

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
CAMPUS DE CHAPADÃO DO SUL

**AVALIAÇÕES FÍSICAS DA COMPACTAÇÃO DO SOLO EM ROTAÇÃO DE  
CULTURA COM CONSÓRCIOS DE MILHO E FORRAGEIRAS**

CHAPADÃO DO SUL- MS  
2024

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL  
CAMPUS DE CHAPADÃO DO SUL

**AVALIAÇÕES FÍSICAS DA COMPACTAÇÃO DO SOLO EM ROTAÇÃO DE  
CULTURA COM CONSORCIOS DE MILHO E FORRAGEIRAS**

Trabalho de  
Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal de Mato  
Grosso do Sul, como parte dos  
requisitos para obtenção do título  
de Agrônomo.

Aluno: Lucas Campos Prado  
Orientador: Prof. Dr. Cassiano Garcia Roque

CHAPADÃO DO SUL- MS  
2024



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
**Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul**



### CERTIFICADO

**DE APROVAÇÃO AUTOR: LUCAS CAMPOS**

**PRADO.**

**ORIENTADOR: Prof. Dr. Cassiano Garcia Roque.**

Aprovado pela Banca Examinadora como parte das exigências do Componente Curricular Não Disciplinar TCC, para obtenção do grau de BACHAREL EM AGRONOMIA, pelo curso de Bacharelado em Agronomia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Câmpus de Chapadão do Sul.

**Prof. Dr. Cassiano Garcia Roque**

Presidente da Banca Examinadora e Orientador

**Profa. Dra. Rita de Cássia Félix Alvarez**

Membro da Banca Examinadora

**Prof. Dr. Rafael Ferreira Barreto**

Membro da Banca Examinadora

---

Chapadão do Sul, 22 de novembro de 2024.

**NOTA  
MÁXIMA  
NO MEC**

**UFMS  
É 10!!!**



Documento assinado eletronicamente por **Cassiano Garcia Roque, Professor do Magisterio Superior**, em 22/11/2024, às 09:05, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

Documento assinado eletronicamente por **Rita de Cassia**

NOTA  
MÁXIMA  
NO MEC

UFMS  
É 10!!!



**Felix Alvarez, Professora do Magistério Superior**, em

22/11/2024, às 09:22, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

NOTA  
MÁXIMA  
NO MEC

UFMS  
É 10!!!



Documento assinado eletronicamente por **Rafael Ferreira Barreto, Professor do Magisterio Superior**, em

22/11/2024, às 21:34, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).

A auten cidade deste documento



pode ser conferida no site [h ps://sei.ufms.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **5263499** e o código CRC **AC549B4D**.

[https://sei.ufms.br/sei/controlador.php?acao=documento\\_imprimir\\_web&acao\\_origem=arvore\\_visualizar&id\\_documento=6046653&infra\\_sistema...](https://sei.ufms.br/sei/controlador.php?acao=documento_imprimir_web&acao_origem=arvore_visualizar&id_documento=6046653&infra_sistema...) 1/2 25/11/2024, 22:27 SEI/UFMS - 5263499 - Certificado

## COORDENAÇÃO DE GESTÃO ACADÊMICA DO CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL

Câmpus de Chapadão do Sul - Rod MS  
306, Km 105, Caixa Postal 112 Fone:  
CEP 79560-000 - Chapadão do Sul - MS

Referência: Processo nº 23455.000697/2024-51

SEI nº 5263499

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela força, inspiração e sabedoria concedidas durante todo o processo deste trabalho.

Minha sincera gratidão ao Professor Dr. Cassiano Garcia, pela orientação, paciência e apoio incondicional ao longo desta jornada. Suas valiosas orientações e vasto conhecimento foram essenciais para a concretização deste projeto.

À colegas e amigos Eduarda Santana, Gustavo Rodrigues Galina e Vitor Barbosa Ribeiro, por sua parceria, incentivo e auxílio nas etapas mais desafiadoras, sempre com disposição e comprometimento.

Agradeço também ao grupo GEMCS UFMS, pelo suporte acadêmico e pelo ambiente de aprendizado e troca de conhecimentos, que foram fundamentais para meu desenvolvimento.

A todos, meu mais sincero obrigado.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS .....	07
LISTA DE FIGURAS .....	08
RESUMO .....	09
ABSTRACT .....	10
1. INTRODUÇÃO .....	11
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	13
2.1. Local de condução do experimento. ....	13
2.2. Condução e delineamento experimental. ....	14
2.3. Manejo fitossanitário. ....	15
2.4. Avaliações físicas do solo .....	16
2.5. Avaliações agronômicas .....	16
2.6. Análise estatística dos dados. ....	17
3. RESULTADO E DISCUSSÃO .....	17
4. CONCLUSÕES .....	20
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	21

## LISTA DE TABELAS

	Página
01. Tabela 1. Características químicas e granulométricas do solo na área experimental anterior à semeadura do experimento nas camadas de 0,00-0,20 e 0,20-0,40 m respectivamente. ....	14
02. Tabela 2. Resumo da análise de variância para altura de plantas (AP), diâmetro de colmo (DC), inserção de espiga (IE), número de plantas (NP), número fileiras de grãos (NF) e produtividade de grãos (PROD), da cultura de milho consorciado na segunda Safra 2024. ....	17
03. Tabela 3. Resumo da análise de variância para as variáveis de Microporosidade (MICRO), Macroporosidade (MACRO), Porosidade total (PT) e Densidade do solo (DS) da cultura de milho consorciado na segunda Safra 2024. ....	18
04. Tabela 4. Altura de inserção média da espiga (IE) e Produtividade do milho (PROD) para os consórcios Milho e piatã (MP) Milho e <i>Stylosanthes</i> (MS), Milho e <i>U. ruziziensis</i> (MR), Milho (M), Milho com <i>U. ruziziensis</i> e <i>Stylosanthes</i> (MRS), Milho com Piatã e <i>Stylosanthes</i> (MPS) na segunda Safra 2024. ....	18
05. Tabela 5. Representação da macroporosidade do solo (MACRO) e densidade de solos (DS) para cada sistema de preparo sendo eles, Milho e piatã (MP) Milho e <i>Stylosanthes</i> (MS), Milho e <i>U. ruziziensis</i> (MR), Milho (M), Milho com <i>U. ruziziensis</i> e <i>Stylosanthes</i> (MRS), Milho com Piatã e <i>Stylosanthes</i> (MPS) na segunda Safra 2024. ....	19

## LISTA DE FIGURAS

01. Figura 1. Precipitação e temperaturas médias durante o período de condução do experimento na safra de 2023/2024 para a cultura da soja, fonte: INOVAGRI (2024) 13

## AVALIAÇÕES FÍSICAS DA COMPACTAÇÃO DO SOLO EM ROTAÇÃO DE CULTURA COM CONSÓRCIOS DE MILHO E FORRAGEIRAS

Resumo: O consórcio de milho com espécies forrageiras tem sido amplamente utilizado, almejando alta produtividade de grãos da cultura e maior acúmulo de palhada na superfície do solo, visando também a diminuição da compactação do solo que é um problema nas áreas agrícolas, resultando na perda da produtividade das culturas e degradação do ambiente. Este trabalho objetivou avaliar propriedades físicas do solo e a produtividade do milho consorciado com forrageiras, na segunda safra 2024. Os atributos físicos do solo avaliados foram: densidade do solo, umidade gravimétrica, umidade volumétrica, porosidade total, macroporosidade e microporosidade. Os tratamentos feitos foram os consórcios *Urochloa brizantha* cv. Piatã (MP) Milho e *Stylosanthes* (MS), Milho e *U. ruziziensis* (MR), Milho (M), Milho com *U. ruziziensis* e *Stylosanthes* (MRS), Milho com Piatã e *Stylosanthes* (MPS); com 4 repetição para cada um deles. Os resultados apresentados mostram que o consorcio milho + *Urochloa ruziziensis*+ *Stylosanthes* cv. campo grande teve maior desempenho de produtividade e menor densidade do solo comparando com os outros consórcios.

Palavras-chave: Coberturas verdes, Densidade do solo, *Stylosanthes*, *Urochloa* sp.

## PHYSICAL ASSESSMENT OF SOIL COMPACTION IN MAIZE-FODDER CROP ROTATIONS

Abstract: The intercropping of maize with forage species has been widely used to obtain high grain yields from the crop and greater accumulation of straw on the soil surface, and also to reduce soil compaction, which is a problem in agricultural areas, resulting in loss of crop productivity and environmental degradation. The aim of this study was to evaluate the physical properties of the soil and the productivity of maize intercropped with forage crops in the second harvest of 2024. The soil physical properties evaluated were: soil density, gravimetric moisture, volumetric moisture, total porosity, macroporosity and microporosity. The treatments were maize and *brizantha* cv. Piatã (MP), maize and *Stylosanthes* (MS), maize and *U. ruziziensis* (MR), maize (M), maize with *U. ruziziensis* and *Stylosanthes* (MRS), maize with Piatã and *Stylosanthes* (MPS), with 4 replications for each. The results presented show that the maize + *Urochloa ruziziensis* + *Stylosanthes* cv. Campo Grande consortium had higher productivity and lower soil density compared to the other consortia.

Keywords: Green cover, Soil density, *Stylosanthes*, *Urochloa* sp.

## 1. INTRODUÇÃO

A compactação do solo é um desafio relevante na agricultura moderna, especialmente em sistemas de rotação de culturas que incluem o milho e diferentes forrageiras. Esse processo de compactação reduz o espaço poroso do solo, limitando a infiltração de água, a penetração das raízes e o crescimento das plantas. A compactação ocorre quando as partículas do solo são pressionadas juntas, reduzindo a porosidade e a capacidade de retenção de água do solo. Isso pode dificultar a absorção de nutrientes pelas raízes da soja e prejudicar seu crescimento (SANTOS et al., 2018). A rotação de culturas com consórcios de gramíneas e leguminosas tem mostrado potencial para reduzir a compactação através de processos de descompactação biológica, onde as raízes profundas criam caminhos que melhoram a estrutura do solo (ROSOLEM & PIVETTA, 2017).

Em sistemas de plantio direto, a combinação de milho com plantas forrageiras, como a *Brachiaria ruziziensis* e leguminosas, é eficaz em reduzir a compactação, pois essas espécies possuem raízes que penetram profundamente no solo, criando canais naturais e aumentando a capacidade de armazenamento de água (TORRES ET AL., 2022). Estudos também apontam que consórcios com *Stylosanthes hamata* são vantajosos em solos de baixa qualidade, onde as raízes dessa leguminosa ajudam a formar poros macroscópicos, facilitando o desenvolvimento radicular do milho subsequente (LESTURGEZ et al., 2004). Além disso, a fertilização orgânica combinada com o plantio direto tem mostrado contribuir para o aumento da biomassa microbiana, que auxilia na estabilidade da estrutura do solo e reduz a compactação nas camadas superficiais (MIJANGOS et al., 2010).

A rotação de culturas é uma prática amplamente adotada na agricultura que envolve a alternância sistemática de diferentes espécies de plantas em uma determinada área ao longo do tempo (MATICK, 2023). A rotação de milho com outras culturas, incluindo forrageiras, oferece ainda vantagens para o solo ao longo do tempo, como demonstrado por experimentos que mostram uma maior infiltração de água e menor resistência do solo após três ciclos de rotação (JABRO et al., 2021). Essa prática tem sido reconhecida como uma estratégia eficaz para melhorar a qualidade do solo e reduzir a compactação. Ainda segundo Johnson et al. (2019), a rotação de culturas pode melhorar a estrutura do solo, aumentar a biodiversidade microbiana, reduzir a erosão e melhorar a disponibilidade de nutrientes. Além disso, a rotação de culturas pode romper ciclos de

pragas e doenças específicas de determinadas culturas, reduzindo a necessidade de pesticidas. Essa prática também pode contribuir para o aumento da produtividade das culturas subsequentes. Portanto, a rotação de culturas e manejo de cobertura é uma estratégia importante a ser considerada para manejar a compactação do solo na cultura do milho.

Outra abordagem eficaz para mitigar a compactação do solo é a utilização de práticas de rotação com leguminosas e outras forrageiras que sustentam a estrutura do solo ao longo do tempo, como demonstrado por uma série de experimentos no Brasil (BALOTA et al., 2003). Estudos anteriores mostraram que a utilização de gramíneas, como a braquiária, em sistemas de consórcio com o milho, pode ajudar a melhorar a estrutura do solo e reduzir sua densidade (RAMOS JÚNIOR et al., 2019; SANTI et al., 2020). No entanto, há diferenças entre as espécies de braquiárias utilizadas nos consórcios. Algumas braquiárias podem ser mais eficientes na redução da compactação do solo em comparação com outras espécies (MARIANO et al., 2017). Além disso, a inclusão de leguminosas, como os *stylosanthes*, também pode trazer benefícios para a qualidade do solo (REIS et al., 2021).

A porosidade total do solo é um parâmetro fundamental para caracterizar sua capacidade de retenção de água e aeração, fatores essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas (BRADY, 2017). A densidade do solo tende a aumentar em sistemas de plantio direto, especialmente em solos previamente manejados de forma intensiva. Este efeito pode ser mitigado com práticas que promovam maior aeração e redução da compactação (Klein, C. et al., Pesquisa Agropecuária Gaúcha, 2014). O aumento da produção e da produtividade das culturas tem levado ao uso de técnicas de cultivo que potencializem a produção, a fim de obter maior diversidade na utilização de seus grãos para a alimentação humana e animal (OKUMURA et al., 2011). Amplamente cultivado, o milho é uma cultura de grande importância econômica, devido sua adaptação a diferentes ecossistemas. A produção mundial de milho é de 1,22 bilhão de toneladas (2023), uma das principais culturas alimentícias, ocorre principalmente nos Estados Unidos, China e Brasil, que juntos são responsáveis por 66% da produção (USDA, 2023).

Desta forma, os consórcios de milho com forrageiras podem ser uma estratégia eficiente para minimizar a compactação e preservar a produtividade agrícola em sistemas de rotação de culturas. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar os benefícios das coberturas de solo implantadas em consórcio com milho de segunda época (2024),

consorciado com *Urochloa brizantha* cv. Piatã, *Urochloa ruzizensis* e *Stylosanthes* campo grande na descompactação do solo, além de avaliar os componentes produtivos do milho implantado no consórcio com as coberturas, e análises de propriedades físicas do solo, na safra 2024.

## 2. MATERIAL E MÉTODO

### 2.1. Local de condução do experimento

O atual estudo foi conduzido no campo experimental da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, campus Chapadão do Sul - MS, (18° 46' 22,27 "S e 52° 37' 17,72"W e altitude média de 806 m), em uma área de 84 m x 26 m (2.184m<sup>2</sup>) na safra de 2023/2024. Segundo Koppen o clima da região, é do tipo tropical úmido (Aw), com estação chuvosa no verão e seca no inverno, com precipitação média anual de 1.850 mm e umidade relativa média anual de 64,8%, apresenta temperatura média anual variando de 13°C a 28°C. Os dados climáticos, referentes as temperaturas médias, e precipitação pluviométrica coletados na área experimental durante a realização da pesquisa estão apresentados na Figura 1.

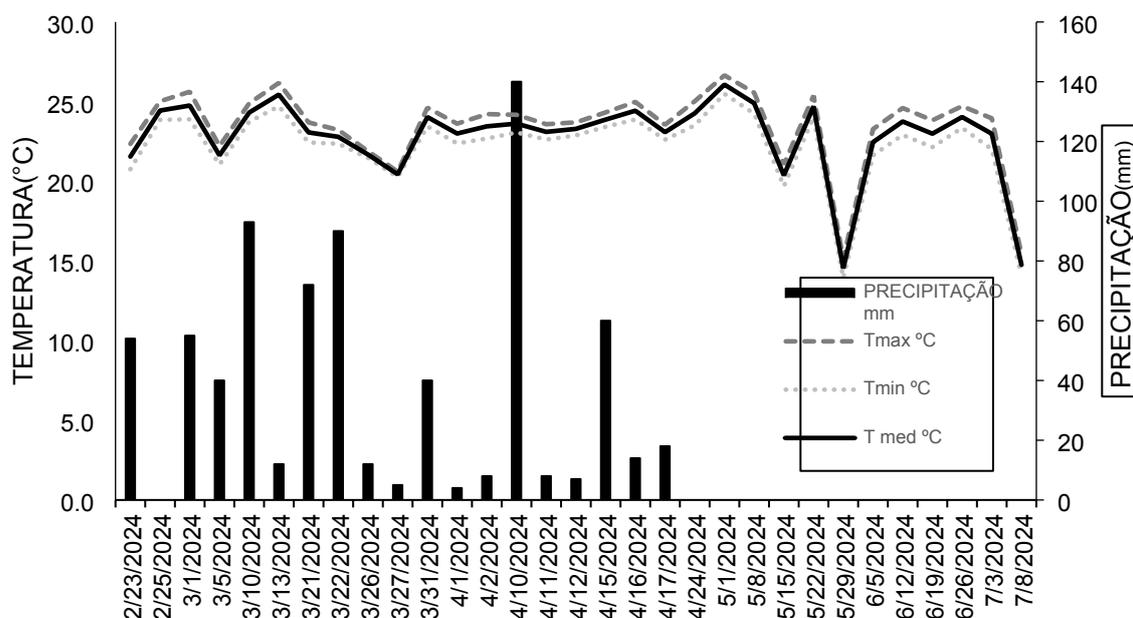


Figura 1. Precipitação e temperaturas médias durante o período de condução do experimento na safra de 2024 para a cultura da soja, fonte: INOVAGRI (2024).

O solo na região é o Latossolo Vermelho-Amarelo, que é comum em áreas de relevo plano a suave ondulado e é caracterizado por uma camada superficial espessa e profunda, com baixo teor de nutrientes disponíveis para as plantas (SANTOS et al., 2018). Em setembro de 2023, antes de ser realizado o plantio das coberturas, realizou-se a amostragem de solo nas camadas de 0,0-0,20 m e 0,20-0,40 m (Tabela 1) de profundidade para se obter a caracterização química da área. A adubação e calagem para a semeadura do milho foram recomendadas, através do cálculo e a necessidade com base na análise feita.

Tabela 1. Características químicas e granulométricas do solo na área experimental anterior à semeadura do experimento nas camadas de 0,00-0,20 e 0,20-0,40 m respectivamente.

Prof	pH	M.O	P	K	Ca	Mg	Al	(H+Al)	SB	(t)	T	V
(m)	CaCl <sub>2</sub>	g dm <sup>-3</sup>	Melich	mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----							%
0,0-0,20	4,9	26,4	26,9	86	3,1	0,9	0,08	4,5	4,08	4,3	8,7	48,4
0,20-0,4	4,4	19,8	3,8	46	1,4	0,3	0,14	4,9	1,84	2	6,7	27,4

A interpretação da Tabela 1 mostrou que o solo estava com acidez alta e matéria orgânica média em ambas camadas. Já o fósforo (P) estava alto na camada de 0,0-0,20 m, e muito baixo na camada 0,20-0,40 m; O potássio (K) se encontrava alto nas camadas de 0,0-0,20 e 0,20-0,40 m; foi observado que cálcio (Ca) e magnésio (Mg) estavam adequados na camada de 0,0-0,20 m, e baixos na camada 0,20-0,40 m; O Alumínio (Al) se encontrava baixo nas camadas de 0,0-0,20 e 0,20-0,40 m; A Capacidade de Troca Catiônica (CTC) representado pela letra T, estava alto na camada de 0,0-0,20 m, e média na camada 0,20-0,40 m (P. CUNHA et al., 2016)

## 2.2. Condução e delineamento experimental.

A implantação da área experimental no ano de 2021, realizou-se preparo convencional do solo, seguida de uma gradagem aradora e logo após a calagem realizou-se a gradagem niveladora. Em setembro de 2021 realizou-se calagem com aplicação de 2,13 t ha<sup>-1</sup> de calcário, com PRNT (Poder Relativo de Neutralização Total) de 90%, visando elevar a saturação de bases a 60% e em seguida 2,0 toneladas de Fosfíto, com 28% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 30% de Ca em sua composição. semeadura de milho em outubro de 2021,

consorciado com *Stylosanthes* cv. campo grande, *Urochloa brizantha* cv. Piatã e *Urochloa ruziziensis*. Milho colhido em maio de 2022, permanecendo as coberturas na área até agosto. Em setembro realizou-se uma aplicação de 500 kg ha<sup>-1</sup> de Gesso agrícola e 200 kg ha<sup>-1</sup> de Cloreto de Potássio na área, tendo o Cloreto de Potássio 60% de K<sub>2</sub>O em sua composição. Semeando se a soja em outubro de 2022, com colheita em janeiro de 2023. Em fevereiro de 2023 foi plantado o milho consorciado com *Stylosanthes* cv. campo grande, *Urochloa brizantha* cv. Piatã e *Urochloa ruziziensis*. O milho sendo colhido em agosto de 2023 permanecendo as coberturas até dia 10 de fevereiro de 2024.

Relativo ao experimento que foi conduzido com delineamento de blocos casualizados (DBC), contendo quatro repetições, com as parcelas sendo compostas por 12 linhas de semeadura com 14 m de comprimento totalizando uma área de 84 m<sup>2</sup> com 4 repetições, tendo um espaçamento entre linhas da cultura de 0,50 m.

Implantou-se a cultura do milho híbrido P3016VYHR em 25 de fevereiro 2024 consorciado com forrageiras: milho solteiro (M); milho + *Urochloa ruziziensis* (MR); milho + *Urochloa brizantha* cv. Piatã (MP); milho + *Stylosanthes* cv. campo grande (MS); milho + *Urochloa brizantha* cv. Piatã + *Stylosanthes* cv. campo grande (MPS) e milho + *Urochloa ruziziensis*+ *Stylosanthes* cv. campo grande (MRS). No dia 25 de março aplicou-se 120 kg ha<sup>-1</sup> de ureia. A colheita aconteceu no dia 28 de junho de 2024, sendo que os atributos avaliados foram altura de planta (AP), diâmetro do colmo (DC), inserção de espiga (IE), número de plantas por 12 metros lineares (NP), número de fileira de grão da espiga (NF), e calculada a produtividades.

### **2.3. Manejo fitossanitário**

As plantas daninhas localizadas no pré-plantio foram trapoeraba (*Commelina benghalensis* L), pé de galinha (*Eleusine indica*), apaga fogo (*Alternanthera tenella*), amargoso (*Digitaria insularis*) e corda de viola (*Ipomoea purpúrea*), para controle destas realizou-se uma dessecação da área no dia 19/01/2024 de Glifosato juntamente com óleo mineral.

Para controle de pragas realizou-se uma aplicação no dia 21/03/2024 dos inseticidas Imidacloprido + Beta-Ciflutrina 1 L ha<sup>-1</sup>, Azoxistrobina + Tebuconazol ( 1 litro por hectare), e óleo mineral 1 L ha<sup>-1</sup>, em uma mesma calda.

Dia 10/05/2024 ocorreu a aplicação de dois inseticidas 1 L ha<sup>-1</sup> de Tiametoxam + Lambda-Cialotrina+ Nafta de Petróleo ; 1 L ha<sup>-1</sup> Acefato, e 1 L ha<sup>-1</sup> de foliar a base de zinco, manganês, e cobre na mesma calda.

#### **2.4. Avaliações físicas do solo**

1. Densidade do solo (DS): Foi determinada em cada amostra utilizando-se o método do anel volumétrico, obtendo-se a relação entre a massa de solo seco e o volume do anel (BLAKE e HARTGE, 1986a).

2. Porosidade Total (PT): Foi determinada a partir da relação entre a densidade do solo e densidade de partículas (EMBRAPA, 2011).

3. Microporosidade (MICRO): Foi determinada segundo metodologia descrita por Embrapa (2011), submetendo as amostras à tensão de -6 kPa.

4. Macroporosidade (MACRO): Foi calculada através da diferença entre a porosidade total e a microporosidade (EMBRAPA, 2011).

As leituras em todas as parcelas foram realizadas no mesmo dia, para eliminar o efeito da variação da umidade do solo, determinada pelo método gravimétrico (EMBRAPA, 2011), utilizando anéis volumétrico para coleta da amostra de solo em profundidades, a cada 0,10 m desde a superfície até 0,40 m. Cada amostra de solo acondicionada em anéis de alumínio para impedir a perda de água até seu processamento no laboratório.

#### **2.5. Avaliações agronômicas**

AS Avaliações agronômicas foram realizadas na parcela experimental A contagem do número de plantas realizou-se no dia 26/06/2024 em 4 linhas de 3 m (NP), sendo que no mesmo dia houve a medição de altura de plantas (AP), diâmetro do colmo (DC), altura de inserção de espiga (IE) e coleta da parcela. No dia 27/06/2024 iniciou-se a contagem de número de fileira de grãos por espiga (NF). Para o cálculo de produtividade colheu-se 4 linhas de 3 metros (6 m<sup>2</sup>), foram pesados os grãos e medida a umidade dos mesmos. Na sequência ajustou-se a produtividade para 13 % de umidade.

## 2.6. Análise estatística dos dados.

Os dados das variáveis de resposta foram submetidos à análise de variância através da aplicação do teste F a 5% de probabilidade erro, ou seja 95% confiabilidade. Constatada diferença significativa, procedeu-se a comparação de médias para a comparação entre as distintas espécies e cultivares de *Brachiarias e leguminosa*, utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pelas avaliações das Tabela 2 e Tabela 3, verifica-se que as variáveis inserção de espiga (IE), produtividade de grãos (PROD), macro porosidade e DS mostraram diferença significativa entre os tratamentos. Já para as variáveis AP, DC, NP, NF, Micro porosidade e PT não houve diferença estatística.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para altura de plantas (AP), diâmetro de colmo (DC), inserção de espiga (IE), número de plantas (NP), número fileiras de grãos (NF) e produtividade de grãos (PROD), da cultura de milho consorciado na segunda Safra 2024.

FV	GL	AP	DC	IE	NP	NF	PROD
		----- cm -----					<i>kg ha<sup>-1</sup></i>
BLOCO	3	2,198ns	1,026ns	3,099ns	0,746ns	4,957*	1,218ns
TRAT	5	1,942ns	0,830ns	3,353*	0,623ns	1,041ns	20,92*
CV		3,62 %	45,27%	3,70%	11,59%	4,41 %	4,63%
MED		192,27	16,43	95,208	24,791	15,37	9.644,00

\* resultado significativo, já ns resultado não significativo (ao nível de 0,05 para o teste de Tukey).

As variáveis inserção de espiga (IE) e produtividade de grãos (PROD) apresentaram diferenças significativas, já as variáveis altura de plantas (AP), diâmetro de colmo (DC), número de plantas (NP) e número fileiras de grãos (NF) não apresentaram diferença estatística (Tabela 2).

Tabela 3. Resumo da análise de variância para as variáveis de Microporosidade (MICRO), Macroporosidade (MACRO), Porosidade total (PT) e Densidade do solo (DS) da cultura de milho consorciado na segunda Safra 2024.

FV	GL	Micro	Macro	PT	DS
BLOCO	3	0,275ns	1,733ns	1,093ns	1,129ns
TRAT	5	0,527ns	8,693*	2,665ns	4,544*
CV		3,97%	2,85%	2,55%	3,03%
MED		29,495 (%)	17,833 (%)	47,3291 (%)	1,412 (g cm <sup>-3</sup> )

Para \* resultado significativo, já ns resultado não significativo (ao nível de 0,05 para o teste de Tukey).

As variáveis Macroporosidade (MACRO) e densidade (DS) apresentaram diferenças significativas, já as variáveis |Microporosidade (MICRO) e Porosidade Total (PT) não apresentaram diferença estatística (Tabela 3).

Tabela 4. Altura de inserção média da espiga (IE) e Produtividade do milho (PROD) para os consórcios Milho e piatã (MP) Milho e *Stylosanthes* (MS), Milho e *U. ruziziensis* (MR), Milho (M), Milho com *U. ruziziensis* e *Stylosanthes* (MRS), Milho com Piatã e *Stylosanthes* (MPS) na segunda Safra 2024.

TRATAMENTO	IE (cm)	TRATAMENTOS	PROD (Kg ha <sup>-1</sup> )
MS	100,25 a	MRS	10.765,90 a
MPS	96,55 ab	MR	10.163,41ab
MP	96,40 ab	MP	10.039,42 ab
MR	93,80 ab	M	9.613,25 b
MRS	93,20 ab	MS	9.512,60 b
M	91,05 b	MPS	7.769,42 c

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.

Para a variável inserção média da espiga (IE) o consórcio Milho e *Stylosanthes* (MS), obteve a melhor média, mas não diferenciando estatisticamente dos MPS, MP, MR e MRS. O Milho solteiro (M) obteve a menor média, mas não diferenciando estatisticamente dos MPS, MP, MR e MRS.

A altura de plantas é uma característica genética influenciada pelo ambiente no qual a planta se desenvolve (RESENDE; FERREIRA, et al. 2018).

Em relação à avaliação PROD, é possível verifica-se que o consorcio Milho com *U. ruziziensis* e *Stylosanthes* (MRS) obteve a maior média de produção, não diferenciando estatisticamente dos consórcios MR e MP. Já o consorcio MPS obteve a menor média, diferenciando estatisticamente das demais consórcios; já a variável MR obteve a segunda melhor média, mas na diferenciando das variáveis MP, M e MS. Na região norte do estado, que inclui as cidades de Alcinópolis, Aparecida do Taboado, Costa Rica e Chapadão do Sul, teve uma média ponderada na região de 110,64 sc ha<sup>-1</sup>, ou seja, 6.638,4 kg ha<sup>-1</sup> de milho na segunda safra (CAMPO GRANDE NEWS, 2024); demonstrando que a rotação juntamente com as cobertura pode influenciar positivamente no aumento da produtividade.

Tabela 5. Representação da macroporosidade do solo (MACRO) e densidade de solos (DS) para cada sistema de preparo sendo eles, Milho e piatã (MP) Milho e *Stylosanthes* (MS), Milho e *U. ruziziensis* (MR), Milho (M), Milho com *U. ruziziensis* e *Stylosanthes* (MRS), Milho com Piatã e *Stylosanthes* (MPS) na segunda Safra 2024.

TRATAMENTO	Macro (%)	TRATAMENTO	DS (g cm)
MS	18,475 a	MRS	1,35 a
MPS	18,375 a	MPS	1,373 ab
MR	18,325 a	MS	1,398 ab
M	17,775 a	M	1,438 ab
MRS	17,550 ab	MR	1,455 b
MP	16,500 b	MP	1,46 b

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 0,05 de significância.

Tendo em vista a variável macro porosidade do solo (Macro) o consórcio MS, obteve a melhor média, mas não diferenciando estatisticamente dos MPS, M, MR e MRS. Já o consorcio MP obteve a menor média, mas não diferenciando estatisticamente do MRS.

Observa-se que para a variável densidade de solos (DS) o consórcio MRS, obteve a melhor média, mas não diferenciando estatisticamente dos MPS, M e MS. Já o consorcio MP obteve a menor média, mas não diferenciando estatisticamente dos MPS, M, MR e MS.

Os consórcios MRS, MPS e MS estão dentro da faixa do adequado de 1,40 g cm<sup>-3</sup> (REICHERT et al., 2015; REICHERT et al., 2014a, REICHERT et al., 2014b). Já para

os consórcios MR, M e MP as raízes já estariam encontrando dificuldades para crescer, a densidade do solo em torno de 1,0 até 1,2 g cm<sup>-3</sup> é considerada ideal para o Latossolo-Vermelho, valores superiores a 1,33 g cm<sup>-3</sup> de densidade geram dificuldade de aeração do solo e densidade acima de 1,7 g cm<sup>-3</sup> o solo se encontra compactado (POLICARPO et al., 2023).

A produção do milho consorciado ou não com leguminosas resultou na redução significativa ( $p < 0,05$ ) da densidade do solo (Ds), quando comparado ao tratamento em pousio ou à condição do solo no início do estudo (EMERSON, 2013).

#### **4. CONCLUSÃO**

Os consórcios milho com *Urochloa ruziziensis*+ *Stylosanthes* cv. campo grande, *Urochloa ruziziensis* e Piatã contribuíram para uma melhor produtividade do milho. No geral os consórcios apresentaram-se como bons para a manutenção da densidade do solo.

## 5. REFERÊNCIAS

OKUMURA, R. S. et al. Uso de fertilizante nitrogenado na cultura do milho: Uma revisão. **Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias**, v. 4, p. 226-244, 2011.

OKUMURA, R. S.; LIMA, L. M.; OLIVEIRA, L. D.; MACEDO, R. R. Efeito das práticas agrícolas na produção de grãos e na qualidade dos alimentos. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 17, n. 1, p. 123-131, 2011.

SANTOS, H. G. dos, et al. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa, 353p. 2018.

USDA, U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE 2022. **Grain: World Markets and Trade**. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/grain.pdf>. Acesso 29 de agosto de 2022.

BERTOLLO, A. M.; LEVIEN, R. Compactação do solo em Sistema de Plantio Direto na palha.

**Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.25, n.3, p.208-218, 4 dez. 2019.

CAROLINO DE SA, M. A., et al. **Compactação do Solo e Produtividade da Cultura da Soja em Área Irrigada no Cerrado**. 2007. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAC-2010/28957/1/bolpd-177.pdf>.

Acesso em: 29 de maio de 2023.

EMBRAPA MILHO E SORGO. (2020). O cultivo do milho e sua importância econômica no Brasil. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Brasília, DF.

BLAKE, G.R.; HARTGE, K. H. BULK DENSITY. In: KLUTE, A. (Ed.). **Methods of soil analysis: Physical and Mineralogical Methods**. Part 1. Madison: **American Society of Agronomy**, 1986. p. 363-375.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisas de Solos. **Manual de métodos de análises de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 230 p, 2011.

JOHNSON, J. M., et al. Crop rotation effects on soil quality at regional and national scales. **Soil Science Society of America Journal**, v.83, n.3, p.672-681. 2019.

LIMA, V. S., et al. Compactação do solo: causas, efeitos e manejo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.22, n.5, p.331-337. (2018)

LESTURGEZ, G., POSS, R., NOBLE, A., GEIGER, S., HARTMANN, C., & BOURDON, E. (2004). Root-induced macropores: importance and estimation of their volume in upland crops. *Plant and Soil*, 260(1-2), 169-181.

MARIANO, E., et al. Características físicas do solo sob sistema de integração lavoura-pecuária com diferentes espécies de braquiárias. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 41. 2017.

MIJANGOS, I., PÉREZ, R., ALBIZU, I., & GARBISU, C. (2010). Effects of fertilization and tillage on soil biological parameters in a semi-arid Mediterranean agroecosystem. *Soil and Tillage Research*, 107(1), 17-25.

TORRES, J. L. R.; SILVA, A. P.; SANTOS, J. E.; OLIVEIRA, M. C. Efeito de plantas forrageiras na compactação do solo em sistemas de plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 46, p. 1-10, 2022.

RAMOS JÚNIOR, E. U. et al. Compactação do solo e seu efeito na produtividade do milho em consórcio com braquiária. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 43. 2019.

REIS, E. F. et al. Integração lavoura-pecuária-floresta e a qualidade do solo em região de cerrado. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.11, n.1. 2021.

ROSSETTO, C. J.; SOUZA, L. A.; DE JESUS JUNIOR, W. C.; & PEREIRA, A. R. Fosfitos no manejo de doenças de plantas: uma revisão. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.9, n.2, p.129-136. 2019.

SANTOS, H. D., JACOMINE, P. K. T., ANJOS, L. H. C., OLIVEIRA, V. A., LUMBRERAS, J. F., COELHO, M. R., ... & CUNHA, T. J. F. (2018). **Classificação brasileira de solos**. Brasília, Embrapa. 353p.

SANTI, A. L. et al. Produtividade do milho em consórcio com braquiária e sua relação com a resistência do solo à penetração. **Revista de Agricultura Neotropical**, v.7, n.1, p.21-26. 2020.

SILVA, D. D. et al. Influência da compactação do solo na produção de soja. **Revista Agrarian**, v.10, n.36, p.87-92. 2017.

SPIVEY, L. D.; BUSSCHER, W. J.; CAMPBELL, R. B. The effect of texture on strength of southeastern coastal plain soils. **Soil and Tillage Research**, v. 6, p. 351-363, 1986.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. World Agricultural Production. Washington, D.C.: USDA, 2022.

ZARONI, M. J. Estudo de Latossolos Vermelhos. EMBRAPA. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/solos/laboratorio/temas-solos/latossolos>. Acesso em: 02 de maio de 2023. Disponível em: <<https://repositorio.ufms.br/bitstream/123456789/6166/1/2408.pdf>>.

Acesso em: 23 ago. 2024.

RESENDE, R.; FERREIRA, M. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/186894/1/26725.pdf>>. Acesso em: 26 ago. 2024.

LUIZ FERNANDO FAVARATO et al. Crescimento e produtividade do milho-verde sobre diferentes coberturas de solo no sistema plantio direto orgânico. v. 75, n. 4, p. 497–506, 22 set.

2016. Disponível: <https://www.scielo.br/j/brag/a/wHm4YRDR5WnRTZvKYhnDnZS/?lang=pt#>

EMERSON DALLA CHIEZA et al. Propriedades físicas do solo em área sob milho em monocultivo ou consorciado com leguminosas de verão. **Revista Brasileira De Ciencia Do Solo**, v. 37, n. 5, p. 1393–1401, 1 out. 2013. Disponível: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/mGRhDk3GSNRJhMRXGLzwhrs/?lang=pt>

BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **The Nature and Properties of Soils**. 15th ed. New York: Pearson, 2017.