semeadura, com aplicação de 200 kg ha⁻¹ de ureia. O manejo das plantas daninhas foi realizado combinando a aplicação do herbicida Atrazine[®] (na dose de 3 kg ha⁻¹ de ingrediente ativo) com capinas manuais complementares. As colheitas e avaliações foram realizadas em duas épocas, aos 130 e 160 dias após o plantio (DAP).

O experimento foi realizado em duas etapas: avaliação do brix através da extração do caldo pelos métodos da moenda e prensa hidráulica, e pelo método manual em campo.

2.1 Extração do caldo pelos métodos da moenda e prensa hidráulica

O delineamento experimental empregado nesta etapa também foi o delineamento inteiramente ao acaso (DIC), com três repetições. Em ambos os métodos, cada parcela foi constituída de seis plantas amostradas aleatoriamente dentro de cada linha e época de avaliação.

Para a extração pelo método da prensa, as plantas de cada parcela tiveram suas folhas e panículas removidas dos colmos, antes de passarem pela trituração em um desfibrador. A partir do material triturado, pesou-se uma amostra de 500g, que foi submetida à prensa hidráulica (Hidraseme, Ribeirão Preto-SP, Brasil), sob uma pressão constante de 250 Kgf cm⁻² durante um minuto, até a completa extração do caldo (Figura 1).

Figura 1. Esquema sequencial da trituração dos colmos em desfibrador, pesagem da amostra, extração do caldo em prensa hidráulica e determinação dos sólidos solúveis totais (SST) em refratômetro digital.



Fonte: Autoria própria (2026).

No método da moenda, após a remoção das folhas e panículas, os colmos foram submetidos à extração do caldo em uma moenda convencional de três rolos (Figura 2). Em ambos os métodos, uma alíquota do caldo extraído foi utilizada para determinação dos sólidos solúveis totais (SST), por meio de um refratômetro digital.

Figura 2. Esquema sequencial da extração do caldo por moenda e determinação dos sólidos solúveis totais (SST) em refratômetro digital.



Fonte: Autoria própria (2026).

Os dados obtidos nos métodos da prensa e moenda foram submetidos a análises de variâncias individuais, seguindo o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + e_{ij},$$

em que:

- Y_{ijk} = valor observado da média do i -ésimo genótipo e na j -ésima repetição;
- μ = média geral;
- G_i = efeito do i -ésimo genótipo ($i = 1, 2, \dots, g$);
- e_{ij} = erro aleatório, assumindo distribuição normal com média zero e variância constante.

Posteriormente foi realizada a análise conjunta seguindo o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + E_j + (TE)_{ij} + e_{ijk},$$

em que:

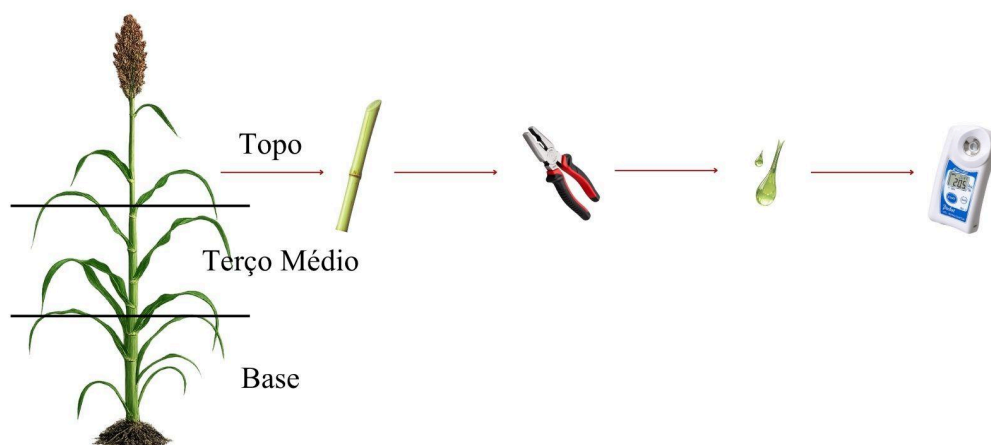
- Y_{ijk} = valor observado da média do i -ésimo genótipo, na j -ésima repetição e avaliada na k -ésima época;
- μ = média geral;
- G_i = efeito do i -ésimo genótipo ($i = 1, 2, \dots, g$);
- E_j = efeito da j -ésima época de avaliação ($j = 1, 2$);
- TE_{ij} = efeito da interação entre genótipos e épocas;
- e_{ijk} = erro aleatório associado às observações, assumindo distribuição normal com média zero e variância constante.

Para as fontes de variação que apresentam significância estatística pelo teste F, as médias foram comparadas utilizando o teste de agrupamento Scott-Knott. Adicionalmente, foram estimadas as correlações entre as médias do SST obtidas nos diferentes métodos e posições de extração. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software R (R Core Team, 2024).

2.2 Avaliação do Brix em campo pelo método do manual

Neste método, o delineamento experimental utilizado foi o delineamento inteiramente ao acaso (DIC), com os tratamentos dispostos em parcelas subdivididas, com três repetições. A parcela experimental foi constituída de uma planta. Em cada colheita, aos 130 e 160 DAP, foram amostradas aleatoriamente três plantas dentro de cada linha. Em seguida, o colmo de cada planta foi cortado transversalmente em três posições distintas: na base (baixo), no terço médio (meio) e no ápice (topo) da planta (Figura 3). Foi efetuada a extração do caldo em cada posição com o auxílio de um alicate universal, que foi usado para espremer o colmo formando gotas do caldo que foram depositadas diretamente em um refratômetro digital (Atago, USA), para a leitura do teor de sólidos solúveis totais (SST, em °Brix).

Figura 3. Esquema sequencial das posições de amostragem no colmo (base, terço médio e topo), da extração manual do caldo com alicate universal e determinação dos sólidos solúveis totais (SST) em refratômetro digital.



Fonte: Autoria própria (2026).

Os dados obtidos foram submetidos inicialmente à análise de variância em cada época de avaliação utilizando o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + e_{ij} + P_k + (TP)_{ik} + e_{ijk},$$

em que:

- Y_{ijk} = valor observado da média do genótipo i , na j -ésima repetição e na k -ésima posição da planta;
- μ = média geral;
- G_i = efeito do i -ésimo genótipo ($i = 1, 2, \dots, g$);
- e_{ij} = erro associado às parcelas (erro A), correspondente à variabilidade entre plantas dentro de cada genótipo;
- P_k = efeito da k -ésima posição da planta ($k = 1, 2, 3$);
- $(TP)_{ik}$ = efeito da interação entre o genótipo i e a posição k ;
- e_{ijk} = erro das subparcelas (erro B).

Foi realizada a análise de variância conjunta considerando as duas épocas de avaliação seguindo o modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + E_l + G_i + (EG)_{il} + e_{ijl} + P_k + (GP)_{ik} + (EP)_{lk} + (EGP)_{ilk} + e_{ijkl},$$

em que:

- Y_{ijkl} = valor observado da média do genótipo i , na j -ésima repetição, na k -ésima posição da planta e na l -ésima época de avaliação;
- μ = média geral;
- E_l = efeito da l -ésima época de avaliação ($l = 1, 2$);
- G_i = efeito do i -ésimo genótipo;
- EG_{il} = efeito da interação entre genótipos e épocas;
- e_{ijl} = erro das parcelas (Erro A);
- P_k = efeito da k -ésima posição da planta ($k = 1, 2, 3$);
- GP_{ik} = efeito da interação entre genótipos e posições;
- EP_{lk} = efeito da interação entre épocas e posições;
- ETP_{ilk} = efeito da interação entre genótipos, épocas e posições;
- e_{ijkl} = erro das subparcelas (Erro B).

Foi realizado também o teste de comparação de médias pelo teste de agrupamento Scott-Knott (1974), para as médias obtidas em cada época de avaliação e foram estimados os coeficientes de variação (CV) para avaliação da precisão experimental.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises de variância para o teor de sólidos solúveis totais (SST) obtidos pelos métodos de extração por moenda e prensa hidráulica encontram-se na Tabela 2. Os coeficientes de variação (CV) variaram de 6,99 a 13,57% para a moenda e de 2,20 a 3,82% para a prensa hidráulica, sendo classificados como baixos a médios, de acordo com Pimentel-Gomes (1990), o que demonstra alta precisão experimental. Destaca-se ainda que a prensa hidráulica apresentou os menores coeficientes de variação nas duas épocas avaliadas, indicando maior consistência das medições e maior uniformidade experimental quando comparada ao método da moenda.

Tabela 2. Resumo das análises de variância para o caráter teor de sólidos solúveis (SST, °Brix) dos doze genótipos de sorgo sacarino avaliados aos 130 e 160 dias após o plantio (DAP), pelos métodos de extração moenda e prensa, em Sete Lagoas/MG, na safra 2024/2025.

FV	GL	QM			
		Moenda		Prensa	
		130	160	130	160
Repetição	2	1.22ns	0.23ns	0.04ns	0.03ns
Genótipo (G)	11	11.84**	20.06**	6.56**	9.22**
Erro	22	0.61	2.41	0.17	0.08
CV (%)		6.99	13.57	3.82	2.20

** e ^{ns}, significativo a 1% e não significativo, respectivamente pelo teste F. CV: coeficiente de variação experimental.

Fonte: Dados do experimento (2026).

Para ambos os métodos de extração e nas duas épocas de avaliação, verificou-se efeito significativo ($P < 0,01$) para a fonte de variação genótipos (G), evidenciando a existência de variabilidade genética para o teor de SST entre os genótipos avaliados. Esse resultado demonstra que tanto a moenda quanto a prensa hidráulica foram capazes de discriminar diferenças entre os genótipos, possibilitando a identificação de materiais com maior potencial para o acúmulo de açúcares.

Na Tabela 3 são apresentados os resultados da análise de variância conjunta para o teor de SST obtidos pelos métodos de extração da moenda e da prensa hidráulica. Em ambos os métodos, verificou-se efeito significativo ($P < 0,01$) para a fonte de variação genótipos (G), evidenciando a existência de variabilidade genética entre os materiais avaliados. Também foi observada interação significativa entre genótipos e épocas de avaliação ($G \times E$), indicando que o comportamento dos genótipos para o teor de SST variou entre as duas épocas de avaliação.

Tabela 3. Resumo da análise de variância conjunta para o caráter teor de sólidos solúveis (SST, °Brix) dos doze genótipos de sorgo sacarino, em diferentes métodos de extração de caldo (moenda e prensa), avaliados aos 130 e 160 dias após o plantio (DAP) em Sete Lagoas, MG, na safra 2024/2025.

FV	GL	QM	
		Moenda	Prensa
Época (EPO)	1	1.36ns	51.00**
Repetição	4	0.72ns	0.04ns
Genótipo (G)	11	22.12**	10.06**
GxE	11	9.79**	5.72**
Erro	44	1.51	0.12

** e ^{ns}, significativo 1% e não significativo, respectivamente pelo teste F.

Fonte: Dados do experimento (2026).

Para a prensa hidráulica, a fonte de variação da época (EPO) também apresentou efeito significativo ($P < 0,01$), evidenciando diferença entre as médias de SST obtidas aos 130 e 160 DAP. Por outro lado, para a moenda esse efeito não foi significativo ($P > 0,01$), indicando que a variação do teor de SST entre as duas épocas foram semelhantes quando avaliados por esse método.

As médias de SST obtidas pelos métodos de extração da moenda e prensa hidráulica encontram-se apresentadas na Tabela 4. De modo geral, as médias de SST variaram de 11,17 para 11,44 °Brix na moenda e de 10,87 para 12,47 °Brix na prensa hidráulica entre 130 e 160 DAP, indicando um aumento dos teores de açúcares ao longo do ciclo. Esse comportamento pode estar relacionado às diferenças de ciclo dos genótipos avaliados, uma vez que a maioria possui ciclo tardio e ainda se encontrava em processo de acúmulo de açúcares aos 130 DAP.

Tabela 4. Médias do caráter teor de sólidos solúveis (SST, °Brix), dos doze genótipos de sorgo sacarino obtidos em dois métodos de extração de caldo (Moenda e Prensa), em duas épocas de colheita (130 e 160 DAP), na safra 2024/2025, em Sete Lagoas, MG.

Genótipo	130DAP						160DAP					
	Moenda			Prensa			Moenda			Prensa		
CMSXS5017	14.70	a	A	14.13	a	A	18.23	a	A	16.80	a	B
CMSXS5027	13.70	a	A	12.33	b	B	11.63	b	A	10.97	f	A
CMSXS5029	13.67	a	A	12.52	b	A	7.80	b	A	9.79	g	A
CMSXS5020	10.67	b	A	10.72	d	A	10.57	b	A	10.98	f	A
CMSXS5035	10.37	b	A	10.43	d	A	11.10	b	B	12.53	d	A
CMSXS5037	11.23	b	A	11.40	c	A	10.23	b	A	11.53	e	A
CMSXS5021	8.83	c	A	9.80	e	A	10.87	b	A	11.87	e	A
CMSXS5039	10.70	b	A	10.40	d	A	11.73	b	A	13.10	c	A
CMSXS5041	11.00	b	A	10.30	d	A	12.00	b	A	13.93	b	A
CMSXS5043	10.17	b	A	9.67	e	A	13.60	b	A	13.53	b	A
CMSXS7500	11.07	b	A	10.20	d	B	10.40	b	B	12.53	d	A
BRS716	7.90	c	B	8.53	f	A	9.13	b	B	12.07	e	A
Média Geral	11.17			10.87			11.44			12.47		
Mínimo	7.90			8.53			7.80			9.79		
Máximo	14.70			14.13			18.23			16.80		

¹Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical e da mesma letra maiúscula na horizontal são iguais entre si pelo teste Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

Fonte: Dados do experimento (2026).

Ao se comparar as médias dos métodos de extração, verificou-se que a maioria dos genótipos se manteve no mesmo agrupamento estatístico para ambas as épocas de avaliação. Entretanto, aos 130 DAP, os genótipos CMSXS5027, CMSXS7500 e BRS716 apresentaram mudança de agrupamento entre os métodos de extração. Aos 160 DAP, esse comportamento foi observado para CMSXS5017 e CMSXS5035, além de permanecer para o CMSXS7500 e BRS716, sugerindo que esses genótipos responderam de forma diferente dependendo do método de processamento adotado.

Na comparação entre os genótipos dentro de cada época de avaliação, observou-se que ambos os métodos de extração foram capazes de identificar materiais com elevado teor de SST, porém, os discriminaram de maneira diferente. Aos 130 DAP, a moenda agrupou os materiais em apenas três classes de médias, enquanto a prensa hidráulica os distribuiu em seis grupos distintos. Esse comportamento foi semelhante aos 160 DAP, visto que a moenda

separou os genótipos em apenas dois grupos, enquanto que a prensa hidráulica formou sete grupos de médias.

Esses resultados indicam que a prensa hidráulica apresentou maior capacidade de discriminar os genótipos quanto ao teor de SST. Essa característica é especialmente relevante para programas de melhoramento genético, pois aumenta a sensibilidade na identificação de diferenças entre os genótipos, favorecendo a seleção de materiais superiores para a produção de etanol. Além disso, a prensa hidráulica emprega um princípio de extração semelhante ao utilizado na indústria para obtenção do caldo, aproximando a avaliação das condições reais de processamento

A Tabela 5 apresenta os resultados das análises de variância para o teor de sólidos solúveis totais (SST) obtido pelo método manual. Os coeficientes de variação associados ao erro da parcela (CV_G) e da subparcela (CV_{POS}) apresentaram uma boa precisão experimental de acordo com os critérios estabelecidos por Pimentel-Gomes (1990). Para o CV_G , foram obtidos valores de 14,86% aos 130 DAP e 21,84% aos 160 DAP, enquanto para o CV_{POS} , os valores correspondentes foram de 13,84% e 7,96%, respectivamente.

Tabela 5. Resumo das análises de variância para o caráter teor de sólidos solúveis (SST, °Brix) dos doze genótipos de sorgo sacarino avaliados aos 130 e 160 dias após o plantio (DAP), em diferentes posições da planta (Baixo, Meio e Topo), em Sete Lagoas/MG, na safra 2024/2025.

FV	GL	QM	
		130DAP	160DAP
POSIÇÃO (POS.)	2	40.18**	82.13**
GENÓTIPO (G)	11	45.35**	51.90**
TR: POS. Baixo	11	17.26**	28.19**
TR: POS. Meio	11	14.07**	18.39**
TR: POS. Topo	11	23.30**	15.06**
G*POS.	22	4.64**	5.02**
Erro a	22	2.68	9.78
Erro b	48	2.32	1.30
Total	107		
CV_G		14.86	21.84
CV_{POS}		13.84	7.96

** e ^{ns}, significativo 1% e não significativo, respectivamente pelo teste F. CV: coeficiente de variação experimental.

Fonte: Dados do experimento (2026).

Foram observadas diferenças significativas ($P < 0,01$) para as fontes de variação posições de amostragem no colmo (POS), genótipos (G) e para a interação entre genótipos x posições (G x POS), tanto aos 130 quanto aos 160 dias após o plantio (DAP). A significância da fonte de variação POS indica que o teor de SST não foi uniforme ao longo da planta, variando entre as regiões da base, terço médio e topo do colmo. Da mesma forma, a significância da fonte de variação G indica a existência de variabilidade genética entre os genótipos avaliados para o caráter SST. Além disso, o desdobramento do efeito dos tratamentos dentro de cada posição de amostragem (TR: POS. Baixo, TR: POS. Meio e TR: POS. Topo) foi significativo ($P < 0,01$) em todos os casos, demonstrando que, independentemente da região do colmo avaliada, foi possível identificar variabilidade entre os genótipos para o teor de SST. A interação significativa entre G x POS, evidencia que a variação do SST ao longo da planta depende do material genético avaliado, indicando que alguns genótipos apresentaram distribuição mais homogênea dos açúcares ao longo do colmo, enquanto outros concentraram maiores teores de SST em regiões específicas.

Na análise conjunta, considerando as duas épocas de avaliação, verificou-se efeito significativo ($P < 0,01$) para as fontes de variação época (EPO), genótipos (G) e posição de amostragem (POS) (Tabela 6). O efeito significativo da época mostrou que houve diferença entre as médias de SST das avaliações realizadas aos 130 e aos 160 DAP. Essa variação pode ser explicada pelas diferenças no ciclo dos genótipos avaliados descritos na Tabela 1. Dos doze materiais avaliados, nove apresentam ciclo tardio e sensibilidade ao fotoperíodo, enquanto apenas três são de ciclo precoce e insensíveis ao fotoperíodo. Diante disso, os genótipos não atingem o máximo de açúcares no colmo no mesmo momento, sendo que, aos 130 DAP, os genótipos precoces já se encontravam próximos ao pico máximo de SST, enquanto que os genótipos tardios ainda estavam em processo de maturação, necessitando de maior permanência no campo para expressar seu potencial no acúmulo de açúcares.

Tabela 6. Resumo da análise de variância conjunta para o caráter teor de sólidos solúveis (SST, °Brix) dos doze genótipos de sorgo sacarino, em diferentes posições da planta (Baixo, Meio e Topo), avaliados aos 130 e 160 dias após o plantio (DAP) em Sete Lagoas, MG, na safra 2024/2025.

FV	GL	QM
Época (EPO)	1	589.20 **
Genótipo (G)	11	80.13 **

Posição (POS)	2	99.40 **
G x EPO	11	16.83 **
POS x EPO	2	22.91 **
G X POS	22	5.13 ^{ns}
EPO x G x POS	22	4.53 ^{ns}
Resíduos	140	3.20

** e ^{ns}, significativo 1% e não significativo, respectivamente pelo teste F.

Fonte: Dados do experimento (2026).

As interações genótipos x épocas (G x EPO) e posições x épocas (POS x EPO) também foram significativas ($P < 0,01$). A interação significativa entre G x EPO indica que a resposta dos genótipos para o teor de SST diferiu entre as duas épocas de avaliação. Além disso, a significância da interação POS x EPO evidencia que existiu variação entre os teores de SST no baixo, meio e topo conforme a época de colheita em que as avaliações foram realizadas. Esses resultados apontam que o comportamento dos genótipos para o teor de SST variou de maneira distinta, dependendo da época de colheita e da região do colmo avaliada.

Por outro lado, para as interações genótipos x posições (G x POS) e épocas x genótipos x posições (EPO x G x POS) não foram identificadas diferenças significativas, indicando que a variação de comportamento dos genótipos em relação à posição do colmo manteve-se consistente nas épocas de avaliação.

As médias do SST obtidas pelo método manual encontram-se na Tabela 7. Inicialmente, pode-se observar o aumento da média geral dos teores de SST com o avanço do ciclo da cultura, em todas as posições avaliadas. As médias gerais obtidas aos 130 DAP para esse caráter foram de 9,83, 11,87 e 11,34 °Brix, nas posições baixo, meio e topo da planta, respectivamente. Com o avanço para os 160 DAP, ocorreu um aumento expressivo nesses teores, passando para 12,86 (baixo), 14,21 (meio) e 15,88 °Brix (topo). Esse comportamento é esperado no sorgo sacarino, que intensifica o acúmulo de açúcares no colmo após o florescimento, atingindo maiores concentrações próximas à maturação fisiológica dos grãos (MARTINS et al., 2017; SOUZA et al., 2016). Além disso, a predominância de genótipos de ciclo tardio no experimento (Tabela 1) contribuiu para esse resultado, uma vez que esses materiais ainda estavam em processo de maturação aos 130 DAP, atingindo maiores teores de SST apenas na segunda época de avaliação. Em ambas as épocas, as avaliações realizadas nas diferentes posições do colmo permitiram identificar variabilidade entre os genótipos. No entanto, a avaliação na porção mediana proporcionou maior distinção entre os materiais em

ambas as épocas, podendo ser mais indicada quando há grande variação no ciclo dos híbridos e linhagens avaliados. Observou-se ainda que, na maioria dos genótipos, as posições mediana e apical apresentaram maiores médias de SST do que a porção basal.

Tabela 7. Médias do caráter teor de sólidos solúveis (SST, °Brix) dos doze genótipos de sorgo sacarino, em diferentes posições da planta (Baixo, Meio e Topo), avaliados aos 130 e 160 dias após o plantio (DAP), na safra 2024/2025, em Sete Lagoas, MG.

Genótipo	130 DAP									160 DAP								
	Baixo			Meio			Topo			Baixo			Meio			Topo		
CMSXS5017	15.05	a ¹	B	16.03	a	B	18.51	a	A	18.00	a ¹	A	16.24	a	B	19.06	a	A
CMSXS5027	9.08	b	ns	8.47	c	ns	11.00	b	ns	9.11	b	B	8.53	c	B	13.20	b	A
CMSXS5029	14.03	a	ns	13.74	b	ns	12.42	b	ns	14.46	a	ns	15.80	a	ns	16.71	a	ns
CMSXS5020	8.74	b	ns	11.20	b	ns	10.79	b	ns	11.72	b	ns	11.92	b	ns	13.77	b	ns
CMSXS5035	8.05	b	B	10.59	c	A	11.80	b	A	13.02	a	ns	12.81	b	ns	14.61	b	ns
CMSXS5037	9.75	b	B	13.27	b	A	12.16	b	A	14.55	a	B	15.93	a	B	18.12	a	A
CMSXS5021	9.84	b	ns	11.98	b	ns	10.84	b	ns	12.24	a	ns	13.96	b	ns	13.60	b	ns
CMSXS5039	9.21	b	B	12.19	b	A	12.46	b	A	13.49	a	B	16.90	a	A	16.50	a	A
CMSXS5041	10.26	b	B	12.24	b	A	8.67	c	B	15.91	a	B	16.51	a	B	19.79	a	A
CMSXS5043	8.78	b	B	12.71	b	A	11.40	b	A	14.89	a	ns	15.75	a	ns	15.56	b	ns
CMSXS7500	8.61	b	B	11.94	b	A	8.42	c	B	7.10	b	B	12.45	b	A	13.60	b	A
BRS716	6.61	b	ns	8.10	c	ns	7.56	c	ns	9.89	b	C	13.69	b	B	16.03	a	A
Média Geral	9.83			11.87			11.34			12.86			14.21			15.88		
Mínimo	6.61			8.10			7.56			7.10			8.53			13.20		
Máximo	15.05			16.03			18.51			18.00			16.90			19.79		

¹Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical e da mesma letra maiúscula na horizontal são iguais entre si pelo teste Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.
Fonte: Dados do experimento (2026).

Quando se comparou as diferentes posições de avaliação de SST dentro de um mesmo genótipo, não foi detectada diferença significativa ($P>0,05$) entre as médias dos genótipos CMSXS5027, CMSXS5029, CMSXS5020, CMSXS5021 e BRS716 aos 130 DAP. Nos demais genótipos nessa época, a posição do meio apresentou os maiores valores de SST, exceto para o híbrido CMSXS5017 que obteve seu maior valor de SST quando avaliado no topo. Na época de 160 DAP, não foi possível identificar diferença significativa ($P>0,05$) entre as posições da planta dentro dos genótipos CMSXS5029, CMSXS5020, CMSXS5035, CMSXS5021 e CMSXS5043. Para os genótipos onde foi constatada diferença significativa ($P<0,05$), ao contrário do que aconteceu na primeira época, a maioria dos genótipos apresentou maiores valores de SST na posição do topo.

Esses resultados demonstram que a posição de amostragem influencia a estimativa dos teores de SST obtidos em campo. De modo geral, as porções mediana e apical apresentaram maiores valores de °Brix do que a base do colmo, indicando que a escolha da região de amostragem pode superestimar ou subestimar as estimativas de SST dos genótipos, dependendo da época de avaliação. Teixeira et al. (2017) também verificaram que a concentração de açúcares não é uniforme ao longo do colmo do sorgo sacarino. Ao avaliarem diferentes entrenós, os autores observaram menores valores de °Brix na base, maior concentração no terço médio e redução na porção apical. Com base nesses resultados, os autores ressaltam que a definição da região de amostragem é fundamental para que as leituras de °Brix representem adequadamente o teor de açúcares da planta.

Nos programas de melhoramento do sorgo sacarino, os ensaios de avaliação de híbridos/linhagens são conduzidos em vários locais, que muitas vezes possuem diferentes estruturas disponíveis para realizar as avaliações. Para a avaliação do SST, o método manual é uma alternativa simples e rápida, que pode ser utilizada em campo sem a necessidade de muitos equipamentos. Contudo, é preciso validar se as informações obtidas com essa estratégia correspondem às geradas pelo método que mais se aproxima da realidade industrial do setor de biocombustíveis, ou seja, a extração realizada pela prensa hidráulica. Dessa forma, para comparar os métodos de avaliação de SST foram estimadas as correlações entre as médias geradas por todas as metodologias em cada época de avaliação (Tabelas 8 e 9).

Tabela 8. Correlações entre as médias do caráter teor de sólidos solúveis totais (SST, °Brix), obtidas em diferentes métodos de extração, em campo em diferentes posições na planta (Meio, Baixo e Topo), na moenda e na prensa hidráulica, avaliados aos 130 DAP.

Método	Baixo	Meio	Topo	Moenda	Prensa
Baixo	1.00	0.64**	0.67**	0.70**	0.74**
Meio		1.00	0.49**	0.44*	0.52**
Topo			1.00	0.54**	0.69**
Moenda				1.00	0.88**
Prensa					1.00

**, * e ^{ns}, significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente, pelo teste F.

Fonte: Dados do experimento (2026).

Tabela 9. Correlações entre as médias do caráter teor de sólidos solúveis totais (SST, °Brix), obtidas em diferentes métodos de extração, em campo em diferentes posições na planta (Meio, Baixo e Topo), na moenda e na prensa hidráulica, avaliados aos 160 DAP.

Método	Baixo	Meio	Topo	Moenda	Prensa
Baixo	1.00	0.74**	0.71**	0.52*	0.46*
Meio		1.00	0.79**	0.25ns	0.35ns
Topo			1.00	0.36ns	0.44*
Moenda				1.00	0.80**
Prensa					1.00

**, * e ^{ns}, significativo a 1%, 5% e não significativo, respectivamente, pelo teste F.

Fonte: Dados do experimento (2026).

Foram observadas correlações positivas e significativas ($P < 0,01$ e $P < 0,05$) entre a maioria das metodologias e posições da planta, com exceção das correlações entre o meio e a moenda, meio e prensa, bem como a associação do topo e a moenda, na época de 160 DAP (Tabelas 8 e 9).

Inicialmente, foram observadas correlações significativas ($P < 0,01$) e de alta magnitude entre as avaliações do SST pelos métodos da moenda e da prensa hidráulica nas duas épocas de avaliação, com coeficientes de 0,88 aos 130 DAP e 0,80 aos 160 DAP (Tabelas 8 e 9). Dessa forma, as metodologias de extração mecânica apresentaram desempenho semelhante na avaliação do teor de SST do caldo de sorgo sacarino.

Entre as avaliações realizadas em campo com o método manual aos 130 DAP, a posição basal (baixo) apresentou as maiores correlações com os métodos de extração mecânica ($P < 0,01$), registrando coeficientes de 0,70 com a moenda e 0,74 com a prensa (Tabela 8). A porção apical também apresentou associação positiva com ambos os métodos ($P < 0,01$), com coeficientes de 0,54 para a moenda e 0,69 para a prensa. Entretanto, a porção mediana apresentou as menores correlações ($P < 0,01$), com valores de 0,44 para a moenda e 0,52 para a prensa. Esses resultados indicam que, nessa época de avaliação, as leituras

realizadas nas porções basal e apical do colmo apresentaram maior concordância com os valores obtidos pelos métodos de processamento integral dos colmos.

Diferentemente dos resultados obtidos aos 130 DAP, observou-se uma queda na magnitude das correlações entre as avaliações realizadas em campo e os métodos de extração mecanizada aos 160 DAP. A posição basal foi a única a apresentar correlações significativas com ambos os métodos de processamento ($P < 0,05$), registrando coeficientes de 0,52 com a moenda e 0,46 com a prensa hidráulica (Tabela 9). A porção apical também apresentou correlação significativa com a prensa hidráulica (0,44; $P < 0,05$), valor muito próximo ao observado para a posição basal nesse mesmo método, enquanto a associação com a moenda não foi significativa (0,36). De modo geral, aos 160 DAP, a base permaneceu como a região que melhor representou os valores obtidos pelos métodos de extração mecânica, embora o topo também tenha apresentado boa concordância com a prensa hidráulica.

Como mencionado, as estimativas obtidas com o método manual sofreram forte alteração aos 160 DAP. Nessa fase, o colmo do sorgo sacarino aproxima-se da senescência e de estádios avançados de maturidade. Conforme demonstrado por Zhao et al. (2012), esse período é caracterizado pela redução do teor de umidade do colmo. Além disso, ocorre o aumento da matéria seca e da lignificação dos tecidos fibrosos (YU et al., 2025), o que dificulta a extração manual do caldo pelo alicate, que passa a acessar apenas parte dos açúcares presentes no colmo. Entretanto, a moenda e a prensa hidráulica aplicam maior pressão mecânica, promovendo uma extração mais eficiente do caldo e estimativas mais representativas do teor de sólidos solúveis.

Dessa forma, os resultados obtidos aos 160 DAP indicam que o método manual continua sendo uma alternativa viável para avaliações rápidas em campo, porém com menor capacidade de estimar os valores obtidos pelos métodos de extração mecânica quando comparado às avaliações realizadas aos 130 DAP. Nesse contexto, as diferenças observadas entre as posições do colmo mostram que a padronização de uma região de amostragem é fundamental para aumentar a confiabilidade das estimativas de SST em programas de melhoramento genético do sorgo sacarino.

4 CONCLUSÃO

Todos os métodos de extração avaliados foram eficientes para identificar variabilidade

entre os genótipos quanto ao teor de sólidos solúveis totais (SST). Os métodos mecânicos de extração apresentaram elevada concordância entre si, evidenciada pelos altos coeficientes de correlação, indicando que ambos classificam os genótipos de forma semelhante quanto ao teor de SST. Entretanto, a prensa hidráulica foi o método que mais detectou diferenças entre os genótipos nas duas épocas de avaliação, destacando-se como o método de referência para avaliações do teor de SST em programas de melhoramento genético do sorgo sacarino.

O método manual apresentou variação nos resultados nas diferentes épocas de plantio sendo que, aos 130 DAP, todas as posições tiveram correlações positivas e significativas com o método da prensa, com destaque para o baixo e o topo do colmo. Aos 160 DAP as correlações foram menores e positivas apenas para o baixo e o topo da planta. De forma geral, o método manual mostrou-se eficiente para a avaliação do SST em condições de campo, contudo, o ponto de amostragem e o ciclo dos genótipos precisam ser considerados no momento da avaliação.

A linhagem CMSXS5017 se destacou com os maiores valores de SST em todos os métodos de avaliação, sendo promissora para a produção de etanol.

5 REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, C. J. B.; TARDIN, F. D.; PARRELLA, R. A. da C.; GUIMARÃES, A. 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.

AZEVEDO, M. R. L. **Avaliação do potencial de sorgo sacarino para a produção de etanol em comparação com a cana-de-açúcar**. 2017. 41 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Tecnologia em Produção Sucroalcooleira) – Centro de Tecnologia e Desenvolvimento Regional, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.

BARBARA, G. H. B.; DURÃES, N. N. L.; PEREIRA, G. L.; MÜLLER, T.; COSTA, T. da S.; VALENÇA, D. da C.; PARRELLA, N. N. L. D.; PARRELLA, R. A. da C. **Desempenho produtivo e curva de maturação de genótipos de sorgo sacarino avaliados na região de Ivaiporã - Paraná**. CONTRIBUCIONES A LAS CIENCIAS SOCIALES, [S. l.], v. 17, n. 9, p. e10698, 2024. DOI: 10.55905/revconv.17n.9-222. Disponível em: <https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/10698>. Acesso em: 28 mai. 2026.

BALAT, M.; BALAT, H. **Recent trends in global production and utilization of bio-ethanol fuel**. Applied Energy, v. 86, p. 2273-2282, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.03.015>. Acesso em: 12 jun. 2026.

BARBOSA, M. A. M.; BARROS, A. F.; PEREIRA, E. S.; PARRELLA, R. A. da C.; PIMENTEL, L. D. Sorgo para bioenergia. In: COLLICCHIO, E.; ROCHA, H. R. (org.). **Agricultura e mudanças do clima no estado do Tocantins: vulnerabilidade, projeções e desenvolvimento**. Palmas: EdUFT, 2022. cap. 18, p. 371-391.

BIONDO, J. C. **Parâmetros qualitativos e maturação de genótipos de sorgo sacarino em Santa Maria-RS**. 2015. 35 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2015.

CASTRO, F. M. R. **Potencial agrônômico e energético de híbridos de sorgo biomassa**. 2014. 80 f. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2014.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: intenção de plantio/estimativa de setembro de 2025 - Sorgo**. Brasília, DF: Conab, 2025. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/>. Acesso em: 17 jun. 2026.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: intenção de plantio/estimativa de junho de 2026 - Sorgo**. Brasília, DF: Conab, 2026. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/>. Acesso em: 17 jun. 2026.

DAR, R. A. et al. **Sweet sorghum-a promising alternative feedstock for biofuel production**. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v. 82, p. 4070-4090, 2018.

FERNANDES, G.; PARRELLA, R. A. da C.; FISCHER, J.; CARDOSO, V. L. **Caracterização dos açúcares em diferentes partes dos colmos do sorgo sacarino**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE BIOENERGIA, 9., 2014, São Paulo. Anais... São Paulo: [s. n.], 2014. p. 1-6.

FERREIRA, O. E. **Produção de etanol a partir de sorgo sacarino com tratamento enzimático**. 2015. 98 f. Tese de Doutorado. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2015.

FIETZ, C. R.; LIMA FILHO, O. F. de; SILVA, C. J. da; COMUNELLO, É.; FLUMIGNAN, D. L. **Sorgo sacarino: época de semeadura, com base no risco climático, na região sul de Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2014. 7 p. (Circular Técnica, 30). ISSN 1679-0464.

MARTINS, A. M., FIGUEIREDO JÚNIOR, J. M. M., LEMOS, R. C., GUERRA, W. D., FREITAS, F. S., PARRELLA, R. A. C., SIMEONE, M. L. F., & SANTOS, A. S. (2025). **Characterization of sweet sorghum genotypes regarding adaptability and stability for biofuel production**. *Ciência e Agrotecnologia*, 49, e020524. <https://doi.org/10.1590/1413-7054202549020524>.

MARTINS, A. M.; PARRELLA, R. A. da C.; LOPES, D. de C.; SCHAFFERT, R. E.; PARRELLA, N. N. L. D.; NEVES, W. dos S.; SILVA, A. P. C. M. **Período de utilização industrial de cultivares de sorgo sacarino visando a produção de etanol**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, v. 16, n. 2, p. 217-231, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v16n2p217-231>.

MAY, A. **Cultivo de sorgo sacarino em áreas de reforma de canaviais**. Circular Técnica, Sete Lagoas, MG. Setembro, 2013.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA. FAOSTAT. Roma: FAO, [2024]. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/pt/#data>. Acessado em: 11 ago. 2024.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental** 13.ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.

PARRELLA, R. A. da C.; SILVA, R. A. da; RIBEIRO, L. C. A.; PARRELLA, N. N. L. D.; SCHAFFERT, R. E. **Desempenho agroindustrial de genótipos de sorgo sacarino visando a produção de etanol**. In: WORKSHOP AGROENERGIA, 10., 2016, Ribeirão Preto. Anais... Ribeirão Preto: Centro de Convenções da Cana - IAC, 2016. p. 1-7.

R Core Team (2024). **R: A Language and Environment for Statistical Computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>.

PARRELLA, R. A. da C.; SIMEONE, M. L. F.; PARRELLA, N. N. L. D.; SCHAFFERT, R. E. **Cultivares de sorgo para produção de bioenergia**. In: Melhoramento genético de sorgo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2022. cap. 10, p. 278-292.

PEREIRA, A. C.; ANJOS, A. S. dos; OLIVEIRA, E. P. de; SIQUEIRA, T. A.; ALMICI, M. da S.; SILVA, V. P. da; TARDIN, F. D.; BARELLI, M. A. A. **Performance agrônômica de sorgo sacarino avaliado na região de Cáceres-Mato Grosso**. Research, Society and Development, v. 11, n. 8, e6111830047, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i8.30047>.

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, v. 34, n. 7, p. 947-952, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2010.02.002>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953410000577>. Acesso em: 2 jul. 2026.

SIMEONE, M. L. F.; PARRELLA, R. A. C. Sorgo-energia: sacarino, biomassa lignocelulósica e amiláceo. **Boletim Agro Sustentável**, [S. l.], ed. 11, p. 33-39, mar. 2026.

SOARES, L. H. de B.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. **Mitigação das emissões de gases efeito estufa pelo uso de etanol da cana-de-açúcar produzido no Brasil**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2009. 14 p. (Circular Técnica, 27). ISSN 1519-7328.

SOUZA, R. S. e; PARRELLA, R. A. da C.; SOUZA, V. F. de; PARRELLA, N. N. L. D. **Maturation curves of sweet sorghum genotypes.** Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 40, n. 1, p. 46-56, jan./fev. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542016000100004>.

TEIXEIRA, T. P. M.; PIMENTEL, L. D.; DIAS, L. A. dos S.; PARRELLA, R. A. da C.; PAIXÃO, M. Q. da; BIESDORF, E. M. **Redefinition of sweet sorghum harvest time: New approach for sampling and decision-making in field.** Industrial Crops and Products, v. 109, p. 579-586, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.09.002>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953412000219>. Acesso em: 14 jun. 2026.

THATIYAMANEE, P.; LAOPAIBOON, P.; LAOPAIBOON, L. **Optimizing bioethanol production from sweet sorghum stem juice under very high gravity fermentation and temperature stress conditions.** Carbon Resources Conversion, v. 8, n. 1, 100274, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.crcon.2024.100274>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2588913324000632>. Acesso em: 17 jun. 2026.

YU, K. M. J.; WEERS, B. D.; MCKINLEY, B. A.; et al. **Bioenergy sorghum stem density increases threefold following internode elongation due to continued accumulation of lignified cell walls and complex regulation of genes involved in cell wall biosynthesis.** Biotechnology for Biofuels and Bioproducts, v. 18, p. 58, 2025. DOI: <https://doi.org/10.1186/s13068-025-02659-w>

XUE X.; BEUCHAT G.; WANG J.; YU Y-C.; MOOSE S.; CHEN J.; CHEN L-Q. (2023) **Sugar accumulation enhancement in sorghum stem is associated with reduced reproductive sink strength and increased phloem unloading activity.** Front. Plant Sci. 14:1233813. doi: 10.3389/fpls.2023.1233813

ZHAO, Y. L.; STEINBERGER, Y.; SHI, M.; HAN, L. P.; XIE, G. H. **Changes in stem composition and harvested produce of sweet sorghum during the period from maturity to a sequence of delayed harvest dates.** Biomass and Bioenergy, v. 39, p. 261-273, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2012.01.020>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0961953412000219>. Acesso em: 2 jul. 2026.