

Fotossíntese e componentes de produtividade de milho verão em diferentes populações de milho solteiro e consorciado com braquiária

Priscila Akemi Makino⁽¹⁾; Ricardo Fachinelli⁽²⁾; Luan Marlon Ribeiro⁽²⁾; Anna Luiza Farias dos Santos⁽²⁾; Ericksson Martins Leite⁽³⁾; Gessí Ceccon⁽⁴⁾.

⁽¹⁾Doutoranda, Universidade Federal da Grande Dourados; Dourados, MS; priscila_akemi17@hotmail.com; ⁽²⁾mestrando, Universidade Federal da Grande Dourados; ⁽³⁾Mestrando, Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul; ⁽⁴⁾Pesquisador, Embrapa Agropecuária Oeste.

RESUMO: Os parâmetros fisiológicos refletem as respostas da planta às condições ambientais. A inserção da forrageira em consórcio com milho pode limitar a disponibilidade dos recursos e afetar o potencial produtivo da cultura. O objetivo do trabalho foi avaliar a atividade fotossintética e a produtividade de milho solteiro e consorciado em diferentes populações de plantas de milho na safra-verão. O experimento foi implantado em Dourados, MS, com delineamento em blocos casualizados usando parcelas subdivididas e quatro repetições. Os tratamentos foram: milho solteiro e consorciado com *B. brizantha* cv. Paiaguás nas parcelas, e nas subparcelas as populações de plantas de milho (45, 65, 75 e 85 mil plantas ha⁻¹), cultivado em espaçamento 0,90 m. As variáveis analisadas foram: consumo de CO₂, concentração interna de CO₂, transpiração, condutância estomática, taxa fotossintética, eficiência intrínseca de uso da água, temperatura foliar, componentes de produção e produtividade de milho. O consórcio milho-braquiária não apresentou efeito sobre a transpiração e temperatura foliar, mas afetou significativamente as demais variáveis, resultando em maior consumo de CO₂, aumento da taxa fotossintética e da eficiência intrínseca do uso da água, devido a menor transpiração e concentração interna de CO₂ do que no cultivo solteiro. Em resposta a atividade fotossintética, o consórcio alcançou os melhores resultados para componentes de produção e produtividade de grãos. O aumento da população de milho reduziu o tamanho e produção de grãos por espiga, mas com o aumento de plantas por área houve incremento na produtividade de espigas e conseqüentemente de grãos.

Termos de indexação: trocas gasosas; arranjos de plantas; características fisiológicas.

INTRODUÇÃO

O milho apresenta um período crítico bem definido, que se concentra entre o florescimento e o início do enchimento de grãos (Magalhães e Durães, 2006). Precipitações pluviométricas elevadas na safra verão aumentam a disponibilidade hídrica do solo e proporcionam adequado desenvolvimento da cultura (Freitas et al., 2013).

O cultivo de milho em consórcio com braquiária é uma tecnologia que vem evoluindo, conseguindo alcançar as produtividades obtidas com milho solteiro (Silva et al., 2015), especialmente quando a disponibilidade hídrica é satisfatória, pois favorece o crescimento do milho e causa a supressão inicial da forrageira (Ceccon et al., 2012), havendo menor competição entre as espécies

O metabolismo C4 do milho possibilita alcançar a máxima fotossíntese sob condições de elevada disponibilidade de radiação solar (Bergamaschi et al., 2004), sendo que a interceptação da radiação incidente pode ser maximizada com o aumento da densidade de plantas (Sangoi et al., 2013), e permite incrementar o potencial produtivo da cultura, mesmo em consórcio com uma forrageira.

O objetivo do trabalho foi avaliar a atividade fotossintética e a produtividade de milho solteiro e consorciado em diferentes populações de plantas de milho na safra-verão.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado 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, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, é o Tropical Monçônico (Am). Na **figura 1** estão os dados de precipitação e temperatura obtidos durante o período de condução do experimento.

O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com parcelas subdivididas e quatro

repetições. Os tratamentos foram: milho solteiro e consorciado com *B. brizantha* cv. Paiaguás nas parcelas, e nas subparcelas as populações de plantas de milho (45, 65, 75 e 85 mil plantas ha⁻¹). As parcelas eram compostas por 4 linhas de milho com 7 m de comprimento, aonde considerou-se apenas as duas linhas centrais como área útil.

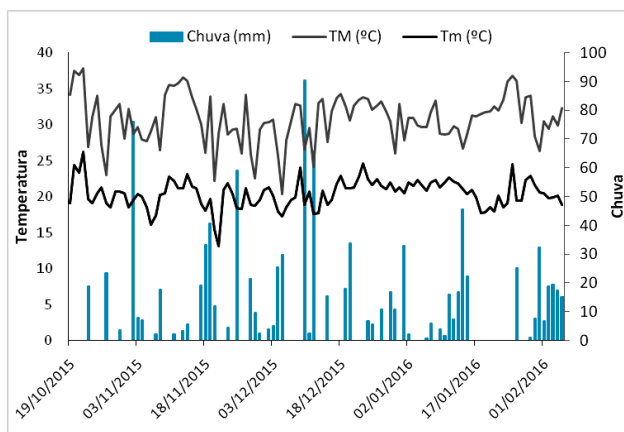


Figura 1. Chuva, temperatura máxima e mínima, obtidos durante a condução do experimento, em Dourados, MS, UFGD, 2016. Fonte: Embrapa Agropecuária Oeste (2016)

O experimento foi conduzido durante o verão, com a semeadura realizada em 19 de outubro de 2015. O milho utilizado foi o híbrido DKB 390 Vt PRO, e as sementes foram tratadas com inseticida Standak Top (12,5 g ha⁻¹ de i.a.) e Cruiser (60 g ha⁻¹), semeadas a 5 cm de profundidade, em espaçamento 0,90 m, adotando-se a população de 111 mil plantas ha⁻¹, e aos 10 dias após a semeadura, foi realizado o desbaste para o estabelecimento dos tratamentos de população. No consórcio foi utilizada a *Brachiaria brizantha* cv. BRS Paiaguás, com 60% de pureza e 20% de germinação, obtido mediante teste de germinação realizado previamente. A braquiária foi semeada a lanço, antes do milho, na população de 20 plantas m⁻².

Na semeadura foi realizada a adubação na linha do milho com 200 kg ha⁻¹ do adubo 8-20-20 (N-P-K); e aos 17 dias após a emergência (DAE), uma adubação de cobertura com uréia revestida na dose de 45 kg ha⁻¹ N.

O controle de plantas daninhas foi realizado pela dessecação pré-plantio da área com Gramoxone (2 L ha⁻¹). E as pragas foram controladas na emergência do milho com aplicação de Platinum (250 mL ha⁻¹), mais uma aplicação aos 10 DAE de Metomil (0,6 L/ha de i.a.) e Tiametoxam+Lambda-cialotrina (200 ml ha⁻¹) para controle de Spodoptera e percevejo marrom, respectivamente.

Aos 57 DAE, no estágio de florescimento do milho, foram realizadas as medições das trocas gasosas utilizando o Analisador de Gás por

Infrevermelho (IRGA). As leituras foram realizadas entre 8 e 10 h, na superfície superior da folha oposta e abaixo da espiga. As variáveis fisiológicas analisadas foram: consumo de CO₂, concentração interna de CO₂, transpiração, condutância estomática, taxa fotossintética, eficiência intrínseca de uso da água e temperatura foliar.

Na maturação fisiológica do milho (R4), foi realizada a colheita das espigas de oito plantas representativas localizadas na área útil da parcela. A partir das quais foram avaliados os componentes da produtividade de milho: diâmetro e comprimento de espigas, peso de cem grãos, número e peso de grãos por espiga, produtividade de espigas e de grãos.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F (p<0,05), e quando significativos, as médias das variáveis qualitativas foram comparadas pelo teste de Tukey, e as variáveis quantitativas pela análise de regressão, ambos a 5% de probabilidade. O modelo de regressão escolhido foi baseado naquele que melhor explicou o comportamento dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância das variáveis fisiológicas, não apresentou efeito significativo sobre transpiração (6,44 mol m⁻² s⁻¹) e temperatura foliar (40,56 °C). No entanto, verificou-se efeito isolado das modalidades consórcio e milho solteiro para o acúmulo de CO₂, condutância estomática e eficiência intrínseca do uso da água (**Tabela 1**). A interação entre modalidade e população de plantas apresentou significância para as demais variáveis avaliadas, sendo elas o consumo de CO₂ e a taxa fotossintética (**Figura 2**).

O consórcio milho-braquiária resultou em menor acúmulo de CO₂ no interior do mesófilo foliar, indicando intenso consumo de carbono para as atividades fotossintéticas, como destacou Freitas (2013), há uma relação inversa entre o acúmulo de CO₂ e a capacidade fotossintética e consumo de CO₂. Uma menor condutância estomática no milho consorciado indica que a transpiração da planta não foi intensificada pela presença da braquiária, possibilitando alcançar uma elevada eficiência intrínseca do uso da água (**Tabela 1**). Magalhães et al. (2009) observaram que híbridos com maior eficiência intrínseca do uso da água apresentam maior economia de água nas trocas gasosas, devido à menor condutância.

O consumo de carbono e a atividade fotossintética apresentaram comportamento polinomial quadrático para o cultivo de milho solteiro, e linear decrescente para o consórcio, em resposta ao aumento da densidade de plantas.

Observa-se no consórcio, alta atividade

fotossintética sob baixa densidade de plantas, e um decréscimo com o aumento de plantas na área. Enquanto o cultivo solteiro apresenta incremento na fotossíntese até atingir a população de 65 mil plantas ha⁻¹ aproximadamente, decrescendo a partir deste ponto até igualar o consórcio, na máxima população do milho.

Tabela 1 – Acúmulo de CO₂ (Ci), condutância estomática (Gs), eficiência intrínseca do uso da água (EiUA), diâmetro de espiga (DE), peso de grãos por espiga (PGE), produtividade de espigas (PE) e produtividade de grãos (PG) nas modalidades de cultivo de milho, em Dourados, MS, UFGD, 2016.

Modalidade	Ci ($\mu\text{mol mol}^{-1}$)	Gs ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	EiUA ($\mu\text{mol CO}_2$ $\text{mol H}_2\text{O}^{-1}$)
Solteiro	117,62 a	0,29 a	93,38 b
Consórcio	62,68 b	0,23 b	137,13 a
CV%	70,55	31,6	23,09
Média	90,16	0,26	115,26

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

Modal.	DE (cm)	NGE	PGE (g)	PE (kg ha ⁻¹)	PG
Solteiro	4,4 b	424 b	131,2 b	10648 b	8657 b
Consórcio	4,8 a	489 a	152,7 a	12263 a	10198 a
CV%	9,4	10,8	10,4	9,8	10,2
Média	4,6	456	141,9	11473	9427

A maioria dos componentes de produtividade do milho apresentou efeito significativo dos tratamentos aplicados, exceto o peso de cem grãos. O diâmetro de espigas e o número de grãos por espiga apresentaram efeito apenas da modalidade de cultivo de milho (**Tabela 1**). E o comprimento de espigas respondeu à interação entre modalidade e população, com melhor ajuste ao modelo linear para o consórcio e quadrático para o solteiro (**Figura 3**). As demais variáveis responderam tanto ao efeito das modalidades como das populações adotadas, mas de maneira isolada (**Tabela 1, Figura 2**).

O efeito das modalidades de milho foi o mesmo para todos os componentes de produtividade afetados, apresentaram melhor resposta quando o milho foi cultivado em consórcio com a braquiária. Este resultado confirma os obtidos por outros autores, indicando que o consórcio com a braquiária não interfere sobre o desenvolvimento do milho quando as condições climáticas são satisfatórias (Freitas et al., 2013; Ceccon et al., 2012), principalmente a precipitação pluviométrica, como normalmente é verificado na safra-verão (**Figura 1**).

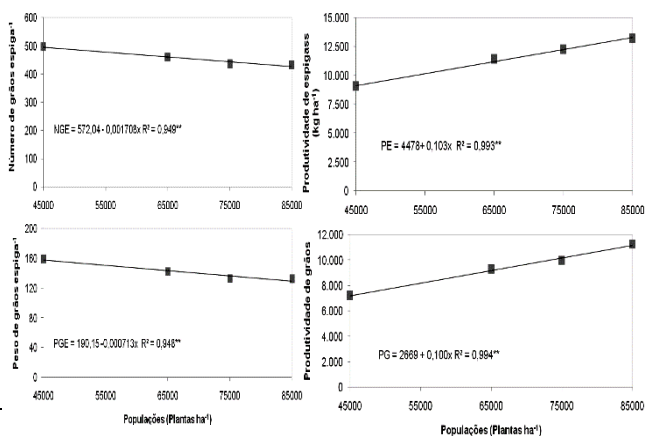


Figura 2. Número de grãos por espiga peso de grãos por espiga, produtividade de espigas e produtividade de grãos, em populações de plantas de milho, em Dourados, MS, UFGD, 2016.

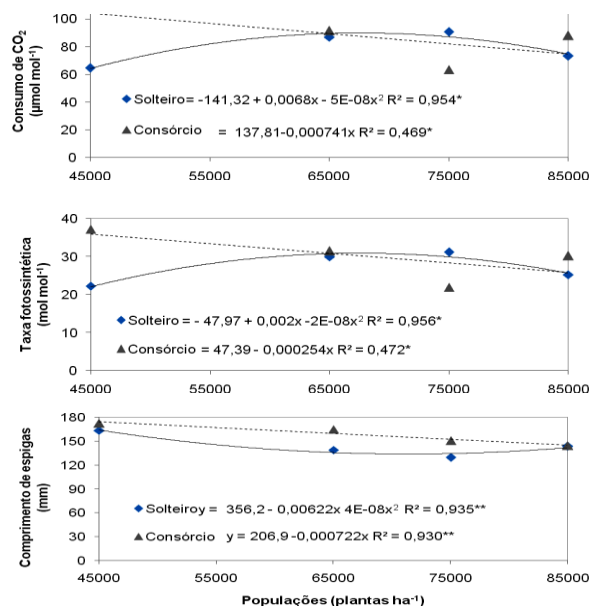


Figura 3. Consumo de CO₂, taxa fotossintética e comprimento de espigas, em populações de plantas de milho sob cultivo solteiro e consorciado, em Dourados, MS, UFGD, 2016.

O número de grãos e peso de grãos por espiga apresentaram comportamento linear decrescente com o aumento da população de plantas de milho (**Figura 2**), e pode ser resultado da redução do comprimento das espigas em plantios mais densos. Foi observado no consórcio um decréscimo linear do comprimento de espigas e no milho solteiro um comprimento de espigas mínimo de 114 mm com 77 mil plantas, com ajuste quadrático (**Figura 3**).

No entanto, as produtividades de espigas e de grãos foram incrementadas com o aumento do

estande de plantas de milho, independente da presença da braquiária. O aumento de plantas por área, até certo limite, tende a compensar a diminuição do tamanho das espigas (Kappes et al., 2011), resultando em maior número de espigas por área, e incrementando a produtividade de grãos (Stacciarini et al., 2010).

CONCLUSÕES

O consórcio milho-braquiária na safra verão favorece os processos fotossintéticos. Este efeito é mais acentuado nas menores populações, e diminui com o aumento populacional de milho, não diferindo entre o cultivo solteiro e consórcio.

Os componentes de produção e a produtividade apresentaram melhores resultados no consórcio. O aumento do número de plantas de milho apesar de comprometer o tamanho e produção de grãos por espiga apresentou maior produtividade de grãos.

AGRADECIMENTOS

À Capes e CNPq, pela bolsa concedida aos autores. À Embrapa Agropecuária Oeste por disponibilizar a área e os equipamentos para realização do experimento.

REFERÊNCIAS

- BERGAMSCHI, H.; DALMAGO, G. A.; BERGONCI, J. I.; BIANCHI, C. A. M.; MULLER, A. G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, n.9, p.831-839, 2004.
- CECCON, G.; SILVA, J. F. da; ALVES, V. B.; LEITE, L. F.; COSTA, A. de A. Desempenho do Consórcio Milho-braquiária: Populações de plantas e modalidades de semeadura de *Urochloa brizantha* cv. Piatã. In: Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 2012, Águas de Lindóia, **Anais...** Águas de Lindóia: ABMS, 2012. p. 1944-1949.
- FREITAS, M. A. M. DE. Impacto do consórcio milho-braquiária no crescimento, características nutricionais e fisiológicas do milho e na atividade da microbiota do solo. 2013. 78f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.
- KAPPES, C.; CARVALHO, M. A. C. de; YAMASHITA, O. M.; SILVA, J. A. N. da Influência do nitrogênio no desempenho produtivo do milho cultivado na segunda safra em sucessão à soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, n. 3, p. 251-259.
- MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. Fisiologia da Produção de Milho. Sete Lagoas: Embrapa-CNPMS, 2006. 10p. (Circular Técnica, 76).
- MAGALHÃES, P. C.; SOUZA, T. C. de; ALBUQUERQUE, P. E. P. de; KARAM, D.; MAGALHÃES, M. M.; CANTÃO, F. R. de O. Caracterização ecofisiológica de linhagens de milho submetidas a baixa disponibilidade hídrica durante o florescimento. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 8, n. 3, p. 223-232, 2009.
- SANGOI, L.; ZANIN, C. G.; SCHMITT, A.; VIEIRA, J. Senescência foliar e resposta de híbridos de milho liberados comercialmente para cultivo em diferentes épocas ao adensamento. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 12, n. 1, p. 21-32, 2013.
- SILVA, D. V.; PEREIRA, G. A. M.; FREITAS, M. A. M.; SILVA, A. A. da; SEDIYAMA, T.; SILVA, G. S.; FERREIRA, L. R.; CECON, P. R. Produtividade e teor de nutrientes do milho em consórcio com braquiária. **Ciência Rural**, v.45, n.8, p.1394-1400, 2015.
- STACCIARINI, T. de C. V.; CASTRO, P. H. C. de; BORGES, M. A.; GUERIN, H. F.; MORAES, P. A. C.; GOTARDO, M. Avaliação de caracteres agrônômicos da cultura do milho mediante a redução do espaçamento entre linhas e aumento da densidade populacional. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 4, p. 516-519, 2010.



XXXI CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO

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