

Interferência do déficit hídrico na produtividade e acúmulo de sólidos solúveis em genótipos de milho contrastantes a seca¹

Thaís Melo da Fonseca², Paulo César Magalhães³

¹ Trabalho financiado pelo CNPq/Fapemig; ² Estudante do Curso de Agronomia da Univ. Fed. de São João del-Rei, Bolsista PIBIC do Convênio Fapemig/Embrapa/ FAPED; ³ Pesquisador da Embrapa Milho e Sorgo

Introdução

A produtividade do milho (*Zea mays*, L) é determinada dentre outros fatores pela disponibilidade de fotoassimilados que são translocados para o enchimento dos grãos (MAGALHÃES; JONES, 1990). Conhecer o momento em que a planta disponibiliza carboidratos, como fonte aos grãos, e as condições edafoclimáticas necessárias para que ocorra esse processo poderá auxiliar no manejo da cultura durante veranicos ou irrigação programada.

A produção brasileira de grãos, destacando-se o milho, depende na sua maior parte de precipitação pluviométrica. As regiões com baixa incidência ou que sofrem por irregularidade de chuvas, em boa parte das safras, têm sua produtividade afetada (MENEZES et al., 2015). Dados da Conab (2016) mostram que houve uma redução de 3,1%, na safra de 2015/2016 devido ao estresse hídrico.

No entanto, é importante ressaltar que deficiência hídrica irá comprometer a produção do milho de acordo com sua intensidade, duração, estágio fenológico e material genético (SOUZA et al., 2012). E de acordo com Bergamaschi et al. (2006) poderá haver redução de produtividade do milho mesmo em anos climaticamente favoráveis, desde que o déficit hídrico ocorra no período crítico, ou seja, da pré-floração ao início de enchimento de grãos.

Uma resposta comum proveniente de plantas estressadas é a indução e a acumulação de osmolitos, tais como prolina, polióis e açúcares, a fim de aumentar o seu potencial osmótico. Este fato propõe-se a conferir um grau de osmoproteção durante períodos de estresse abiótico por via de estabilização de estruturas subcelulares (FILLIPOU et al., 2011).

Análises de carboidratos nos colmos da planta podem mostrar uma relação entre translocação e mobilização de fotoassimilados durante crescimento, podendo vir a fornecer informação acerca da limitação da fonte na planta (MAGALHÃES; JONES, 1990).

Diante disso, o objetivo do presente estudo foi demonstrar as interferências diretas que o déficit hídrico pode vir a causar na produtividade e acúmulo de sólidos solúveis em genótipos contrastantes a seca DKB 390, BRS 1055 (tolerantes) e BRS1010, 2B710 (sensíveis).

Material e Métodos

O experimento foi realizado em campo na estação experimental do Gorutuba em Janaúba, Minas Gerais (15°47' S, 43°18' W e 516 m de altitude) durante os meses de abril a agosto de 2015. O solo utilizado foi do tipo Latossolo Vermelho Amarelo, textura média e siltoso e as adubações de base e cobertura foram realizadas de acordo com análise do solo, seguindo recomendação para o milho no Estado de Minas Gerais.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados e os tratamentos constaram de quatro genótipos de milho comercial, sendo dois tolerantes ao estresse hídrico (DKB 390 e BRS 1055) e dois sensíveis (BRS1010 e 2B710) (LAVINSKY et al., 2016), combinados com duas condições hídricas (Irigado normal e suspensão de rega durante 25 dias). Cada tratamento foi composto por quatro repetições, totalizando, no final, 32 parcelas. Cada parcela continha 5 m de comprimento por 3,2 m de largura com bordadura de 2 m, perfazendo uma área total de 16 m² por parcela.

Os genótipos foram irrigados conforme necessário para seu desenvolvimento até a imposição hídrica dos tratamentos. No estágio de florescimento metade das parcelas teve sua irrigação suspensa durante 25 dias, o teor de água no solo foi monitorado diariamente por um sensor de umidade Watermark (tensiômetro), nos períodos de 09 e 15 horas para imposição do déficit hídrico.

Avaliações Fisiológicas

Ao final do período de imposição do estresse hídrico foram avaliados o teor de clorofila, medido através de um clorofilômetro portátil, Soil plant analysis development (SPAD) (Minolta SPAD 502 Osaka, Japan). A fluorescência da clorofila, avaliada por meio da relação da fluorescência variável/fluorescência máxima (Fv/ Fm), utilizando-se um fluorímetro portátil, Pocket PEA chlorophyll fluorimeter (Hansatech United Kingdom). A condutância estomática, medida com o auxílio do porometro portátil, Leaf Porometer (Decagon Pullman USA). A área foliar, aferida por meio de um leitor de área foliar (LI-3100C, Nebraska, USA). E no pré-florecimento e colheita foi quantificado conteúdo de açúcares totais de acordo com Jones et al. (1981). No final do ciclo da cultura as espigas foram colhidas, os grãos foram separados das espigas e tiveram sua umidade e peso determinado. Para homogeneização das amostras a umidade dos grãos foi corrigida para 13%. Após a obtenção dos dados esses foram submetidos à análise de variância (ANOVA), seguido pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Os resultados mostram que o teor de clorofila (Tabela 1) não apresentou diferença estatisticamente significativa entre os genótipos sensíveis e tolerantes, quando expostos a condições de irrigação e estresse hídrico.

Observa-se também que não há diferenças estatisticamente significativas entre os genótipos para área foliar, fato que pode vir a ser justificado pelo estágio vegetativo em que os tratamentos foram introduzidos. O estresse hídrico no florescimento deverá afetar o desenvolvimento do óvulo, espiga e pendão (MAGALHÃES et al., 2002), enquanto a área foliar estará formada para produção de fotoassimilados dos futuros grãos.

Para avaliações de danos no fotossistema II (Fluorescência da clorofila) utilizou-se a relação Fv/Fm, em que é possível observar que não houve grandes diferenças entre os tratamentos. Salienta-se que valores acima de 0,70 demonstram que as plantas não sofreram danos ao fotossistema II.

Tabela 1: Médias de teores de clorofila, área foliar e fluorescência da clorofila. Janaúba-MG, 2015

	Teor de clorofila (U spad)	Área foliar (cm ²)	Relação Fv/Fm
¹ BRS 1010 IRN	48,07 a	4732,33 a	0,69ab
¹ BRS1010 EST	51,19 a	3920,98 a	0,72a
¹ 2B710 IRN	47,20 a	4578,851 a	0,75 a
¹ 2B710 EST	49,43 a	4201,76 a	0,75a
² DKB390 IRN	47,43 a	4588,15 a	0,69 ab
² DKB390 EST	49,32 a	4381,37 a	0,74 a
² BRS1055 IRN	52,73 a	4103,39 a	0,76 a
² BRS1055 EST	48,01 a	4396,32 a	0,70 a

Legenda: IRN, irrigado normal.; EST, estressado. 1, genótipos sensíveis.; 2 genótipos tolerantes. As médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% probabilidade.

Os teores de açúcares solúveis totais presentes nos colmos são mostrados na Tabela 2. Nota-se que nos períodos de pré-floração houve um maior acúmulo de carboidratos, resultado também encontrado por Pimentel (1999).

Como esperado, durante a colheita, na segunda análise observa-se um grande declínio em relação aos teores de açúcares solúveis em todas as cultivares e tratamentos utilizados, mostrando que estes foram consumidos durante o enchimento de grãos, fato já relatado na literatura (PIMENTEL, 1999), (FU et al., 2010) e (MAGALHÃES; JONES, 1990). De acordo com Tollenaar (1977), a capacidade de atrair fotoassimilados e carboidratos também declina durante o período final de enchimento de grãos.

Os genótipos tolerantes, sob condições de estresse hídrico, apresentaram maior média de peso de grãos, quando comparados aos genótipos sensíveis sob estresse. Em condições normais de irrigação não se observaram diferenças entre os genótipos para essa variável.

Tabela 2: Médias de teores de açúcares solúveis antes do estresse hídrico e na colheita e peso de grãos. Janaúba-MG

Genótipos	Açúcar prefloração (ml/dm ³)	Açúcar colheita (ml/dm ³)	Peso de grãos (Kg. ha ⁻¹)
¹ BRS 1010 IRN	16,27 a	0,33 a	7245 a
¹ BRS1010 EST	17,51 a	0,43 a	2435 c
¹ 2B710 IRN	16,42 a	0,25 a	6485 a
¹ 2B710 EST	18,28 a	0,36 a	2915 c
² DKB390 IRN	15,16a	0,29 a	8533 a
² DKB390 EST	13,73 a	0,37 a	4940 b
² BRS1055 IRN	16,74 a	0,46 a	7435 a
² BRS1055 EST	16,99 a	0,40 a	4375 b

Leg

enda: IRN, irrigado normal.; EST, estressado. 1, genótipos sensíveis.; 2, genótipos tolerantes. As médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Conclusões

O teor de açúcares solúveis totais, clorofila, área foliar e relação Fv/Fm não foram capazes de revelar mecanismos diferenciados utilizados pelos genótipos avaliados para tolerância ao déficit hídrico.

Em condições de déficit hídrico, a produção de grãos foi maior nos genótipos tolerantes em relação aos sensíveis, confirmando assim o padrão dos genótipos em relação a sensibilidade ao estresse hídrico.

Referências

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; COMIRAN, F.; BERGONCI, J. I.; MÜLLER, A. G.; FRANÇA, S.; SANTOS, A. O.; RADIN, B.; BIANCHI, C. A. M. E.; PEREIRA, P. G. Deficit hídrico e produtividade na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 41, n. 2, p. 243-249, fev. 2006.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: décimo levantamento: julho 2016**. Brasília, DF, 2016. Disponível em:

<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_07_11_17_36_02_boletim_graos_julho_2016.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2017.

FILLIPOU, P.; ANTONIOU, C.; FOTOPOULOS, V. Effect of drought and rewatering on the cellular status and antioxidant response of *Medicago truncatula* plants. **Plant Signaling and Behaviour**, v. 6, n. 2, p. 270-277, 2011.

FU, J.; HUANG, B.; FRY, J. Osmotic potential, sucrose level, and activity of sucrose metabolic enzymes in tall fescue in response to deficit irrigation. **Journal of the American Society Horticultural Science**, v. 135, n. 6, p. 506-510, 2010.

JONES, R. J.; GENGENBACH, B. G.; CARDWELL, E. V. B. Temperature effects on in vitro kernel development of maize. **Crop Science**, Madison, v. 21, p. 761-766, 1981.

LAVINSKY, A. O.; MAGALHÃES, P. C.; DINIZ, M. M.; GOMES JÚNIOR, C. C.; CASTRO, E. M.; ÁVILA, R. G. Root system traits and its relationship with photosynthesis and productivity in four maize genotypes under drought. **Cereal Research Communications**, Szeged, v. 44, n. 1, p. 89-97, 2016.

MAGALHÃES, P. C.; JONES, R. Aumento de fotoassimilados sobre os teores de carboidratos e nitrogênio em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, n. 12, p. 1755-1761, dez. 1990.

MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M.; CARNEIRO, N. P.; PAIVA, E. **Fisiologia do milho**. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 2002. 23 p. (Embrapa-CNPMS. Circular Técnica, 22).

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

PIMENTEL, C. Relações hídricas em dois híbridos de milho sob dois ciclos de deficiência hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 34, n. 11, p. 2021-2027, nov. 1999.

SOUZA, T. C. de; CASTRO, E. M. de; MAGALHÃES, P. C.; ALVES, E. T.; PEREIRA, F. J. Early characterization of maize plants in selection cycles under soil flooding. **Plant Breeding**, Berlin, v. 131, p. 493-501, 2012.

TOLLENAAR, M. Sink-source relationships during reproductive development in maize. **Maydica**, Bergamo, v. 22, p. 49-75, 1977.