

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**EFICIÊNCIA FOTOSSINTÉTICA E PRODUTIVA DE
MILHO SAFRINHA EM FUNÇÃO DE ÉPOCAS DE
SEMEADURA E POPULAÇÕES DE PLANTAS**

ANNA LUIZA FARIAS DOS SANTOS

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2017**

**EFICIÊNCIA FOTOSSINTÉTICA E PRODUTIVA DE MILHO SAFRINHA
EM FUNÇÃO DE ÉPOCAS DE SEMEADURA E POPULAÇÕES DE
PLANTAS**

ANNA LUIZA FARIAS DOS SANTOS

Engenheira Agrônoma

Orientador: Prof. Dr. GESSÍ CECCON

Dissertação apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre.

Dourados
Mato Grosso do Sul
2017

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

S237e Santos, Anna Luiza Farias Dos

Eficiência fotossintética e produtiva de milho safrinha em função de épocas de semeadura e população de plantas / Anna Luiza Farias Dos Santos --

Dourados: UFGD, 2017.

46f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Gessi Ceccon

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Zea mays. 2. Brachiaria ruziziensis. 3. Cultivo consorciado. 4. Densidade populacional. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

EFICIÊNCIA FOTOSSINTÉTICA E PRODUTIVA DE MILHO SAFRINHA EM
FUNÇÃO DE ÉPOCAS DE SEMEADURA E POPULAÇÕES DE PLANTAS

por

Anna Luiza Farias Dos Santos

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de
MESTRE EM AGRONOMIA

Aprovada em: 20/02/2017



Dr. Gessi Ceccon
Orientador - UFGD



Dra. Silvana de Paula Quintão Scalon
UFGD



Dra. Livia Maria Chamma Davide
UFGD

A DEUS

Aos meus pais, Elvira e José Luiz
Aos meus padrinhos, Joceneide e Gilson
Ao Ivan

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela vida e por me dar força e sabedoria para seguir meu caminho de acordo com sua vontade.

À minha família pelo amor incondicional e por todo o alicerce para realização dos meus sonhos.

Ao meu namorado Ivan, pelo amor, paciência e incentivo, estando ao meu lado em qualquer situação, além das contribuições durante o curso e desenvolvimento dessa pesquisa.

Ao meu orientador Dr. Gessi Cecon, pelo tempo dedicado a me orientar, transmitindo tudo o que lhe era possível e pelos momentos de diversão que vivenciamos durante esse período.

Aos membros da banca, Prof. Dr. Luiz Carlos Ferreira de Souza, Profa. Dra. Silvana de Paula Quintão Scalon e Profa. Dra. Livia Maria Chamma Davide, pelas correções e sugestões para o aperfeiçoamento deste trabalho.

À CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior) pela bolsa concedida.

À Embrapa Agropecuária Oeste pela infra-estrutura cedida para o desenvolvimento dessa pesquisa e a Universidade Federal da Grande Dourados pela oportunidade de realização deste curso.

Aos meus amigos e colaboradores Darlan, Jefferson, Luan, Marno, Priscila, Ricardo e aos funcionários da Embrapa Agropecuária Oeste pelo auxílio na condução do experimento.

E a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para tornar este trabalho possível.

Meus sinceros agradecimentos!

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
1. Épocas de semeadura e densidades populacionais	12
2. Consórcio milho-braquiária	14
HIPÓTESE	16
MATERIAIS E MÉTODOS	17
RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
1. Componentes Fotossintéticos	21
2. Componentes Produtivos	31
CONCLUSÃO	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

EFICIÊNCIA FOTOSSINTÉTICA E PRODUTIVA DE MILHO SAFRINHA EM FUNÇÃO DE ÉPOCAS DE SEMEADURA E POPULAÇÕES DE PLANTAS

RESUMO

A pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar os componentes produtivos e os dados fotossintéticos de plantas de milho, cultivadas em quatro épocas de semeadura e quatro populações de plantas, além de comparar o cultivo de milho solteiro e consorciado com *Brachiaria ruziziensis* nas quatro épocas de semeadura. Foram realizados dois experimentos, ambos em delineamento experimental de blocos casualizados, com parcelas subdivididas em quatro repetições. No experimento A, foram alocadas nas parcelas as épocas de semeadura do milho safrinha (01 Fev, 15 Fev, 01 Mar e 15 Mar) e nas subparcelas as populações de plantas: 50, 60, 70 e 80 mil plantas ha⁻¹. No experimento B, as parcelas foram compostas pelas épocas de semeadura do milho safrinha (01 Fev, 15 Fev, 01 Mar e 15 Mar) e as subparcelas pelos cultivos (milho solteiro e consorciado com *B. ruziziensis*). No experimento A, as maiores taxas fotossintéticas e eficiência de carboxilação da Rubisco foram observadas nas plantas da semeadura em 15 Fev e 15 Mar. As plantas das semeaduras em 15 Fev e 01 Mar apresentaram as maiores médias para M100 e grãos por espiga. Em relação a produtividade, a única época que se diferiu das demais foi a semeadura em 15 Fev, apresentando a menor média. As maiores médias de grãos por espiga e massa de cem grãos foram observadas nas plantas da população de 50 mil plantas ha⁻¹. No experimento B, as maiores taxas fotossintéticas e eficiência de carboxilação da Rubisco foram observadas nas plantas da semeadura em 15 Fev e 15 Mar. As maiores médias de massa de cem grãos no cultivo solteiro foram observadas nas semeaduras em 01 Fev, 15 Fev e 01 Mar e no cultivo consorciado a semeadura em 01 Mar se sobressaiu às demais. Em relação a produtividade, no cultivo de milho solteiro o maior média foi observada na semeadura em 15 Fev e no consórcio milho-braquiária, na semeadura em 01 Mar. Entre os cultivos, só houve diferença na M100 e produtividade nas semeaduras em 01 Fev e 15 Fev. As semeaduras realizadas na segunda quinzena de fevereiro e março favoreceram os processos fotossintéticos das plantas de milho. No cultivo solteiro, a maior produtividade ocorreu com a semeadura na segunda quinzena de fevereiro. Menores populações de milho são suficientes para garantir satisfatória produtividade do milho safrinha. No cultivo consorciado, a melhor produtividade do milho safrinha e da braquiária são obtidas quando semeados na primeira semana de março.

Palavras-chave: *Zea mays*, *Brachiaria ruziziensis*, cultivo consorciado, densidade populacional.

PHOTOSYNTHETIC AND PRODUCTIVE EFFICIENCY OF OFF-SEASON CORN IN THE FUNCTION OF SEASONS OF SEEDING AND PLANT POPULATIONS

ABSTRACT

The research was carried out with the objective of evaluating the productive components and the photosynthetic data of maize plants, grown in four seasons of seeding and four plant populations, in addition to comparing the cultivation of single corn and intercropped corn with *Brachiaria ruziziensis* in the four seasons of seeding. Two experiments were carried out, both in a randomized block design, with plots subdivided into four replicates. In the experiment A, the sowing seasons of the corn crop were allocated in the plots (01 Feb, 15 Feb, 01 Mar and 15 Mar) and in the subplots the plant populations: 50, 60, 70 and 80 thousand plants ha⁻¹. In the experiment B, the plots were composed by the sowing seasons of the corn crop (01 Feb, 15 Feb, 01 Mar and 15 Mar) and the subplots by the crops (single corn and intercropped with *B. ruziziensis*). In experiment A, the highest photosynthetic rates and carboxylation efficiency of Rubisco were observed in the sowing plants on February 15 and March 15. Seed plants on February 15 and March 01 presented the highest averages for M100 and grain per spike. Regarding productivity, the only time that was different from the others was sowing on February 15, presenting the lowest average. The highest averages of grain per spike and mass of one hundred grains were observed in the plants of the population of 50 thousand plants ha⁻¹. In experiment B, the highest photosynthetic rates and carboxylation efficiency of Rubisco were observed in the sowing plants on February 15 and March 15. The highest mass means of one hundred grains in the single crop were observed in the sowings on February 1st, February 15th and March 1st, and in the intercropped sowing at 01 Mar, it was outstanding to the others. Regarding productivity, in the single corn crop, the highest average was observed at sowing on February 15 and at the corn-*B. ruziziensis* intercrop, at sowing on March 01. Among the crops, there was only difference in the M100 and yield at sowing at 01 February and Feb. 15 Sowing in the second fortnight of February and March favored the photosynthetic processes of corn plants. In the single corn, the highest productivity occurred with sowing in the second half of February. Lower corn populations are sufficient to ensure satisfactory corn yields. In intercropping, the best productivity of the off-season corn and *B. ruziziensis* is obtained when sown in the first week of March.

Key-words: *Zea mays*, *Brachiaria ruziziensis*, intercrop, plant densities.

INTRODUÇÃO

A crescente demanda por alimentos leva a necessidade de se produzir cada vez mais, porém sem expressivo aumento na quantidade de áreas cultivadas. Contudo, a produtividade de grãos é uma variável complexa e depende da interação entre fatores genéticos e ambientais.

Entre os possíveis manejos que podem contribuir para melhores produtividades na cultura do milho safrinha, estão o arranjo espacial e a época de semeadura (KAPPES et al., 2011). Outra opção para otimizar a produção é o consórcio milho-braquiária, onde a forrageira pode ser utilizada apenas como cobertura vegetal ou como alimento para os animais na integração lavoura-pecuária.

Fatores ambientais como temperatura, radiação solar e disponibilidade hídrica influenciam no desenvolvimento das plantas, sendo determinantes para satisfatória produtividade. No milho a temperatura ambiente tem efeito direto no ciclo da cultura, desde que não haja deficiência hídrica, além da baixa eficiência de uso da radiação solar, que geralmente é mínima, pois do total de radiação que chega à superfície do dossel de uma planta apenas uma parte é absorvida (radiação fotossinteticamente ativa), o restante é refletido ou transmitido, atingindo o solo com diferentes níveis energéticos (MARCHÃO, et al., 2006).

Uma forma de minimizar o efeito dos fatores climáticos é adequar a data de semeadura, que tem grande influência no rendimento de grãos, por interferir na interceptação de radiação solar, absorção de água e nutrientes (SOUZA et al., 2006), além de ser uma forma de escape de temperaturas desfavoráveis e evitar que possíveis geadas coincidam com fases importantes da cultura.

Em relação a população de plantas, a densidade ideal seria aquela que proporciona a melhor distribuição das plantas em determinada área, diminuindo a competição intraespecífica por água, luz e nutrientes. Maiores populações de plantas afetam negativamente alguns componentes de produção, como massa de cem grãos e número de grãos por espiga, porém podem apresentar maiores produtividades por incrementarem o número de espigas em uma determinada área. Porém a população pode ser elevada até atingir o número ideal de plantas por hectare, acima disso a produção de grãos decresce.

A sucessão soja-milho safrinha é normalmente cultivada em semeadura direta e para este sistema se manter sustentável é indispensável o aporte constante de palhada no solo. Os resíduos vegetais deixados pelo consórcio milho-braquiária proporcionam

melhor cobertura do solo, reduz a infestação de plantas daninhas e aumenta a disponibilidade de nutrientes para as plantas (CECCON et al., 2013), condicionando um ambiente favorável para maiores produtividades na sucessão soja-milho safrinha.

Além dos componentes relacionados à produtividade, é necessário se conhecer os processos ligados ao crescimento e desenvolvimento das plantas. Dados relacionados ao processo fotossintético são de suma importância para se expor o real desempenho das plantas em determinadas situações.

Diante disso a pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar os componentes produtivos e os dados fotossintéticos de plantas de milho, cultivadas em quatro épocas de semeadura e quatro populações de plantas, além de comparar o cultivo de milho solteiro e consorciado com *Brachiaria ruziziensis* nas quatro épocas de semeadura.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. Épocas de semeadura e densidades populacionais

Na região Centro-Oeste o milho pode ser cultivado em duas épocas: safra ou safrinha, sendo a segunda em sucessão à soja no verão. O milho tolera as condições climáticas típicas do outono-inverno, como temperaturas amenas, podendo ocorrer geadas em algumas áreas, menor incidência de raios solares e principalmente baixa precipitação pluviométrica, características que acarretam em menores produtividades.

As oscilações na produtividade do milho safrinha entre os anos estão relacionadas com as variações das condições climáticas, escolha das cultivares, épocas de semeadura e densidade populacional (LEITE, 2015). O manejo ideal da cultura proporciona condições favoráveis às plantas, reduzindo os efeitos climáticos e diminuindo riscos de redução da produção.

A época de semeadura é fundamental para obtenção de boas produtividades e lucro satisfatório com a cultura. À medida que se atrasa a semeadura, há uma acentuada queda no potencial produtivo (LEITE, 2015), além do risco de geadas e seca coincidirem com importantes fases da cultura. O potencial de rendimento de grãos, definido pela interação genótipos-ambientes, pode ser maximizado por meio da escolha adequada da época de semeadura, sem aumentar significativamente, o custo de produção (FORSTHOFER et al., 2006).

Além dos fatores intrínsecos à planta e das condições climáticas de cada época de semeadura na região de cultivo, o rendimento de grãos dependerá da quantidade de radiação solar incidente, da eficiência de interceptação e de conversão da radiação interceptada em fitomassa, e da eficiência de partição de assimilados à estrutura de interesse econômico (ANDRADE, 1995; ARGENTA et al., 2001a).

No início do ciclo do milho a eficiência em converter luz em energia aumenta conforme eleva a interceptação de raios solares, pois existe um aumento na área foliar da cultura, atingindo valor máximo no meio do ciclo. Com o início da senescência a eficiência fotossintética decresce (CARDOSO et al., 2015).

A eficiência de interceptação dos raios solares e da conversão e distribuição em produtos orgânicos depende de fatores climáticos, com destaque para temperatura do ar e disponibilidade hídrica; fatores edáficos, como fertilidade, estrutura e textura do solo; e do manejo, como práticas culturais que interfiram sobre o arranjo de plantas e épocas de semeadura do milho safrinha (ARGENTA et al., 2001a).

Gadioli et al. (2000) avaliaram o efeito da temperatura do ar sobre o rendimento de grãos de milho e concluíram que a produtividade de grãos diminui à medida que a temperatura média durante a fase vegetativa aumenta, sendo 23° C a média de temperatura ótima para a cultura expressar o máximo rendimento, apesar da máxima média de temperatura observada durante o experimento não passar de 25 °C.

A interação das condições térmicas com a duração dos dias é um fator importante no cultivo de milho, o número de nós formados antes da iniciação do pendão depende do genótipo, mas é influenciado pela soma térmica (DUNCAN, 1976).

Sob condições de restrição hídrica, pode haver uma drástica redução do fluxo de CO₂ pelo fechamento dos estômatos, resultando na diminuição da taxa fotossintética e do crescimento vegetativo e reprodutivo da planta (PAZZETTI et al., 1993). Ajustar a época de semeadura do milho safrinha a fim de favorecer a interceptação solar, temperaturas e disponibilidade hídrica adequadas durante fases importantes do desenvolvimento da cultura contribuem para um satisfatório rendimento de grãos. Santos et al. (2015) observaram maiores produtividades quando a semeadura foi realizada na segunda quinzena de fevereiro, comparativamente à semeadura na última semana de janeiro.

A densidade populacional tem grande influência produtividade do milho, visto que interfere na interceptação de radiação solar, absorção de água e nutrientes, além da competição intraespecífica (SOUZA et al., 2006). O rendimento de uma lavoura aumenta quando se eleva a população de plantas, até atingir uma população ideal, onde se expressa a maior produção de grãos, que é determinada pela cultivar e pelas condições climáticas (LEITE, 2015).

Segundo Brachtvogel et al. (2009), alterações na população de plantas é um dos fatores que apresenta maior interferência na produção do milho, pois pequenas alterações na população implicam em modificações relativamente grandes no rendimento de grãos. Essa resposta está associada ao fato de que o milho é uma espécie que não possui mecanismo de compensação de espaços tão eficiente, comparado a outras espécies da mesma família, pois raramente perfilha efetivamente e apresenta capacidade limitada de expansão foliar e prolificidade, ou seja, produzir mais de uma espiga por planta (ANDRADE et al., 1999).

A densidade de semeadura recomendada para o milho safrinha é cerca de 20% menor do que a indicada para o período de safra, em virtude da maior probabilidade de déficit hídrico ao longo do ciclo da cultura (PEREIRA FILHO e CRUZ, 2012). Altas populações de plantas de milho no período da safrinha podem não responder ao esperado,

pois é possível que o déficit hídrico comprometa o rendimento da cultura. Dessa forma, com o avançar da época de semeadura, alguns produtores optam por trabalhar com menor densidade de semeadura e, muitas vezes, com materiais que apresentam sementes de menor valor de mercado, devido à maior probabilidade de frustração (SILVA et al., 2013).

O aumento da população de plantas, apesar de proporcionar ganhos em produtividade, geralmente afeta negativamente os componentes de produção, como massa de cem grãos, número de grãos por espiga e número de espigas por planta, independente do ciclo do híbrido e que, possivelmente está associado ao aumento na competição intraespecífica (DOURADO NETO et al., 2003; FLESCHE & VIEIRA, 2004).

Silva et al. (2008) ao avaliarem a influência da população de plantas nos caracteres agronômicos do milho, observaram que houve acréscimo na altura de plantas e decréscimo no índice de espiga com o aumento da população de plantas. Na análise econômica, maiores rentabilidades foram observadas quando se utilizaram populações de 60.000 plantas ha⁻¹.

2. Consórcio milho-braquiária

O cultivo da sucessão soja-milho safrinha, em plantio direto, visa o não revolvimento do solo e por consequência a manutenção da palha sobre o mesmo. Porém não é o suficiente para que haja uma cobertura eficiente do solo com os resíduos (BRÜGGEMANN, 2011). No consórcio de milho com braquiária aproveita-se as máquinas utilizadas na implantação da soja e do milho safrinha para a implantação de culturas intercalares, que posteriormente podem ser utilizadas para pastejo e dessecação para cultivo da soja subsequente (CECCON et al., 2013). Além disso, nas condições de cerrado, o consórcio milho + *Brachiaria ruziziensis* tem se mostrado uma alternativa na redução dos custos de implantação dos pastos e produção de palha para cobertura do solo (RICHETTI, 2013).

O uso de forrageiras no outono/inverno, como a *B. ruziziensis*, se torna eficiente pela possibilidade de ser cultivada em consórcio com milho safrinha, sem alterar de forma significativa o cultivo principal, que geralmente são os grãos (CECCON, 2007). Quando o consórcio é cultivado no verão a forrageira tem função de fornecer alimento para os animais a partir do final do verão até o início da primavera (BORGHI & CRUSCIOL, 2007).

O cultivo de milho safrinha consorciado com *B. ruziziensis* é uma alternativa para aumentar a produção de palha, tendo em vista que a braquiária produz massa durante e após a colheita do milho e, com isso, proporciona um maior tempo de solo coberto (CECCON et al., 2011). Segundo Alvarenga et al. (2006), para manutenção do sistema de plantio direto devem ser adotados sistemas de rotação que produzam entre 4 e 6 t ha⁻¹ ou mais de matéria seca por ano.

Mechi et al. (2016a) verificaram que o milho solteiro por quatro anos produziu, aproximadamente, 1.600 kg ha⁻¹ de massa seca, quando cultivado solteiro após quatro anos de consórcio com braquiária na safrinha, essa quantidade aumenta para, aproximadamente, 2.400 kg ha⁻¹, enquanto que o consórcio milho-braquiária produziu mais de 7.000 kg ha⁻¹ de resíduos em uma única safra. E as melhores condições proporcionadas pelo consórcio possibilitam que a soja e o milho safrinha cultivados em sucessão se desenvolvam com menores riscos de perdas devido a veranicos e, conseqüentemente, com incremento na produtividade de grãos (CECCON et al., 2013).

Santos et al. (2016) avaliaram consórcio milho-braquiária durante quatro anos consecutivos e verificaram elevação de 260 a 569 kg ha⁻¹ na produtividade em relação ao milho sempre solteiro. Além disso, anos consecutivos de consórcio milho-braquiária promovem incremento na produtividade da soja cultivada em sucessão, sendo que esses benefícios são vistos quando existe o efeito residual e acumulativo de quatro ou mais anos de consórcio milho-braquiária (MECHI et al., 2016b).

Jakelaitis et al. (2006) observaram que o consórcio entre milho e braquiária além de incrementar a produção de massa seca, também contribui para a redução de plantas daninhas. Mas para que o consórcio expresse seu máximo benefício, o manejo deve ser realizado de forma a possibilitar elevada produtividade, tanto do milho como da braquiária (SANTOS et al., 2016), sendo a disponibilidade hídrica um dos fatores limitantes (RESENDE et al., 2008).

Brambilla et al. (2009), detectaram redução significativa na produtividade de milho quando consorciado com alguma forrageira em altas populações de plantas. Porém uma melhor distribuição espacial das espécies em consórcio pode minimizar a competição interespecífica.

HIPÓTESE

Existe influência das épocas de semeadura, da população de plantas e do consórcio milho-braquiária nos componentes de produção do milho, além de ter efeito sobre as características ligadas ao processo de fotossíntese.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste, em Dourados, Mato Grosso do Sul, situada em latitude 22°13' S e longitude 54°48' W. O solo é classificado como Latossolo Vermelho distroférico, textura muito argilosa (SANTOS et al., 2013). O clima da região segundo a classificação de Köppen é Tropical Monçônico (Am) (FIETZ et al., 2013a). Os dados pluviométricos, as temperaturas máximas e mínimas e a radiação solar total diária incidente na superfície do solo foram obtidos na Estação Meteorológica da Embrapa Agropecuária Oeste, (Figura 1 e 2).

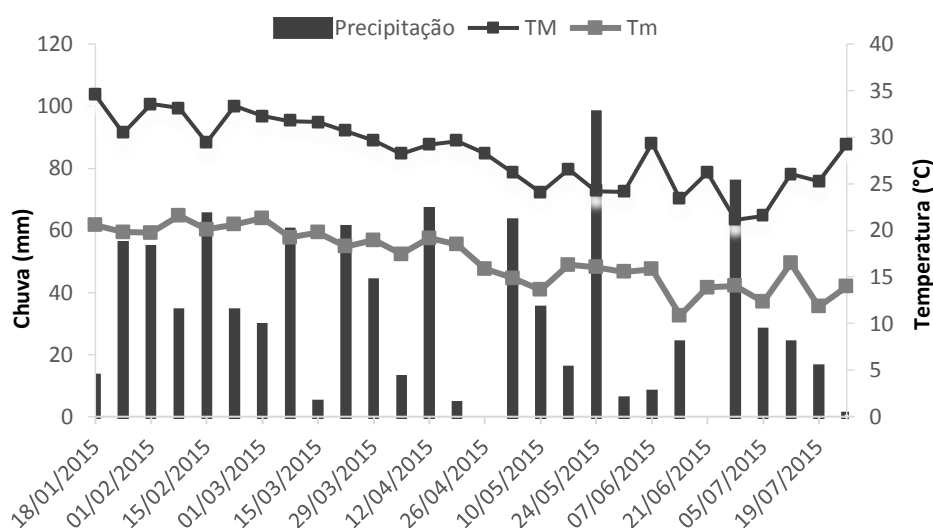


Figura 1. Precipitação pluvial semanal e temperaturas máximas e mínimas médias no período de janeiro a julho de 2015, Dourados, MS. Fonte: Embrapa Agropecuária Oeste (2016).

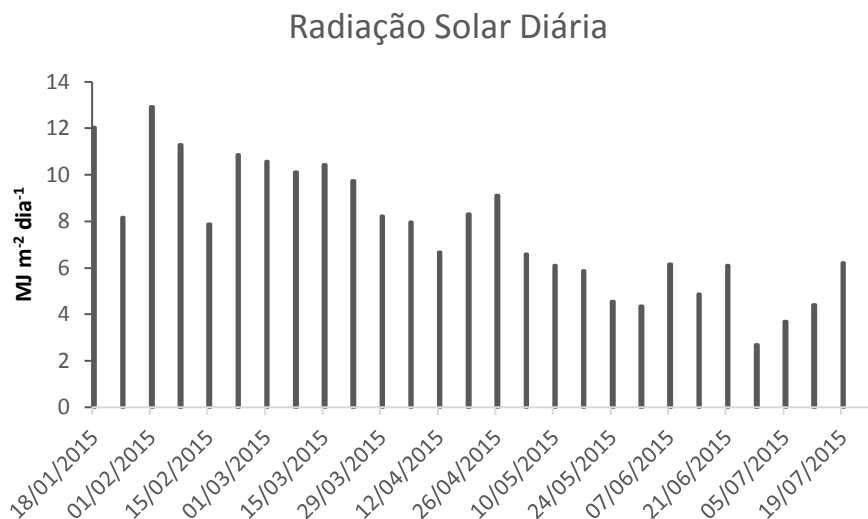


Figura 2. Média semanal da radiação solar total diária incidente na superfície do solo no período de janeiro a julho de 2015, Dourados, MS. Fonte: Embrapa Agropecuária Oeste (2016).

Foram realizados dois experimentos, sendo um para avaliar populações de plantas de milho em épocas de semeadura (A) e outro para avaliar o desenvolvimento do milho solteiro e consorciado com braquiária em épocas de semeadura de milho (B). Nos dois experimentos utilizou-se o híbrido simples DKB 390 VT PRO, precoce com 870 graus dia (GD) e altura média de 2,20 m, indicado para regiões de clima frio.

- **Experimento A**

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com parcelas subdivididas e quatro repetições. Nas parcelas foram alocadas as épocas de semeadura do milho safrinha, sendo: 01 de fevereiro, 15 de fevereiro, 01 de março e 15 de março de 2015 e nas subparcelas as populações de plantas de milho: 50, 60, 70 e 80 mil plantas ha⁻¹. As unidades experimentais foram compostas por cinco linhas de cinco metros, espaçadas de 0,45 m.

- **Experimento B**

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com parcelas subdivididas e quatro repetições. As parcelas foram compostas pelas épocas de semeadura do milho safrinha (01 de fevereiro, 15 de fevereiro, 01 de março e 15 de março de 2015) e as subparcelas pelos cultivos de milho: solteiro e consorciado com *Brachiaria ruziziensis*. O milho foi semeado com espaçamento de 0,45 m e população de 60 mil

plantas ha⁻¹, a braquiária foi à lanço, com população planejada para 100 mil plantas ha⁻¹, na mesma operação de semeadura de milho.

Em ambos os experimentos o milho foi semeado mecanicamente com população de 80 mil plantas ha⁻¹ de milho e dez dias após a emergência foi realizado o desbaste manual, ajustando nas populações desejadas. As sementes de milho e de *B. ruziziensis* foram tratadas com inseticida fipronil na dose de 0,002 L kg⁻¹ de semente. A adubação de semeadura foi de 200 kg ha⁻¹ da fórmula NPK 08-20-20, sem a adubação de cobertura.

O controle de plantas daninhas foi realizado mediante a dessecação da área no pré-plantio do milho com 1,44 kg e.a. ha⁻¹ do herbicida glyphosate, mais uma aplicação de atrazine + nicosulfuron na área de milho solteiro (experimento A) e uma aplicação de atrazine na dose de 1,5 L ha⁻¹ na área de milho consorciado (experimento B).

Para o controle de percevejos na cultura do milho foram realizadas duas aplicações de tiametoxam com lambda-cialotrina (35 + 26 g i.a. ha⁻¹) e o controle de lagartas foi realizado com duas aplicações de metomil na dose de 215 g i.a. ha⁻¹, nos estádios V2 e V4 do milho.

Avaliações realizados no milho (experimentos A e B)

- Componentes fotossintéticos

Nos primeiros dias do estádio de florescimento das plantas (R1) de cada época de semeadura foram realizadas as medições dos dados fotossintéticos, com auxílio de um analisador de gases no infra-vermelho (IRGA). Foi avaliada uma planta da terceira linha de cada subparcela, sempre na primeira folha oposta abaixo da espiga, no período de oito às dez horas da manhã em dias ensolarados. As datas em que foram realizadas as avaliações fotossintéticas de cada época de semeadura e as médias de temperatura ambiente no momento da medição estão representadas na tabela 1.

Tabela 1. Datas em que foram realizadas as avaliações fotossintéticas e médias de temperatura ambiente no momento da medição. Dourados, MS, 2017.

Época de semeadura	Datas das avaliações	Temperatura (° C)
01 Fev	03/04/2015	36,2
15 Fev	24/04/2015	37,7
01 Mar	13/05/2015	33,2
15 Mar	26/05/2015	35,8

Foram avaliados temperatura foliar (T_{leaf}), transpiração (E), concentração interna de CO_2 (c_i), taxa fotossintética (A), condutância estomática (g_s), consumo de CO_2 (ΔC), radiação fotossinteticamente ativa incidente na folha (Q_{leaf}), eficiência de carboxilação da Rubisco (A/c_i), eficiência do uso da água - EUA (A/E) e eficiência fotoquímica da fotossíntese (A/Q_{leaf}).

- Componentes produtivos

Durante o estágio de florescimento das plantas de cada época de semeadura foram coletadas cinco plantas de milho em todas as subparcelas para as seguintes avaliações: altura de plantas (AP), altura da inserção de espiga (AIE), diâmetro do colmo (DC), rendimento de massa seca de folha ($RMSF$), de colmo ($RMSC$) e total ($RMST$) e teores de massa seca de folha ($\%MSF$) e de colmo ($\%MSC$).

A massa seca das plantas foi obtida pela secagem em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de $60^\circ C$ até massa constante. Os rendimentos de massa seca de folha, colmo e total foram estimados com base na população final de milho, calculando-se o teor de massa seca de folha e de colmo.

No estágio de maturação fisiológica foram avaliados massa de cem grãos ($M100$), calculado o número de grãos por espiga e produtividade. Para isso foram colhidas as espigas e realizada a contagem das plantas presentes nas duas linhas centrais das subparcelas. Posteriormente a colheita foi realizada a contagem e debulha das espigas, aferição da massa de grãos e contagem de cem grãos para confecção de uma subamostra, a qual foi levada para secagem em estufa à temperatura constante de $60^\circ C$, ajustou-se então a massa de grãos para a umidade de 13% em base úmida.

Os dados foram submetidos à análise de variância com probabilidade de 5% de erro e quando encontrado diferenças significativas, as médias de épocas de semeadura e cultivos foram comparadas pelo teste de Tukey ($P < 0,05$) e as médias de população de plantas foram submetidas à análise regressão de melhor ajuste por meio do software GENES (CRUZ, 2004).

Avaliações na braquiária (experimento B)

Aos quarenta e cinco dias após a colheita do milho foram coletadas amostras de braquiária em uma área de $0,5 \times 0,5$ m. Nessa amostra foi realizada a contagem do número de plantas, em seguida pesada e uma sub amostra seca em estufa a $60^\circ C$ por 72 horas para determinação da massa seca (Tabela 17).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Componentes Fotossintéticos

• Experimento A

A análise de variância apresentou efeito isolado de épocas de semeadura para temperatura foliar (Tleaf), radiação fotossinteticamente ativa incidente na superfície foliar (Qleaf), condutância estomática (g_s), concentração interna de carbono (ci), transpiração (E) e eficiência do uso da água (EUA). Houve influência da interação entre épocas de semeadura e população de plantas para consumo de carbono (ΔC), taxa fotossintética (A), eficiência de carboxilação da Rubisco (A/ci) e eficiência fotoquímica da fotossíntese (A/Qleaf) (Tabela 2 e 3).

Tabela 2. Valores P, média e C.V. (%) do teste de F das variáveis temperatura foliar (Tleaf), radiação fotossinteticamente ativa incidente na superfície foliar (Qleaf), condutância estomática (g_s), consumo de CO₂ (ΔC) e concentração interna de CO₂ (ci).

F.V.	Variáveis				
	Tleaf	Qleaf	g_s	ΔC	ci
Épocas	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
População	0,82	0,07	0,36	<0,05	0,18
Epo x Pop	0,96	0,09	0,21	<0,05	0,35
Média	37,17	1.327,2	0,318	66,53	180,05
C.V. % (a)	8,20	13,40	26,65	7,20	14,20
C.V. % (b)	4,20	20,36	24,74	11,37	12,32

Tabela 3. Valores P, média e C.V. (%) do teste de F das variáveis transpiração (E), taxa fotossintética (A), eficiência do uso da água (EUA), eficiência de carboxilação da Rubisco (A/ci) e eficiência fotoquímica da fotossíntese (A/Qleaf).

F.V.	Variáveis				
	E	A	EUA	A/ci	A/Qleaf
Épocas	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
População	0,21	<0,05	0,14	<0,05	0,21
Epo x Pop	0,84	<0,05	0,91	<0,05	<0,05
Média	5,71	21,54	3,84	0,125	0,017
C.V. % (a)	29,56	17,58	20,86	24,83	23,83
C.V. % (b)	16,87	11,79	14,27	19,48	25,58

A maior temperatura foliar foi observada nas plantas do tratamento com semeadura em 15 Fev e a menor nas plantas na semeadura de 01 Mar (Tabela 4). As oscilações na temperatura foliar entre as épocas de semeadura coincidiram com as variações da temperatura ambiente observadas no estágio de florescimento de cada época

de semeadura (Figura 1 e tabela 1), com temperaturas elevadas na semana do dia 26 de abril, e menores valores na semana do dia 10 de maio.

Tabela 4. Temperatura foliar (Tleaf), radiação fotossinteticamente ativa incidente na superfície foliar (Qleaf), e condutância estomática (g_s) de plantas de milho cultivadas em quatro épocas de semeadura. Dourados, MS, 2017.

Épocas de Semeadura	Tleaf (° C)	Qleaf ($\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$)	g_s ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
01 Fev	37,59 b	1.063 c	0,241 b
15 Fev	39,46 a	1.628 a	0,383 a
01 Mar	34,64 c	1.392 ab	0,261 b
15 Mar	37,04 b	1.226 bc	0,386 a

M\u00e9dias seguidas das mesmas letras n\u00e3o diferem entre si segundo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

N\u00f3brega et al. (2000) atribuem maiores temperaturas foliar \u00e0 competi\u00e7\u00e3o por \u00e1gua em ambientes de d\u00e9ficit h\u00eddrico, isso justifica a alta temperatura foliar observada nas plantas da semeadura em 15 Fev, onde houve escassez h\u00eddrica na semana em que se realizaram as medi\u00e7\u00f5es (24 de abril), o inverso ocorreu com a semeadura em 01 Mar, com precipita\u00e7\u00e3o constante no florescimento das plantas e menor temperatura foliar (13 de maio).

As maiores m\u00e9dias de condut\u00e2ncia estom\u00e1tica foram observadas nas plantas das semeaduras em 15 Fev e 15 Mar, sem diferir estatisticamente entre si (0,383 e 0,386 mol $\text{CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectivamente). Na semeadura em 15 Fev as plantas receberam maior m\u00e9dia de radia\u00e7\u00e3o fotossinteticamente ativa incidente na superf\u00edcie foliar (1628 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), superando as demais \u00e9pocas (Tabela 4).

Maiores valores de condut\u00e2ncia estom\u00e1tica ocorrem quando a radia\u00e7\u00e3o solar \u00e9 alta e o potencial h\u00eddrico da folha ainda n\u00e3o atingiu valores m\u00ednimos pass\u00edveis de induzir o fechamento estom\u00e1tico (FERREIRA et al., 1999; COSTA & MARENCO, 2007). A elevada radia\u00e7\u00e3o fotossinteticamente ativa incidente na superf\u00edcie foliar das plantas est\u00e1 ligada \u00e0 alta radia\u00e7\u00e3o solar l\u00edquida, que foi maior na semeadura em 01 Fev e 15 Fev (Figura 2), conseq\u00fcentemente, justifica a maior condut\u00e2ncia estom\u00e1tica nas plantas da semeadura em 15 Fev.

Por\u00e9m essa justificativa n\u00e3o se aplica as plantas da semeadura em 15 Mar, onde a condut\u00e2ncia estom\u00e1tica foi alta e a radia\u00e7\u00e3o fotossinteticamente ativa incidente na superf\u00edcie foliar foi inferior a segunda \u00e9poca de semeadura. Nesse caso outros fatores influenciaram a condut\u00e2ncia estom\u00e1tica, como temperatura e teor de \u00e1gua na folha.

A maior média para transpiração foi observada nas plantas da semeadura em 15 Fev, com média de $7,07 \text{ mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, as plantas das demais épocas de semeadura apresentaram valores iguais estatisticamente (Tabela 5). Segundo Oliveira et al. (2005), a transpiração é um dos métodos que a planta utiliza para manter a temperatura foliar igual ou ligeiramente inferior à temperatura do ar. A transpiração é um reflexo da capacidade de refrigeração das plantas, por isso a alta temperatura ambiente no momento da avaliação (Tabela 1) associada com a alta Qleaf incidente nas plantas da semeadura em 15 Fev (Tabela 4) podem ter desencadeado a elevada transpiração nas plantas dessa época, além das plantas terem apresentado uma das maiores médias de condutância estomática, favorecendo a entrada e saída de água das folhas.

Tabela 5. Concentração interna de CO_2 (ci), transpiração (E) e eficiência do uso da água (EUA) de plantas de milho cultivadas em quatro épocas de semeadura. Dourados, MS, 2017.

Épocas de Semeadura	ci ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	E ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)	EUA ($\text{mmol H}_2\text{O})^{-1}$
01 Fev	200,2 a	5,47 b	2,94 c
15 Fev	160,2 b	7,07 a	3,69 b
01 Mar	196,8 a	4,86 b	3,87 b
15 Mar	163,0 b	5,45 b	4,89 a

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si segundo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A maior concentração interna de CO_2 foi observada nas plantas das semeaduras em 01 Fev e 01 Mar (Tabela 5). Esse parâmetro quantifica a concentração de CO_2 na câmara subestomática da folha, carbono que ainda não foi assimilado pela enzima Rubisco durante o processo de fotossíntese, esse fato está associado à menor taxa fotossintética observada nas plantas dessas duas épocas de semeadura.

As plantas da semeadura em 15 Mar apresentaram a maior média para eficiência do uso da água ($4,89 \text{ mmol H}_2\text{O})^{-1}$ e da semeadura em 01 Fev o menor valor ($2,94 \text{ mmol CO}_2 \text{ H}_2\text{O})^{-1}$ (Tabela 5). As plantas da semeadura em 15 Mar apresentaram uma das maiores médias de taxa fotossintética e média intermediária para transpiração (Tabela 5), resultando em alta eficiência do uso da água. Entretanto as plantas da semeadura em 01 Fev, mesmo com a média de transpiração semelhante à quarta época, apresentaram baixa taxa fotossintética, o que foi responsável pela menor eficiência do uso da água.

Isso não quer dizer que as plantas da semeadura em 01 Fev não foram eficientes em utilizar água disponível, mas sim que quando comparado as outras épocas a eficiência foi menor. Magalhães et al. (2009) observaram maiores valores de eficiência do uso da

água em plantas de milho no ambiente com deficiência hídrica, relacionando esse fato à economia de água durante as trocas gasosas por conta de menor condutância estomática.

O consumo de CO_2 e a taxa fotossintética estão diretamente relacionados, apresentando assim comportamento similar. Dessa forma as maiores médias foram observadas nas plantas da semeadura em 15 Fev e 15 Mar em ambas as variáveis (Figura 3 e 4). Nas semeaduras em 01 Fev e 15 Fev observou-se queda no consumo de CO_2 e na taxa fotossintética ao elevar a população até 70 mil plantas ha^{-1} , havendo aumento dos valores na maior população, porém não sendo suficiente para alcançar as médias das plantas da população de 50 mil plantas ha^{-1} . Na semeadura em 01 Mar houve aumento linear do consumo de CO_2 com o aumento da população e para taxa fotossintética não houve diferença entre as médias das populações.

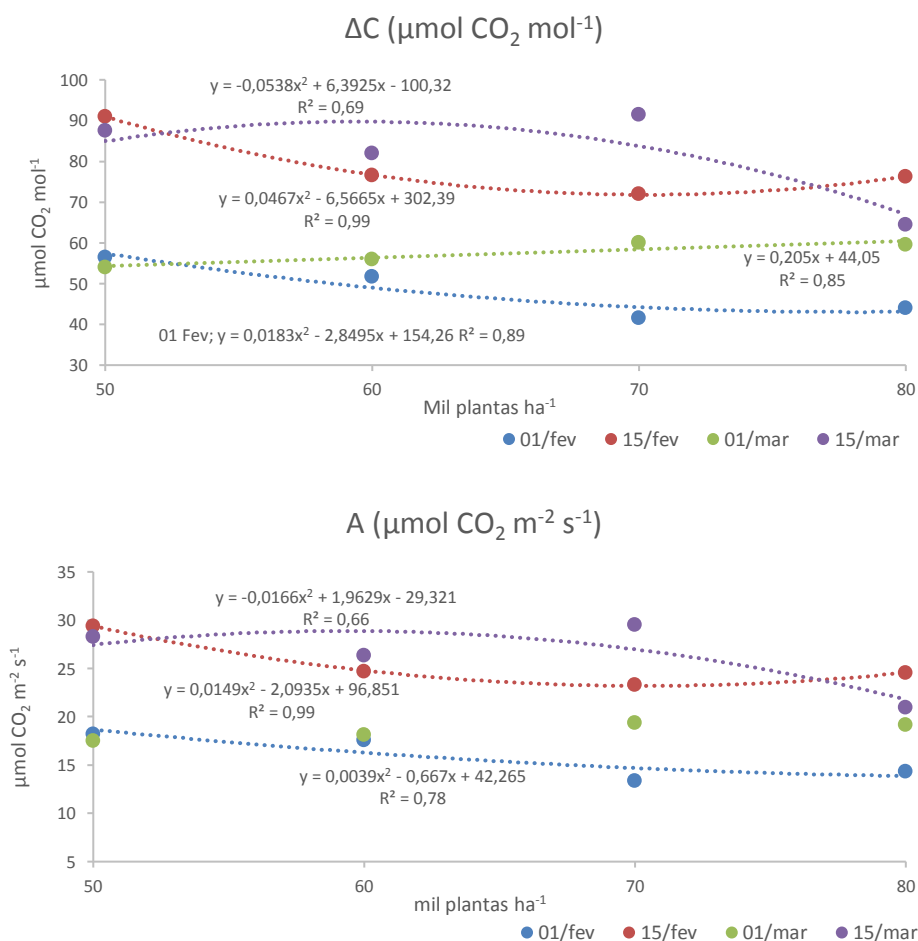


Figura 3 e 4. Consumo de carbono e taxa fotossintética de plantas de milho cultivadas em quatro épocas de semeadura e quatro populações de plantas. Dourados, MS, 2017.

Os processos fotossintéticos estão diretamente relacionados à condutância estomática, pois as duas épocas de semeadura que apresentaram maior valor para condutância estomática, apresentaram também o maior consumo de CO₂ e, conseqüentemente, maior taxa fotossintética (15 Fev e 15 Mar).

A maior eficiência de carboxilação da Rubisco foi observada nas plantas das semeaduras em 15 Fev e 15 Mar. Não houve diferença entre as populações de plantas nas semeaduras em 01 Fev e 01 Mar (Figura 5). A eficiência da carboxilação é a razão entre taxa fotossintética e a concentração interna de carbono, sendo assim altas taxas fotossintéticas combinadas com baixas concentrações internas de CO₂ indicam elevada eficiência de carboxilação.

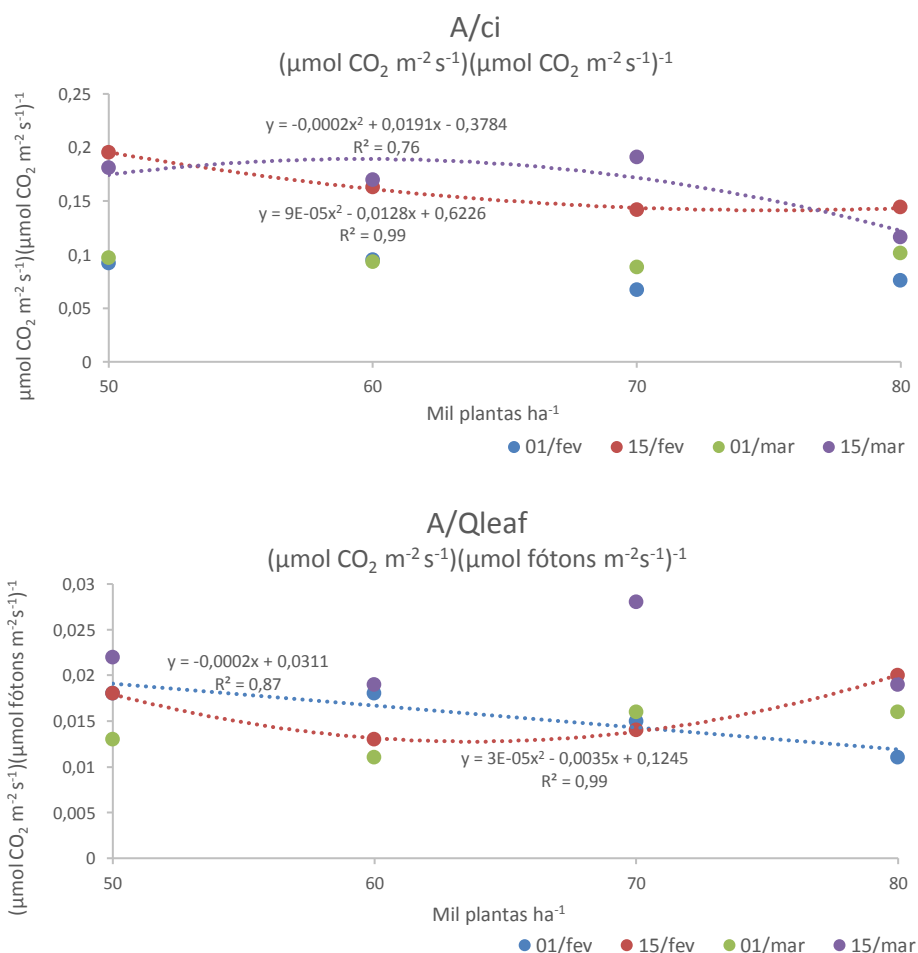


Figura 5 e 6. Eficiência de carboxilação da Rubisco e eficiência fotoquímica da fotossíntese de plantas de milho cultivadas em quatro épocas de semeadura e quatro populações de plantas. Dourados, MS, 2017.

A baixa eficiência de carboxilação da Rubisco resulta em maiores concentrações internas de CO_2 nas células das plantas, como ocorreu com as plantas das semeaduras em 01 Fev e 01 Mar, ou seja, houve a absorção do CO_2 , porém esse carbono não foi utilizado pela enzima Rubisco, resultando em menores consumos de CO_2 e, conseqüentemente, menores taxas fotossintéticas.

Na semeadura em 01 Fev houve redução linear da eficiência fotoquímica da fotossíntese com o aumento da população. A semeadura em 15 Fev apresentou resposta quadrática em relação ao aumento da população de plantas. Nas semeaduras em 01 Mar e 15 Mar não houve diferença entre as médias das populações (Figura 6).

A fase fotoquímica da fotossíntese ocorre no fotossistema II e é responsável pela absorção de luz e transporte de elétrons para o fotossistema I, é onde se inicia o processo de fotossíntese. Sua eficiência é obtida através da razão entre fotossíntese e radiação fotossinteticamente ativa incidente na superfície foliar (Q_{leaf}). Uma alta eficiência fotoquímica significa que a planta foi eficiente na transformação da energia luminosa em ATP. As plantas da semeadura em 15 Fev receberam a maior quantidade de radiação fotossinteticamente ativa na superfície foliar (Tabela 4), porém não foram eficientes em convertê-la em energia como as plantas da semeadura em 15 Mar, que receberam menor incidência de radiação fotossinteticamente ativa e apresentaram as maiores médias de eficiência fotoquímica.

Em relação aos parâmetros fotossintéticos que foram influenciados pela população de plantas, não se pode afirmar que existe decréscimo dos valores com o aumento da população em todas as épocas de semeadura. As semeaduras em 15 Fev e 15 Mar apresentaram comportamento quadrático na maioria das variáveis, com exceção da eficiência fotoquímica da fotossíntese, onde as médias da semeadura em 15 Mar não seguiram a linha de tendência.

- **Experimento B**

A análise de variância apresentou efeito isolado de épocas de semeadura para radiação fotossinteticamente ativa incidente na superfície foliar (Q_{leaf}), taxa fotossintética (A), eficiência do uso da água (EUA) e eficiência de carboxilação da Rubisco (A/c_i). Houve influência da interação entre épocas de semeadura e cultivos para

condutância estomática (g_s), concentração interna de carbono (ci), consumo de carbono (ΔC) e eficiência fotoquímica da fotossíntese (A/Q_{leaf}). Temperatura foliar (T_{leaf}) e transpiração (E) não foram influenciadas por nenhum fator em estudo, com média de 37,21 °C e 5,95 mmol H₂O m⁻² s⁻¹, respectivamente (Tabela 6 e 7).

Tabela 6. Valores P, média e C.V. (%) do teste de F das variáveis temperatura foliar (T_{leaf}), radiação fotossinteticamente ativa incidente na superfície foliar (Q_{leaf}), condutância estomática (g_s), consumo de CO₂ (ΔC) e concentração interna de CO₂ (ci).

F.V.	Variáveis				
	T_{leaf}	Q_{leaf}	g_s	ΔC	ci
Épocas	0,23	<0,05	0,06	<0,05	<0,05
Cultivos	0,16	0,10	<0,05	0,10	<0,05
Epo x Cult	0,10	0,13	<0,05	<0,05	<0,05
Média	37,21	1.473,1	0,334	65,78	183,71
C.V. % (a)	10,17	12,96	34,93	11,26	14,97
C.V. % (b)	2,89	13,26	10,44	6,95	10,36

Tabela 7. Valores P, média e C.V. (%) do teste de F das variáveis transpiração (E), taxa fotossintética (A), eficiência do uso da água (EUA), eficiência de carboxilação da Rubisco (A/ci) e eficiência fotoquímica da fotossíntese (A/Q_{leaf}).

F.V.	Variáveis				
	E	A	EUA	A/ci	A/Q_{leaf}
Épocas	0,13	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cultivos	0,54	0,10	0,10	0,12	0,24
Epo x Cult	0,43	0,12	0,31	0,59	<0,05
Média	5,95	21,31	3,63	0,124	0,015
C.V. % (a)	28,29	19,03	18,65	31,39	22,51
C.V. % (b)	11,91	14,45	12,28	14,99	13,75

As maiores médias de radiação fotossinteticamente ativa incidente na superfície foliar foram observadas nas plantas das sementeiras em 15 Fev e 01 Mar, coincidindo com a radiação solar ambiente relativamente alta nos dias de avaliação de ambas as épocas. As maiores médias de taxa fotossintética e eficiência de carboxilação da Rubisco foram observadas nas plantas da sementeira em 15 Fev e 15 Mar. As plantas da sementeira em 15 Mar também apresentaram a maior média para eficiência do uso da água (Tabela 8).

Tabela 8. Radiação fotossinteticamente ativa incidente na superfície foliar (Qleaf), taxa fotossintética (A), eficiência do uso da água (EUA) e eficiência de carboxilação da Rubisco (A/ci) de plantas de milho cultivadas em quatro épocas de semeadura. Dourados, MS, 2017.

Épocas de Semeadura	Qleaf	A	EUA	A/ci
	$\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$	$\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}$	$(\text{mmol H}_2\text{O})^{-1}$	$(\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1}) / (\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$
01 Fev	1.082 c	14,85 b	2,711 c	0,072 b
15 Fev	1.751 a	25,84 a	3,627 b	0,162 a
01 Mar	1.681 a	18,17 b	3,496 b	0,094 b
15 Mar	1.378 b	26,41 a	4,695 a	0,171 a

M\u00e9dias seguidas das mesmas letras n\u00e3o diferem entre si segundo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Turner et al. (2007) relataram que a radia\u00e7\u00e3o fotossinteticamente ativa incidente na superf\u00edcie foliar ideal, para que ocorra satisfat\u00f3ria taxa fotossint\u00e9tica, deve estar est\u00e1 entre 1.500 e 2.000 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$, abaixo de 1.000 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ a fotoss\u00edntese \u00e9 severamente reduzida. A maior m\u00e9dia de Qleaf observada nas plantas da semeadura em 15 Fev contribuiu para a elevada taxa fotossint\u00e9tica dessa \u00e9poca, apesar de em todas as \u00e9pocas os valores de Qleaf estarem acima de 1.000 $\mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$, al\u00e9m disso, as plantas dessa \u00e9poca apresentaram uma das maiores m\u00e9dias para efici\u00eancia de carboxila\u00e7\u00e3o da Rubisco.

No caso da semeadura em 15 Mar a efici\u00eancia de carboxila\u00e7\u00e3o foi alta o suficiente para elevar a taxa fotossint\u00e9tica das plantas e apresentar a maior m\u00e9dia de efici\u00eancia do uso da \u00e1gua, que \u00e9 a raz\u00e3o entre taxa fotossint\u00e9tica e transpira\u00e7\u00e3o. Nas plantas da semeadura em 01 Mar, mesmo com a radia\u00e7\u00e3o fotossinteticamente ativa elevada, a efici\u00eancia de carboxila\u00e7\u00e3o da Rubisco foi baixa, resultando em menor taxa fotossint\u00e9tica e, conseq\u00fcentemente, menor efici\u00eancia do uso da \u00e1gua.

Silva (2014) ao avaliar o efeito da popula\u00e7\u00e3o de braqui\u00e1ria sobre as caracter\u00edsticas fotossint\u00e9ticas do milho, observou que acima de 80.000 plantas ha^{-1} de braqui\u00e1ria existe redu\u00e7\u00e3o da taxa fotossint\u00e9tica das plantas de milho, al\u00e9m do decr\u00e9scimo significativo na produtividade do milho. Por\u00e9m nesse trabalho n\u00e3o houve diferen\u00e7a entre as m\u00e9dias de taxa fotossint\u00e9tica ao comparar o milho consorciado com o solteiro, mesmo que na primeira e segunda \u00e9poca de semeadura a braqui\u00e1ria tenha tido elevada popula\u00e7\u00e3o (acima de 240.000 plantas ha^{-1}).

As plantas do cultivo solteiro n\u00e3o apresentaram diferen\u00e7a entre as \u00e9pocas de semeadura para condut\u00e2ncia estom\u00e1tica. Entretanto no cultivo consorciado, a maior m\u00e9dia para g_s foi observada na semeadura em 15 Fev, sendo tamb\u00e9m a \u00fanica \u00e9poca a

apresentar diferença entre as médias das plantas em cultivo solteiro e consorciado (Figura 7). Em relação a concentração interna de CO_2 , só houve diferença entre os cultivos na semeadura em 01 Fev, onde o cultivo consorciado apresentou a maior média. Ao comparar as épocas de semeadura dentro de cada cultivo, apenas o consórcio apresentou diferença entre as épocas, com maior média na semeadura em 01 Fev (Figura 8).

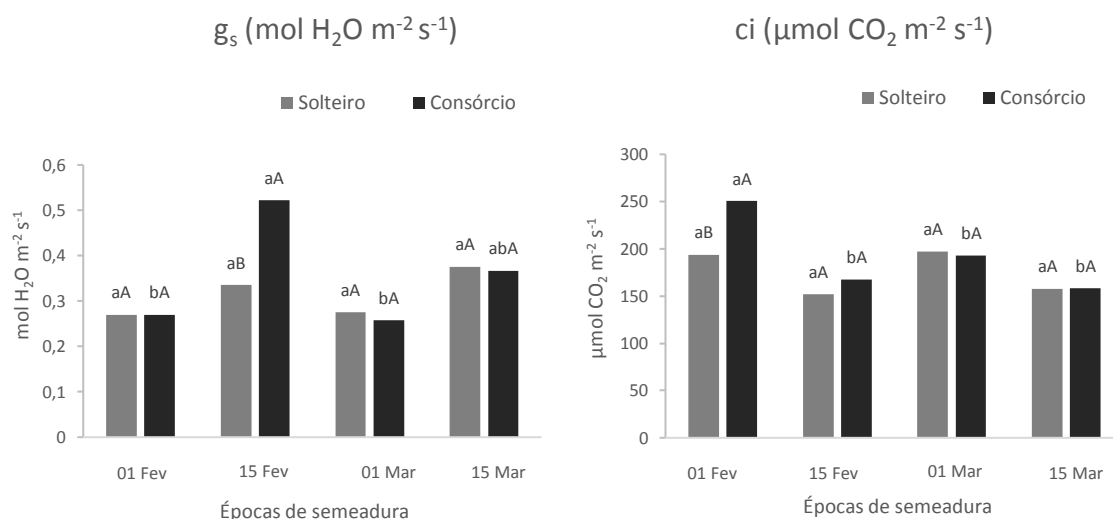


Figura 7 e 8. Condutância estomática e concentração interna de carbono de plantas de milho cultivadas em quatro épocas de semeadura e em cultivo solteiro e consorciado com *B. ruziziensis*. Dourados, MS, 2017.

Letras minúsculas comparam as épocas de semeadura dentro de cada cultivo e letras maiúsculas comparam os cultivos dentro de cada época de semeadura. Barras seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A menor condutância estomática e a consequente redução do fluxo normal de CO_2 em direção ao sítio de carboxilação constituem um dos principais responsáveis pela redução da fotossíntese (SILVA et al., 2015). Observa-se na figura 7 menores médias de g_s nas semeaduras em 01 Fev e 01 Mar, conseqüentemente, essas épocas também apresentaram menores taxas fotossintéticas (Tabela 8).

As maiores médias para consumo de CO_2 foram observadas nas plantas das semeaduras em 15 Fev e 15 Mar, em ambos os cultivos. Ao comparar as plantas do cultivo solteiro com o consorciado dentro de cada época, apenas na semeadura em 01 Fev houve diferença entre as médias (Figura 8). Na semeadura em 01 Fev, as plantas do cultivo consorciado apresentaram maiores médias para concentração interna de CO_2 , isso implica em menor consumo de CO_2 , como pode ser observado na figura 9, onde o cultivo consorciado na primeira época apresentou média inferior ao cultivo de milho solteiro.

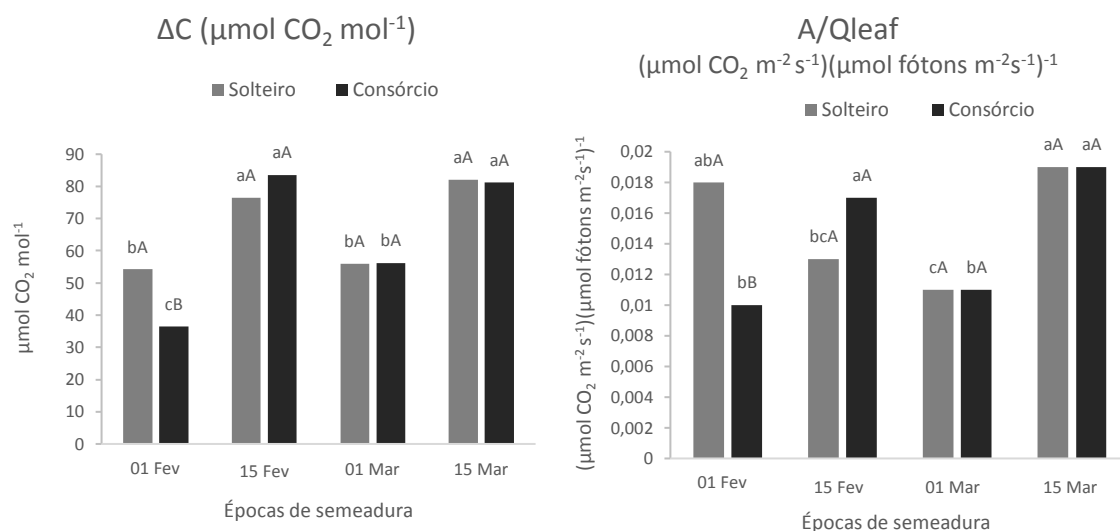


Figura 9 e 10. Consumo de carbono e eficiência fotoquímica da fotossíntese de plantas de milho cultivadas em quatro épocas de semeadura e em cultivo solteiro e consorciado com *B. ruziziensis*. Dourados, MS, 2017.

Letras minúsculas comparam as épocas de semeadura dentro de cada cultivo e letras maiúsculas comparam os cultivos dentro de cada época de semeadura. Barras seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A eficiência fotoquímica da fotossíntese é um parâmetro que avalia a eficiência das plantas em converter luz solar em energia. Só houve diferença entre os cultivos na semeadura em 01 Fev, com maior média para as plantas do cultivo de milho solteiro (Figura 9). A maior eficiência fotoquímica das plantas gera maior necessidade de carbono absorvido para dar continuidade aos processos da fotossíntese, isso justifica maior consumo de CO_2 pelas plantas do cultivo solteiro na semeadura em 01 Fev.

Ao avaliar as épocas de semeadura dentro de cada cultivo, observou-se maior eficiência fotoquímica nas semeaduras em 01 Fev e 15 Mar no cultivo de milho solteiro e na semeadura em 15 Fev e 15 Mar no cultivo de milho consorciado com *B. ruziziensis*. As plantas da semeadura em 15 Mar apresentaram alta taxa fotossintética, que pode estar associada a alta eficiência fotoquímica dessa época observada em ambos os cultivos.

O milho consorciado com braquiária apresentou menor consumo de CO_2 ao ser comparado com o solteiro na semeadura em 01 Fev, comprovando a interferência da braquiária no microclima da área quando as condições climáticas não estão totalmente favoráveis para a realização dos processos fotossintéticos, porém isso não prejudicou a taxa fotossintética das plantas de milho, pois não foi influenciada pelos cultivos, possivelmente pelo fato de não haver competição por luz com a braquiária, já que o milho apresenta maior porte em relação a forrageira.

Nunes e Ceccon (2011) avaliaram a eficiência fotossintética de plantas de milho safrinha solteiro e consorciado com *B. ruziziensis* e também não observaram influência da presença de braquiária sobre as trocas gasosas e a eficiência fotossintética nas plantas de milho.

A baixa taxa fotossintética observada nas plantas da semeadura em 01 Fev em ambos os experimentos está relacionada principalmente com a baixa radiação fotossinteticamente ativa incidente na superfície foliar, pois houve elevada concentração interna de CO₂, porém a quantidade de radiação solar efetiva não permitiu que a fotossíntese fosse eficiente para consumir esse carbono.

2. Componentes Produtivos

Experimento a

A análise de variância apresentou efeito isolado de épocas de semeadura e populações de plantas para rendimento de massa seca de folha (RMSF), de colmo (RMSC) e total (RMST), grãos por espiga e massa de cem grãos (M100). Houve efeito apenas da época de semeadura para altura de plantas (AP), altura de inserção de espiga (AIE) e produtividade. Diâmetro do colmo (DC) foi influenciado apenas pela população de plantas. Não houve influência de nenhum fator para teor de massa seca de colmo (%MSC) e de folha (%MSF), com médias de 16,91% e 22,32%, respectivamente (Tabela 9 e 10).

Tabela 9. Valores P, média e C.V. (%) do teste de F das variáveis altura de plantas (AP), altura da inserção de espiga (AIE), diâmetro do colmo (DC) e porcentagens de massa seca de colmo (%MSC) e de folhas (%MSF).

F.V.	Variáveis				
	AP	AIE	DC	%MSC	%MSF
Épocas	<0,05	<0,05	0,17	0,06	0,07
População	0,35	0,31	<0,05	0,28	0,06
Epo x Pop	0,99	0,83	0,20	0,13	0,06
Média	212,4	112,3	21,10	16,91	22,32
C.V. % (a)	2,71	6,91	9,82	5,47	7,59
C.V. % (b)	3,38	6,57	5,74	6,88	4,46

Tabela 10. Valores P, média e C.V. (%) do teste de F de rendimento de massa seca de colmo (RMSC), de folha (RMSF) e total (RMST), grãos por espiga, massa de cem grãos (M100) e produtividade.

F.V.	Variáveis					
	RMSC	RMSF	RMST	Grãos Espiga ⁻¹	M100	Produtividade
Épocas	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
População	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,36
Epo x Pop	0,15	0,10	0,20	0,34	0,21	0,35
Média	7.037	2.321	9.358	398,4	30,35	7.287
C.V. % (a)	23,14	24,13	22,77	8,43	5,25	13,44
C.V. % (b)	14,73	18,43	12,23	8,89	2,98	10,70

A maior altura de plantas foi observada nas plantas da semeadura em 01 Mar, não se diferenciando da semeadura em 01 Fev. A maior altura de inserção de espiga foi observada na semeadura em 01 Fev e a menor na semeadura em 15 Mar (Tabela 11).

As plantas da semeadura em 01 Fev apresentaram maior rendimento de massa seca de colmo e estiveram entre as maiores médias de rendimento de massa seca de folhas, consequentemente apresentaram a maior média para rendimento de massa seca total (Tabela 11). Maiores temperaturas e precipitação pluviométrica durante as primeiras cinco semanas da semeadura em 01 Fev favoreceram a produção de massa seca do milho.

Tabela 11. Altura de plantas, altura da inserção de espiga, rendimento de massa seca de colmo, folha e total de plantas de milho cultivadas em quatro épocas de semeadura. Dourados, MS, 2017.

Épocas de semeadura	AP (cm)	AIE (cm)	RMSC (kg ha ⁻¹)	RMSF (kg ha ⁻¹)	RMST (kg ha ⁻¹)
01 Fev	218,1 ab	117,2 a	9.638 a	2.642 a	12.279 a
15 Fev	212,9 b	113,4 ab	6.928 b	2.479 a	9.407 b
01 Mar	219,9 a	111,3 ab	4.641 c	1.889 b	6.530 c
15 Mar	199,1 c	107,4 b	6.943 b	2.275 ab	9.218 b
C.V.%	3,26	6,64	16,76	19,7	14,95

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si segundo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

As plantas das semeaduras em 15 Fev e 01 Mar apresentaram as maiores médias para M100 e grãos por espiga. Em relação a produtividade, a única época que se diferenciou das demais foi a semeadura em 15 Fev, apresentando a menor média (Tabela 12). As plantas da semeadura em 01 Mar apresentaram as maiores alturas, porém menor acúmulo de massa seca ao compará-la com as outras épocas de semeadura. Entretanto essa época apresentou uma das maiores médias para M100, grãos por espiga e produtividade.

As plantas da semeadura em 15 Mar apresentaram a menor M100, número de grãos por espiga e produtividade. Em V12 começam a se definir o número de óvulos (grãos em potencial) e o tamanho das espigas, embora o número de fileiras de grãos por

espiga já esteja definido em V5. Mas o número final de grãos por fileira só estará completo uma semana antes do espigamento. Neste período de formação de óvulos e espigas estresse por água ou nutrientes reduzem seriamente o número de grãos e o tamanho das espigas (BERGAMASCHI & MATZENAUER, 2014). Fato que foi observado na quarta época, havendo estresse hídrico no período de formação dos óvulos, aproximadamente no início de junho (Figura 1).

Tabela 12. Massa de cem grãos, número de grãos por espiga e produtividade de plantas de milho cultivadas em quatro épocas de semeadura. Dourados, MS, 2017.

Épocas de semeadura	M100 (g)	Grãos Espiga ⁻¹	Produtividade (kg ha ⁻¹)
01 Fev	30,04 b	394,7 ab	7.648 a
15 Fev	31,35 a	414,1 a	8.137 a
01 Mar	32,08 a	409,6 a	7.564 a
15 Mar	27,95 c	375,2 b	5.797 b
C.V.%	3,56	8,8	11,3

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si segundo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Houve decréscimo linear no diâmetro do colmo quando se elevou a população de plantas de milho (Figura 11). Maiores populações condicionam plantas mais altas, pois é comum as plantas apresentarem crescimento rápido para evitar o sombreamento e se sobressair no dossel, sacrificando o desenvolvimento do diâmetro do colmo (PEREIRA et al., 2012). Penariol et al. (2003) citam que o maior crescimento em altura, provavelmente devido à competição por luz, pode não ter correspondido a um suprimento suficiente de água e nutrientes, proporcionando menores diâmetros de colmo com o aumento da densidade populacional.

O rendimento de massa seca de folha não seguiu a linha de tendência, que apresentou ajuste linear, onde a maior massa deveria ser com a população de 80 mil plantas ha⁻¹, entretanto a maior média foi observada na população de 70 mil plantas ha⁻¹ (Figura 12). Diferente ocorreu com o rendimento de massa seca de colmo e total, apresentando ajuste quadrático, com queda na produção de massa seca quando a população ultrapassa 70 mil plantas ha⁻¹ (Figura 13 e 14). Segundo Gross et al. (2006), a densidade populacional interfere na massa individual das plantas, obtendo-se um decréscimo de matéria seca individual, principalmente do colmo, como resultado da competição intraespecífica pelos recursos do meio.

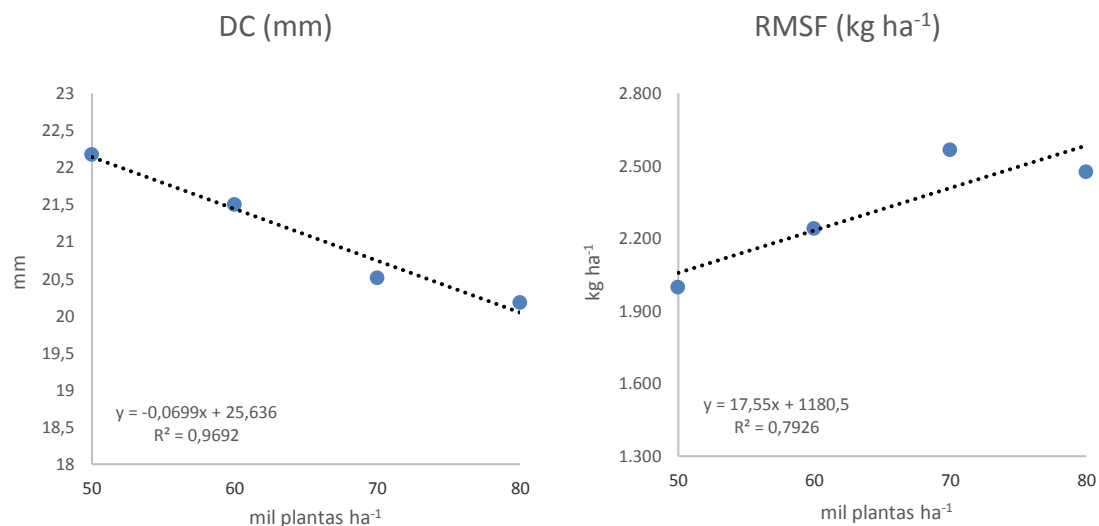


Figura 11 e 12. Diâmetro de colmo e rendimento de massa seca de plantas de milho cultivadas em quatro populações de plantas. Dourados, MS, 2017.

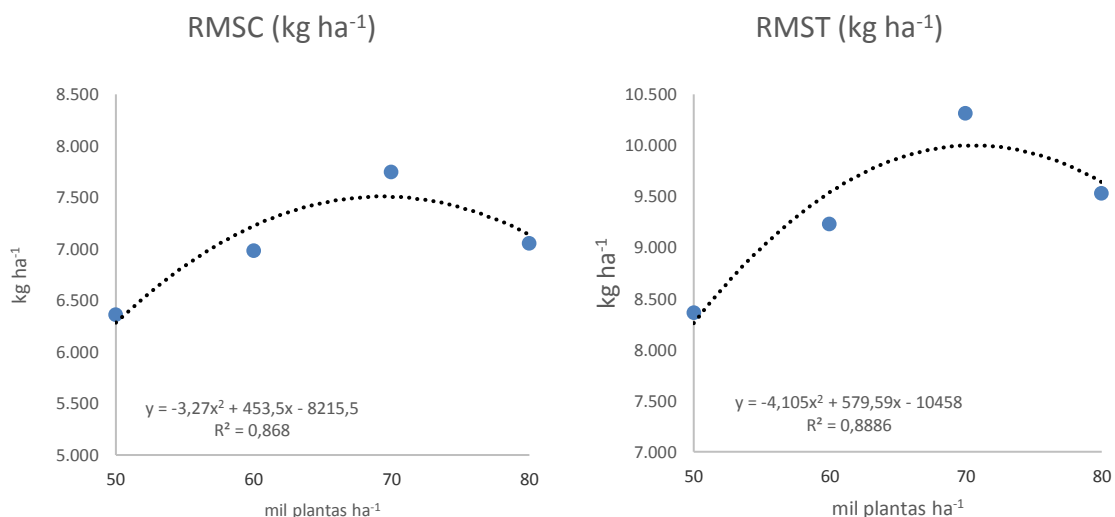


Figura 13 e 14. Rendimento de massa seca de colmo e rendimento de massa seca total de plantas de milho cultivadas em quatro populações de plantas. Dourados, MS, 2017.

As maiores médias de grãos por espiga e massa de cem grãos foram observadas nas plantas da população de 45 mil plantas ha⁻¹, existindo decréscimo dos valores quando se eleva a população de plantas (Figura 15 e 16). A baixa população proporcionou menor competição entre as plantas por água e nutrientes, além de pouco sombreamento, apresentando condições ideais para a formação das espigas, estabelecendo assim maior quantidade de grãos por espiga e maior acúmulo de massa nos grãos, além disso, nas

menores populações as plantas direcionam os fotoassimilados para formação de grãos, enquanto nas maiores os nutrientes são destinados para o crescimento, por estarem sob maior competição entre plantas (LEITE, 2015).

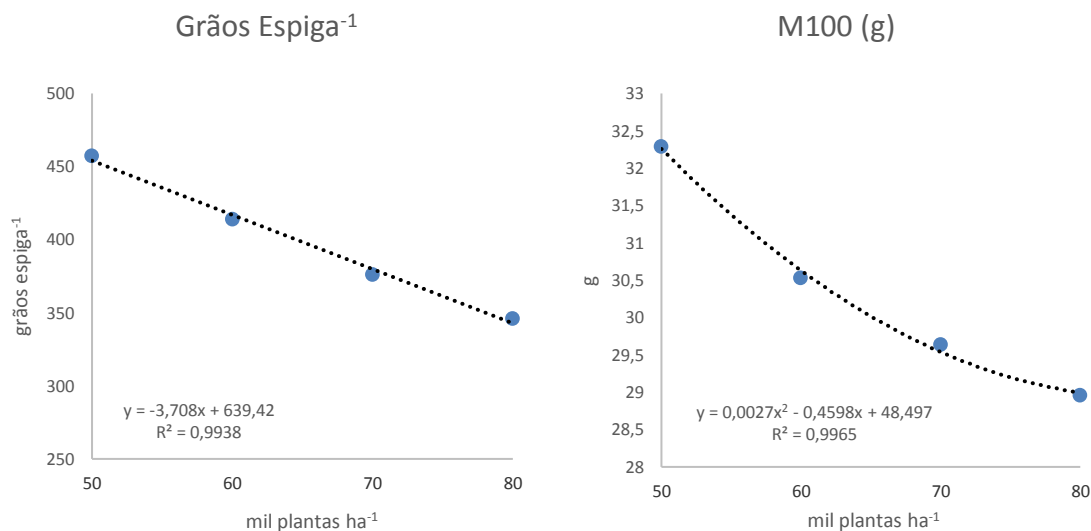


Figura 15 e 16. Número de grãos por espiga e massa de cem grãos de plantas de milho cultivadas em quatro populações de plantas. Dourados, MS, 2017.

Argenta et al. (2001b) encontraram redução nos componentes da produção com o aumento da população de plantas de 50 mil plantas ha⁻¹ para 65 mil plantas ha⁻¹, tais perdas foram compensadas por um maior número de plantas, conseqüentemente, por um maior número de espigas por área, pois a produtividade de grãos não foi afetada. O fato de maiores populações de plantas compensarem as perdas nos componentes de produção com maior número de espigas por área fez com que não houvesse diferença de produtividade entre as populações de plantas.

Em lavouras com alta população de plantas e sob boas condições de crescimento, as espigas adicionais resultarão em maior produtividade de grãos, por maximizar o número de grãos por área. Porém, essa compensação ocorre até que o maior número de espigas por área não seja mais suficiente para compensar a redução do número e da massa dos grãos (DOURADO NETO et al., 2003).

O fato de não existir diferença de produtividade entre as populações de plantas é indicativo de que não é necessário o uso de elevadas populações para garantir satisfatória produtividade, já que as populações de 45 e 55 mil plantas ha⁻¹ são tão produtivas quanto as demais, com menor gasto de sementes.

- **Experimento B**

A análise de variância apresentou efeito isolado de épocas de semeadura para altura de inserção da espiga (AIE). Altura de plantas (AP), altura de inserção da espiga (AIE) e diâmetro do colmo (DC) foram influenciados pelos cultivos de milho safrinha. Houve influência da interação dos fatores para rendimento de massa seca de colmo (RMSC) e total (RMST), massa de cem grãos (M100) e produtividade. O rendimento de massa seca de folhas (RMSF) e teores de massa seca de colmo (%MSC) e folha (%MSF) não foram influenciados por nenhum fator, com média de 2.124 kg ha⁻¹, 17,79%, 23,81%, (Tabela 13 e 14).

Tabela 13. Valores P, média e C.V. (%) do teste de F das variáveis altura de plantas (AP), altura da inserção de espiga (AIE), diâmetro do colmo (DC), teores de massa seca de colmo (%MSC) e de folhas (%MSF) e rendimentos de massa seca de colmo (RMSC) e de folha (RMSF).

F.V.	Variáveis						
	AP	<0,05	DC	%MSC	%MSF	RMSC	RMSF
Épocas	0,81	<0,05	0,25	0,07	0,06	<0,05	0,06
Cultivos	<0,05	<0,05	<0,05	0,18	0,07	<0,05	0,28
Epo x Cult	0,99	6,386	0,10	0,06	0,09	<0,05	0,10
Média	202,2	16,67	20,72	17,79	23,81	6,386	2,124
C.V. % (a)	8,59	16,17	10,0	5,67	7,33	16,67	16,68
C.V. % (b)	9,47	4,43	9,11	4,13	4,47	16,17	28,23

Tabela 14. Valores P, média e C.V. (%) do teste de F das variáveis rendimento de massa total (RMST), grãos por espiga, massa de cem grãos (M100), produtividade, número de plantas de braquiária por hectare (NPB) e massa seca de resíduos de braquiária (MSRB).

F.V.	Variáveis					
	RMST	Grãos Espiga ⁻¹	M100	Produtividade	NPB	MSRB
Épocas	<0,05	0,12	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Cultivos	<0,05	0,09	<0,05	<0,05	-	-
Epo x Cult	<0,05	0,39	<0,05	<0,05	-	-
Média	8.510	399,3	30,0	6,926	166,666	2,023
C.V. % (a)	13,89	11,66	4,25	9,88	7,89	8,25
C.V. % (b)	11,29	11,88	3,61	14,89	-	-

A maior altura da inserção de espiga foi observada na semeadura em 01 Fev (112,7 cm) e a menor na semeadura em 15 Mar (103,1 cm) (Tabela 15).

Tabela 15. Altura da inserção de espiga de plantas de milho cultivadas em quatro épocas de semeadura. Dourados, MS, 2017.

Épocas de semeadura	AIE (cm)
01 Fev	112,7 a
15 Fev	107,2 ab
01 Mar	108,4 ab
15 Mar	103,1 b

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si segundo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

As plantas do cultivo consorciado apresentaram as menores médias para altura de plantas, altura da inserção de espigas e diâmetro do colmo (Tabela 16). A competição interespecífica entre as plantas de milho e de braquiária pode ter restringido fatores essenciais para o crescimento das plantas de milho, como água e nutrientes, porém isso não significa que o milho consorciado com *B. ruziziensis* será prejudicado em relação aos componentes de produção.

Tabela 16. Altura de plantas, altura da inserção de espiga e diâmetro de plantas de milho em cultivo solteiro e consorciado com *B. ruziziensis*. Dourados, MS, 2017.

Cultivos	AP (cm)	AIE (cm)	DC (mm)
Solteiro	210,19 a	110,1 a	21,50 a
Consórcio	194,31 b	105,7 b	19,95 b

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si segundo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Os rendimentos de massa seca de colmo e total apresentaram comportamento similar, onde as plantas da semeadura em 01 Fev superaram as demais no cultivo solteiro e no consórcio as plantas da semeadura em 15 Mar se destacaram com as maiores médias. O cultivo de milho solteiro se sobressaiu ao cultivo consorciado na semeadura em 01 Fev para rendimento massa seca de colmo e para rendimento de massa seca total, nas semeaduras em 01 Fev e 15 Fev (Figura 17 e 18).

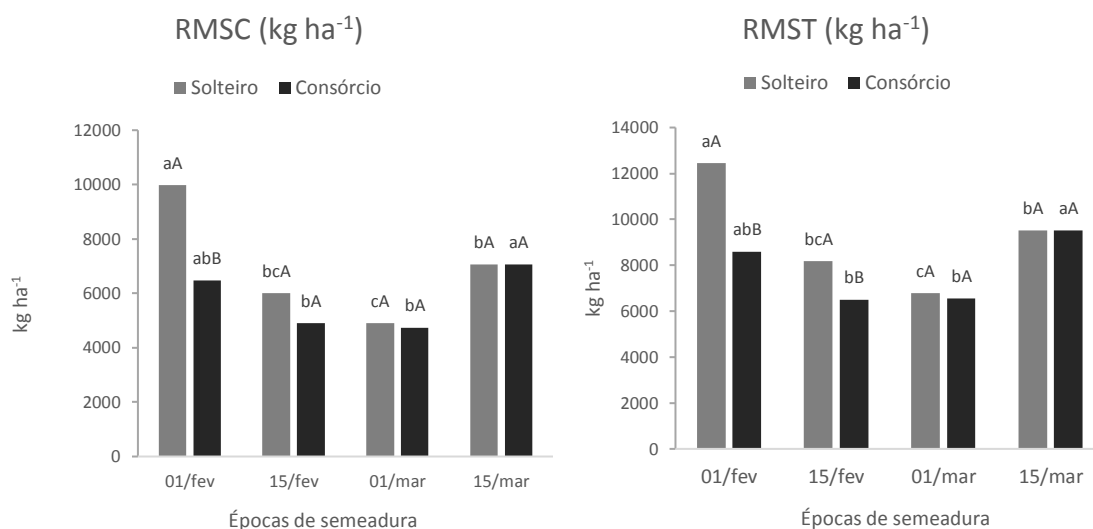


Figura 17 e 18. Massa de cem grãos e produtividade de plantas de milho cultivadas em quatro épocas de semeadura e em cultivo solteiro e consorciado com *B. ruziziensis*. Dourados, MS, 2017.

Letras minúsculas comparam as épocas de semeadura dentro de cada cultivo e letras maiúsculas comparam os cultivos dentro de cada época de semeadura. Barras seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As maiores temperaturas e precipitação pluviométrica durante as primeiras cinco semanas da semeadura em 01 Fev favoreceram a produção de massa seca do milho. O fato das plantas em consórcio milho-braquiária apresentarem as menores médias comparado ao cultivo solteiro está ligado a alta produção de folhas da braquiária, já que as condições climáticas também favoreceram o crescimento da forrageira nessa época de semeadura. A semeadura em 15 Mar apresentou as menores médias para massa seca e número de plantas ha⁻¹ de braquiária (Tabela 17), permitindo o milho se desenvolver e acumular maior quantidade de massa seca durante a fase vegetativa da cultura.

Tabela 17. Número de plantas e massa seca de resíduos por hectare de *Brachiaria ruziziensis*, cultivada em quatro épocas de semeadura. Dourados, MS, 2017.

Épocas de semeadura	Número de plantas ha ⁻¹	Massa seca de resíduos ha ⁻¹
01 Fev	244.444 a	2.850 a
15 Fev	266.667 a	3.040 a
01 Mar	133.333 b	1.476 b
15 Mar	22.222 c	728 c

Médias seguidas das mesmas letras não diferem entre si segundo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Ceccon et al. (2012) ao avaliarem a produtividade de resíduos de espécies consorciadas e em cultivo solteiro, observaram que o milho safrinha produziu maiores quantidades de massa seca da parte aérea quando consorciado com *Brachiaria brizantha*

cv. Marandu, *B. ruziziensis* e *Panicum maximum* cv. Tanzânia, comparado ao cultivo solteiro. No caso dessa pesquisa, quando as condições climáticas foram favoráveis ao desenvolvimento do milho consorciado com *B. ruziziensis*, o rendimento de massa seca foi o mesmo comparando com o cultivo solteiro, como ocorreu na terceira e quarta época de semeadura, além disso, os gráficos mostram apenas a produção de massa seca do milho safrinha, ao somar a produção de massa seca da braquiária no cultivo consorciado, os valores de massa seca total aumentam consideravelmente.

As maiores médias de massa de cem grãos no cultivo solteiro foram observadas nas semeaduras em 01 Fev, 15 Fev e 01 Mar, no cultivo consorciado a semeadura em 01 Mar se sobressaiu às demais. Em relação aos cultivos, apenas nas semeaduras em 01 Fev e 15 Fev houveram diferenças entre as médias de M100, sendo os maiores valores observados no cultivo solteiro. Em relação a produtividade, no cultivo de milho solteiro o maior média foi observada na semeadura em 15 Fev e no consórcio milho-braquiária, na semeadura em 01 Mar. Da mesma forma que ocorreu com a massa de cem grãos, só houve diferença entre os cultivos nas semeaduras em 01 Fev e 15 Fev (Figura 19 e 20).

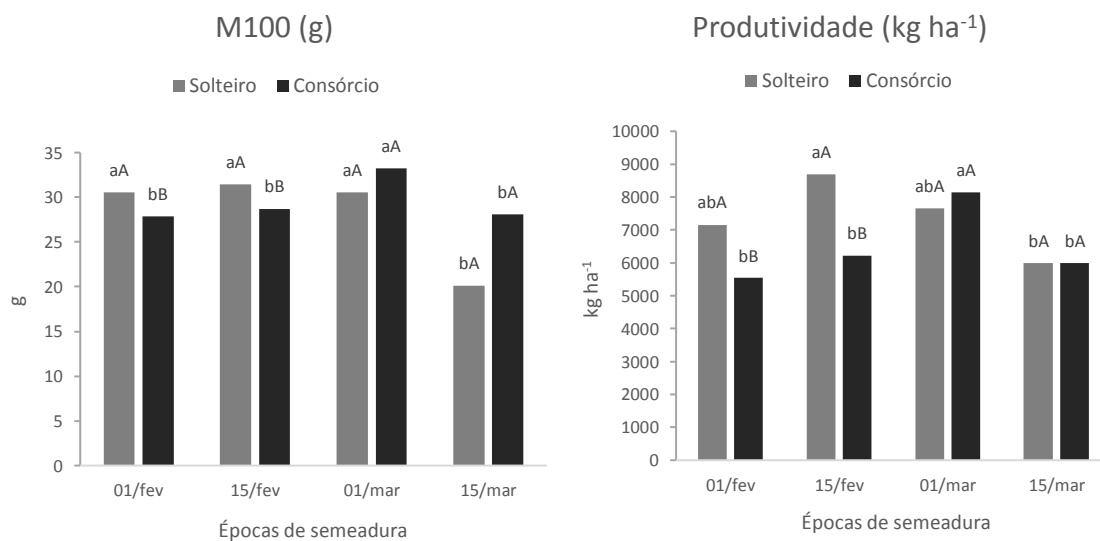


Figura 19 e 20. Massa de cem grãos e produtividade de plantas de milho cultivadas em quatro épocas de semeadura e em cultivo solteiro e consorciado com *B. ruziziensis*. Dourados, MS, 2017.

Letras minúsculas comparam as épocas de semeadura dentro de cada cultivo e letras maiúsculas comparam os cultivos dentro de cada época de semeadura. Barras seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nas semeaduras em 01 Fev e 15 Fev, a braquiária produziu maior quantidade de massa seca (2.850 e 3.040 kg ha⁻¹), prejudicando o desenvolvimento do milho

consorciado, já as semeaduras em 01 Mar e 15 Mar apresentaram as menores quantidades de resíduos de braquiária (1.472 e 728 kg ha⁻¹). Segundo Seidel et al. (2014), a época de semeadura altera a produção de massa verde e seca, altura de plantas, número de folhas, comprimento de folhas e diâmetro do colmo da braquiária, influenciando na produtividade do milho. As condições climáticas da semeadura em 01 Mar favoreceram o desenvolvimento das plantas de milho em consórcio ao ponto de a produtividade ser semelhante ao cultivo solteiro, além de permitir o desenvolvimento das plantas de braquiária suficiente para produzir boa cobertura do solo, sem prejudicar o desenvolvimento das plantas de milho. Na semeadura em 15 Mar a produtividade das plantas em cultivo solteiro e consorciado foram semelhantes também, porém ambas foram menores ao compara-las às outras épocas e a quantidade de massa seca de braquiária foi baixa, promovendo menor cobertura do solo na entressafra.

As plantas da semeadura em 15 Mar apresentaram uma das maiores médias de taxa fotossintética nos dois experimentos, porém isso não resultou em maiores produtividades. O plantio tardio compromete fatores importantes para a produção de grãos, pois está sujeito a ocorrência de baixas temperaturas e déficit hídrico em fases importantes do desenvolvimento da cultura, afetando diretamente a produtividade (FIETZ et al., 2013b).

Em ambos os experimentos, a taxa fotossintética nas plantas na semeadura em 01 Fev foi menor, porém ao analisar a produtividade dessa época, não houve diferença em relação as semeaduras em 15 Fev e 01 Mar. Mais uma vez, a temperatura e o índice pluviométrico interferiram diretamente na produtividade das plantas de milho.

CONCLUSÃO

As sementeiras realizadas na segunda quinzena de fevereiro e março favoreceram os processos fotossintéticos das plantas de milho.

No cultivo solteiro, a maior produtividade ocorreu com a sementeira na segunda quinzena de fevereiro. Menores populações de milho são suficientes para garantir satisfatória produtividade do milho safrinha.

No cultivo consorciado, a melhor produtividade do milho safrinha e da braquiária são obtidas quando semeados na primeira semana de março.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVARENGA, R. C.; CRUZ, J. C.; NOVOTNY, E. H. **Sistema de produção**. Sete Lagoas: Embrapa, 2006. 2 ed. Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicações/milho/index.htm>. Acesso em: Janeiro 2017.

ANDRADE, F. H. Analysis of growth and yield of maize, sunflower and soybean grown at Balcarce, Argentina. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 41, n. 1, p. 1-12, 1995.

ANDRADE, F. H.; VEGA, C.; UHART, S.; CIRILO, A.; CANTARERO, M.; VALENTINUZ, O. Kernel number determination in maize. **Crop Science**, Madison, v. 39, n. 2, p. 453-459, 1999. Disponível em: <https://dl.sciencesocieties.org/publications/cs/abstracts/39/2/CS0390020453?access=0&view=pdf>. Acesso em: janeiro 2017.

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. da; BORTOLINI, C. G.; FORSTHOFER, E. L.; MANJABOSCO, E. A.; BEHEREGARAY NETO, V. Resposta de híbridos simples à redução do espaçamento entrelinhas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 71-78, 2001b.

BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. **O milho e o clima**. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 2014. 84 p.

BORGHI, E.; CRUSCIOL, C. A. C. Produtividade de milho, espaçamento e modalidade de consorciação com *Brachiaria brizantha* no sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 2, p. 163-171, 2007.

BRACHTVOGEL, E. L.; PEREIRA, F. R. da S.; CRUZ, S. C. S.; BICUDO, S. J. Densidades populacionais de milho em arranjos espaciais convencional e equidistante entre plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 8, p. 2334-2339, 2009.

BRAMBILLA, J. A.; LANGE, A.; BUCHELT, A. C.; MASSAROTO, J. A. Produtividade de milho safrinha no sistema de integração lavoura-pecuária, na região de Sorriso, Mato Grosso. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 8, n. 3, p. 263-274, 2009.

BRÜGGEMANN, G. Estado da arte e divulgação do plantio direto no Brasil. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, a. 20, n. 122, p. 16-23, 2011.

CARDOSO, M. J.; CARVALHO, H. W. L de; BASTOS, E. A.; PACHECO, C. A. P.; ROCHA, L. M. P. da. Rendimento de grãos e eficiência do uso de água no cultivo de milho geneticamente modificado no município de Teresina - PI, Brasil, em condições climáticas contrastantes. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 4, p. 697-704, 2015.

CECCON, G. Milho safrinha com solo protegido e retorno econômico em Mato Grosso do Sul. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo v.16, p.17-20, 2007.

CECCON, G.; RICHETTI, A.; SEREIA, R. C.; NETO NETO, A. L.; FONSECA, I. C.; LEITE, L. F. Safrinha em SPD nas condições do Mato Grosso do Sul. **Granja**, Porto Alegre, v. 753, p. 63-65, 2011.

CECCON, G.; STAUT, L. A.; SAGRILO, E.; MACHADO, L. A. Z.; NUNES, D. P.; ALVES, V. B. Legumes and forage species sole or intercropped with corn in soybean-corn succession in midwestern brazil. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 37, p. 204-212, 2012.

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

COSTA, G. F. da; MARENCO, R. A. Fotossíntese, condutância estomática e potencial hídrico foliar em árvores jovens de andiroba (*Carapa guianensis*). **Acta Amazônica**, v. 37, n. 2, p. 229-234, 2007.

CRUZ, C. D. Programa Genes - Versão Windows: aplicativo computacional em genética e estatística. Versão 2004.2.1. Viçosa: UFV, 2004.

DOURADO NETO, D.; PALHARES, M.; VIEIRA, P. A.; MANFRON, P. A.; MEDEIROS, S. L. P.; ROMANO, M. R. et al. Efeito da população de plantas e do espaçamento sobre a produtividade de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 2, n. 3, p. 63-77, 2003.

DUNCAN, W. G. Crop Physiology: some case histories. Maize, in: Evans, L.T. (Ed.), Cambridge, ed. 2, p. 23-50, 1976.

FERREIRA, C. A. G.; DAVIDE, A. C.; CARVALHO, L. R. Relações hídricas em mudas de *Eucalyptus citriodora* Hook., em tubetes, aclimatadas por tratamentos hídricos. **Cerne**, v. 5, n. 2, p. 95-104. 1999.

FIETZ, R. C.; COMUNELLO, E.; FLUMIGNAN D. L.; Deficiência hídrica na região de Dourados, MS. **XLII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA**, 2013a, Fortaleza. 1 CD-ROM.

FIETZ, C. R.; CECCON, G.; COMUNELLO, E.; FLUMIGNAN, D. L. Época de semeadura do milho safrinha, com base na deficiência hídrica e no risco de geada, na região sul de Mato Grosso do Sul. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013b, 4p. (Embrapa Agropecuária Oeste. Circular Técnica, 24). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/971806/epoca-de-semeadurado-milho-safrinha-com-base-na-deficiencia-hidrica-e-no-risco-de-geada-na-regiao-sul-demato-grosso-do-sul>>. Acesso em: setembro de 2016.

FLESCHE, R. D.; VIEIRA, L. C. Espaçamentos e densidades de milho com diferentes ciclos no oeste de Santa Catarina, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.1, p.25-31, 2004.

FORSTHOFER, E. L.; SILVA, P. R. F. da; STRIEDER, M. L.; MINETTO, T.; RAMBO, L.; ARGENTA, G.; SANGOI, L.; SUHRE, E.; SILVA, A. A. da. Desempenho agrônomo e econômico do milho em diferentes níveis de manejo e épocas de semeadura. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 41, n. 3, p. 399-407, 2006.

GADIOLI, J. L.; DOURADO NETO, D.; GARCÍA y GARCÍA, A.; BASANTA, M. del V. Temperatura do ar, rendimento de grãos de milho e caracterização fenológica associada à soma calórica. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 3, p. 377-383, 2000.

GROSS, M. R.; PINHO, R. G.; BRITO, A. H. Adubação nitrogenada, densidade de semeadura e espaçamento entre fileiras na cultura do milho em sistema de plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, p. 387-393, 2006.

JAKELAITIS, A.; FERREIRA, A. da S.; PEREIRA, J.L.; SILVA, A.A. da; FERREIRA, L.R.; VIVIAN, R. Efeitos de densidade e época de emergência de *Brachiaria brizantha* em competição com plantas de milho. **Acta Scientiarum**, v. 28, n. 3, p. 373-378, 2006.

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.

LEITE, L. F. Desempenho de híbridos de milho safrinha em épocas de semeadura e populações de plantas. 2015. 30 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Aquidauana, 2015.

MAGALHÃES, P. C.; SOUZA, T. C. de; EMÍLIO, P.; ALBUQUERQUE, 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.

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**, v. 5, n. 2, p.170-181, 2006.

MECHI, I. A.; SANTOS, A. L. F. dos; RIBEIRO, L. M.; MAKINO, P. A.; FACHINELLI, R.; NARDI, J. W.; CECCON, G. Avaliação de resíduos de culturas e de plantas daninhas em função de anos de cultivo consorciado milho-braquiária no outono-inverno. In: JORNADA DE INICIAÇÃO À PESQUISA DA EMBRAPA – JIPE, Dourados, 2016a.

MECHI, I. A.; SANTOS, A. L. F. dos; FACHINELLI, R.; LEITE, E. M.; NARDI, J. W.; CECCON, G. Efeito de Anos de Consórcio Milho Safrinha com Braquiária sobre a Produtividade da Soja em Sucessão. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31, Bento Gonçalves. Anais... 2016b.

NÓBREGA, J. Q.; FIDELES FILHO, J.; RAO, T. V. R.; BELTRÃO, N. E. de M.; DANTAS, R. T. Uso da termometria a infravermelho em diferentes densidades populacionais do feijoeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 11, Rio de Janeiro. **Anais...** 2000. Disponível em: <<http://www.cbmet.com/cbmet-files/12d606ff371855d8718075403eaf7a59bf.pdf>>. Acesso em: janeiro de 2017.

NUNES, A. da S.; CECCON, G. Eficiência fotossintética de plantas de milho safrinha solteiro e consorciado com *Brachiaria ruziziensis*. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 11, 2011, Lucas do Rio Verde.

OLIVEIRA, A. D. de; FERNANDES, E. J.; RODRIGUES, T. D. J. de. Condutância estomática como indicador de estresse hídrico em feijão. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 86-95, 2005.

PAZZETTI, G. A.; OLIVA, M. A.; LOPES, N. F. Aplicação da termometria ao infravermelho à irrigação do feijoeiro: Crescimento e produtividade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 12, p. 1371-1377, 1993.

PENARIOL, F. G.; FORNASIERI FILHO, D.; COICEV, L.; BORDIN, B.; FARINELLI, R. Comportamento de cultivares de milho semeadas em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais, na safrinha. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 2, n. 2, p. 52-60, 2003.

PEREIRA FILHO, I. A.; CRUZ, J. C. Sistemas de produção da cultura do milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2012. Disponível em: <45uni://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho_8_ed/index.htm>. Acesso em: dezembro de 2016.

RESENDE, A. V. de; SHIRATSUCHI, L. S.; FONTES, J. R. A.; ARNS, L. L. K.; RIBEIRO, L. F. Adubação e arranjo de plantas no consórcio milho e braquiária. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 38, n. 4, p. 269-275, 2008.

RICHETTI, A. Viabilidade econômica da sucessão consórcio milho-braquiária/soja/milho safrinha. In: CECCON, G. Consórcio milho-braquiária. Embrapa Agropecuária Oeste, ed 1, p. 165-175. Dourados, 2013.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro:Embrapa Solos, 2013. 353p.

SANTOS, A. L. F. dos; MECI, I. A.; RIBEIRO, L. M.; FACHINELLI, R.; MAKINO, P. A.; CECCON, G. Duas épocas e cinco densidades de semeadura de milho safrinha em Dourados-MS. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE MILHO SAFRINHA, 13, Maringá. **Anais...**2015.

SANTOS, A. L. F. dos; MECI, I. A.; RIBEIRO, L. M.; FACHINELLI, R.; LEITE, E. M.; CECCON, G. Produtividade do Milho Safrinha em Função de Anos Consecutivos de Consórcio Milho-Braquiária. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 31, Bento Gonçalves. **Anais...** 2016.

SEIDEL, E. P.; GERHARDT, I. F. S.; CASTAGNARA, D. D.; NERES, M. A. Efeito da época e sistema de semeadura da *Brachiaria brizantha* em consórcio com o milho, sobre os componentes de produção e propriedades físicas do solo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 1, p. 55-66, 2014.

SILVA, A. G. da; CUNHA JUNIOR, C. R.; ASSIS, R. L. de; IMOLESI, A. S. Influência da população de plantas e do espaçamento entre linhas nos caracteres agrônômicos do híbrido de milho P30K75 em Rio Verde, Goiás. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 24, n. 2, p. 89-96, 2008.

SILVA, A. F. da; GONTIJO NETO, M. M.; SOUZA, M. M. de; FILIMBERTI, E. L.; JOANELLA, G. K.; SILVA, C. da; TRADIN, F. D. Avaliação do desempenho de cultivares de milho em função da densidade de semeadura, no Município de Sinop-MT. In: SEMINÁRIO NACIONAL DO MILHO SAFRINHA, 12, Dourados, 2013.

SILVA, D. V. **Efeitos da densidade populacional da braquiária sobre as características fisiológicas e produtivas do milho e da forrageira em consórcio.** Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Viçosa, 50f. Viçosa, 2014.

SILVA, F. G. da; DUTRA, W. F.; DUTRA, A. F.; OLIVEIRA, I. M. de; FILGUEIRAS, L. M. B.; MELO, A. S. de. Trocas gasosas e fluorescência da clorofila em plantas de berinjela sob lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 10, p. 946-952, 2015.

SOUZA, E. F. C.; SORATTO, R. P. S. Efeito de fontes e doses de nitrogênio em cobertura, no milho safrinha, em plantio direto. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 5, n. 3, p. 395-405, 2006.

TURNER, D. W.; FORTESCUE, J. A.; THOMAS, D. S. Environmental physiology of the bananas (*Musa* spp.). **Brazilian Journal Plant Physiology**, v. 19, n. 4, p. 463-484, 2007.