



ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO DE SORGO SACARINO SOB EFEITO DE MATURADOR QUÍMICO

ANALYSIS OF THE DEVELOPMENT OF SACRAMENTO SORARINO UNDER THE EFFECT OF CHEMICAL MATURATOR

Bruce Wellington Amorin da Silva¹

Luiz Claudio Santos²

Beatriz Leite³

Ronaldo da Silva Viana⁴

RESUMO: Este trabalho consiste no estudo do desenvolvimento das variedades BRS 508 e BRS 509 de sorgo sacarino, sob aplicação de maturador químico, sendo esse, trinexapaque-etílico. Aborda questões teóricas e importantes do sorgo sacarino em geral, como histórico, importância no Brasil, morfologia, caldo, processamento industrial, tipos de sorgo, principais produtos, entre outras coisas. Realiza também análise estatística, testando a normalidade com o teste de Anderson-Darling e, com uma distribuição normal encontrada, realiza análise de variância e teste de Tukey. Conclui, que há evidências que apoiam a ideia de que o maturador utilizado pode ser prejudicial ao desenvolvimento, já que houve concentrações onde diferenças significativas foram encontradas. Os resultados se referem aos tratamentos 2 e 3 da variedade BRS 508, impactando no diâmetro do caule. Quanto ao número de folhas e altura, não houve diferença significativa. O mesmo vale para a variedade BRS 509, contudo, também para o diâmetro, levando também à conclusão de

¹ Fatec Araçatuba, SP

² Fatec Araçatuba, SP

³ UFSJ Alto Paraopeba

⁴ Unesp Dracena, SP

que o maturador utilizado tem pouca influência em geral nas variedades estudadas. Por fim, também considera a possibilidade da existência de uma concentração ótima.

Palavras chave: sorgo; sorgo sacarino; estatística; maturador químico; trinexapaque-etílico.

ABSTRACT: This work consists of the study of the development of the varieties BRS 508 and BRS 509 of sorghum sorghum, under the application of chemical maturer, being this, trinexapaque-ethyl. It addresses theoretical and important issues of sorghum in general, such as history, importance in Brazil, morphology, broth, industrial processing, types of sorghum, main products, among other things. It also performs statistical analysis, testing normality with the Anderson-Darling test and, with a normal distribution found, performs analysis of variance and Tukey's test. It concludes that there is evidence to support the idea that the maturer used may be detrimental to development, since there were concentrations where significant differences were found. The results refer to treatments 2 and 3 of the BRS 508 variety, impacting the stem diameter. Regarding the number of leaves and height, there was no significant difference. The same goes for the BRS 509 variety, however, also for the diameter, also leading to the conclusion that the maturer used has little influence in general on the varieties studied. Finally, it also considers the possibility of an optimum concentration.

Keywords: sorghum; sorghum saccharin; statistic; chemical maturer; trinexapaque-ethyl.

1. Introdução

Sorgo sacarino (*Sorghum bicolor* L. Moench) é uma gramínea proveniente da África. (PURCINO, 2011). É cultivada em áreas com baixa disponibilidade de água e pode ser cultivada em regiões com solos inadequados. Sendo assim, possui potencial agrícola e tecnológico considerável para a alimentação humana e animal (SREBERNICH, 1989).

Quanto a isso, é possível citar que é resistente a diversos estresses abióticos, principalmente relacionados ao ar, umidade do solo e temperatura. Ademais, com uso de

alta tecnologia e boas práticas agrícolas, tende a responder com bons resultados (PURCINO, 2011).

É importante dizer que há quatro classificações para o sorgo, sendo essas: granífero (híbridos e variedades); sacarino (produção de açúcar e etanol); forrageiro (alimentação animal com forragem, corte verde, fenação e cobertura morta) e vassoura (confecção de vassouras) (RIBAS, 2003). É possível citar também a existência de sorgo-energia (biomassa), apresentado na tabela 2, elaborada por Ferreira (2015).

O sorgo sacarino, especificamente, é semelhante à cana-de-açúcar, pois armazena açúcares nos colmos e produz quantidade suficiente de bagaço para geração de vapor para a destilaria. Contudo, é diferente no que se refere ao ciclo vegetativo, pois varia de 120 a 130 dias e pode possuir grãos que podem ser utilizados como alimento para animais (TEIXEIRA; JARDINE; BEISMAN, 1997).

Sobre isso, o período de entressafra da cana-de-açúcar ocorre entre dezembro e abril, tempo utilizado para reparos nas destilarias. No caso de microdestilarias isso não ocorre, sendo possível o sorgo sacarino ser utilizado como alternativa com viabilidade técnica e econômica, impedindo a ociosidade das instalações (TEIXEIRA; JARDINE; BEISMAN, 1997).

É possível, contudo, ser necessário antecipar o corte da cana-de-açúcar, o que reduz o rendimento industrial, já que não foi atingida a maturação completa e, portanto, há um menor percentual de açúcares fermentescíveis (TEIXEIRA; JARDINE; BEISMAN, 1997).

Para resolver esse problema, é possível aplicar maturadores químicos. Esses, segundo Gomide, Veloso e Lavanholi (2008), são produtos sintéticos que agem como hormônio nas plantas, sendo importantes para se planejar a safra. Além disso, permitem antecipar ou adiar o início da colheita sem prejuízos na produção e com ganhos na produtividade de açúcar, uma vez que conseguem antecipar a maturação natural.

Pensando nisso, esse trabalho buscou a indução da maturação do sorgo sacarino com a utilização de um maturador químico específico. No caso, o maturador utilizado foi trinexapaque-etílico que, segundo Syngenta Crop Protection (s.d.) atua seletivamente após

a absorção pela planta, na redução do nível de giberelina ativa, o que induz a inibição ou redução do ritmo de crescimento sem prejuízos à fotossíntese e gema apical.

As variedades utilizadas foram BRS 508 e BRS 509, ambas desenvolvidas pela Embrapa Milho e Sorgo, tendo a primeira, ótimo nível de fermentação, elevado teor de açúcares fermentescíveis, média de 22°B no caldo, baixo custo de produção e elevado potencial de geração de colmos. Ainda mais, essa variedade tem como características a adaptação para produção de biomassa, resistência ao acamamento, elevada sanidade foliar e porte alto. Quanto à segunda, pode-se dizer que apresenta ótimo nível de fermentação, elevado teor de açúcares fermentescíveis, média de 18°B no caldo, baixo custo de produção e elevado potencial de geração de colmos, sendo essa variedade adaptada para a produção de biomassa, com porte alto, resistência ao acamamento e alta sanidade foliar (PARRELLA et. al, 2011).

1. Revisão de literatura

1.1. Histórico

Sorgo é uma das mais importantes culturas alimentícias para habitantes dos trópicos semiáridos, além de ser a maior fonte de proteínas e energia. Seu cultivo possivelmente começou na Savana Africana, mas a localização e a data são desconhecidas. Sobre isso, vale citar que pesquisas arqueológicas na região sul do Egito encontraram centenas de sementes carbonizadas, indicando que datam de oito mil anos (WENDORF et al., 1992).

Essas informações revelam que o sorgo é três mil anos mais velho e localizado mais ao norte que pesquisas anteriores. O cultivo, no caso, seguiu caminhos migratórios e comerciais de africanos e asiáticos antigos, sendo disperso pela África e Ásia em uma ampla gama de ambientes e utilizados de forma que emergiu uma extensa base genética adaptada, sendo essa explorada através de processos agrícolas para criar a cultura atual do sorgo (DAHLBERG, 2011).

Quanto ao Brasil, a introdução do sorgo foi iniciada principalmente em 1950, com apoio de institutos de pesquisa e universidades. Contudo, um programa de melhoramento foi iniciado pela Embrapa durante a década de 1970 (PURCINO et al., 2011).

O Programa Pró-Álcool, implementado na década de 1970, tornou o Brasil um dos pioneiros no uso de bioenergia, sendo, no caso, uma referência mundial quanto ao sucesso na produção de etanol. A principal matéria-prima é a cana-de-açúcar, contudo, a Embrapa iniciou um programa de melhoramento de sorgo sacarino visando a produção de etanol por pequenas destilarias. Apesar disso, os incentivos governamentais cessaram durante a década de 1980 e as pesquisas da Embrapa foram desaceleradas (PURCINO et al., 2011).

Com êxito insatisfatório, o sorgo sacarino deixou de ser priorizado e o foco foi destinado a cultivares forrageiras. O desenvolvimento tecnológico desse, contudo, retornou em 2008, onde a Embrapa Milho e Sorgo reiniciou seu programa de desenvolvimento de cultivares, pois há potencial de geração de energia renovável e demanda por outra forma de produção de etanol (PARRELLA, 2011).

Vale citar, contudo, que com o Plano Nacional de Agroenergia (PNA) de 2006 e 2011 a Embrapa deu prioridade ao desenvolvimento de cultivares de sorgo sacarino para produção de etanol e de sorgo-energia para produção de etanol de origem celulósica. São esses, respectivamente, etanol de primeira e segunda geração (PURCINO et al., 2011).

1.2. Sorgo sacarino no Brasil

O cultivo do sorgo sacarino no Brasil se difundiu como uma possibilidade de fonte de matéria-prima para a produção de etanol, sendo um complemento à cana-de-açúcar durante a entressafra. Desse modo, o sorgo é uma cultura que pode preencher a ociosidade produtiva de etanol entre novembro e abril, sem grandes alterações nos equipamentos de conversão e diluindo custos fixos da indústria (OLIVEIRA, 2012).

Em relação à produção, o sorgo possui menor potencial de conversão em etanol que a cana-de-açúcar, sendo respectivamente 2.500 L/ha e 7.000 L/ha. Entretanto, o custo de plantação do sorgo está em torno de R\$2.000,00/ha, enquanto o da cana cerca de R\$5.000,00/ha. Além disso, há diversas pesquisas desenvolvendo híbridos comerciais com melhores características de adaptabilidade objetivando maior produção de açúcares em seus colmos (OLIVEIRA, 2012).

A figura 1 apresenta o zoneamento de áreas no Brasil onde há potencial para o cultivo de sorgo sacarino durante a entressafra da cana-de-açúcar. Tendo isso como base,

Landau e Schaffert (2011) observam que as melhores áreas para cultivo dessa cultura são São Paulo, Noroeste do Paraná, Leste do Mato Grosso do Sul e Sudoeste do Estado de Goiás. Também citam que Minas Gerais e Goiás possuem potencial intermediário.

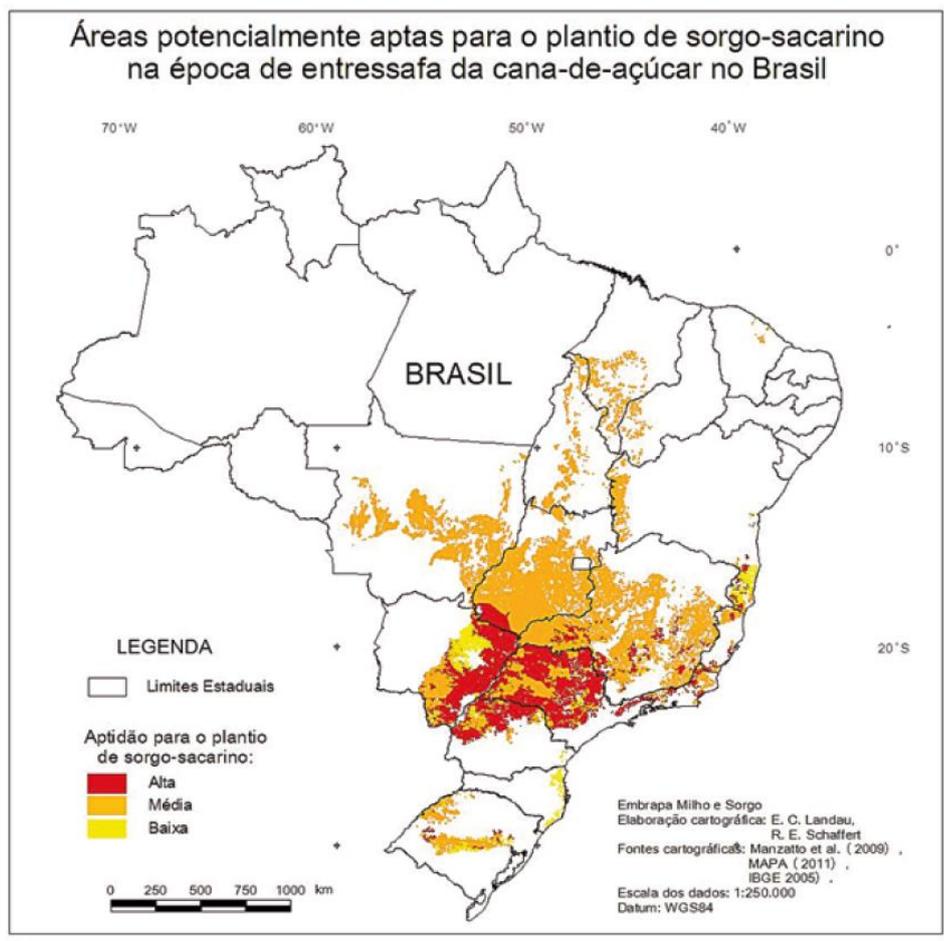


Figura 1: Áreas potencialmente aptas para o plantio de sorgo-sacarino na época de entressafra da cana-de-açúcar no Brasil (LANDAU E SCHAFFERT, 2011)

De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2015), quanto ao sorgo, de forma geral na safra 2014/2015, a região Centro-Sul é a que possui maior área plantada, maior produtividade e maior produção. Mais especificamente, a região Centro-

Oeste supera todas as outras em área plantada, tendo Sudeste em segundo lugar, Nordeste em terceiro e Norte em quarto e último. O mesmo vale para a produção, contudo, a produtividade no Sudeste é maior que todas as outras, ficando o Centro-Oeste em segundo. Além disso, o Norte também possui maior produtividade que o Nordeste.

Ainda de acordo com a CONAB (2015), a área plantada na safra 2015/2016 permaneceu a mesma no Centro-Sul, contudo, aumentou 5,9% no Norte/Nordeste. Esse aumento, entretanto, aconteceu somente no Nordeste, com uma variação de 6,7%, enquanto todas as outras regiões permaneceram estagnadas. A produtividade, por sua vez, caiu 7,7% no Centro-sul e cresceu 5,8% no Norte/Nordeste, mais especificamente, no Nordeste. Por fim, a produção caiu 7,7% no Centro-Sul e cresceu 12% no Norte/Nordeste, sendo uma redução de 11,4% no Sudeste, 5,9% no Centro-Oeste, 1,5% no Norte e um aumento de 15,9% no Nordeste.

Tabela 1: Comparativo de área, produtividade e produção – Sorgo

REGIÃO/UF	ÁREA (Em mil ha)			PRODUTIVIDADE (Em kg/ha)			PRODUÇÃO (Em mil t)		
	Safra 14/15	Safra 15/16	VAR. %	Safra 14/15	Safra 15/16	VAR. %	Safra 14/15	Safra 15/16	VAR. %
	(a)	(b)	(b/a)	(c)	(d)	(d/c)	(e)	(f)	(f/e)
NORTE	21,4	21,4	-	1.849	1.822	(1,5)	39,6	39,0	(1,5)
TO	21,4	21,4	-	1.849	1.822	(1,5)	39,6	39,0	(1,5)
NORDESTE	155,7	166,1	6,7	871	947	8,7	135,6	157,2	15,9
PI	6,2	2,4	(60,6)	2.548	1.888	(25,9)	15,8	4,5	(71,5)
CE	0,7	0,7	-	1.489	1.346	(9,6)	1,0	0,9	(10,0)
RN	0,6	0,6	-	1.522	1.522	-	0,9	0,9	-
PE	6,2	6,2	-	430	751	74,7	2,7	4,7	74,1
BA	142,0	156,2	10,0	811	936	15,4	115,2	146,2	26,9
CENTRO-OESTE	360,6	360,6	-	3.356	3.157	(5,9)	1.210,1	1.138,4	(5,9)
MT	111,7	111,7	-	2.610	2.478	(5,1)	291,5	276,8	(5,0)
MS	13,0	13,0	-	3.700	3.339	(9,8)	48,1	43,4	(9,8)
GO	232,6	232,6	-	3.661	3.441	(6,0)	851,5	800,4	(6,0)
DF	3,3	3,3	-	5.763	5.384	(6,6)	19,0	17,8	(6,3)
SUDESTE	174,4	174,4	-	3.696	3.276	(11,4)	644,5	571,3	(11,4)
MG	160,6	160,6	-	3.700	3.243	(12,4)	594,2	520,8	(12,4)
SP	13,8	13,8	-	3.645	3.662	0,5	50,3	50,5	0,4
SUL	10,5	10,5	-	2.426	2.426	-	25,5	25,5	-
RS	10,5	10,5	-	2.426	2.426	-	25,5	25,5	-
NORTE/NORDESTE	177,1	187,5	5,9	989	1.047	5,8	175,2	196,2	12,0
CENTRO-SUL	545,5	545,5	-	3.447	3.181	(7,7)	1.880,1	1.735,2	(7,7)
BRASIL	722,6	733,0	1,4	2.844	2.635	(7,4)	2.055,3	1.931,4	(6,0)

Fonte: CONAB, 2015.

1.3. Características físicas e processamento industrial

A variação da altura da planta vai de 40 cm até 4 m. Já a altura do caule, especificamente, depende o número e a distância dos entrenós, assim como também depende do pedúnculo e da panícula. No caso, a quantidade de nós é definida pelos genes e sua reação ao ambiente. A distância dos entrenós, por sua vez, varia de acordo com a variação de quatro ou mais fatores genéticos e novamente, depende do ambiente. Já a distância do pedúnculo e da panícula são independentes frequentemente (MAGALHÃES; DURÃES; SCHAFFERT, 2000).

Quanto às raízes, essas são primárias e secundárias ou seminais e adventícias. No caso, as primárias são pouco ramificadas e após o desenvolvimento das secundárias, morrem. As secundárias, por sua vez, são grandemente ramificadas e compõem o sistema radicular principal (MAGALHÃES; DURÃES; SCHAFFERT, 2000).

A literatura informa valores de brix para sorgo sacarino que variam de 18°B a 22°B, sendo possível verificar nos trabalhos de Parrella e colaboradores (2011), Parrella (2011) e Almodares e Hadi (2009).

Quanto a isso, é possível citar a grande quantidade de açúcares redutores, onde os açúcares livres em maior quantidade são glicose, frutose e sacarose, sendo possível também que a metodologia de avaliação da cana-de-açúcar seja utilizada no sorgo sacarino (GOMES; RODRIGUES; OLIVEIRA, 2011).

A tabela 2 resume todos os tipos de sorgo e apresenta suas principais características.

Tabela 2: Características agrônômicas dos cinco tipos de sorgo.

Tipos de Sorgo	Características	Produto	Utilização
Granífero	Porte baixo (híbridos e variedades), adaptado à colheita mecânica.	Grão	Substituto do milho na ração animal (bovinos, suínos e aves), utilização do restolho. Alimentação humana (farinha). Industrialização de produtos: amido, cera,

			cerveja, óleo etc.
Sacarino	Porte alto (híbridos e variedades). Acumulam sacarose no colmo	Colmo e grão	Utilizado na produção de xaropes que substituí o açúcar como adoçante na indústria, produção de etanol e alimentação animal.
Forageiro	Variedades de capim sudão ou híbridos interespecíficos de <i>Sorghum bicolor</i> x <i>Sorghum sudanense</i> .	Biomassa	Apropriado para confecção de silagem, pastejo, corte verde, fenação e cobertura morta.
Vassoura	Possui panículas com fibras longas	Panícula	Uso restrito: vassouras, escovas e ornamentação.
Energia	Porte alto (até seis metros), rápido crescimento e alto potencial produtivo	Biomassa (alto teor de fibra)	Cogeração de energia.

Fonte: Ferreira (2015), adaptado de Ribas (2007) e Olivetti e Camargo (1997).

A figura 2 apresenta o balanço de massa do processamento de sorgo sacarino, onde é possível visualizar que em uma área de 1 ha, é possível produzir 3.451,29 litros de etanol anidro a partir da fermentação do caldo e 2.422,14 litros a partir a partir do bagaço (segunda geração).

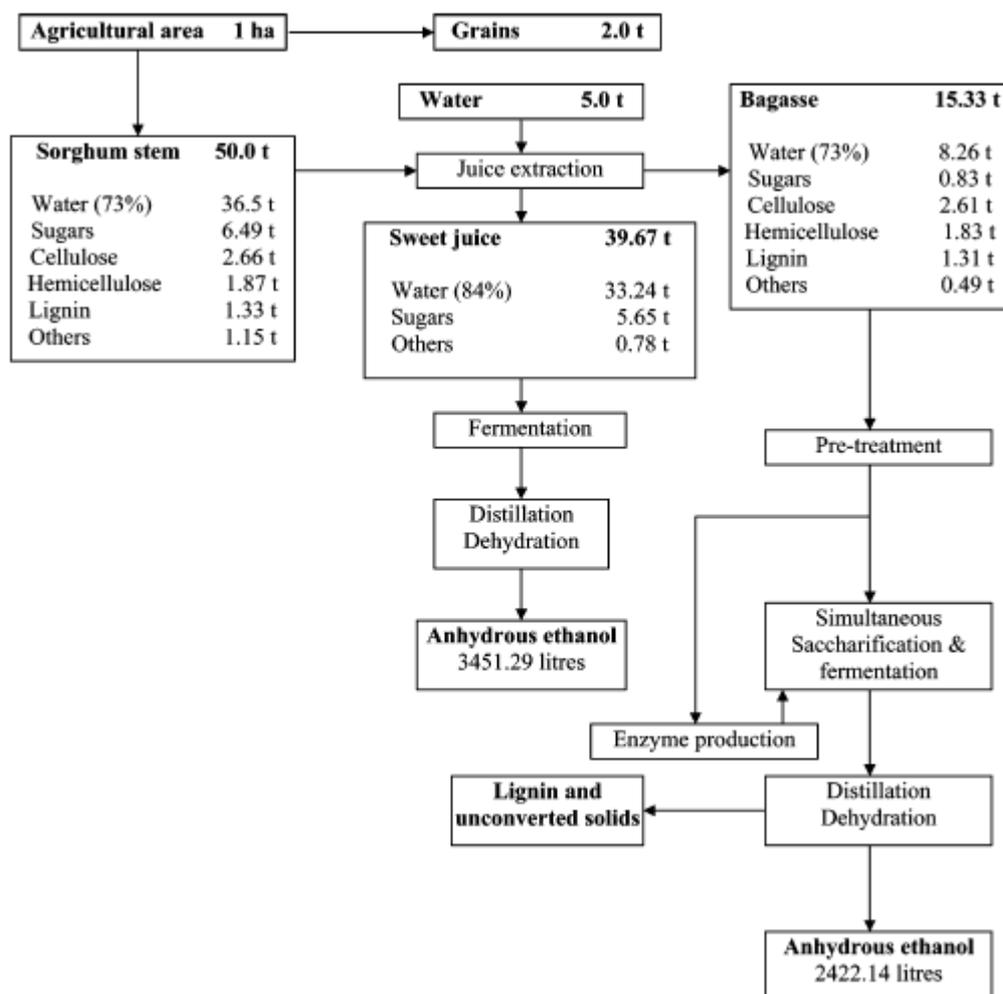


Figura 2: Balanço de massa da extração de caldo e produção de etanol de sorgo sacarino (GNANSOUNOU, DAURIAT, WYMAN, 2005, apud PRASAD et al.).

2. Metodologia

O trabalho foi desenvolvido na Estufa Agrícola da Faculdade de Tecnologia “Prof. Fernando Amaral de Almeida Prado”, na cidade de Araçatuba, Estado de São Paulo. Foram utilizados 30 vasos com propriedades químicas corrigidas para duas variedades de sorgo sacarino, sendo essas BRS 508 e BRS 509, 15 vasos para cada.

O experimento foi instalado em 28 de dezembro de 2014 após a lavagem dos vasos, preenchimento com terra e correção das propriedades do solo. A irrigação adotada foi automática, sendo às 3, 9, 15 e 21 horas por cinco minutos cada, sem proteção da tela agrícola para evitar excesso de umidade.

De acordo com a necessidade, foram aplicadas doses de solução de ureia 0,015 g/L para garantir a nutrição de nitrogênio, sendo 33 mL por vaso. Foram realizadas duas aplicações em períodos distintos.

Foi aplicado maturador químico trinexapaque-etílico 72 dias após a semeadura. Por variedade, foram três tratamentos com quatro repetições e uma testemunha com três repetições, totalizando 15 plantas por cultivar. Foi aplicado um tratamento diferente a cada quatro vasos, restando três sem aplicação. As concentrações foram em volume de maturador por volume de água, sendo 1 mL/L no tratamento 1, 2 mL/L no tratamento 2 e 4 mL/L no tratamento 3.

Durante todo o período de desenvolvimento do sorgo sacarino os dados obtidos foram quantidade de folhas, altura e diâmetro do caule, determinados com trena e paquímetro.

Foi efetuada uma análise estatística, onde foi aplicado o teste de normalidade Anderson-Darling utilizando a extensão Action Stat para Microsoft Excel. Quanto a isso, caso os dados fossem uma distribuição normal, seria realizada análise de variância e teste de Tukey no software Past3. A análise considerou o diâmetro do caule, o número de folhas e a altura da planta.

3. Resultados e discussão

Tabela 1 – Valores médios para altura de plantas (ALT.), Diâmetro (DIAM.) e Numero de Folhas (NF), em função das doses de trinexapaque-etílico em diferentes cultivares de sorgo. (Araçatuba, SP, 2017).

Cultivares	ALT.cm	DIAM.cm	NF
BRS 508	59.14a	5.71a	13.82a
BRS 509	55.32a	5.63a	13.25a
DMS	15.21	0.67	0.77
Doses	57.63a	5.73a	13.40a
	57.93a	6.10a	13.74a
	59.51a	5.63a	13.93a
	53.86a	5.22a	13.07a
DMS	8.02	1.28	1.46
Valores de F			
Cultivares	0.97ns	0.06ns	2.33ns
Doses	0.38ns	1.23ns	1.02ns
Cultivar x			
Doses	0.20ns	1.37ns	1.01ns

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5%. ns não significativo, * e ** significativo a 5% e 1%, respectivamente.

Fonte: Autor

A coleta de dados da altura, diâmetro e número de folhas de cada cultivar, permitiu a tabulação e, por conseguinte a aplicação do teste Tukey, verificando o grau de significância dos dados, resultando na tabela 1.

No teste, são comparadas as médias de acordo com cada análise, cada dose de maturador aplicado e entre as duas variedades de sorgo sacarino utilizada. A análise possibilita determinar o DMS (diferença mínima significativa), valor que estipula se há igualdade entre as médias, servindo como base para o cálculo do F, que resultando em

valores iguais ou inferiores a 5% indica significância entre os tratamentos, acima desse valor é o indicativo que não houve significância.

Na tabela, primeiro foi analisada a média geral entre as duas variedades de sorgo sacarino, BRS 508 e BRS 509, estudadas, não havendo diferença significativa entre as médias em nenhuma das análises propostas (altura, diâmetro e número de folhas), como pode ser observado de acordo com a letra “a” logo após os valores, indicativo da ausência de diferença.

Posteriormente foi realizado a mesma verificação, porém comparando entre si, segundo cada análise, a média encontrada por dose aplicada nos cultivares, sendo 300mL.ha-1, 600mL.ha-1, 900mL.ha-1 e 0,0mL.ha-1, encontrando também valores que representam a ausência de diferença significativa pelo teste Tukey, indicado pela letra “a”.

Por fim o cálculo do F constatou que em nenhuma das análises propostas, sob as condições impostas aos cultivares, maturador químico e concentrações aplicadas, houve diferença significativa, indicado na tabela pelo ns (não significativo), mostrando assim que neste caso o trinexapaque-etílico não beneficiou ambas as variedades de sorgo sacarino.

4. Considerações finais

O maturador trinexapaque-etílico, nas doses utilizadas, não promoveu diferenças significativas na maioria das plantas de sorgo sacarino das variedades BRS 508 e BRS 509. Quanto a isso, verificou-se que apenas o diâmetro do caule de algumas plantas divergiu, servindo como evidência de que o aumento da concentração desse pode prejudicar o desenvolvimento do diâmetro da variedade BRS 508 de sorgo sacarino.

É importante ressaltar que os valores encontrados também permitem especular que há uma concentração ótima para o uso do maturador, já que o tratamento 1 foi o que apresentou maior tamanho no diâmetro da variedade BRS 508. Contudo, também é importante citar que não houve diferença significativa nesse tratamento.

Considerando o que foi abordado, pode-se considerar que o efeito de trinexapaque-etílico é baixo na morfologia das duas variedades de sorgo sacarino estudadas, havendo pouca influência no desenvolvimento.

Os autores sugerem que outros trabalhos abordem a maturação do sorgo sacarino, testando outras doses e avaliando outras características, como as propriedades do caldo.

Referências bibliográficas

ALMODARES, A.; HADI, M. R. Production of bioethanol from sweet sorghum: A review. **African Journal of Agricultural Research**, v. 4, p. 772-780, 2009.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_01_12_09_00_46_boletim_graos_janeiro_2016.pdf>. Acesso em: 10 maio 2015.

DAHLBERG, J.A. et al. Assessing sorghum [*Sorghum bicolor* (L) Moench] germplasm for new traits: food, fuels & unique uses. **Maydica**, v. 56, p. 85-92, 2011.

FERREIRA, O. E. **Produção de etanol a partir de sorgo sacarino com tratamento enzimático**. 79 f. Tese (Doutorado) - Programa de pós-graduação em Microbiologia Agropecuária. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho". 2015.

GOMES, A.; RODRIGUES, D.; OLIVEIRA, P. Caracterização do sorgo para a produção de etanol. In: Embrapa Agroenergia. **Sorgo Sacarino: Tecnologia Agrônômica e Industrial para Alimentos e Energia**. Brasília: Embrapa Agroenergia, 2011, p.26.

GOMIDE, A. L. O.; VELOSO, L. A.; LAVANHOLI, M. G. **Uso dos maturadores químicos na cultura da cana-de-açúcar**. Nucleus. Edição Especial. 2008. Disponível em: <dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4037477.pdf>. Acesso em: 09 maio 2014.

OLIVEIRA, M. Opção produtiva: Sorgo plantado para produzir etanol na entressafra de cana. **Revista Fapesp**, n. 193, p. 64-65, 2012.

LANDAU, E. C.; SCHAFFERT, R. E. Zoneamento de áreas aptas para o plantio de sorgo sacarino na época de entressafra de cana-de-açúcar no Brasil. In: Embrapa Agroenergia. **Sorgo Sacarino: Tecnologia Agrônômica e Industrial para Alimentos e Energia**. Brasília: Embrapa Agroenergia, 2011, p. 21.

MAGALHES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; SCHAFFERT, R. E. **Fisiologia da Planta de Sorgo**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/484470/fisiologia-da-planta-de-sorgo>>. Acesso em: 11 maio 2015.

PARRELLA, R. A. C. Melhoramento genético do sorgo sacarino. In: Embrapa Agroenergia. **Sorgo Sacarino: Tecnologia Agronômica e Industrial para Alimentos e Energia**. Brasília: Embrapa Agroenergia, 2011, p. 8.

PRASAD et al. Ethanol Production from Sweet Sorghum Syrup for Utilization as Automotive Fuel in India. **Energy & Fuels**, v. 21, p. 2415-2420, 2007.

PURCINO, A. A. C. Sorgo sacarino na Embrapa: histórico, importância e uso. In: Embrapa Agroenergia. **Sorgo Sacarino: Tecnologia Agronômica e Industrial para Alimentos e Energia**. Brasília: Embrapa Agroenergia, 2011, p. 6.

RIBAS, P. M. **Sorgo: Introdução e Importância Econômica**. In: Embrapa. Documentos 26. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/486642/1/Doc26.pdf>>. Acesso em: 10 maio 2015.

SREBERNICH, S.M. **Efeito da umidade, temperatura, velocidade do parafuso e diâmetro da matriz nas características do amido de sorgo submetido a extrusão termoplástica**. 107 f. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1989.

SYNGENTA CROP PROTECTION. **Moddus**. Disponível em: <<http://www.adapar.pr.gov.br/arquivos/File/defis/DFI/Bulas/Outros/MODDUS.pdf>>. Acesso em: 23 mar. 2015.

TEIXEIRA, C. G.; JARDINE, J. G.; BEISMAN, D. A. **Utilização do sorgo sacarino como matéria-prima complementar à cana-de-açúcar para obtenção de etanol em microdestilaria**. Food Science and Technology, Campinas, vol.17, n°3. 1997.

WENDORF, F. et al. Saharan exploitation of plants 8.000 years BP. **Nature**, v. 359, p. 721-724, 1992.