

Eficiência da interceptação luminosa de milho em diferentes arranjos de cultivo com e sem braquiária

Priscila Akemi Makino⁽¹⁾; Luan Marlon Ribeiro⁽²⁾; Ivan Arcanjo Mechi⁽²⁾; Ivair Miguel da Costa⁽⁴⁾; Ricardo Fachinelli⁽²⁾; Gessi Ceccon⁽⁵⁾.

⁽¹⁾Estudante de doutorado; Universidade Federal da Grande Dourados; Dourados, MS; priscila_akemi17@hotmail.com;
⁽²⁾Estudante de mestrado; Universidade Federal da Grande Dourados; ⁽³⁾Estudante de graduação; Fundação Universidade Federal de Rondônia; ⁽⁴⁾ Analista; Embrapa Agropecuária Oeste.

RESUMO: A redução do espaçamento entre linhas e a escolha adequada do estande de plantas de milho possibilitam aumentar a eficiência de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e incrementar sua biomassa. O objetivo do trabalho foi avaliar a morfologia e os rendimentos de massa seca de milho e a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa em diferentes arranjos de plantas de milho solteiro e consorciado com braquiária. O experimento foi implantado no verão, em Dourados, MS, em Latossolo Vermelho distroférico, textura muito argilosa. O delineamento foi em blocos casualizados com parcelas subsubdivididas e quatro repetições. Os tratamentos foram: milho solteiro e consorciado com *Brachiaria brizantha* cv. Paiaguás, alocados nas parcelas; espaçamentos entre linhas (0,45 m e 0,9 m) nas subparcelas e as populações de plantas (45, 65, 75 e 85 mil plantas ha⁻¹) nas subsubparcelas. Foram avaliados: as características morfológicas de plantas de milho, índice de área foliar, interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e produtividade de massa seca de milho e de palha. O aumento da densidade populacional de milho incrementou o índice de área foliar, e aumentou a interceptação luminosa no milho, em espaçamento 0,45 m. O espaçamento 0,90 m apresentou menor eficiência na interceptação luminosa pelas plantas de milho, mas não interferiu no incremento em rendimento de massa seca da cultura e de palha no sistema. No verão, a elevada pluviosidade permitiu elevar a produção de massa seca de milho e de palha com uso de altas populações, inclusive no consórcio com a braquiária.

Termos de indexação: índice de área foliar; consórcio de culturas; radiação fotossinteticamente ativa.

INTRODUÇÃO

O uso intensivo de áreas do Cerrado e o manejo inadequado aumentam a degradação dos solos destas áreas, sendo de fundamental importância a adoção de tecnologias para manter a sustentabilidade das atividades agropecuárias (Mendonça et al., 2012; Vilela et al., 2011). O consórcio milho-braquiária é uma opção viável para melhorar a cobertura destes solos, possibilitando assim obter os benefícios do plantio direto.

Conseguir aumentar a produção de palha sem comprometer a produtividade de grãos é importante para o sucesso desta tecnologia (Ceccon et al., 2013). A distribuição mais equidistante das linhas aumenta a eficiência na interceptação da radiação e minimiza a concorrência por luz, água e nutrientes (Argenta et al., 2001), sendo que a arquitetura e o porte das plantas podem ser fatores determinantes da produtividade em espaçamentos reduzidos e cultivos adensados (Kappes et al., 2011; Marchão et al., 2006).

O objetivo do trabalho foi avaliar as características morfológicas de milho e a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa em diferentes arranjos de plantas de milho solteiro e consorciado com braquiária.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em sucessão à aveia-preta, em plantio direto, em Dourados, MS, nas coordenadas 22°13'S e 54°48'W, a 408 m de altitude, em Latossolo Vermelho distroférico, textura muito argilosa. O clima da região é classificado como Am (Tropical Monçônico), segundo a classificação de Köppen-Geiger.

Os dados de precipitação, radiação e evapotranspiração, do período de condução do experimento, foram obtidos na Estação

Meteorológica da Embrapa Agropecuária Oeste e estão apresentados a seguir:

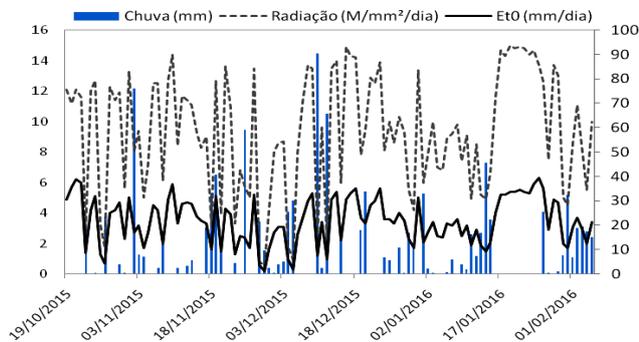


Figura 1 - Precipitação pluviométrica, radiação e evapotranspiração de referência diária (Et0), obtidos durante a condução do experimento, em Dourados, MS, em 2016.

Fonte: Embrapa Agropecuária Oeste (2016).

O delineamento foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas e quatro repetições. Os tratamentos foram: milho solteiro e consorciado com braquiária, alocados nas parcelas; espaçamentos entrelinhas (0,45 m e 0,9 m) nas subparcelas e populações de plantas (45, 65, 75 e 85 mil plantas ha⁻¹), nas subsubparcelas.

A semeadura do híbrido DKB 390 PRO foi realizada em 19 de outubro de 2015, e no consórcio foi utilizada a *Brachiaria brizantha* cv. BRS Paiaguás, semeada a lanço na população de 20 plantas m⁻².

No estágio de florescimento foram realizadas avaliações a campo da área foliar e da interceptação da radiação fotossinteticamente ativa, utilizando ceptômetro marca Decagon devices Accupar. A área foliar por planta foi obtida medindo-se o comprimento (C), da base à extremidade da folha, e a maior largura (L) da folha da espiga. A área foliar da planta foi estimada pela equação: $0,75 \times C \times L \times \text{número de folhas fotossinteticamente ativas por planta}$; sendo 0,75 o fator de ajuste considerado padrão para a cultura do milho (Pereira, 1987). O índice de área foliar (IAF) foi calculado pela relação entre a área foliar da planta e a área de solo ocupada por esta.

As leituras da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) foram realizadas no centro da área útil da parcela, perpendicularmente às linhas de semeadura, em três pontos: acima do dossel, na altura de inserção da primeira espiga e ao nível do solo (Marchão et al., 2006); para determinar a interceptação luminosa superior (ILS) e inferior (ILI) à espiga.

Na maturação fisiológica do milho foram avaliados os seguintes caracteres morfológicos:

altura de plantas e de inserção de espigas de milho; diâmetro de colmo; rendimentos de massa seca de folhas e colmos e rendimento de massa seca de palha. O rendimento de massa seca de palha foi obtido pelo somatório das massas secas de folha, colmo, sabugo, palha da espiga de milho e massa seca de braquiária.

A análise estatística foi realizada no programa Sisvar. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância utilizando o teste F ($P \leq 0,05$) e quando significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. A regressão polinomial foi aplicada aos fatores quantitativos e a escolha do modelo baseada na significância dos coeficientes ($P \leq 0,05$) e no coeficiente de determinação (R^2) das variáveis analisadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância indicou efeito isolado do espaçamento para a altura de plantas, altura de inserção de espigas, interceptação luminosa acima e abaixo da espiga. Todas estas variáveis apresentaram significativamente um melhor resultado para o milho conduzido no espaçamento reduzido (0,45 m), indicando que neste arranjo há melhor aproveitamento da planta pelos recursos ambientais (**Tabela 1**).

Tabela 1 – Altura de plantas (AP) e de inserção de espigas (AIE); interceptação luminosa superior (ILS) e inferior (ILI), em cultivo de milho solteiro e consorciado, em populações de plantas sob espaçamento 0,90 m e 0,45 m, em Dourados, MS, 2016.

Espaçamento (m)	AP (m)	AIE (m)	ILS (%)	ILI (%)
0,45	1,98 a	1,084 a	70,92 a	12,15 a
0,90	1,93 b	1,037 b	60,68 b	10,74 b
CV%	4,39	8,37	21,95	11,79
Média	1,95	1,061	65,8	11,45

Medias seguidas por letras iguais na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

A análise de regressão mostrou efeito significativo das populações de plantas para a área foliar por planta, índice de área foliar e interceptação luminosa acima da espiga, com melhor ajuste dos dados ao modelo linear. O aumento da densidade populacional de milho reduziu a área foliar por planta, mas possibilitou incrementar o índice de área foliar e conseqüentemente a interceptação luminosa pelas folhas de milho acima da espiga (**Figura 2**).

Houve interação significativa entre cultivo solteiro

e consorciado, espaçamento, e populações de plantas para os rendimentos de massa seca de folha e colmo de milho e de palha. Todos os dados apresentaram melhor ajuste na equação linear, exceto o rendimento de massa seca de folhas, que foi ajustado para a equação quadrática, e o rendimento de massa seca de colmos, que não apresentou efeito em espaçamento 0,90 m, sob cultivo solteiro (**Figura 3**).

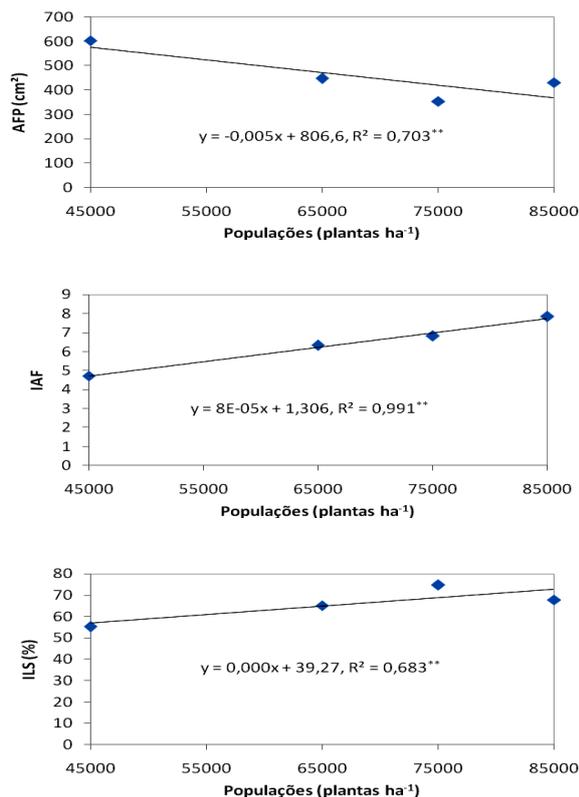


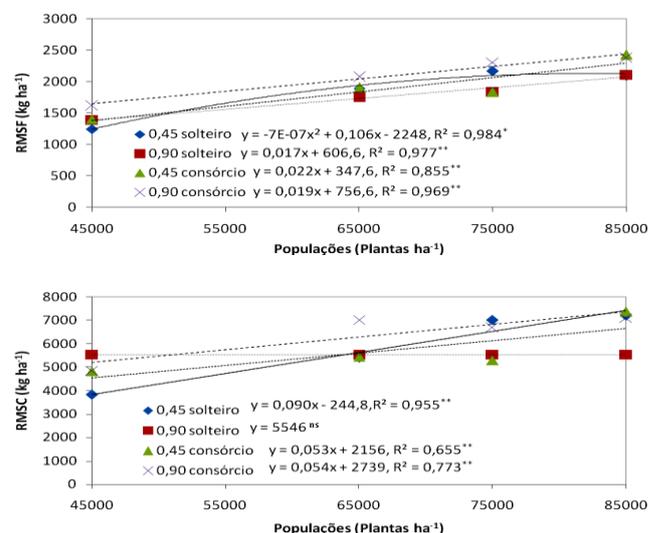
Figura 2 - Área foliar por planta (AFP); índice de área foliar (IAF) e interceptação luminosa superior (ILS) em cultivo de milho solteiro e consorciado em populações de plantas sob espaçamento 0,90 m e 0,45 m, em Dourados, MS, 2016.

Os rendimentos de massa seca de folhas e colmos de milho aumentaram com o aumento da população de plantas, independente do espaçamento e do cultivo solteiro ou consorciado; na menor população, o espaçamento 0,90 m apresentou rendimento de massa seca superior ao 0,45 m, e na maior população o rendimento de massa seca foi incrementado com uso de espaçamento reduzido.

O rendimento de massa seca de palha apresentou resposta linear crescente com o aumento de plantas de milho na área; na menor

população destacou-se o tratamento com espaçamento 0,90 m, e na maior população, o espaçamento 0,45 m, sendo que a inserção da braquiária contribuiu para aumentar a produtividade de palha do sistema (**Figura 3**). O aporte de resíduos que a braquiária proporciona pode ser maior que a massa do milho solteiro, por isso o consórcio se mostra como uma alternativa viável para o plantio direto (Cecon et al., 2014).

Alguns trabalhos demonstram que a deficiência hídrica não é considerada uma limitação para o desenvolvimento do milho no período da safra verão (Heinemann et al., 2009), pois a implantação do consórcio depende grandemente da distribuição das chuvas na região e da capacidade de retenção de água do solo (Souza et al., 2012). Em todo o período de condução do experimento, houve elevada precipitação pluviométrica (**Figura 1**), principalmente no início do período reprodutivo do milho (17/012/2015), que segundo Fietz et al. (2015), é o estágio de maior demanda hídrica do consórcio milho-braquiária. Altas nebulosidades (baixo saldo de radiação) propiciaram menores valores de evapotranspiração, garantindo uma condição de disponibilidade hídrica ótima, o que permitiu obter resultados favoráveis ao desenvolvimento do milho, mesmo em convivência com a braquiária, possibilitando obter elevada produtividade de massa seca de planta e de palha em altas populações de plantas de milho.



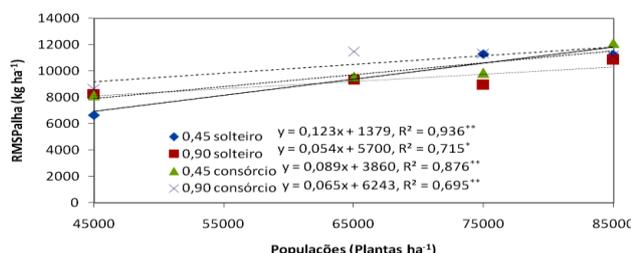


Figura 3 - Rendimento de massa seca de folha (RMSF) e colmo (RMSC) de milho e rendimento de massa seca de palha (RMSP) em cultivo de milho solteiro e consorciado em populações de plantas sob espaçamento 0,90 m e 0,45 m, em Dourados, MS, 2016.

CONCLUSÕES

O espaçamento reduzido contribuiu com o desenvolvimento de plantas de milho em altura e permitiu melhor interceptação da radiação incidente, resultando em elevada produtividade de massa seca de plantas quando aumentou a população de milho.

O espaçamento 0,90 m apresentou menor eficiência na interceptação luminosa pelas plantas de milho, mas não interferiu no incremento em rendimento de massa seca da cultura e de palha no sistema.

No verão, a elevada pluviosidade permitiu elevar a produção de massa seca de milho em altas populações, inclusive no consórcio com a braquiária.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela concessão da bolsa e à Embrapa Agropecuária Oeste por disponibilizar o local para condução da pesquisa.

REFERÊNCIAS

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

CECCON, G.; BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Modalidades e métodos de implantação do consórcio milho-braquiária. In: CECCON, G. (Ed.). **Consórcio milho-braquiária**. Brasília, DF: Embrapa, 2013. p. 27-46.

CECCON, G.; SILVA, J. F. da; NETO, A. L. N.; MAKINO, P. A.; SANTOS, A. dos. Produtividade de milho safrinha

em espaçamento reduzido com populações de milho e de *Brachiaria ruziziensis*. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 13, n. 3, p. 326-335, 2014.

EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. **Guia clima**. Dourados, [2016]. Disponível em: <<http://clima.cpao.embrapa.br/>>. Acesso em: 18 maio 2016.

FIETZ, C. R.; COMUNELLO, E.; FLUMIGNAN, D. L.; GARCIA, R. A.; CECCON, G.; REZENDE, M. K. A. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo do consórcio milho e braquiária nas condições climáticas de Mato Grosso do Sul. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 13., 2015, Maringá. **30 anos de inovação em produtividade e qualidade**. Maringá: ABMS, 2015. p. 461-465. 1 CD-ROM.

HEINEMANN, A. B.; ANDRADE, C. de L. T. de; GOMIDES, R. L.; AMORIM, A. de O.; PAZ, R. L. da. Padrões de deficiência hídrica para a cultura de milho (safra normal e safrinha) no estado de Goiás e suas consequências para o melhoramento genético. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 4, p. 1026-1033, 2009.

KAPPES, C.; ANDRADE, J. A. da C.; ARF, O.; OLIVEIRA, A. C. de; ARF, M. V.; FERREIRA, J. P. Desempenho de híbridos de milho em diferentes arranjos espaciais de plantas. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p. 334-343, 2011.

MARCHÃO, R. L.; BRASIL, E. M.; XIMENES, P. A. Interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e rendimento de grãos do milho adensado. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 5, n. 2, p. 170-181, 2006.

MENDONÇA, V. Z. de; MELLO, L. M. M. de; ANDREOTTI, M.; PEREIRA, F. C. B. L.; LIMA, R. C.; VALÉRIO FILHO, W. V.; YANO, E. H. Avaliação dos atributos físicos do solo em consórcio de forrageiras e milho em sucessão com soja em região de cerrados. **Revista Brasileira de Ciência de Solo**, Viçosa, MG, v. 37, n. 1, p. 251-259, 2012.

PEREIRA, A. R. Estimativa da área foliar em milharal. **Bragantia**, Campinas, v. 46, n. 1, p. 147-150, 1987.

SOUZA, A. P. de; LIMA, M. E. de; CARVALHO, D. F. de. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo do milho em monocultivo e em consórcio com a mucuna-cinza, usando lisímetros de pesagem. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 1, p. 142-149, 2012.

VILELA, L.; MARTHA JUNIOR, G. B.; MACEDO, M. C. M.; MARCHÃO, R. L.; GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PULROLNIK, K.; MACIEL, G. A. Sistemas de integração lavoura-pecuária na região do Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 46, n. 10, p. 1127-1138, 2011.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

**"Milho e Sorgo: inovações,
mercados e segurança alimentar"**
