

CARACTERÍSTICAS TECNOLÓGICAS DO SORGO PARA PRODUÇÃO DE SACAROSE EM RESPOSTA A LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO

Maria Vanessa Pires de Souza¹, Halan Vieira de Queiroz Tomaz², José Francismar de Medeiros³, João Paulo Nunes da Costa⁴

RESUMO: O sorgo destaca-se por ser uma cultura que apresenta potencial produtivo, tanto agronomicamente como para a geração de energia. Objetiva-se com esse trabalho avaliar os aspectos tecnológicos de cultivares de sorgo submetidas a diferentes lâminas e épocas de maturação em uma área no semiárido brasileiro. O experimento foi realizado em uma área experimental, localizada no RN. O delineamento foi em blocos inteiramente casualizados, em esquema fatorial 4 x 3 x 5, ou seja, quatro lâminas de irrigação (50, 75, 100 e 125 % da ETc), três épocas de maturação (de acordo com o ciclo de cada variedade) e cinco cultivares (forrageiras, IPA 467, IPA SF-15 e BRS Ponta Negra e; sacarinas, BRS 506 e BRS 511;) que ficaram como subparcelas. As variáveis analisadas foram °Brix no caldo, açúcares redutores (AR) e açúcar total recuperável (ATR). Quando o teste F foi significativo na ANOVA, realizou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de significância para comparar as medias. As variedades BRS 506 e BRS 511 tiveram resultados das características tecnológicas bem aproximados dos valores mínimos encontrados na cana-de-açúcar. A lâmina de 50% foi a que apresentou os melhores valores para as características tecnológicas.

PALAVRAS-CHAVE: *Sorghum bicolor* L., semiárido, cultivares

TECHNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF SORGHUM FOR THE PRODUCTION OF SUCROSE IN RESPONSE THE IRRIGATION LEVELS

ABSTRACT: Sorghum stands out for being a crop that has productive potential, both agronomically and for energy generation. The objective of this work is to evaluate the technological aspects of sorghum cultivars submitted to different layers and salt concentrations of irrigation water, in an area in the Brazilian semiarid region. The

¹ Mestranda no programa de Fitotecnia, UFERSA, Rua Francisco Mota, 572, 59625-900, Mossoró, RN. Fone (85) 987717446. e-mail vanessa.pires1993@gmail.com.br.

² Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador 1A CNPq, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas. UFERSA, Mossoró, RN.

³ Engenheiro Agrônomo, Doutor em Fitotecnia, ESALQ/USP, Piracicaba, SP.

⁴ Doutorando no programa de manejo de solo e água, Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, RN.

experimental design used was completely randomized blocks, with four replications, and the 4 x 5 x 3 sub-plot scheme was used, that is, four irrigation levels (50, 75, 100 and 125% of the ETC), five cultivars (forage, IPA 467, IPA SF-15 and BRS Ponta Negra and; saccharins, BRS 506 and BRS 511) and three maturation seasons. The variables analyzed were ° Brix in the broth, reducing sugars (AR) and total reducing sugars (ART) and total recoverable sugar (ATR). When the F test was significant in ANOVA, the Tukey test was performed at the 5% level of significance to compare as media. The varieties BRS 506 and BRS 511 had results of technological characteristics very close to the values found in sugarcane. The 50% blade was the one with the highest values of technological characteristics.

KEYWORDS: *Sorghum bicolor* L., semiarid, cultivars

INTRODUÇÃO

Devido à crescente demanda por fontes alternativas e sustentáveis de energia, o setor sucroenergético vem buscando novas matérias-primas capazes de atender a produção de etanol e energia. E neste contexto, entre as culturas que vem apresentando resultados promissores é o sorgo (MAY et al., 2014). Duas espécies podem ser utilizadas para este fim, o sorgo sacarino e o biomassa, as cultivares existentes apresentam elevado potencial de produção de colmos (60 t/ha) com alto teor de açúcares no caldo, já o biomassa fornece matéria prima para a cogeração de energia (ALBUQUERQUE et al., 2019).

A cultura do sorgo (*Sorghum bicolor* L.) se destaca pela sua rusticidade, pertence ao grupo das plantas C4, é capaz de suportar elevados níveis de radiação solar, e responder com altas taxas fotossintéticas, mesmo em condições de limitação na disponibilidade de CO₂ (LANDAU & SANS, 2010). Outra característica importante desta cultura é sua capacidade adaptativa, abrangendo uma variedade de solos e clima, elevada produção de biomassa, alto potencial de produção de sacarose para conversão em etanol, eficiência energética e baixo consumo de água (MAY et al., 2014).

Os aspectos tecnológicos da cultura variam de genótipo para genótipo, sendo importante desta forma, avaliar diferentes cultivares e seu potencial produtivo para a região semiárida. Dentre as práticas culturais empregadas para a obtenção de maior produção, a época de corte das plantas deve ser considerada, devido ao acúmulo e a translocação de fotoassimilados durante crescimento e desenvolvimento da planta de sorgo serem bastante variáveis. Os rendimentos ótimos são influenciados pelo manejo, sendo, em geral, também dependentes das condições específicas do ambiente, solo, luz, água e clima. Além disso, quando identificada as

melhores épocas de corte das plantas, é possível ter um controle mais eficiente da produção de etanol e um maior rendimento forrageiro (FIORINI et al., 2016; BATISTA et al., 2018).

Diante do exposto o objetivo do trabalho é avaliar qual a melhor cultivar, época e lâmina de irrigação para se obter características tecnológicas desejáveis de produção de energia a partir do caldo.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em uma área localizada no Município de Upanema RN (latitude - 5°35'34" S, longitude - 37°12'00" W e altitude - 88 m) onde o clima segundo a classificação de Köppen é 'BSWh', com precipitação média anual em torno de 650 mm. O solo da área experimental é um Argissolo (EMBRAPA, 2006).

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados, com quatro repetições, e utilizou-se o esquema de sub-sub-parcelas 4 x 5 x 3, ou seja, quatro lâminas de irrigação (50, 75, 100 e 125 % da ETc), cinco cultivares (forrageiras, IPA 467, IPA SF-15 e BRS Ponta Negra e; sacarinas, BRS 506 e BRS 511) e três épocas de maturação (de acordo com o ciclo de cada variedade – iniciando quando os grãos se encontravam totalmente cheios, mas leitoso, que correspondeu a 101 dias para as duas primeiras cultivares e 87 dias para as demais, e as outras foram feitas 7 e 14 dias após). As sub-parcelas foram compostas com 3 fileiras duplas de 5,1 m. A área útil das sub-sub-parcela correspondeu a 3,9 m de uma fileira dentro a quatro internas.

O preparo de solo foi convencional, com duas gradagens. O plantio foi manual e utilizou-se fileiras duplas 1,05 x 0,35 m, com covas distanciadas de 0,3 m com 3 sementes por cova, mas depois de realizado o desbaste o número médio de plantas por cova foi de 2,1.

As lâminas de irrigação foram aplicadas através de fitas gotejadoras que apresentavam emissores com vazões e espaçamentos diferentes para permitir as diferentes lâminas relativas desejadas. As irrigações foram aplicadas diariamente, e a quantidade de água aplicada foi calculada a partir da estimativa da evapotranspiração da cultura (ETc), considerando a fenologia da cultivar Ponta Negra (fases I, II, III e IV, respectivamente de 20, 25, 30, 25 dias), a evapotranspiração de referência (ETo) obtida pela equação de Penman-Monteith modificada pela FAO (Allen et al., 2006) utilizando dados de uma estação meteorológica situada na cidade de Mossoró, a 45 km de distância e coeficiente de cultura (Kc) estimado diariamente pela metodologia do Kc dual (ALLEN et al., 2006). Adotou-se com coeficiente de cultura basal (Kcb) para as fases I e II e para o final do ciclo, respectivamente, 0,15, 1,05 e 0,45. Até

os 100 dias foram aplicados 290, 435, 580 e 725 mm, respectivamente, para 50, 75, 100 e 125% da ETc.

O manejo fitossanitário foi realizado com produtos registrados para a cultura, conforme a necessidade de cada época de manejo.

As variáveis analisadas foram: Brix, açúcares redutores (AR) e açúcares recuperáveis totais (ART). Os dados foram interpretados a partir de análise de variância (ANOVA), usando a significância para o teste F de 5%, e realizou-se o teste de Tukey ao nível de 5% de significância para comparar as médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram observadas interações significativas entre os fatores lâminas de irrigação, variedades e épocas de maturação, procedendo-se a análise apenas para cada fator isoladamente. Na avaliação da melhor época para colher o sorgo visando a produção de açúcares para transformar em etanol, o Brix da terceira época foi estatisticamente superior as demais, com 16,38° Brix (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios, médias para a cinco cultivares e as quatro lâminas de irrigação, para sólido solúveis totais (Brix), açúcares recuperáveis totais (ATR) e açúcares redutores (AR) obtidos a partir das três épocas de colheita, avaliadas em Upanema/RN.

Características	Épocas de Colheita		
	Primeira	Segunda	Terceira
Brix (%)	14,20 c	15,68 b	16,38 a
ATR (kg t ⁻¹)	46,45 b	54,62 a	46,90 b
AR (%)	2,69 a	2,36 b	2,71 a

Os açúcares redutores (AR) não tiveram diferenças significativas entre a primeira e terceira época (Tabela 1). Mas a segunda época foi a que teve o menor valor, que é desejável para a indústria. Em relação ao ATR, a segunda época foi superior estatisticamente em relação a primeira e terceira, com uma média de 54,62. Portanto, podemos inferir que para as variedades sacarinas da Embrapa (BRS 506 e BRS 511) o ciclo para atingir o máximo de extração de açúcar na região semiárida do Rio Grande do Norte fica em torno de 100 dias após o plantio.

Teixeira et al. (1999) trabalhando com uma variedade de sorgo sacarino e a influência da época de corte no teor de açúcar, constataram redução contínua do teor de açúcares redutores, nos três anos agrícolas, da época de emergência da panícula até o estágio de maturação fisiológica. Já para açúcares redutores totais, os teores se elevaram até a planta atingir a maturidade fisiológica.

Para as características tecnológicas Brix (%) e ATR (Kg t⁻¹) as variedades BRS506 e

511 não apresentaram diferenças estatísticas, apresentando valores superiores as demais variedades, já IPA-SF 15 foi a que apresentou menores valores médios. Para a variável AR (%) ocorre o inverso, onde os maiores valores médios são alcançados pela variedade IPA-SF 15 (3,42) e os menores pelas variedades BRS 506 (1,89) e 511 (1,93).

EMBRAPA (2012), comparando diversas variedades e híbridos de sorgo sacarino da Embrapa, encontraram valores médios de Brix para a variedade BRS 511 em torno de 18,47. Albuquerque et al. (2010), encontrou valores de Brix para a variedade BRS 506 de 18,86, valor bem aproximado ao encontrado neste trabalho. Ainda em conformidade com o este estudo, Batista et al. (2018) encontraram valores semelhantes, sendo a cultivar BRS 511 que apresentou o maior valor de °Brix no caldo, com valor médio de 15,4%.

Para o açúcar total recuperável (ATR) Biondo et al. (2019) em dois ciclos de cultivo, verificaram valores superiores a este estudo para os genótipos BRS506, BRS511 com médias nos dois anos de 103,6 kg t⁻¹ e 107,25 kg t⁻¹ respectivamente. Para a variável AR os mesmos autores observaram que os menores valores médios de AR do caldo corresponderam aos genótipos BRS 506 (1,27%), BRS 511 (1,16%) e em ambos os anos.

Tabela 2. Valores médios, médias para as três épocas de colheita e as quatro lâminas de irrigação, para sólido solúveis totais (BRIX), açúcares recuperáveis totais (ATR) e açúcares redutores (AR), obtidos a partir das variedades avaliadas em Upanema/RN.

Características	Variedades				
	IPA 467	IPA SF-15	BRS Ponta Negra	BRS 506	BRS 511
Brix (%)	14,01 bc	13,27 c	14,30 b	17,72 a	17,82 a
ATR (kg t ⁻¹)	34,50 bc	20,12 c	37,60 b	76,22 a	78,17 a
AR (%)	2,70 b	3,42 a	2,99 ab	1,89 c	1,93 c

Em relação as lâminas de irrigação aplicadas, o Brix, e AR tiveram resultados semelhantes e a lâmina de 50% de água foi superior as demais significativamente, Resultado esse esperado, pois devido a menor quantidade de água, os açúcares foram concentrados, refletindo nesses resultados. Para o ATR não houveram diferenças significativas entre as lâminas de 50, 75 e 100% (Tabela 3).

Silva (2018) avaliando parâmetros tecnológicos na sorgo sacarino e em função de lâminas verificou-se que o menor e o maior acúmulo de sólidos solúveis foram 14,3 °Brix e 16,85 °Brix nas lâminas de 25% e 125% de reposição da ETc. Contrariando os resultados do presente estudo, Costa et al. (2019) testando variedades de sorgo submetidas a diferentes lâminas de irrigação, não observaram efeito significativo das lâminas sobre o °Brix.

Tabela 3. Valores médios para sólido solúveis totais (BRIX), ATR e AR obtidos a partir da aplicação de quatro lâminas de irrigação, avaliadas em Upanema/RN.

Características	Lâminas, em relação e ETc			
	50%	75%	100%	125%
Brix (%)	16,03 a	15,49 b	15,60 b	14,57 c
ATR (kg t ⁻¹)	54,37 a	50,50 a	50,81 a	41,61 b

CONCLUSÕES

As variedades BRS 506 e BRS 511 tiveram resultados das características tecnológicas similares aos valores mínimos encontrados na cana-de-açúcar.

A lâmina de 50% da ETc foi a que apresentou os maiores valores das características tecnológicas. A menor disponibilidade de água ajudou para concentrar os açúcares.

A melhor época para colher as cultivares sacarinas visando produção de sacarose é aos 100 dias após o plantio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, C. J. B.; PARRELA, R. A. C.; TARDIN, F. D.; BRANT, R. S.; SIMÕES, D. A.; FONSECA, W. B.; OLIVEIRA, R. M.; SILVA, K. M. de J. Potencial forrageiro de cultivares de sorgo sacarino em diferentes arranjos de plantas e localidades de Minas Gerais. In: **CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO**, 28.; SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE A LAGARTA DO CARTUCHO, 4., 2010, Goiânia. Potencialidades, desafios e sustentabilidade: resumos expandidos... Goiânia: ABMS, 2010. 1 CD-ROM.

ALBUQUERQUE, C. J.; GUIMARÃES, A. S.; MENEZES, C. B.; RODRIGUES, J. A. S.; PARRELA, R. A. C.; FREITAS, R. S.; FERNANDES, E. A.; COSTA, D. V. (2019) – Sorgo. In: **101 Culturas: Manual de tecnologias agrícolas**. 2 ed. Belo Horizonte: EPAMIG, 2019. p.856-862.

ALLEN, R. G.; PRUIT, W. O.; WRIGHT, J. L.; HOWELL, T. A.; VENTURA, F.; SNYDER, R.; ITENFISU, D.; STEDUTO, P.; BERENGENA, J.; YRISARRY, J. B.; SMITH, M.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; PERRIER, A.; ALVES, I.; WALTER, I.; ELLIOTT, R. A recommendation on standardized surface resistance for hourly calculation of reference ET_o by the FAO56 Penman-Monteith method. **Agricultural Water Management**, v. 81, n. 1, p. 1-22, 2006.

BATISTA, V. A. P.; PIMENTEL, L. D.; BARROS, A. F.; MOREIRA, T. S.; DIAS, L. A. S. Produção de açúcares no caldo de sorgo sacarino avaliado em duas épocas de corte. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 17, n. 2, p. 263-273, 2018.

BIONDO, J. C. MEDEIROS, S. L. P.; NUNES, S. C. P.; SANGOI, P. R.; BANDEIRAS, A. H.; SILVA, N. G. Atributos qualitativos e maturação de genótipos de sorgo sacarino. **Brazilian Journal of Agricultural Sciences/Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 3, 2019.

COSTA, J. P. N.; COSTA, A. R. F. C.; MEDEIROS, J. F. de; SILVA, M. V. T. da; LINO, V. A. D. S. Desempenho de variedades de sorgo dupla aptidão submetidas a diferentes lâminas de irrigação com água salina. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 18, n. 3, p. 417-428, 2019.

EMPRAPA. **Sistema Embrapa de produção agroindustrial de sorgo sacarino para bioetanol: Sistema BRS1G – Tecnologia Qualidade Embrapa**. Editores técnicos MAY, A., et al. - Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. 120 p.^[11]_[SEP]

FIORINI, I. V. A.; PINHO, R. G. V.; RESENDE, E. L.; SANTOS, A. O.; BERNARDO JUNIOR, L. A. Y.; BORGES, I. D.; PIRES, L. P. M. Produtividade de sorgo sacarino em função de populações de plantas e de épocas de corte. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 15, n. 1, p. 105-113, 2016.

LANDAU, E. C.; SANS, L. M. A. **Cultivo de sorgo: Clima. Sistema de Produção**, 2, 6 eds., 2010. Embrapa Milho e Sorgo. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/sorgo_6_ed/clima.htm> Acessado em: 25 de set. 2020.

MAY, A.; PARRELLA, R. A. C.; DAMASCENO, C. M. B.; SIMEONE, M. L. F. Sorgo como matéria-prima para produção de bioenergia: etanol e cogeração. **Informe Agropecuário**, v. 35, n. 278, p. 14-20, 2014.

SILVA, P. C. **Características agronômicas e tecnológicas de variedades de sorgo sacarino e propriedades do solo em função de lâminas de irrigação por gotejamento**. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. São Paulo, p. 102. 2018.

TEIXEIRA, C. G; JARDINE, J. G; ZARONE, M. H. Influência da época de corte sobre o teor de açúcares de colmos de sorgo sacarino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 9, p. 1601-1606, 1999.