

Área Foliar e Produtividade de Grãos de Cultivares de Milho, Submetidas à Déficit Hídrico, em Nova Porteirinha, MG

Camilo L.T. Andrade¹, Tales A. Amaral², Paulo E. P. Albuquerque¹, Reinaldo L. Gomide¹, Alexandre B. Heinemann³, Antônio Carlos Oliveira¹, Ana P. Mendes⁴, Fernando F. Alves⁵ e Samira G. Araujo⁶

¹Pesquisador, Embrapa Milho e Sorgo, Rod. MG 424, Km 45, Zona Rural, 35701-970 – Sete Lagoas, MG, e-mail: camilo@cnpms.embrapa.br; ²Biólogo, MSc Fisiologia Vegetal, Bolsista Fapemig, e-mail: tales_amaral@yahoo.com.br; ³Eng. Agrônomo, Embrapa Arroz e Feijão; ⁴Geografa, Bolsista Embrapa; ⁵Tec. Eletrônica, Bolsista Embrapa; ⁶Graduanda Engenharia Ambiental, Bolsista Embrapa

Palavras-chave: *Zea Mays* L., fitomassa, índice de área foliar.

Na maioria das áreas cultivadas com milho no mundo, a ocorrência de seca ou períodos de estresse hídrico são fatores causadores de substanciais reduções na produtividade. No Brasil, os cultivos são predominantemente de sequeiro, podendo ocorrer perdas de produção devido a veranicos mesmo em anos de precipitação considerada regular. A seca fez com que o país deixasse de colher mais de 15 milhões de toneladas de grãos de milho entre 1996 e 2002; em algumas regiões, observaram-se perdas superiores a 92% e 88%, respectivamente, nas safras de 1998 e 2001 (IBGE, 2004).

As respostas mais proeminente das plantas ao déficit hídrico, consistem em decréscimo da produção de área foliar, fechamento dos estômatos, da aceleração da senescência e abscisão das folhas [McCree e Fernández (1989) e Taiz e Zeiger (1991)]. O equilíbrio entre a produção de assimilados e a demanda para o desenvolvimento dos órgãos reprodutivos é severamente afetado pela redução na área foliar fotossinteticamente ativa (Gerik et al, 1996).

Desse modo, é necessário priorizar o desenvolvimento de cultivares tolerantes à deficiência hídrica nos programas de melhoramento de milho. No Brasil, trabalhos abordando estudo de caracteres com ênfase ao melhoramento para estresse hídrico têm sido pouco relatados. Objetivou-se com este trabalho analisar os efeitos do déficit hídrico sobre o índice de área foliar, e a produtividade de grão em cinco cultivares de milho.

O experimento foi conduzido em área do município de Nova Porteirinha - MG, (latitude 15°45'01 S, longitude 43°17'29 W e altitude 524,0 m). Os valores médios dos elementos do clima são: precipitação anual 873,5 mm, temperatura 24,7°C e umidade relativa do ar 65%. Segundo a classificação de Köppen, o clima típico é o Aw, isto é, de savana com inverno seco e temperatura média do ar do mês mais frio superior a 18°C. O solo representativo do local é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, epi-eutrófico (Albuquerque et al., 2005). O plantio foi realizado no dia 14 de maio de 2007 para que o período de estresse por deficiência hídrica coincidissem com o período seco do Norte de Minas Gerais. Empregou-se um espaçamento de 0,80 m entre fileiras com média de 6,7 (PE01), 5,3 (PE02), 6,0 (BR106), 6,1 (Sintético TS) e 6,3 (BRS 1010,) plantas por m², respectivamente, totalizando uma população de 64,0 (PE01), 51,0 (PE02), 57,5 (BR106), 58,3 (Sintético TS) e 60,8 (BRS1010) mil plantas por hectare, respectivamente.

A adubação consistiu de 300 kg ha⁻¹ da fórmula 8-28-16+Zn aplicado no sulco de plantio e 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio na primeira cobertura, aos 36 dias após plantio e 45 kg ha⁻¹

de nitrogênio na segunda cobertura aos 43 dias após plantio, ambas aplicações na forma de uréia. Utilizou-se um sistema de aspersão convencional para irrigar o ensaio. A figura 1 mostra as lâminas de irrigação aplicadas ao longo do ciclo. O manejo da irrigação foi realizado empregando-se uma planilha eletrônica (Albuquerque e Andrade, 2001). A irrigação foi suspensa quando a cultura apresentava uma média de 10 folhas totalmente desenvolvidas. O período de estresse por deficiência hídrica prolongou-se até quando 50% das plantas apresentaram florescimento feminino. Todas as irrigações foram medidas utilizando-se coletores instalados junto às parcelas experimentais.

Foram realizadas quatro amostragens para determinação da área foliar ao longo do ciclo (V6, V8, no florescimento entre pendoamento e embonecamento e na maturidade fisiológica). As amostras consistiram de plantas de milho contidas em um metro de fileira. O índice de área foliar (IAF) foi calculado dividindo-se a área de folhas verdes pela área de solo da parcela, ambas em m². A colheita foi realizada aproximadamente 15 dias após a maturação fisiológica, tendo sido colhidas duas fileiras centrais de seis metros de comprimento. Contou-se o número de plantas, de espigas e procedeu-se a pesagem de folhas, colmo, espiga, palha, sabugo e grãos. A produção de grãos foi ajustada para estande médio e umidade de 13%. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com três repetições, tendo sido utilizadas cinco cultivares de milho: PE01, PE02, BR106, Sintético TS e BRS1010. As parcelas foram constituídas por quatro fileiras de oito metros de comprimento com bordaduras de três linhas nas laterais e cinco metros nas extremidades. Foram feitas análises de variância, tendo as médias sido comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

Embora muitos autores afirmem que o número de espigas é um dos caracteres mais importantes para a tolerância à seca, neste experimento não houve diferença significativa para o número de espigas por planta, entre as cultivares submetidas ao teste de médias, podendo-se inferir que a produtividade de grão esteve relacionada ao índice de área foliar.

O IAF nos estádios V6 (por volta de 20 dias após o plantio) e V8 (por volta de 40 dias após o plantio) foi significativamente maior nas cultivares BR106, Sintético TS e BRS1010 (Tabela 1). A redução na área foliar causa decréscimo da taxa de crescimento da planta, especialmente durante os estádios iniciais de crescimento e, como consequência, uma menor interceptação da radiação solar. Este efeito do déficit hídrico sobre a área foliar é de caráter permanente e, no caso das culturas de hábito de crescimento determinado, não há possibilidade de compensação via um aumento do número de folhas (Begg e Turner, 1976). Por apresentarem maior área foliar, as cultivares BR106, Sintético TS e BRS1010 também apresentaram um maior peso seco de grão e de espiga (Tabela 2). O período após o início da formação do grão é por demais dependente do suprimento de fotoassimilados, simplesmente porque a planta não tem reservas suficientes para manter o desenvolvimento dos grãos. Esse desenvolvimento dos grãos é altamente dependente de um contínuo suprimento de fotoassimilados para a espiga, decorrente da fotossíntese (Kiniry e Ritchie, 1985; Shussler e Wesgate, 1991a). As plantas que apresentaram IAF menor durante o seu desenvolvimento, PE01 e PE02 (Tabela 1), tiveram uma área fotossinteticamente ativa menor, o que resultou numa menor produção de fotoassimilados e numa menor produtividade de grão. Não houve diferença significativa para o IAF durante o florescimento. As cultivares PE01 e BRS 1010 mantiveram alguma área de folhas verdes até a maturidade fisiológica, provavelmente devido a alguma característica de “stay-green”, o que segundo Costa et al., (2008), é a capacidade de as folhas e colmos permanecerem verdes após o enchimento dos grãos. Dessa forma, após o enchimento dos grãos, a fotossíntese se prolonga

fornecendo carboidratos para colmos, folhas e raízes e, conseqüentemente, as plantas apresentam maior resistência a estresses bióticos e abióticos (Tollenar e Wu, 1999; Jiang et al., 2004; Carmo et al., 2007). Não houve diferença significativa entre os pesos secos do pendão, palha, palhada (soma do peso seco de toda fitomassa, menos peso seco do grão) e peso seco total (Tabela 2). O sabugo teve maior peso seco no cultivar BRS1010.

As cultivares BR106, Sintético TS e BRS1010 responderam melhor as condições de déficit hídrico, por serem híbridos simples tendo desenvolvido uma maior área foliar no período vegetativo, o que lhes permitiram manter a produção de fotoassimilados mais elevada em relação às outras cultivares, isso propiciou a essas cultivares uma melhor distribuição dos fotoassimilados, garantindo a elas uma maior produção de grãos/ha. As cultivares PE01 e PE02 são linhagens, o que pode justificar sua menor produção de grãos em relação as cultivares BRS106 e BRS 1010, que são híbridos simples.

TABELA 1: Índice de Área Foliar, medido nos estágios V6, V8, no Florescimento e na Maturidade Fisiológica e Número de Espigas por Planta, de cinco cultivares de milho, submetidas a déficit hídrico. EMBRAPA, Nova Porteirinha, MG, 2007.

Cultivar	IAF V6	IAF V8	IAF Florescimento	IAF MF	No. de Espigas/Planta
PE01	0,59 a	2,10 a	4,41 a	1,72 c	0.95 a
PE02	1,00 b	1,70 a	3,62 a	0,00 a	0.81 a
BR106	1,30 c	3,21 b	4,19 a	0,00 a	1.03 a
Sintético TS	1,37 c	3,31 b	3,96 a	0,00 a	0.89 a
BRS1010	1,52 c	3,64 b	4,27 a	0,51 b	0.99 a

*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

TABELA 2: Peso seco (Kg/ha), de folha, pendão, espiga, palha, sabugo, palhada, grão e peso seco total, de cinco cultivares de milho, submetidas a déficit hídrico. EMBRAPA, Nova Porteirinha, MG, 2007.

Cultivar	Peso Seco Kg/ha							
	Folha	Pendão	Espiga	Palha	Sabugo	Palhada	Grão	Total
PE01	1189 b	6496 a	4334 a	1129 a	931 a	9746 a	1799 a	11546 a
PE02	612 a	5350 a	4322 a	1063 a	780 a	7779 a	1991 a	9771 a
BR106	701 a	4588 a	8087 b	1323 a	1349 b	7962 a	4644 b	12606 a
Sintético TS	761 a	3781 a	7351 b	1260 a	1200 a	7002 a	4274 b	11277 a
BRS1010	1102 b	5394 a	7594 b	1201 a	1239 b	8937 a	4099 b	13036 a

*Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

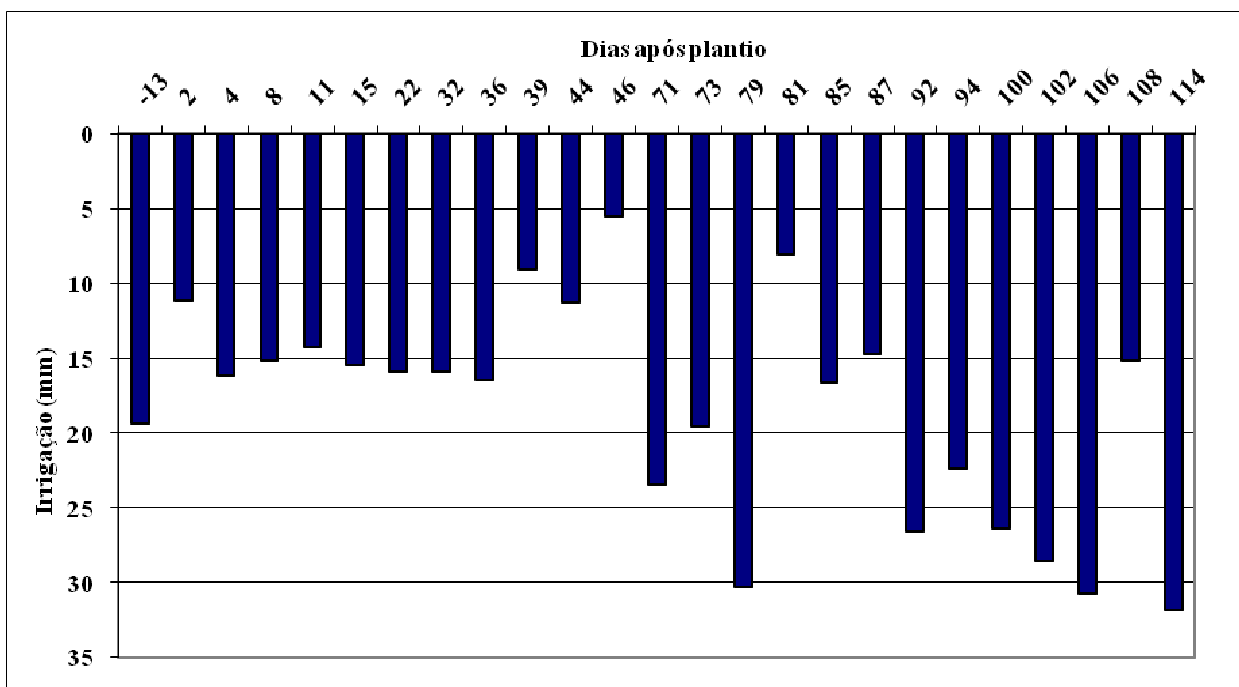


FIGURA 1: Lâminas médias líquida de irrigação aplicadas ao longo do ciclo da cultura do milho. EMBRAPA, Nova Porteirinha, MG, 2007.

Referencias bibliográficas

ALBUQUERQUE, P.E.P.; ANDRADE, C.L.T. Planilha eletrônica para a programação da irrigação de culturas anuais. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2001. 14p. (Embrapa Milho e Sorgo, Circular Técnica, 10).

ALBUQUERQUE, P.E.P.; DURÃES, F.O.M.; GOMIDE, R.L.; ANDRADE, C.L.T. Estabelecimento de sítios-específicos experimentais visando imposição e monitoramento de estresse hídrico para fenotipagem de cereais. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo. 2005. 10p. (Embrapa Milho e Sorgo, Circular Técnica, 61).

BEGG, J.E.; TURNER, N.C Crop water deficits. **Advances in Agronomy**, v.28, p.161-217, 1976.

CARMO, S.L.M.; SANTOS, J.B.; HAGIWARA, W.E.; FERREIRA, J.L. Avaliação do “stay green” em famílias segregantes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, p.953- 957, 2007.

- COSTA, E.F.N.; SANTOS, M.F.; MORO, G.V.; ALVES, G.F.; JUNIOR, C.L.S. Herança da senescência retardada em milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.2, p.207-213, fev. 2008.
- GERIK, T.J.; FAVER, K.L.; THAXTON, P.M. et al. Late season water stress in cotton: I. Plant growth, water uses, and yield. **Crop Science**, Madison, v.36, p.914-921, 1996.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Indicadores agropecuários 1996-2003. Rio de Janeiro: IBGE, 2004. 68 p.
- JIANG, G.H.; HE, Y.Q.; XU, C.G.; LI, X.H.; ZHANG, Q. The genetic basis of stay-green in rice analyzed in a population of doubled haploid lines derived from an indica by *japonica* cross. **Theoretical and Applied Genetics**, v.108, p.688-698, 2004.
- KINIRY, J.R.; RITCHIE, J.T. Shade-sensitive interval of kernel number of maize. **Agronomy Journal**, Madison, v.77, p.711-715, 1985.
- McCREE, K.J.; FERNÁNDEZ, C.J. Simulation model for studying physiological water stress responses of whole plants. **Crop Science**, Madison, v.29, p.353-360, 1989.
- SCHUSSLER, J.R.; WESTGATE, M.E. Maize kernal set at low water potential. I. Sensitivity to reduced assimilates during early kernal growth. **Crop Science**, Madison, v.31, p.1189-1195, 1991.
- TAIZ, L.; ZEIGER. **Plant Physiology**. California: The Benjamim/ Cummings Publishing Company, Inc., Redwood City, 1991.
- TOLLENAR, M.; WU, J. Yield improvement in temperate maize is attributable to greater stress tolerance. **Crop Science**, v.39, p.1597-1604, 1999.