

Atividade Fotossintética de Híbridos De Milho na Safrinha em Função do Espaçamento Entre Linhas

Leandro Henrique de Sousa Mota¹, Rafael Heinz², Marcos Vinícios Garbiate³, Antonio Luiz Viegas Neto⁴, Allan Michel Pereira Correia⁵ e Felipe Cecon⁶

¹Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, Dourados, MS, leandromota22@bol.com.br; ^{2,3,4,5}Mestrandos, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS; ²heinz_rafael@yahoo.com.br; ³marcos_garbiate@yahoo.com.br; ⁴viegas_antonio@yahoo.com.br; ⁵allan_michel@hotmail.com; ⁶Graduando em Agronomia, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS felipe_cecon@hotmail.com

RESUMO - Pouco se conhece sobre o comportamento fisiológico do milho em função da alteração do espaçamento entre linhas. O objetivo do trabalho foi avaliar a atividade fotossintética de híbridos de milho à variação do espaçamento entre linhas. Os experimentos foram conduzidos na safrinha de 2011, sendo o experimento I semeado dia 24 de Fevereiro e o II semeado dia 16 de março. Os experimentos foram desenvolvidos em esquema fatorial 3x3, com delineamento de parcelas subdivididas com quatro repetições. As parcelas foram constituídas pelos espaçamentos (0,45, 0,70 e 0,90 m) e as subparcelas foram constituídas pelos híbridos (P30F35 Hx, DKB350 YG e STATUS TL). Em ambos os experimentos as avaliações fisiológicas foram realizadas quando as plantas se encontravam nos estágios VT (pendoamento) e R4 (grão pastoso). No experimento I a taxa de fotossíntese e transpiração foram pouco afetadas pelos fatores avaliados. No estágio R4 o espaçamento 0,45m propiciou maior taxa de fotossíntese e transpiração para o híbrido Satatus TL, enquanto que o espaçamento de 0,9m possibilitou maiores valores para o P30F35 Hx e DKB 350 YG. Os híbridos não apresentam uniformidade da atividade fotossintética quanto ao espaçamento, sendo que os resultados variam conforme o estágio fenológico e a época de semeadura.

Palavras-chave: *Zea mays* L., comportamento fisiológico, fotossíntese.

Introdução

Entre os diversos componentes do ambiente, a luz é primordial para o crescimento das plantas. Dessa forma, modificações nos níveis de luminosidade podem condicionar diferentes respostas fisiológicas em suas características bioquímicas, anatômicas e de crescimento. A interceptação de radiação exerce grande influência no rendimento de grãos do milho, principalmente quando os demais fatores ambientais são favoráveis (ARGENTA et al., 2001a).

Entre as formas de aumentar a interceptação e o uso da radiação solar, está a escolha adequada do arranjo de plantas, que se constitui numa das práticas de manejo mais importantes para maximizar o rendimento de grãos da cultura (ARGENTA et al., 2001a). Mantendo se a densidade de plantas, a redução do espaçamento entrelinhas aumenta a eficiência de interceptação da radiação solar incidente (FLÉNET et al., 1996) e o uso dos recursos do ambiente, possibilitando melhor distribuição de plantas na área e redução da competição intra-

específica por luz, água e nutrientes (JOHNSON et al., 1998). Geralmente, esta prática aumenta a produção fotossintética líquida (BULLOCK et al., 1988), incrementa os rendimentos de massa seca e de grãos (ARGENTA et al., 2001b).

Nos últimos anos vários pesquisadores (KVITSCHAL et al., 2010; MODOLO et al. 2010; GOMES et al., 2011) têm voltado seus trabalhos na tentativa de entender as respostas da cultura do milho a mudança do arranjo espacial, no entanto, os resultados são muito contraditórios, e estas respostas podem ser atribuídas a diversos fatores, entre os quais se pode citar o tipo de híbrido, população de plantas, as características climáticas da região e o nível de fertilidade do solo, dentre outros (SANGOI et al., 2002).

Poucos trabalhos relacionam os efeitos da redução do espaçamento no comportamento fotossintético de híbridos de milho, especialmente em condição de safrinha. Com isso, o objetivo do trabalho foi avaliar a atividade fotossintética de híbridos de milho à variação do espaçamento entre linhas, em cultivo de safrinha.

Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos na safrinha de 2011, no campo experimental da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourados – MS, localizada na latitude 22° 11' 55" S, longitude de 54° 56' 07" W e 452 metros de altitude. O clima da região é classificado como do tipo Cwa (Köppen), apresentando precipitação média acumulada de 1427mm (FIETZ e FISCH, 2006).

Foram implantados dois experimentos, semeados em duas épocas, o experimento I foi semeado dia 24 de Fevereiro e o II semeado dia 16 de março. Os experimentos foram desenvolvidos em esquema fatorial 3x3, com delineamento experimental de parcelas subdivididas com quatro repetições. As parcelas foram constituídas pelos espaçamentos (0,45, 0,70 e 0,90 m) e as subparcelas foram constituídas pelos híbridos (P30F35 Hx, DKB 350 YG e STATUS TL). As subparcelas apresentavam 8, 5 e 4 linhas de 5 metros de comprimento para os espaçamentos de 0,45, 0,70 e 0,90m, respectivamente. As subparcelas apresentaram área total de 18m².

O preparo do solo foi do tipo convencional e a semeadura dos experimentos foi realizada manualmente, com adubação de base de 250 kg ha⁻¹ do formulado 08-20-20. O desbaste foi realizado 20 dias após a emergência adequando a densidade populacional para 65.000 plantas ha⁻¹. A cobertura nitrogenada para ambos os experimentos foi realizada aos 30 dias após a emergência, quando as plantas se encontravam no estágio V4, aplicando-se 120 kg ha⁻¹ de N.

Os demais tratos culturais foram realizados conforme as recomendações para a cultura do milho.

Em ambos os experimentos as avaliações fisiológicas foram realizadas quando as plantas se encontravam nos estágios VT (pendoamento) e R4 (grão pastoso). Foram avaliadas a taxa de fotossíntese foliar (A), condutância estomática (Gs) e transpiração foliar (E) utilizando um sistema portátil de trocas gasosas IRGA LI 6400 (Portable Photosynthesis System LICOR, Nebraska, USA). As medidas foram feitas em uma área foliar de 6,0 cm², com um fluxo de ar na câmara de 1000 • mol s⁻¹ e uma intensidade de radiação fotossinteticamente ativa de 1.500 • mol m⁻² s⁻¹. Os dados foram coletados em condições naturais, com temperatura entre 25-30°C, umidade relativa do ar entre 70-80% e concentração de CO₂ atmosférico de 360 • mol mol⁻¹. Foi estimado ainda o teor relativo de clorofila por meio de leituras com o Minolta SPAD 502, sendo realizadas no estágio de pendoamento (VT), na penúltima e na última folha totalmente expandida, e no estágio de grão pastoso (R4), na primeira folha abaixo da espiga. As leituras foram realizadas em cinco plantas, e em três pontos situados no terço médio da folha amostrada, e a 2 cm de uma das margens da folha (ARGENTA et al., 2001c).

Após a colheita dos experimentos foi estimada a produtividade de grãos com base na produção da unidade experimental, corrigida para 13% de umidade, em kg ha⁻¹.

Os dados foram submetidos à análise de variância e ao teste F a 5% de probabilidade, e quando significativa as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A avaliação estatística do experimento foi realizada pelo programa computacional SAEG (RIBEIRO JÚNIOR, 2001).

Resultados e Discussão

Verifica-se na Tabela 1 que as médias da taxa de fotossíntese foliar, transpiração foliar e condutância estomática foram superiores no pendoamento (VT), indicando assim uma maior atividade fotossintética em relação ao estágio fenológico de grão pastoso (R4). De acordo com a literatura (FANCELLI, 2003; BERGAMASCHI et al., 2004), o período que corresponde do pendoamento até a formação de grãos leitosos é a fase que as plantas apresentam o maior exigência hídrica, o que se deve a maior área foliar, taxa fotossintética e transpiração.

A taxa de fotossíntese foliar no pendoamento pouco diferiu entre os tratamentos (Tabela 1), sendo observadas as menores taxas no híbrido P30F35 Hx espaçado a 0,7m. Apesar de a análise estatística mostrar pouca influência dos espaçamentos sobre a fotossíntese, verifica-se de um modo geral, que os valores para o espaçamento 0,45m foram superiores. No estágio R4

o espaçamento 0,45m propiciou maior taxa de fotossíntese apenas para o híbrido Satatus TL, enquanto que o espaçamento de 0,9m foi o que possibilitou maiores taxas para os híbridos P30F35 Hx e DKB 350 YG.

Os resultados para taxa fotossintética são semelhantes aos observados por Gomes et al. (2011), na qual, avaliando a resposta do crescimento e fisiologia do milho em função do estresse salino e diferentes espaçamentos de cultivo, não verificaram diferença estatística em decorrência dos espaçamentos.

Com relação à transpiração, não houve efeito significativo no estágio de pendramento para os fatores analisados (Tabela 1). Por outro lado, no estágio R4 a transpiração teve comportamento semelhante ao da fotossíntese, sendo observados os maiores valores no espaçamento de 0,45m para o Satatus TL, e no 0,90m para os híbridos P30F35 Hx e DKB 350 YG.

Os valores médios para a condutância estomática no pendramento foram de um modo geral, superiores no espaçamento de 0,45m ($3,05 \text{ mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), com destaque para os híbridos P30F35 Hx e DKB 350 YG (Tabela 1). Já no estágio R4, a maior condutância foi observada para o híbrido Status TL no espaçamento de 0,7m.

O espaçamento entre as plantas não interferiu no teor de clorofila em nenhum dos estágios fenológicos avaliados (Tabela 1). Com relação aos híbridos, verifica-se que o cultivar Status TL apresentou maior teor de clorofila tanto no pendramento, quanto no estágio R4, no entanto, estes valores superiores não refletiram na maior taxa de fotossíntese. Apesar do teor de clorofila estar ligado diretamente com a absorção e transferência de energia luminosa, a elevação da taxa fotossintética também pode ser influenciadas por outros fatores como densidade estomática, conteúdo de proteínas e taxa de assimilação de CO_2 (Johnson et al., 1987). Além disso, pode ocorrer uma limitação na fase bioquímica e esta acarretar na diminuição da fotossíntese.

No experimento II, verifica-se que no estágio R4 a taxa de fotossíntese foliar foi superior nos híbridos P30F35 Hx e Status TL (Tabela 2). Com relação ao espaçamento, observa-se que a maior taxa fotossintética foi obtida quando se utilizou 0,45 e 0,7m entre linhas. Possivelmente estes resultados ocorreram em função dos espaçamentos reduzidos possibilitarem uma distribuição mais equidistante entre as plantas na área de cultivo, e conseqüentemente resulta em melhor aproveitamento da luz. Além disso, Alvarez et al. (2006) cita que nestas condições também há uma redução na competição por água e nutrientes, e que em função da redução da transmissão de luz para o dossel vegetal, ocorre também a limitação

do desenvolvimento das plantas daninhas.

A transpiração foliar no estágio R4 teve um comportamento muito semelhante entre os híbrido e espaçamentos avaliados, sendo que o valor médio apresentado foi de $5,20 \text{ mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ (Tabela 2). A condutância estomática foi superior no espaçamento 0,9m para os híbridos P30F35 Hx e DKB 350 YG, já para o Status TL os valores não diferiram estatisticamente quanto aos espaçamentos.

Diferentemente do experimento I, a cultivar P30F35 H foi o híbrido, juntamente com o Status TL, que apresentou maior teor de clorofila no estágio de pendoamento do experimento II (Tabela 2). De acordo com Chappelle e Kim (1992), as plantas com alto teor de clorofila são capazes de atingir taxas fotossintéticas mais altas, pelo seu valor potencial de captação de “quanta” na unidade de tempo.

Conclusão

O comportamento fisiológico dos híbridos de milho no pendoamento (VT) foram superiores aos do estágio de grão pastoso (R4).

Os híbridos de milho não apresentam uniformidade da atividade fotossintética quanto ao espaçamento, sendo que os resultados variam conforme o estágio fenológico e a época de semeadura.

Literatura Citada

ALVAREZ, C. G. D.; PINHO, R. G.; BORGES, I. D. Avaliação de características agronômicas e de produção de forragens e grãos de milho em diferentes densidades de semeadura e espaçamentos entre linhas. *Ciência e Agrotecnologia*, v.30, p.402-408, 2006.

ARGENTA, G.; SILVA, P.R.F. da; SANGOI, L. Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.31, n.6, p.1075- 1084, 2001a.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; SANGOI, L.; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; MANJABOSCO, E. A.; BEHEGARAY NETO, V. Resposta de híbridos simples de milho à redução do espaçamento entre linhas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.36, n.1, p.71-78, 2001b.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F.; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; STRIEDER, M. L. Relação da leitura do clorofilômetro com os teores de clorofila extraível e de nitrogênio na folha de milho. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, v. 13, n. 2, p. 158-167, 2001c.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A; BERGONCI, J. I; BIANCHI, C. A. M.; MÜLLER, A. G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M. Distribuição hídrica no período crítico do milho

e produção de grãos. Pesquisa e Agropecuária Brasileira, v.39, n.9, p.831-839, 2004.

BULLOCK, D.G.; NIELSEN, R.L.; NYQUIST, W.E. A growth analysis comparison of corn grown in conventional and equidistant plant spacing. Crop Science, Madison, v.28, p.254-258, 1988.

CHAPPELLE, E. W.; KIM, M. S. Ratio analysis of reflectance spectra (RARS): the algorithm for a remote estimation of the concentrations of chlorophyll A, chlorophyll B and carotenoids in soybean leaves. Remote Sensing of Environment, v.39, p.239-247, 1992.

FANCELLI, A. L. Fisiologia, nutrição e adubação do milho para alto rendimento. Piracicaba, São Paulo. Departamento de Produção Vegetal. São Paulo: ESALQ/USP, 2003. 9p.

FIETZ, C. R.; FISCH, G. F. O clima da região de Dourados, MS. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 32p.

FLÉNET, F.; KINIRY, J. R.; BOARD, J. E.; WESTGATE, M. E.; REICOSKY, D. C. Row spacing effects on light extinction coefficients of corn, sorghum, soybean, and sunflower. Agronomy Journal, Madison, v.88, p.185-190, 1996.

GOMES, K. R.; AMORIM, A. V.; FERREIRA, F. J.; ANDRADE FILHO, F. L.; LACERDA, C. F.; GOMES-FILHO, E. Respostas de crescimento e fisiologia do milho submetido a estresse salino com diferentes espaçamentos de cultivo. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.15, p.365-370, 2011.

JOHNSON, R. C.; KEBEDE, H.; MORNHINWEG, D. W.; CARVER, B. F.; RAYBURN, A. L.; NGUYEN, H. T. Photosynthetic differences among *Triticum* accessions at tillering. Crop Science, v.27, n.5, p.1046-1050, 1987.

JOHNSON, G. A.; HOVERSTAD, T. R.; GREENWALD, R. E. Integrated weed management using narrow corn row spacing, herbicides, and cultivation. Agronomy Journal, Madison, v.90, p.40-46, 1998.

KVITSCHAL, M. V.; MANTINE, E.; VIDIGAL FILHO, P. S.; VIDIGAL, M. C. G.; SCAPIM, C. A. Arranjo de plantas e produção de dois híbridos simples de milho. Revista ciência agrônômica, v.41, p.122-131, 2010.

MODOLO, A. J.; CARNIELETTO, R.; KOLLING, E. M.; TROGELLO, E. ; SGARBOSSA, M. Desempenho de híbridos de milho na região sudoeste do Paraná sob diferentes espaçamentos entre linhas. Revista Ciência Agrônômica, v.41, p.435-441, 2010.

RIBEIRO JUNIOR, J. I. Análises Estatísticas no SAEG. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 301 p.

SANGOI, L.; ALMEIDA, M. L.; GRACIETTI, M. A.; BIANCHET, P. Sustentabilidade do colmo em híbridos de milho de diferentes épocas de cultivo em função da densidade de plantas. Revista de Ciências Agroveterinárias, v.01, n.02, p.63-72, 2002.

Tabela 1. Valores médios obtidos no experimento I para taxa de fotossíntese foliar, transpiração foliar, condutância estomática e teor de clorofila de três híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos no cultivo em safrinha, Dourados, Mato Grosso do Sul.

Híbridos	VT (pendoamento)				R4 (grão pastoso)			
	0,45	0,7	0,9	Média	0,45	0,7	0,9	Média
Taxa de Fotossíntese Foliar ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)								
P30F35 Hx	37,07 Aa	29,00 Bb	34,81 Aa	33,63	13,57 Cb	12,53 Bb	20,83 Aa	15,64
DKB 350 YG	38,53 Aa	36,92 Aa	33,45 Aa	36,30	18,44 Bc	20,06 Ab	21,93 Ba	20,14
Status TL	33,47 Aa	31,17 Ba	35,45 Aa	33,36	22,48 Aa	19,92 Ab	14,53 Bc	18,98
Média	36,36	32,37	34,57	34,43	18,16	17,50	19,09	18,25
Transpiração Foliar ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)								
P30F35 Hx	17,20	14,32	17,04	16,19	6,48 Cb	5,83 Cb	7,84 Ba	6,71
DKB 350 YG	17,68	15,91	15,69	16,43	8,20 Bb	6,86 Bb	10,21 Aa	8,42
Status TL	16,82	16,07	17,44	16,78	9,41 Aa	8,16 Ab	7,59 Bb	8,38
Média	17,24	15,43	16,72	16,47	8,03	6,95	8,54	7,84
Condutância Estomática ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)								
P30F35 Hx	3,70 Aa	1,67 Ab	2,48 Aab	2,61	0,18 Ba	0,25 Ba	0,32 ABa	0,25
DKB 350 YG	4,18 Aa	0,83 Ab	1,11 Bb	2,04	0,26 ABb	0,33 Bab	0,42 Aa	0,34
Status TL	1,27 Bb	2,09 Aab	2,76 Aa	2,04	0,40 Ac	0,75 Aa	0,22 Bb	0,46
Média	3,05	1,53	2,11	2,23	0,28	0,44	0,32	0,35
Clorofila (Índice SPAD)								
P30F35 Hx	56,11	56,97	56,97	56,68 B	60,59	58,31	58,86	59,25 B
DKB 350 YG	58,40	57,87	57,50	57,92 AB	62,70	59,48	58,57	60,25 AB
Status TL	58,20	60,15	60,25	59,53 A	61,85	61,54	62,86	62,08 A
Média	57,57	58,33	58,24	58,54	61,71 a	59,77 b	60,10 ab	60,53

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Valores médios obtidos no experimento II para taxa de fotossíntese foliar, transpiração foliar, condutância estomática e teor de clorofila de três híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos no cultivo em safrinha, Dourados, Mato Grosso do Sul.

Híbridos	Taxa de Fotossíntese Foliar ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)				Transpiração Foliar ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)			
	R4				R4			
	0,45	0,7	0,9	Média	0,45	0,7	0,9	Média
P30F35 H	15,47	18,49	15,64	16,53 A	5,45 Aab	4,79 Ab	6,53 Aa	5,59
DKB 350 YG	14,71	14,05	13,63	14,13 B	4,82 Aa	4,55 Aa	5,54 ABa	4,97
Status TL	17,5	17,74	14,34	16,53 A	4,78 Aa	5,70 Aa	4,67 Ba	5,05
Média	15,89 a	16,76 a	14,53 b	15,73	5,01	5,01	5,58	5,20
Híbridos	Condutância Estomática ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)				Teor de Clorofila (Índice SPAD)			
	R4				VT			
P30F35 H	0,22 Ab	0,19 ABb	0,30 Aa	0,24	47,38	50,54	53,19	50,37 A

DKB 350 YG	0,19 ABb	0,14 Bb	0,21Aa	0,18	46,51	46,49	45,97	46,32 B
Status TL	0,14 Aa	0,21 Aa	0,16 Ba	0,17	49,38	50,60	48,17	49,38 A
Média	0,18	0,18	0,22	0,20	47,75	49,21	49,11	48,69

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.