

Morfologia radicular em plântulas de sorgo sob condições com e sem déficit hídrico

Marcos Paulo Mingote Júlio², Cicero Beserra de Menezes³, Bruno Henrique Mingote Julio², Crislene Vieira Santos⁴, Elizete dos Reis Lima Carvalho², Paulo César Magalhães³

¹Trabalho financiado pelo CNPq. ²Estudante do Curso de Agronomia da Universidade Federal de São João del-Rei, Bolsista PIBIC do Convênio CNPq / Embrapa. ³Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. ⁴Doutoranda, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

Introdução

A redução das chuvas ou sua distribuição irregular, durante a segunda safra, ocasiona grandes perdas na produção de grãos e outras atividades agrícolas. Dessa forma, a seleção por genótipos de sorgo mais adaptados para condições de estresse por déficit hídrico pode ajudar a mitigar estes efeitos climáticos (Batista et al., 2017).

Ensaio de tolerância à seca em nível de campo são muito difíceis em razão da grande influência ambiental, sendo que a maior parte das características de parte aérea ou raiz tem baixa correlação com a produtividade. A seleção em estágio precoce da planta (plântula) permite a avaliação de um maior número de genótipos, antes de serem avaliados em campo, aumentando o ganho de seleção e o tempo nos programas de melhoramento (Comas et al., 2013). Uma forma de realizar esta seleção é através da avaliação da morfologia radicular em plântulas. Há relatos de correlação significativa entre comprimento de raiz, razão raiz/parte aérea e volume radicular com produtividade de grãos (Rauf, 2008; Ali et al., 2009; Bibi et al., 2012; Hufnagel et al., 2014).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi desenvolver uma metodologia de triagem precoce adaptada ao sorgo granífero, utilizando plântulas em tubetes para identificação de genótipos tolerantes ao déficit hídrico, analisando a morfologia radicular e a matéria seca de raiz e parte aérea.

Material e Métodos

Foram realizados dois ensaios, um com déficit hídrico e outro sem déficit hídrico. Foram utilizados tubetes de 63 x 190 mm (Figura 1A), contendo Latossolo Vermelho Distrófico Típico, adubado com NPK (08-28-16), sendo 50 g de N, 50 g de P_2O_5 , 35 g K_2O por m^3 de solo. Diariamente os tubetes foram irrigados com 50 mL de água por tubete. Aos 10 dias após semeadura foi realizada fertirrigação com 5% de ureia. Os tubetes foram alocados em bandejas de 6x9 células (Figura 1), totalizando 54 tubetes por bandeja em bancadas de alumínio. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições. No total foram avaliados 26 híbridos de sorgo granífero, sendo 23 híbridos experimentais do Programa de Melhoramento de Sorgo da Embrapa e três comerciais (BRS 310, DKB 540 e 1G282).

Dez dias após a semeadura a irrigação foi interrompida no ensaio de déficit hídrico, e continuou-se irrigando o ensaio controle, sem déficit. Aproximadamente dez dias após a interrupção da irrigação, quando as folhas começaram a enrolar, mostrando sintomas de estresse, as plântulas foram coletadas.



Figura 1. Medidas do tubete (A), e ao lado as bandejas de plântulas de sorgo sem déficit hídrico (esquerda) e com déficit hídrico (direita) (B).

Vinte dias após o plantio, as raízes das plântulas foram lavadas utilizando um jato de água, até o sistema radicular ficar livre de solo. Para evitar perdas de material vegetal, a lavagem foi realizada utilizando peneiras de 10 e 60 Mesh. Após lavagem do sistema radicular, as plantas foram separadas em sistema radicular e parte aérea. As raízes lavadas foram armazenadas em frasco contendo solução de etanol 70% para evitar sua desidratação. Foram avaliadas as seguintes características: comprimento radicular total (cm), área projetada da raiz (cm^2), área de superfície radicular total (cm^2), diâmetro médio de raiz (mm), volume radicular total (cm^3), área da superfície de raízes

muito finas, com diâmetro entre 0-1 mm (cm²), e massa seca de parte aérea e de raiz, utilizado o sistema WinRhizo Pro 2007a (Regent Instr. Inc.), acoplado a um escâner profissional Epson XL 10000 equipado com unidade de luz adicional (TPU), com definição de 400 dpi para as medidas de morfologia de raiz (Bouma et al., 2000).

Para determinar a matéria seca, a parte aérea (colmo e folhas) e raiz foram armazenadas em sacos de papel e colocados em estufa de circulação forçada de ar a 72 °C até obtenção de massa constante. Após a secagem, o material vegetal foi pesado para determinação de sua matéria seca.

Os híbridos de sorgo também foram avaliados em campo, sendo suspensa a irrigação aos 45 dias após a semeadura, quando as plantas estavam em fase de emborrachamento, conforme descrito por Batista et al. (2017).

Os dados foram submetidos à análise de variância individual e conjunta, e foi realizada correlação de Pearson entre as características de campo e as morfológicas de raiz, com auxílio do programa Genes.

Resultados e Discussão

A interação entre híbridos e ambientes no ensaio de casa de vegetação foi significativa para todas as características avaliadas, à exceção de CR (Tabela 1). O CV (%) foi baixo para as características CR (7,3%) e DR (8,9%), moderado para AS (18,9), VR (17,5) e SA1 (18,5), e alto para MSR/MSPA (27,99).

Tabela 1. Resumo da análise de variância conjunta para características morfológicas de plântulas de sorgo em ambientes com e sem restrição hídrica.

FV	GL	Quadrado médio						
		CR	SA	DR	VR	SA1	MSR/MSPA	PG ¹
Híb (H)	25	442.3 ^{ns}	840.4 ^{**}	0.001 ^{**}	0.04 ^{**}	491.7 ^{**}	0.0006 ^{**}	759961.3 ^{**}
Ambientes (A)	1	757.8 ^{ns}	30386.5 ^{**}	0.02 ^{ns}	0.35 ^{**}	17319.1 ^{**}	0.0032 ^{ns}	67729385.2 ^{**}
H x A	25	532.5 ^{ns}	446.0 ^{**}	0.0004 [*]	0.04 ^{**}	245.9 ^{**}	0.0004 ^{**}	409735.9 ^{ns}
Resíduo	100	415.9	210.6	0.00	0.01	124.3	0.0002	288243.5
Média		277.78	76.77	0.27	0.57	60.36	0.0450	3388.0
CV%		7.34	18.91	5.93	17.54	18.47	27.99	15.85

Fonte de variação (FV), grau de liberdade (GL); CR: Comprimento de raiz (cm); PA: Projeção da raiz (cm²); SA: Área total da superfície radicular (cm²); DR: Diâmetro da raiz (mm); VR: Volume radicular total (cm³); SA1: Área de superfície de raízes muito finas entre 0 e 1 mm de diâmetro (cm²) MSA: Massa

seca aérea (g); MSR: Massa seca da raiz (g). Coeficiente de variação; (CV%), ^{ns} – não significativo; **,* significativo a 1 e 5%, respectivamente. ¹ PG produtividade de grãos, obtido em campo.

Já no ensaio de campo a interação híbridos x ambientes não foi significativa para produtividade de grãos, então se decidiu usar a média dos híbridos para realização das correlações das características de morfologia com produtividade em campo.

A produtividade de grãos apresentou correlações positivas, porém, de baixa magnitude, com as características de raízes avaliadas em tubetes, variando de 0,25 ($p < 0,23$) a 0,42 ($p < 0,034$) (Figura 2). As características área da superfície total de raízes ($r = 0,41$ e $p < 0,037$) e área da superfície total de raízes muito finas ($r = 0,42$ e $p < 0,034$) apresentaram correlações significativas com produtividade de grãos em nível de campo. Vale ressaltar que AS e AS1 apresentaram correlações significativas e positivas com as outras características do sistema radicular avaliadas como VR ($r = 0,98$ e $p < 0,05$) e MSR/MSPA ($r = 0,88$ e $p < 0,05$).

Ali et al. (2009) também observaram correlação significativa e positiva entre comprimento radicular e razão da massa seca raiz/parte aérea de plântulas de sorgo com a produtividade de grãos avaliada em condições de campo.

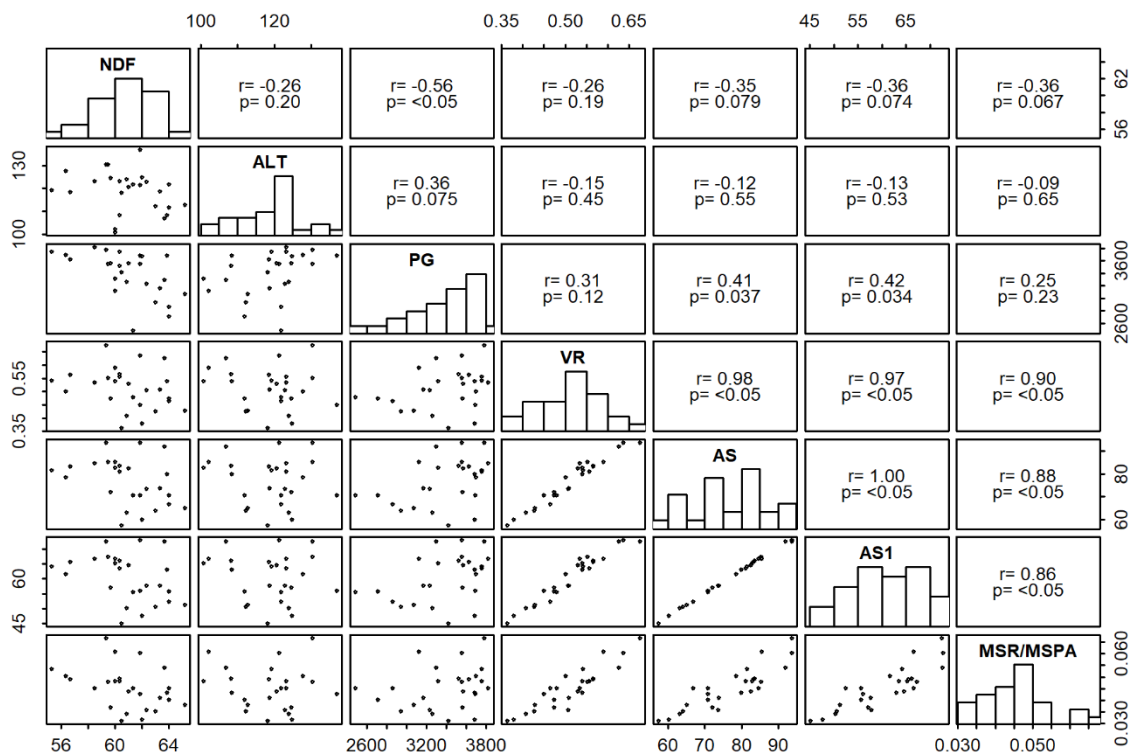


Figura 2. Análise de correlação genética de características de sorgo granífero avaliadas em condições de campo (média dos ambientes com e sem restrição hídrica) - NDF: Número de dias para florescimento; ALT: Altura de Plantas (cm); PG: Produtividade de grãos em (kg.ha⁻¹) e características morfofisiológicas das raízes avaliadas em tubetes com restrição hídrica - VR: volume de raízes; AS: Área total da superfície radicular (cm²); AS1: Área de superfície de raízes muito finas, entre 0 e 1 mm de diâmetro (cm²); MSR/MSPA: Relação massa seca raiz/ massa seca parte aérea), r: Coeficientes de correlação de Pearson.

Os híbridos que apresentaram maiores MSR, MAS e área de superfície de raiz (AS) foram BRS 310, 1G282, 1516059, 1716049 e 1718036. Estes híbridos estão entre os mais produtivos em condições de estresse no campo. Estes dados corroboram com os resultados encontrados por Menezes et al. (2015), em que os híbridos BRS 310 e 1G282 apresentaram maior produtividade em condições de estresse hídrico.

O tubete não permitiu diferenciar os híbridos para o comprimento total de raiz, havendo necessidade de mais estudos para testar se isso se deve ao tamanho do tubete ou à própria diversidade dos híbridos para esta característica.

Conclusões

O cultivo em tubetes permitiu a diferenciação entre híbridos de sorgo para as características radiculares e de massa seca, sendo que as características área de superfície de raiz (cm²) e área da superfície de raízes muito finas, de 0-1 mm, avaliadas em tubetes, apresentaram correlação significativa com produtividade de grãos em nível de campo, e podem auxiliar na seleção de sorgo para tolerância à seca.

Referências

ALI, M. A.; ABBAS, A.; NIAZ, S.; ZULKIFFAL. M.; ALI, S. Morpho-physiological criteria for drought tolerance in sorghum (*Sorghum bicolor*) at seedling and post-anthesis stages. **International Journal of Agriculture & Biology**, v. 11, n. 6, p. 674-680, 2009.

BATISTA, P. S. C.; MENEZES, C. B.; CARVALHO, A. J.; PORTUGAL, A. F.; BASTOS, E. A.; CARDOSO, M. J.; SANTOS, C. V.; JULIO, M. P. M. Performance of grain sorghum hybrids under drought stress using GGE biplot analyses. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, n. 3, p. 1-12, 2017.

BIBI, A.; SADAQAT, H. A.; TAHIR, M. H. N.; AKRAN, H. M. Screening of sorghum (*Sorghum bicolor* varmoench) for drought tolerance at seedling stage in polyethylene glycol. **Journal of Animal & Plant Sciences**, v. 22, n. 3, p. 671-678, 2012.

BOUMA, T. J.; NIELSEN, K. F.; KOUTSTAAL, B. P. Sample preparation and scanning protocol for computerized analysis of root length and diameter. **Plant and Soil**, v. 218, n. 1, p. 185-196, 2000.

COMAS, L. H.; BECKER S. R.; CRUZ, V. M. V.; BYRNE, P. F.; DIERIG, D. A. Root traits contributing to plant productivity under drought. **Frontiers Plant Science**, v. 4, n. 442, p. 1-16, 2013.

HUFNAGEL, B.; SOUSA, S. M. de; ASSIS, L.; GUIMARÃES, C. T.; LEISER, W.; AZEVEDO, G. C.; NEGRI, B.; LARSON, B. G.; SHAFF, J. E.; PASTINA, M. M.; BARROS, B. A.; WELTZIEN, E.; RATTUNDE, H. F. W.; VIANA, J. H.; CLARK, R. T.; FALCÃO, A.; GAZAFFI, R.; GARCIA, A. A. F.; SCHAFFERT, R. E.; KOCHIAN, L. V.; MAGALHÃES, J. V. Duplicate and conquer: multiple homologs of PHOSPHORUS-STARVATION TOLERANCE1 enhance phosphorus acquisition and sorghum performance on low-phosphorus soils. **Plant Physiology**, v. 166, p. 659-677, 2014.

MENEZES, C. B. de; RIBEIRO, A. da S.; TARDIN, F. D.; CARVALHO, A. J. de; BASTOS, E. A.; CARDOSO, M. J.; PORTUGAL, A. F.; SILVA, K. J. da; SANTOS, C. V. dos; ALMEIDA, F. H. L. de. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de sorgo em ambientes com e sem restrição hídrica. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 14, n. 1, p. 101-115, 2015.

RAUF, S.; SADAQAT, A. H.; KHAN, I. A. Effect of moisture regimes on combining ability variations of seedling traits in sunflower (*Helianthus annuus* L.). **Canadian Journal of Plant Science**, v. 88, n. 2, p. 323-329, 2008.