



Densidade de plantas e os efeitos nas características agrônômicas, temperatura e umidade do solo em consórcio milho-braquiária

Jorge Gabriel LORENZETTI¹ , Maxsuel Antonio RODRIGUES¹ ,
Alexandra de Paiva SOARES¹ , Cristiane Ramos VIEIRA^{2*} 

¹Instituto Federal de Mato Grosso, Campo Verde, MT, Brasil.

²Universidade de Cuiabá, Cuiabá, MT, Brasil.

*E-mail: cris00986@hotmail.com

Submissão: 21/06/2022; Aceito em 28/03/2023; Publicado em 11/04/2023.

RESUMO: Com o desenvolvimento da agricultura tecnológica, o solo passou a ser utilizado de maneira mais intensa e, desta forma, ficou mais propício à instalação de processos erosivos, exigindo a utilização de práticas conservacionistas, como os consórcios e a integração lavoura-pecuária. Diante disso, desenvolveu-se experimento para avaliar o consórcio de milho com diferentes populações de *Brachiaria ruziziensis*, na umidade e temperatura do solo e nos componentes de produção dessas plantas. O experimento foi conduzido em delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições, utilizando-se uma variedade de braquiária em cinco arranjos populacionais (0, 5, 10, 15 e 20 plantas por m²). As variáveis analisadas no milho foram altura, número de grãos por espiga, massa de cem grãos e produtividade de grãos, no entanto, não se observou diferenças entre os tratamentos. Na braquiária, avaliou-se altura, peso fresco e seco, e verificou-se que, conforme o aumento populacional, houve maior altura e peso fresco. No solo, foi avaliada a temperatura superficial, às 7:00, 12:00 e 17:00 horas e constatou-se que, a cobertura é favorável para a redução na temperatura do solo. A outra característica do solo analisada foi a umidade gravimétrica, nas profundidades de 0,0-0,2m e 0,2-0,4m, que não sofreu influência dos tratamentos testados.

Palavras-chave: *Brachiaria ruziziensis*; consórcio; umidade do solo; temperatura do solo; produtividade.

Plant density and effects on agronomic characteristics, temperature and soil moisture in maize-brachiaria intercropping

ABSTRACT: With the development of technological agriculture, the soil began to be used more intensively and, in this way, it became more favorable to the installation of erosive processes, requiring the use of conservationist practices, such as intercropping and crop-livestock integration. Therefore, an experiment was developed to evaluate the intercropping of corn with populations of *Brachiaria ruziziensis*, in soil moisture and temperature and in the production components of Brachiaria. The experiment was carried out in randomized complete block design, with four replications, using a variety of brachiaria in five population arrangements (0, 5, 10, 15 and 20 plants per m²). The variables analyzed in corn were height, number of grains per ear, mass of one hundred grains and grain yield, however, no differences were observed. In brachiaria, height, fresh and dry weight were evaluated, and it was found that, according to population increase, there was greater height and fresh weight. In the soil, the surface temperature was evaluated at 7:00, 12:00 and 17:00 hours and it was found that the ground cover is favorable for the reduction in temperature. The other soil characteristic analyzed was gravimetric moisture, at depths of 0.0-0.2m and 0.2-0.4m, which was not influenced by the treatments tested.

Keywords: *Brachiaria ruziziensis*; intercropping; soil moisture; soil temperature; productivity.

1. INTRODUÇÃO

A agricultura tecnológica, com a evolução dos anos, passou a exigir mais do solo. Este uso mais intenso, inclui uma sequência de safras na mesma área ao longo do ano, o aumento da população de plantas, bem como a utilização de variedades mais exigentes em fertilidade. No entanto, a ausência de rotação de culturas e de adesão ao sistema de plantio direto, por exemplo, podem levar a degradação química e física, caso não se faça a adoção de um manejo conservacionista que evite e controle a erosão, promova a ciclagem de nutrientes e adicione resíduos orgânicos ao solo.

Um tipo de manejo conservacionista que pode atender às essas necessidades é o cultivo de duas culturas simultaneamente, como se faz na consorciação. Um exemplo

de consórcio que pode ser empregado é o milho-braquiária que, além de produzir grãos, produz resíduos orgânicos capazes de promover benefícios a curto, médio e longo prazo, dada a constituição desses resíduos; além deles apresentarem elevada relação C/N, que favorece a permanência da cobertura por mais tempo no solo.

O consórcio milho-braquiária não tem como objetivo principal formar pasto, entretanto, a forrageira, quando semeada junto ao milho, pode ser usada para pastejo após a colheita do grão ou, simplesmente, permanecer no solo como planta de cobertura. Porém, deve apresentar as seguintes características: cobrir a área uniformemente, ser de fácil dessecação, não promover a propagação e resistência de pragas e doenças e; permitir um desempenho adequado da

máquina semeadora quando da próxima safra (CECCON et al., 2013).

De acordo com Scopel et al. (2013), as plantas de cobertura, especialmente as gramíneas, produzem elevada quantidade de matéria seca para semeadura direta, que protege o solo contra o impacto direto das gotas de água, diminui a velocidade do escoamento superficial da água, reduz a capacidade de transporte de partículas minerais e orgânicas pela enxurrada. Além disso, essas plantas permitem maior retorno financeiro ao produtor, pela redução dos custos, por preservar a saúde do solo e pelo aumento da produtividade e estabilidade produtiva das culturas econômicas (SILVA et al., 2021).

Por isso, a utilização do consórcio do milho safrinha, com espécies forrageiras se tornou uma alternativa que tem ganho relevância, pois otimiza os fatores de produção, contribuindo para a diversificação de atividades, com melhorias ambientais e menor pressão sobre áreas de fronteira agrícola (CECCON et al., 2015).

Em estudo sobre a decomposição e liberação de nutrientes de resíduos de culturas no sistema de cultivo soja-milho, Cavalli et al. (2018) analisaram a palhada residual dos sistemas de cultivo, sendo milho, braquiária e consórcio milho-braquiária. Os autores verificaram que o consórcio apresentou o maior acúmulo de nutrientes por hectare ($K = 172,1$; $N = 141,7$ e $Ca = 56,0$ kg ha⁻¹); enquanto a braquiária apresentou a maior taxa de decomposição (85%) e a maior porcentagem de liberação de nutrientes ($K = 99\%$; $N = 92\%$, $Mg = 98\%$ e $Ca = 90\%$ do conteúdo inicial).

Enquanto, em relação às características físicas do solo, Chioderoli et al. (2012) desenvolveram estudo que comprovou a importância das forrageiras para a agregação, estruturação e permeabilidade do solo. Segundo os autores, isso favoreceu o desenvolvimento do sistema radicular, que permitiu explorar um maior volume de solo do perfil, atingindo camadas mais profundas e, conseqüentemente, maior absorção de água e de nutrientes. O que foi comprovado por Foloni et al. (2008). Eles observaram que a braquiária se mostrou altamente eficiente na absorção de P, mesmo oriundo de fonte pouco solúvel, o que se deve ao sistema radicular bastante ramificado e volumoso, que favorece o contato raiz-solo e aumenta a absorção do P por difusão e interceptação radicular.

Apesar desses benefícios, o consórcio milho-braquiária pode proporcionar redução na produtividade do milho, tendo em vista sua competitividade com a cultura de grãos por recursos (água, luz, nutrientes). No entanto, Ceccon et al. (2015) destacam que é possível contornar essa perda com a utilização de herbicidas que impeçam, momentaneamente, o crescimento da forrageira, permitindo com que o milho se desenvolva, evitando-se, desta forma, a competição entre as plantas.

Sendo assim, observa-se que, os resultados da consorciação milho-braquiária podem ser diversos, porque dependerão da região e dos fatores de produção. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar diferentes populações de plantas de *Brachiaria ruziziensis* consorciadas com milho, e seus efeitos na umidade do solo, na temperatura do solo e nos componentes de produção dessas plantas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na segunda safra de 2021/21, em condições de campo, na Fazenda Pirassununga,

localizada na região sul do Estado de Mato Grosso, no município de Campo Verde – MT, nas coordenadas geodésicas Latitude: 15°36'51.4"S e Longitude: 55°11'09.3"W e 750 metros de altitude. De acordo com a classificação climática de Köppen, o clima da região se enquadra na descrição Aw, como tropical úmido, sendo caracterizado como tropical chuvoso com nítida estação de seca e cerca de 95% das chuvas ocorrendo no período de outubro a abril. Já o período que se estende de maio a setembro é considerado seco. Sendo que, a precipitação pluviométrica anual pode atingir medidas superiores a 1.726 mm (ALVARES et al., 2013).

A área utilizada para o experimento é considerada nova com poucos anos de cultivo, tendo sido utilizada, nos anos agrícolas de 2018/19, de 2019/20 e de 2020/21, para o cultivo do feijão (segunda safra), em seguida, foi deixada em pousio. O solo predominante na área foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (SANTOS et al., 2018).

Dois meses antes da semeadura, efetuou-se a gradagem para a eliminação de plantas invasoras, seguida da aplicação de 3,85 t ha⁻¹ de calcário, calculada a partir do método da saturação por bases e dos resultados obtidos na análise de solo (Tabela 1), visando corrigir o pH do solo e elevar a saturação a 60% para atender à exigência do milho (SOUSA; LOBATO, 2004).

Tabela 1. Análise química e granulométrica do solo
Table 1. Soil chemical and granulometric analysis

Camada 0,0-0,2 m					
pH	K	P	H+Al	Al	Ca+Mg
CaCl ₂	mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³		
4,70	74,00	102,02	7,76	0,05	3,86
T	V	m	Areia	Silte	Argila
cmol _c	-----%		-----g kg ⁻¹		
11,80	34,30	1,22	475,0	205,5	319,5
Camada 0,2-0,4 m					
pH	K	P	H+Al	Al	Ca+Mg
CaCl ₂	mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³		
4,40	31,00	3,48	6,11	0,20	1,20
T	V	m	Areia	Silte	Argila
cmol _c	-----%		-----g kg ⁻¹		
7,38	17,32	13,52	537,5	169,5	293,0

pH em CaCl₂ – relação 1:2,5; H+Al – em acetato de cálcio; Al, Ca e Mg – em KCl 1N; P e K – em Mehlich; T – capacidade de troca de cátions a pH 7,0; V% – saturação por bases, em %; m% – saturação por Al, em %; Areia, silte e argila – método do densímetro.

A adubação de base se deu junto a semeadura, com aplicação de 143 kg ha⁻¹ de microessenciais, nas linhas. Este produto contém: 7 kg N, 37 kg P₂O₅, 6 kg K₂O, micronutrientes (B, Cu, Mn e Zn) e macronutrientes secundários (Ca e S), para cada 100 kg do adubo. O objetivo foi fornecer 10 kg de N, atendendo juntamente a demanda de P, que já apresentava teor de 102,02 mg dm⁻³, de acordo com a análise de solo. A adubação de cobertura foi realizada em três momentos diferentes, a primeira quando a cultura de grãos atingiu de quatro a seis folhas; a segunda com oito a dez folhas e; a última com 10 a 12 folhas (40%, 40% e 20% da adubação, respectivamente), totalizando a aplicação de 260 kg ha⁻¹ de ureia e 85,7 kg ha⁻¹ de cloreto de potássio.

O experimento foi instalado seguindo o delineamento experimental em blocos ao acaso, utilizando-se a *Brachiaria*

(Syn. *Urochloa*) em cinco arranjos populacionais (0, 5, 10, 15 e 20 plantas por m²). Cada parcela delimitada apresentava três metros de comprimento por dois metros de largura, totalizando seis m², contendo seis linhas com milho, espaçadas em 0,50 m e, espaçamento entre cada unidade experimental de 0,50 m, perfazendo uma área experimental de 191 m². Para a coleta de dados, considerou-se como área útil, as quatro linhas centrais, descartando-se os 0,50 m em ambas as extremidades.

Os tratamentos foram distribuídos da seguinte forma: (T1) milho solteiro como testemunha; (T2) milho + *B. ruziziensis* com população de 5 plantas por m²; (T3) milho + *B. ruziziensis* com população de 10 plantas por m²; (T4) milho + *B. ruziziensis* com população de 15 plantas por m²; (T5) milho + *B. ruziziensis* com população de 20 plantas por m²; com quatro repetições para cada tratamento, totalizando 20 unidades experimentais.

A cultivar do milho (Brevante B2401PWU) foi semeada em fevereiro de 2021, de forma manual, buscando a densidade de plantas de 60.000 ha⁻¹, com espaçamento de 0,50 m entre linhas e média de 3,92 plantas por metro linear. A braquiária foi semeada manualmente, no mesmo dia, nas entrelinhas da cultura de grãos. Após a semeadura, realizou-se a incorporação das sementes no solo com o auxílio de rastelo. Cerca de 15 dias após a semeadura da braquiária, foi realizado o desbaste das plantas excedentes, ajustando para o nível populacional desejado (0, 5, 10, 15 e 20 plantas por m²).

As variáveis analisadas neste experimento foram, a altura das plantas de milho, medida no estágio de florescimento (R1), com ajuda de um bastão medidor (cm). Para esta determinação, adotou-se a distância da superfície do solo até o final do pendão, medindo-se 10 plantas da área útil de cada parcela, excluindo-se 0,50 m de cada extremidade da parcela, a fim de evitar o efeito de borda.

Para a determinação do número de grãos por espiga do milho, realizou-se a contagem do número de fileiras e a contagem do número de grãos em três fileiras de cada espiga, num total de cinco espigas por parcela. Após a debulha das espigas colhidas na área útil de cada parcela, determinou-se a massa de cem grãos. Para isso, aleatoriamente, realizou-se três amostragens por parcela de 100 grãos e, em seguida, suas massas foram submetidas à pesagem em balança de precisão (0,01 g) e à determinação do teor de umidade, para correção do peso, considerando umidade desejada de 13%.

A produtividade de grãos do milho foi obtida após a debulha de todas as espigas da área útil de cada parcela. Após pesagem dos grãos retirou-se uma amostra para determinação do teor de umidade, que precisou ser corrigida para 13%, para a avaliação da umidade da massa de grãos, para que fosse possível obter a produtividade de grãos, cujos valores foram, posteriormente, transformados para quilogramas por hectare.

Quanto à braquiária, foram avaliadas, a altura de plantas, determinada 30 dias após a semeadura, com o uso de trena (cm), medindo a distância desde a superfície do solo até a folha mais alta da planta.

Após a maturação do milho, foram amostrados pontos aleatórios dentro da área útil de cada parcela, em uma área de 0,25 m² (um quadrado de madeira de 0,5 X 0,5 m), para coletar a braquiária. Cada amostra foi cortada a 15 cm do solo, e colocada em sacos de papel kraft, onde foram pesados. Após a pesagem foram colocadas em estufa a 50 °C por 66 horas, para obtenção do peso seco. Em seguida, calculou-se a produção de massa seca por hectare.

Após a maturação completa do milho, foram coletadas amostras do solo com auxílio de um enxadão. Para isso, foi aberta uma mini trincheira e as amostras foram retiradas das camadas de 0-0,2 m e 0,2-0,4m de profundidade. Um total de 100 g de solo por amostra, que foi colocado em saco plástico, fechado e guardado em caixa de isopor para conservação da umidade.

Ao chegar ao laboratório, as amostras foram pesadas, para obtenção do peso úmido do solo. Para posterior cálculo da umidade gravimétrica, as amostras foram levadas para estufa a 105 °C por 24 horas, depois foram pesadas novamente para obtenção do peso seco. Com base nos pesos do solo úmido e seco, foi calculada a umidade gravimétrica do solo, a partir da Equação 1: $Ug = (Mu - Ms) / Ms$, em que: Ug: Umidade gravimétrica, em kg kg⁻¹ ou %; Mu: Massa do solo úmido, em kg; Ms: Massa do solo seco em estufa, em kg.

A partir da maturação do milho, foi medida a temperatura na superfície do solo, na área útil de cada parcela, com termômetro digital, às 7:00; 12:00 e 17:00 horas.

Os resultados obtidos foram avaliados por meio da análise de variância (ANOVA) e em caso de efeito significativo entre os tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o software gratuito Sisvar (FERREIRA, 2014).

3. RESULTADOS

3.1. Características agrônomicas do milho

As análises estatísticas realizadas para as características agrônomicas obtidas para o milho, em função da população de braquiária, estão apresentadas nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 2. Altura de plantas de milho (APM), número de grãos por espiga (NGE) e massa de cem grãos (MCG), em diferentes populações de braquiária

Table 2. Corn plant height (APM), number of grains per ear (NGE) and hundred-grain mass (MCG), in brachiaria different populations

Braquiária (m ²)	APM (m)	NGE	MCG (g)
0	2,66 a	512,34 a	31,52 a
5	2,63 a	532,76 a	31,80 a
10	2,66 a	554,40 a	30,13 a
15	2,62 a	542,44 a	30,78 a
20	2,61 a	544,44 a	32,30 a
Média geral	2,64	537,27	31,31
CV (%)	2,4	3,6	5,14

CV – Coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Produtividade de grãos (PG) de milho, em kg ha⁻¹ e em sc ha⁻¹, em diferentes populações de braquiária

Table 3. Corn grain yield (PG), in kg ha⁻¹ and in sc ha⁻¹, in brachiaria different populations

Braquiária (m ²)	PG (kg ha ⁻¹)	PG (sc ha ⁻¹)
0	7.453,33 a	124,22 a
5	6.659,99 a	111,00 a
10	7.099,99 a	118,33 a
15	6.826,66 a	113,77 a
20	6.906,61 a	115,11 a
Média geral	6.989,32	116,48
CV (%)	13,15	13,15

CV – Coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Verifica-se que não houve diferença entre os tratamentos para as variáveis analisadas. Sendo que, a média para a altura de plantas (Tabela 2) foi de 2,61 m em área com 20 plantas por m²; 2,66 m em zero e em 10 plantas por m².

Quanto ao número de grãos por espiga (Tabela 2), a média em população com 10 plantas por m² (554,4), apresentou diferença de apenas 7,6% em relação ao tratamento com zero. Já a média para a massa de cem grãos (Tabela 2) variou entre 30,13 no tratamento com 10 plantas por m² e, 32,30 em 20 plantas por m².

No entanto, a produtividade de grãos (Tabela 3), tanto em kg ha⁻¹, quanto em sc ha⁻¹, em tratamento com zero de população de braquiária apresentou diferença de 4,7% em relação ao obtido em área com 10 plantas por m².

3.2. Características agrônômicas da braquiária

As análises estatísticas realizadas para as características agrônômicas obtidas para a braquiária, em função de sua população, estão apresentadas na Tabela 4. Verifica-se que houve diferença entre os tratamentos para as variáveis analisadas.

Tabela 4. Altura de plantas de braquiária (APB), peso fresco (PF) e peso seco (PS), em diferentes populações de braquiária
Table 4. Height of brachiaria plants (APB), fresh weight (PF) and dry weight (PS), in Brachiaria different populations

Braquiária (m ²)	APB (cm)	PF (kg ha ⁻¹)	PS (kg ha ⁻¹)
0	0,00 c	0,00 c	0,00 b
5	75,16 bc	3.427,50 b	827,17 a
10	79,21 b	4.252,50 ab	1.057,60 a
15	84,60 a	4.780,00 ab	1.281,20 a
20	84,65 a	5.455,00 a	1.462,50 a
Média geral	64,72	3.583	925,69
CV (%)	5,4	19,73	30,57

CV – Coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Em relação à altura da braquiária, as maiores médias foram observadas nos tratamentos contendo 15 e 20 plantas por m², os quais foram 11,2% superiores em relação à altura no tratamento com 5 plantas por m².

Já o peso fresco aumentou conforme se aumentou a população de braquiária por m², obtendo-se a maior média nas condições de 20 plantas por m², que foi 37,2% superior em relação à observada no tratamento com 5 plantas por m².

Ao avaliar o peso seco não se observou diferença para os tratamentos com densidade populacional de braquiária.

3.3. Características do solo

As análises estatísticas realizadas para as características temperatura e umidade gravimétrica, em função da população de braquiária, estão apresentadas nas Tabelas 5 e 6, respectivamente.

Ao avaliar a temperatura, não se observou diferença estatística para as análises realizadas às 7:00 horas. No entanto, às 12:00 horas, se observou as maiores temperaturas e, dentre os tratamentos testados, a maior média foi obtida no tratamento sem densidade de plantas.

Às 17:00 horas a maior média também foi observada no tratamento sem plantas.

Quanto à umidade do solo, não se observou diferenças entre os tratamentos testados, porém, verificou-se que, nas camadas mais profundas o solo tendeu para um maior teor de umidade.

Tabela 5. Temperatura superficial em diferentes horários do dia, em diferentes populações de braquiária

Table 5. Surface temperature at different times of day, in brachiaria different populations

Braquiária (m ²)	Temperatura (°C)		
	7:00 h	12:00	17:00
0	14,90 a	40,32 a	20,85 a
5	14,15 a	25,42 b	19,72 ab
10	14,22 a	24,60 b	19,45 ab
15	14,22 a	24,50 b	18,77 b
20	14,22 a	24,30 b	19,72 ab
Média geral	14,35	27,83	19,70
CV (%)	2,50	4,53	3,30

CV – Coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 6. Umidade gravimétrica (UG) nas profundidades de 0,0-0,2 m e 0,2-0,4 m, em diferentes populações de braquiária

Table 6. Gravimetric humidity (UG) at depths of 0.0-0.2 m and 0.2-0.4 m, in brachiaria different populations

Braquiária (m ²)	%	
	UG 0,0-0,2	UG 0,2-0,4
0	14,75 a	21,25 a
5	17,00 a	21,00 a
10	17,50 a	21,00 a
15	18,50 a	19,75 a
20	18,50 a	19,00 a
Média geral	17,25	20,40
CV (%)	10,85	16,59

CV – Coeficiente de variação. Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4. DISCUSSÃO

4.1. Características agrônômicas do milho

Os resultados referentes à altura e ao número de grãos por espiga (Tabela 2) não apresentaram médias significativas, não sendo, portanto, influenciados pela presença e/ou quantidade de forrageiras no consórcio.

Makino et al. (2019) ao avaliarem a produtividade e teores de nutrientes em populações de milho safrinha solteiro e consorciado com braquiária observaram que, entre as variáveis morfológicas avaliadas, a altura de plantas e de inserção de espigas e a área foliar por planta não foram afetadas pelos tratamentos. Além disso, concluíram que, os sistemas de cultivo também não influenciaram os componentes de produção avaliados no milho, demonstrando que, apesar de afetar os teores de alguns nutrientes foliares e as características morfológicas, a competição entre plantas de braquiária e milho no sistema consorciado não foi capaz de comprometer a produtividade da cultura. Coletti et al. (2015) encontraram resultados semelhantes ao avaliarem o desempenho do milho em consórcio com forrageiras semeadas por ocasião da adubação de cobertura do milho.

Outra característica relacionada à produção de grãos e que foi avaliada foi a massa de cem grãos (Tabela 2), cujos resultados também não diferiram. Desta forma, pode-se dizer que, o aumento da população de plantas de braquiária no consórcio não influenciou a produção da massa de grãos.

Isso, provavelmente, influenciou na produtividade do milho (Tabela 3) que não foi afetada pelo aumento da população de plantas de braquiária, indicando que a competição existente no consórcio não prejudicou esta variável. Costa et al. (2012) e Coletti et al. (2015) encontraram resultados semelhantes. Porém, Costa et al. (2012) obtiveram médias de produtividade do milho diferentes das observadas

no presente trabalho, provavelmente, devido a variação de doses de N aplicadas em cobertura. De acordo com Coletti et al. (2015) uma provável redução na produtividade, poderia estar ligada à competição entre as espécies consorciadas, influenciadas pela posição de cada uma na área (linha do milho e entrelinha) e pelo momento em que são plantadas. O que não foi observado no presente caso.

Borghini; Crusciol (2007) também não observaram diferença na produtividade do milho quando solteiro ou consorciado com braquiária semeada na mesma linha, em espaçamento de 0,90 m e de 0,45 m, cultivado no período do verão. No mesmo sentido, Seidel et al. (2014) também não constataram efeitos nos componentes de produção e na produtividade do milho quando cultivado solteiro (testemunha) ou em consórcio com a braquiária.

Segundo Cruz et al. (2009) isso pode ocorrer porque a interferência das forrageiras no estado nutricional da cultura e na produtividade de grãos, em sistemas de consórcio, depende das condições de solo, clima, espécies utilizadas e do manejo empregado. Ceccon et al. (2014) completam reforçando que, as condições edafoclimáticas nos diferentes períodos do ano, aliadas à escolha de diferentes espécies e às características locais, são fatores que explicam os resultados descritos. No verão, as condições são mais favoráveis para o milho e a competição entre as espécies em consórcio torna-se menor. Esse cenário se inverte no outono-inverno, principalmente sob espaçamento adensado, devendo-se ter mais cautela na escolha da população de plantas da forrageira em consórcio.

4.2. Características agrônômicas da braquiária

Em relação à altura da braquiária (Tabela 4), as maiores médias foram observadas nos tratamentos contendo 15 e 20 plantas por m². Ao passo que, o peso fresco aumentou conforme aumentou a população de braquiária por m². Em estudo, Seidel et al. (2014) constataram que, a época de semeadura alterou a produção de massa verde e seca, altura de plantas, número de folhas, comprimento de folhas, diâmetro do colmo da braquiária. Havendo melhor desenvolvimento da braquiária quando foi semeada simultaneamente ao milho. No presente caso, a semeadura também foi simultânea, o que pode ter favorecido ambas as culturas.

Enquanto, ao avaliar o peso seco não se observou diferença entre os tratamentos. Porém, ressalta-se que, a variável massa seca é de suma importância por representar a condição inicial para semeadura da cultura subsequente (CHIODEROLI et al., 2012). Este acúmulo de massa é influenciado pela espécie forrageira utilizada, pela população de plantas e também pelo ambiente, suas condições climáticas e de solo (CARVALHO; AMABILE, 2006). Além disso, também é importante para a própria braquiária, porque a produção de matéria seca de uma pastagem é diretamente proporcional ao número de perfilhos da forrageira na área (MARTUSCELLO et al., 2009).

Assim como observado no presente caso, Coletti et al. (2015) também não encontraram diferenças no peso seco das plantas ao estudar a densidade populacional, porém, obtiveram médias inferiores às deste estudo. Em relação ao estudo de Ceccon et al. (2014) estes resultados foram semelhantes apenas em partes, pois os autores verificaram que o aumento na população de plantas de *B. ruziziensis* proporcionou aumento na massa seca total da forrageira, no

entanto, também observaram redução na massa seca e produtividade de grãos de milho.

4.3. Características do solo

De acordo com Miranda et al. (2004), os resíduos agrícolas usados como cobertura morta alteram o regime térmico do solo, principalmente por reduzir a temperatura máxima e a amplitude térmica próxima à superfície. A camada de resíduos funciona como uma camada de isolamento térmico que reduz o aquecimento do solo durante o dia e a perda de calor para a atmosfera durante a noite.

Ao avaliar a temperatura (Tabela 5), não se observou diferenças para as análises realizadas às 7:00 horas. Porém, verificou-se que, provavelmente, em função do horário e da incidência do sol no solo, as médias de temperaturas foram inferiores às apresentadas nos demais horários analisados. Sendo que, às 12:00 horas, se observou as maiores temperaturas e, dentre os tratamentos testados, a maior média foi obtida no tratamento sem densidade de plantas de braquiária.

Neste caso, a maior média não indica o melhor resultado, mas reforça a importância de se manter a cobertura, pois, um dos objetivos dela é reduzir a temperatura e a amplitude térmica no solo, ao longo do dia. O aumento na temperatura do solo pode afetar os microrganismos presentes e, desta forma, as propriedades químicas e físicas, porque pode influenciar, dentre outras características, na decomposição da matéria orgânica.

De acordo com Landau et al. (2018) a temperatura ideal para o desenvolvimento do milho, da emergência à floração, está entre 24 e 30°C. Abaixo de 10°C, por períodos longos, o crescimento da planta é quase nulo e, sob temperaturas acima de 30°C, também por períodos longos, durante a noite, o rendimento de grãos decresce, em razão do consumo dos produtos metabólicos elaborados durante o dia. Para este trabalho, temperaturas inferiores às recomendadas não foram obtidas, porém, temperaturas acima de 40°C foram observadas no solo sem braquiária, para as medidas às 12:00 h. Às 17:00 horas, a temperatura tendeu a uma elevação, em comparação com as médias obtidas às 7:00 horas, porém, já havendo redução em relação à temperatura observada às 12:00 horas. Neste caso, a maior média também foi observada no tratamento sem braquiária, corroborando que a adição de forrageiras influencia na redução da temperatura do solo.

De acordo com Silva et al. (2006), os resíduos culturais depositados na superfície, acabam alterando diversos processos físicos, químicos e biológicos, influenciando o crescimento e o desenvolvimento vegetal, tendo em vista a redução da temperatura excessiva e da perda de água.

Belan et al. (2013) verificaram correlação positiva entre a temperatura do ar e a temperatura do solo com cobertura e do solo nu, além disso, observaram que a medida em que ocorre o aumento da temperatura do ar, aumenta-se, proporcionalmente, a temperatura do solo. Essa relação vai reduzindo gradativamente de acordo com a profundidade avaliada. Estes autores enfatizam ainda que, é comum nos sistemas agrícolas brasileiros a ocorrência de solos descobertos. Desta forma, se tratando de um país de clima tropical, cujas temperaturas são frequentemente altas, as oscilações diárias podem afetar tanto a atividade física, química e biológica do solo, quanto à cultura em questão.

De acordo com Carneiro et al. (2014), o aumento da amplitude térmica pode ser explicado pelos índices de

precipitação, e pelas variações da temperatura do ar e da radiação solar, que contribuem para o aquecimento do solo, principalmente nas primeiras camadas do solo.

Em estudo com coberturas, Oliveira et al. (2019) observaram que a presença da cobertura na superfície do solo atuou como isolante térmico, causando modificações na quantidade de energia necessária para o aquecimento deste solo. Sendo que, o uso de cobertura evita a perda de água por evaporação, contribuindo assim para o desenvolvimento das plantas (PAIVA; ARAÚJO, 2012). Além disso, segundo Seidel et al. (2014) a inclusão de forrageiras em sistemas de cultivos de grãos e ou florestas altera as propriedades físicas e químicas do solo, promovendo mudanças na sua qualidade; principalmente aumentando a estabilidade dos agregados, o que resulta em aumento da macroporosidade do solo e capacidade de infiltração.

Quanto à umidade do solo (Tabela 6), não se observou diferenças entre os tratamentos testados, porém, se verificou uma tendência de redução na umidade conforme a profundidade do solo. Isso já era esperado, pois, a incidência da radiação e a propagação do calor ocorrem, primeiramente, nas camadas superficiais. Por isso, estas tendem a ter seu teor de umidade reduzido de forma mais rápida, em comparação com as camadas mais profundas, sofrendo com o processo de evaporação.

No entanto, a presença da cobertura pode aumentar a umidade no solo, uma vez que diminui a evaporação da água, aumentando o acúmulo da mesma e, desta forma, favorecer o manejo das culturas em épocas com baixos índices de precipitação e altas temperaturas (MASSAD et al., 2014). Isso porque, o manejo da cobertura do solo influencia nos processos de aquecimento e resfriamento do mesmo, refletindo diretamente na umidade do solo, tornando importante o controle das oscilações da temperatura, visto que esta atua diretamente no desenvolvimento vegetal (PAIVA; ARAÚJO, 2012).

5. CONCLUSÕES

As variáveis produtividade, massa de cem grãos, número de grãos por espiga e altura do milho não sofreram influência da população de plantas de braquiária no consórcio milho-braquiária.

O aumento da população de plantas de braquiária no consórcio proporcionou aumento da produção de massa fresca da braquiária.

Com relação às características do solo, a presença da braquiária provocou redução na temperatura, independente da população de plantas, às 12:00 horas. Porém, a população de plantas de braquiária não influenciou na umidade do solo nas profundidades avaliadas.

6. REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>

BELAN, L. L.; XAVIER, T. M. T.; TORRES, H.; TOLEDO, J. V.; PEZZOPANE, J. E. M. Dinâmica entre temperaturas do ar e do solo sob duas condições de cobertura. *Revista Acadêmica Ciências Agrárias e Ambientais*, v. 11, n. 1, p. 147-154, 2013. <https://doi.org/10.7213/academica.10.S01.AO17>.

CARNEIRO, R. G.; MOURA, M. A. L.; SILVA, V. P. R.; SILVA-JUNIOR, R. S.; ANDRADE, A. M. D.; SANTOS, A. B. Variabilidade da temperatura do solo em função da liteira em fragmento remanescente de mata atlântica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 18, n. 1, p. 99-108, 2014. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662014000100013>.

CAVALLI, E.; LANGE, A.; CAVALLI, C.; BEHLING, M. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos de culturas no sistema de cultivo soja-milho. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v. 13, n. 2, p. 1-8, 2018. <https://doi.org/10.5039/agraria.v13i2a5527>.

CARVALHO, A. M.; AMABILE, R. F. Plantas condicionadoras de solo: interações edafoclimáticas, uso e manejo. In: CARVALHO, A. M.; AMABILE, R. F. (Eds.). *Cerrado: adubação verde*. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2006. p. 143-170.

CECCON, G. *Consórcio milho-braquiária*. Brasília: Embrapa Agropecuária Oeste, 2013. 175p.

CECCON, G.; SILVA, J. F.; LUIZ NETO NETO, A.; MAKINO, P. A.; SANTOS, A. Produtividade de milho safrinha em espaçamento reduzido com populações de milho e de *Brachiaria ruzizjensis*. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 13, n. 3, p. 326-335, 2014. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v13n3p326-335>.

CECCON, G.; CONCENÇO, G.; BORGHI, E.; DUARTE, A. P.; SILVA, A. F.; KAPPES, C.; ALMEIDA, R. E. M. *Implantação e manejo de forrageiras em consórcio com milho safrinha*. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2015. 37p.

CHIODEROLI, C. A.; MELLO, L. M. M.; GRIGOLLI, P. J.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, J. O. R.; CESARIN, A. L. Atributos físicos do solo e produtividade de soja em sistema de consórcio milho e braquiária. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 16, n. 1, p. 37-43, 2012. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662012000100005>.

COLETTI, A. J.; STASIAK, D.; MARTINEZ, C. J.; COLETTI, F.; DAL'MASO J. D. Desempenho agrônômico do milho safrinha com forrageiras no noroeste do Estado de Mato Grosso. *Scientia Agraria Paranaensis*, v. 14 n. 2 p. 100-105, 2015. <https://doi.org/10.18188/sap.v14i2.8480>.

COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; GAMEIRO, R. A.; PARIZ, C. M.; BUZETTI, S.; LOPES, K. S. M. Adubação nitrogenada no consórcio de milho com duas espécies de braquiária em sistema plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 47, n. 8, p. 1038-1047, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2012000800003>.

CRUZ, S. C. S.; PEREIRA, F. R. S.; BICUDO, S. J.; SANTOS, J. R.; ALBUQUERQUE, A. W.; MACHADO, C. G. Consórcio de milho e *Brachiaria decumbens* em diferentes preparos do solo. *Acta Scientiarum Agronomy*, v. 31, n. 4, p. 633-639, 2009. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v31i4.915>.

FERREIRA, D. F. Sivar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542014000200001>

FOLONI, J. S. S.; TIRITAN, C. S.; CALONEGO, J. C.; ALVES JÚNIOR, J. Aplicação de fosfato natural e

- reciclagem de fósforo por milheto, braquiária, milho e soja. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 32, n. 3, p. 1147-1155, 2008. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000300023>.
- HENRICHSEN, L. H.; CHRISTT, E. L.; SILVA, C. K.; HÜBNER, J. P.; SANDER, L. S. Efeitos da desuniformidade de emergência na cultura do milho. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 2, p. 28382-29398, 2021. <https://doi.org/10.34117/bjdv7n3-518>.
- LANDAU, E. C.; MAGALHÃES, P. C.; GUIMARÃES, D. P. **Milho**: relações com o clima. Brasília: Embrapa 50 anos, 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/milho/pre-producao>>. Acesso em: 27 mar 2023.
- MAKINO, P. A.; CECCON, G.; FACHINELLI, R. Produtividade e teor de nutrientes em populações de milho safrinha solteiro e consorciado com braquiária. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 18, n. 2, p. 206-220, 2019. <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v18n2p206-220>.
- MARTUSCELLO, J. A.; JANK, L.; GONTIJO NETO, M. M.; LAURA, V. A.; CUNHA, D. N. F. V. Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 7, p. 1183-1190, 2009. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000700004>.
- MASSAD, M. D.; OLIVEIRA, F. L.; FÁVERO, C.; DUTRA, T. R.; QUARESMA, M. A. L. Desempenho de milho verde em sucessão a adubação verde com crotalária, submetido a doses crescentes de esterco bovino, na caatinga mineira. **Magistra**, v. 26, n. 3, p. 326-336, 2014.
- MIRANDA, F. R.; OLIVEIRA, F. N. S.; ROSA, M. F.; LIMA, R. N. Efeito da cobertura morta com fibra da casca de coco sobre a temperatura do solo. **Ciência Agronômica**, v. 35, n. 2, p. 335-339, 2004.
- OLIVEIRA, K. A. S.; DANIEL, D. F.; DALLACORT, R.; BARBIERI, J. D.; TIEPPO, R. C.; ARAÚJO, D. V. Influência da cobertura de braquiária na temperatura do solo cultivado com milho verde. **Acta Iguazu**, v. 8, n. 3, p. 105-125, 2019. <https://doi.org/10.48075/actaiguaz.v8i3.20652>.
- PAIVA, A. Q.; ARAÚJO, Q. R. Fundamentos do manejo e da conservação dos solos na região produtora de cacau da Bahia. In: VALLE, R. R., (Ed.). **Ciência, tecnologia e manejo do cacauero**. Brasília: Ceplac/CEPEC/SEFIS, 2012. p.115-134.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. B. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5 ed. Brasília: Embrapa, 2018. 355p.
- SCOPEL, E. TRIOMPHE, B.; AFFHOLDER, F.; SILVA, F. A. M.; CORBEELS, M.; XAVIER, J. H. V.; LAHMAR, R.; RECOUS, S.; BERNOUX, M.; BLANCHART, E.; CARVALHO, M. I.; TOURDONNET, S. Conservation agriculture cropping systems in temperature and tropical conditions, performances and impacts. A review. **Agronomy for Sustainable Development**, v. 33, n. 1, p. 113-130, 2013. <https://doi.org/10.1007/s13593-012-0106-9>.
- 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**, v. 35, n. 1, p. 55-66, 2014. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n1p55>.
- SILVA, V. R.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J. Variação na temperatura do solo em três sistemas de manejo na cultura do feijão. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, n. 3, p. 391-399, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832006000300001>.
- SILVA, M. A.; NASCENTE, A. S.; FRASCA, L. L. M.; REZENDE, C. C.; FERREIRA, E. A. S.; FILIPPI, M. C. C.; LANNA, A. C.; FERREIRA, E. P. B.; LACERDA, M. C. Plantas de cobertura isoladas e em mix para a melhoria da qualidade do solo e das culturas comerciais no Cerrado. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 12, p. 1-11, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i12.20008>
- SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado**: correção do solo e adubação. 2. ed. Brasília: Embrapa, 2004. 416p.

Author Contributions (Contribuições dos Autores): - J.G.L.: Coleta dos dados, análise estatística, redação (esboço original); - M.A.R.: Análise estatística, supervisão do experimento no campo; - A.P.S.: Conceituação do estudo, metodologia do estudo, supervisão do experimento total, validação; - C.R.V.: Redação na revisão e edição, responsável pelos trâmites do artigo. Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

Financiamentos: Não aplicável.

Revisão Institucional: Não aplicável.

Comitê de Ética da área: Não aplicável.

Disponibilização de dados: Os dados da pesquisa podem ser solicitados ao primeiro ou segundo autores, via e-mail: alexandra.soares@ifmt.edu.br, pois, não estão disponíveis de outra forma.

Conflito de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesses.