

Caracterização agrônômica de genótipos de sorgo granífero sob condições de baixa disponibilidade hídrica

Natã dos Santos Silva¹, Pablo Pereira da Costa¹, Amanda Silva Rocha², Gustavo André Simon³

¹Graduando, Faculdade de Agronomia, Universidade de Rio Verde, PIBIC-UniRV

²Mestranda, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Universidade de Rio Verde

³Doutor, Faculdade de Agronomia, Universidade de Rio Verde (Orientador) - simon@unirv.edu.br

Reitor:

Prof. Dr. Alberto Barella Netto

Pró-Reitor de Pesquisa e Inovação:

Prof. Dr. Carlos César E. de Menezes

Editor Geral:

Prof. Dra. Andrea Sayuri Silveira Dias Terada

Editores de Seção:

Profa. Dra. Ana Paula Fontana

Prof. Dr. Hidelberto Matos Silva

Prof. Dr. Fábio Henrique Baia

Pra. Dra. Muriel Amaral Jacob

Prof. Dr. Matheus de Freitas Souza

Prof. Dr. Warley Augusto Pereira

Fomento:

Programa PIBIC/PIVIC UniRV/CNPq 2023-2024

Resumo: O sorgo (*Sorghum bicolor*) é um cereal de relevância mundial que desempenha importante papel na alimentação humana e principalmente na produção de ração animal nas regiões. A escassez de água em função da ocorrência de fatores climáticos extremos é um dos grandes desafios enfrentados pela agricultura e está causando consideráveis prejuízos no desenvolvimento das plantas. O objetivo foi identificar projeto identificar indicadores e caracteres associados à tolerância à seca em híbridos de sorgo granífero. O experimento foi conduzido no delineamento de campo realizado no primeiro semestre de 2024, no delineamento em blocos casualizados ao acaso, no esquema de parcelas subdivididas 2 x 8 com quatro repetições. Nas parcelas foram dispostas duas condições de disponibilidade hídrica, e nas subparcelas foram oito híbridos de sorgo granífero. Foram avaliadas características morfofisiológicas na fase vegetativa. Índices de clorofila A e B e taxas fotossintética e transpiratória apresentam potencial na discriminação do comportamento de híbridos sob condições de limitada disponibilidade hídrica.

Palavras-Chave: Melhoramento genético. *Sorghum bicolor*. Tolerância à seca.

Agronomic characterization of grain sorghum genotypes under conditions of low water availability

Abstract: *Sorghum (Sorghum bicolor) is a cereal of global relevance that plays an important role in human nutrition and mainly in the production of animal feed in the regions. Water scarcity due to the occurrence of extreme climatic factors is one of the greatest challenges faced by agriculture and is causing considerable damage to plant development. The objective was to identify indicators and characters associated with drought tolerance in grain sorghum hybrids. The*

experiment was conducted in a field design carried out in the first half of 2024, in a randomized block design, in a 2 x 8 split plot scheme with four replications. Two water availability conditions were arranged in the plots, and in the subplots there were eight grain sorghum hybrids. Morphophysiological characteristics were evaluated in the vegetative phase. Chlorophyll A and B indices and photosynthetic and transpiration rates have potential in discriminating the behavior of hybrids under conditions of limited water availability.

Keywords: Genetic improvement. *Sorghum bicolor*. Drought tolerance.

Introdução

Originário do Noroeste da África, o sorgo (*Sorghum bicolor*) se destaca em meio ao setor agropecuário pela versatilidade de uso, tanto como forrageiro e principalmente como grão, sendo o quinto cereal mais produzido do mundo, inferior apenas ao trigo, milho, arroz e cevada. A exploração do sorgo no Estado de Goiás é exclusivamente na segunda safra (safrinha), geralmente na época que não é mais favorável à semeadura do milho safrinha.

O sorgo apresenta plantas com reconhecidas características que a tornam mais resistentes ao estresse hídrico que outras culturas como o milho, no entanto, por ser semeado tardiamente e pela ocorrência mais frequente de condições climáticas extremas, principalmente veranicos, tem ocorrido até mesmo nesta cultura, significativas reduções na produtividade de grãos (Assefa et al., 2010). Neste contexto, realizar pesquisas com objetivo de identificar não somente um, mas alguns caracteres e indicadores de resistência ao estresse hídrico, entre eles, morfológicos, fisiológicos e componentes da produção, podem contribuir significativamente nos ganhos de seleção de genótipos superiores e com maior tolerância à seca.

Portanto, o objetivo do trabalho foi identificar indicadores morfofisiológicos no sorgo granífero relacionados à tolerância ao estresse hídrico.

Material e Métodos

Os genótipos que foram utilizados no experimento na safrinha de 2024, constituem de híbridos comerciais de sorgo granífero adaptados e recomendados para cultivo na região sudoeste de Goiás.

As avaliações dos indicadores morfofisiológicos foram realizadas em experimento que foi implantado no campo experimental da Universidade de Rio Verde, no delineamento em blocos casualizados no esquema de parcela subdividida com quatro repetições. Dois níveis de disponibilidade de água, quais sejam, condição natural e com complementação por irrigação por aspersão conforme necessidade da cultura em função da evapotranspiração medida na estação meteorológica automática.

Nas subparcelas foram dispostos oito híbridos de sorgo granífero, as quais foram constituídas por quatro linhas de cinco metros de comprimento espaçadas por 0,5 metros entre si. A semeadura foi realizada com semeadora de parcelas da marca Semina.

Foram avaliadas no estágio vegetativo as características altura de planta, diâmetro de colmo, índice de clorofila A e B, taxa fotossintética e taxa transpiratória. As análises estatísticas foram realizadas aplicando a análise de variância e posteriormente o teste de comparação de médias de Scott-Knott.

Resultados e Discussão

Os resultados da análise de variância indicam uma interação significativa entre os híbridos e irrigação somente para índice de clorofila B, já para as demais características ocorreu efeito significativo da irrigação (Tabela 1). Esse resultado sugere que para índice de clorofila B o comportamento dos híbridos não foi coincidente na presença e ausência de irrigação, enquanto que para as demais características ocorreu influência semelhante da irrigação nos híbridos avaliados, desta forma entende-se que o estresse hídrico impacta tanto em características fisiológicas e morfológicas.

Tabela 1 - Resumo da análise de variância para altura de plantas (AP), diâmetro do colmo (DC), Índice de clorofila A (ICA), Índice de clorofila B (ICB), Taxa fotossintética (Pn), Taxa transpiratória (E), de oito híbridos de sorgo granífero sob condições distintas de capacidade de campo

FV	GL	QUADRADO MÉDIO											
		AP		DC		ICA		ICB		Pn		E	
Irrigação (I)	1	5640	**	258,54	*	17,2	**	5,0	**	32,6	**	47,610	**
Erro (a)	3	220		11,23		1068,2		868,4		2220,7		0,674	
Híbridos (H)	7	506	**	17,45	**	15,6		3,0		26,9		0,448	
I x H	7	233		4,80		21,4		5,8	*	21,4		0,760	
Erro (b)	42	1965		5,00		29,1		10,8		27,9		0,685	
CV _a (%)		18,93		25,70		10,64		11,93		42,07		31,85	
CV _b (%)		8,74		17,16		12,80		14,48		37,61		32,11	

**, * Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. Fonte: autoria própria

As características morfológicas foram impactados pelo déficit hídrico sendo os híbridos com menor estresse o NUGRAIN 400, 1G100, AG1080, BRS 3318 e BRS 332 para altura de planta e o NUGRAIN 250, AG 1080, 1G100, NUGRAIN 400 e BRS 310 para diâmetro de colmo (Tabela 2). Dessa forma é possível destacar os híbridos NUGRAIN 400, AG 1080 e 1G100 que apresentaram menor variação em ambas as características.

O déficit de água é um dos fatores que afeta a altura da planta, característica que no sorgo pode variar de 40 cm até 4 m e é importante para a classificação da espécie quanto ao seu porte (MAGALHÃES et al., 2012). Santos et al. (2004), avaliando o comportamento de cultivares de sorgo granífero para resistência à seca em pós-florescimento, observaram que houve variação para a altura de planta, quando compararam a média geral dessa característica nas condições: sob déficit hídrico e sob irrigação plena; indicando influência da condição de déficit hídrico imposta às plantas.

A redução do diâmetro do colmo influencia de forma negativa o desenvolvimento das plantas, estas quando apresentam colmos mais finos têm dificuldades em transportar água e nutrientes, além de produzir baixa quantidade de assimilados para o enchimento dos grãos. A redução do diâmetro das plantas não é uma característica desejada, visto que colmos mais finos possuem menor capacidade de translocação de água e nutrientes e ainda são mais suscetíveis ao acamamento (Crusciol et al., 2011).

O índice de clorofila A foi impactado com estresse hídrico de forma semelhante em todos os híbridos, entretanto, menores reduções ocorreram no NUGRAIN 250, AG1080, 1G100, NUGRAIN 400 e BRS 310. Resultado semelhante foi observado no índice de clorofila B, destacando os híbridos BRS 332, NUGRAIN 250, AG1080, BRS 310 e BRS 3318 com menores variações nas médias (Tabela 3). Observa-se uma semelhança no comportamento com os dados morfológicos, sugerindo que os índices de clorofila possibilitam identificar híbridos com menor sensibilidade ao déficit hídrico.

Tabela 2 - Valores médios de altura de plantas (m) e diâmetro do colmo de oito híbridos de sorgo granífero sob condições distintas de disponibilidade hídrica

Híbridos	Altura de plantas (m)				Diâmetro do colmo (mm)			
	Irrigação		Média		Irrigação		Média	
	Com	Sem			Com	Sem		
1G100	98,5	79,8	89,2	a	16,9	13,1	15,0	a
AG 1080	79,9	63,5	71,7	b	14,9	12,1	13,5	b
BRS 310	86,2	61,4	73,8	b	13,6	9,3	11,5	b
BRS 3318	79,2	62,7	70,9	b	15,1	9,9	12,5	b
BRS 332	84,4	66,7	75,5	b	15,5	9,7	12,6	b
NUGRAIN 250	81,6	61,7	71,6	b	15,9	14,8	15,4	a
NUGRAIN 400	89,7	77,3	83,5	a	13,2	9,7	11,5	b
NUGRAIN 420	101,6	77,7	89,6	a	15,2	9,7	12,5	b
Média	87,6	A 68,8	B		15,1	A 11,0	B	

Fonte: autoria própria

Médias seguidas por mesma letra minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de de Scott-knott a 5% de probabilidade.

O índice de clorofila A foi impactado com estresse hídrico de forma semelhante em todos os híbridos, entretanto, menores reduções ocorreram no NUGRAIN 250, AG1080, 1G100, NUGRAIN 400 e BRS 310. Resultado semelhante foi observado no índice de clorofila B, destacando os híbridos BRS 332, NUGRAIN 250, AG1080, BRS 310 e BRS 3318 com menores variações nas médias (Tabela 3). Observa-se uma semelhança no comportamento com os dados morfológicos, sugerindo que os índices de clorofila possibilitam identificar híbridos com menor sensibilidade ao déficit hídrico.

Tabela 3 - Valores médios de índice de clorofila A e índice de clorofila B de oito híbridos de sorgo granífero sob condições distintas de disponibilidade hídrica

Híbridos	Índice de clorofila A				Índice de clorofila B			
	Irrigação		Média		Irrigação		Média	
	Com	Sem			Com	Sem		
1G100	42,3	28,1	35,2	a	19,9	aA	8,5	bB
AG 1080	41,8	33,8	37,8	a	18,5	aA	12,7	aB
BRS 310	42,1	33,4	37,8	a	19,0	aA	11,3	aB
BRS 3318	41,5	31,2	36,4	a	18,1	aA	10,1	bB
BRS 332	41,0	34,8	37,9	a	17,4	aA	13,2	aB
NUGRAIN 250	39,9	35,0	37,5	a	17,7	aA	12,6	aB
NUGRAIN 400	41,1	39,1	40,0	a	18,3	aA	9,5	bB
NUGRAIN 420	40,5	29,7	35,1	a	17,1	aA	9,2	bB
Média	41,3	A 33,1	B		18,3	10,9		

Médias seguidas por mesma letra minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade. Fonte: autoria própria

As clorofilas a (verde-azulada) e b (verde-amarelada) são essenciais para a conversão da energia luminosa em energia química armazenada; enquanto os carotenoides são pigmentos amarelados ou alaranjados, denominados de acessórios (KERBAUY, 2008).

Os resultados observados para taxa fotossintética e transpiratória demonstraram decréscimo de forma semelhante nos híbridos quando submetidos ao estresse hídrico, demonstrando serem indicadores fisiológicos do comportamento de plantas quando submetidas ao déficit hídrico (Tabela 4). Na taxa fotossintética menor variações ocorreram no NUGRAIN 250, BRS 332, AG1080, BRS 310 e 1G100 enquanto na taxa transpiratória foram NUGRAIN 250, 1G100, BRS 310, BRS 332 e AG1080.

Estes autores destacam ainda que, a pressão do estresse na planta fica mais intensa quando, além da deficiência hídrica, ocorre o estresse causado por altas temperaturas, contribuindo ainda mais para a redução da taxa fotossintética líquida devido ao aumento da taxa da respiração, afetando diretamente o rendimento de grãos. A perda de produtividade em função da exposição da cultura a déficit hídrico, que tem influência direta na taxa fotossintética, varia principalmente em função do estágio fenológico das plantas, do tempo de duração do déficit hídrico e do genótipo das plantas (LANDAU e SANS, 2012).

E as altas temperaturas, com pequenas variações interanuais exercem fortes efeitos sobre a evapotranspiração que, por sua vez, determinam o déficit hídrico como o maior entrave à ocupação do semiárido, ressaltando a importância do conhecimento de mecanismos de adaptação das plantas e formas de amenizar o estresse das mesmas (LEÃO, 2006).

Tabela 4 - Valores médios de taxa fotossintética (Pn) e taxa transpiratória (E) de oito híbridos de sorgo granífero sob condições distintas de disponibilidade hídrica

Taxa fotossintética					Taxa transpiratória				
Híbridos	Irrigação			Média	Irrigação			Média	
	Com	Sem			Com	Sem			
1G100	16,2	5,5		10,9	a	3,2	1,9	2,5	a
AG 1080	16,4	6,3		11,3	a	3,1	1,5	2,3	a
BRS 310	18,2	6,3		12,2	a	3,5	1,9	2,7	a
BRS 3318	17,8	5,8		11,8	a	3,5	1,5	2,5	a
BRS 332	16,5	7,2		11,9	a	3,2	1,7	2,4	a
NUGRAIN 250	19,2	13,0		16,1	a	3,5	2,7	3,1	a
NUGRAIN 400	19,4	3,9		11,6	a	3,7	1,2	2,5	a
NUGRAIN 420	22,1	3,7		12,9	a	3,9	1,3	2,6	a
Média	18,2	A	6,5	B		3,4	A	1,7	B

Médias seguidas por mesma letra minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Scott-knott a 5% de probabilidade. Fonte: autoria própria

Observa-se relativa concordância do comportamento dos híbridos sob estresse hídrico quando utilizados caracteres morfológicos e fisiológicos para estimação dos efeitos nas plantas, do déficit hídrico, o que sugere haver a possibilidade de utilização de indicadores fisiológicos nas avaliações preliminares para identificação de genótipos com menor sensibilidade ao fator de estresse relacionado a menor disponibilidade hídrica.

Conclusão

Os caracteres relacionados ao índice de clorofila e taxa fotossintética e transpiratória podem ser úteis para distinguir variações no comportamento de híbridos de sorgo granífero sob condições de déficit hídrico.

Agradecimentos

Agradecimento a Universidade de Rio Verde pela bolsa de iniciação científica.

Referências Bibliográficas

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration** (guidelines for computing crop water requirements). Rome: FAO Irrigation and Drainage, 1998. 56p.

BEILLOUIN, D.; SCHAUBERGER, B.; BASTOS, A.; CIAIS, P.; MAKOWSKI, D. Impact of extreme weather conditions on European crop production in 2018. **Philosophical Transactions of the Royal Society B Biological Sciences**, v.375, n.1810, 20190510. 2020.

BRITO, A. L.; VEIGA, J. A. P.; CORREIA, F. W.; CAPISTRANO, V. B. Avaliação do desempenho dos modelos HadGEM2-ES e Eta a partir de indicadores de extremos climáticos de precipitação para a bacia amazônica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.34, n.2, p.165-177, 2019.

BULEGON, L. G.; GUIMARÃES, V. F.; BATTISTUS, A. G.; INAGAKI, A. M.; COSTA, N. V. Mitigation of drought stress effects on soybean gas exchanges induced by *Azospirillum brasiliense* and plant regulators. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.49, e52807, 2019.

CARVALHO, W. K. M.; SILVA, A. O.; BON, F. P.; FERNANDES, R. A. S. Mudanças climáticas na metrópole paulista: uma análise de planos diretores e leis urbanísticas. **Ambiente Construído**, v.20, n.4, p.143-156, 2020.

SANTANA, Maurício Castelo Branco. Desempenho produtivo de híbridos comerciais de sorgo granífero sob deficiência hídrica. 2013. 74 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Produção Vegetal) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí, 2013.

SILVA, Ayure Gomes da. Depressão por endogamia em híbridos simples de sorgo granífero sob estresse hídrico. 2018. 56 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual de Goiás, Ipameri-GO, 2018.

CRUSCIOL, C. A. C; MATEUS, G. P; PARIZ, C. M; BORGHI, E; COSTA, C; SILVEIRA, J. P. F. Nutrição e produtividade de híbridos de sorgo granífero de ciclos contrastantes consorciados com capim-marandu. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília- Df, v. 46, n. 10, p.1234-1240, out. 2011.

KERBAUY, G. B. Fisiologia vegetal. 2.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 431 p.

LANDAU, E. C.; SANS, L. M. A. Clima. In: RODRIGUES, J. A. S. (Ed.). Cultivo do sorgo. 8. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. (Embrapa Milho e Sorgo. Sistema de produção, 2).