

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

FABÍOLA MATICK

**COMPACTAÇÃO DE SOLO EM ROTAÇÃO DE CULTURA COM
SOJA, APÓS DIFERENTES CONSÓRCIOS DE MILHO E
FORRAGEIRAS**

CHAPADÃO DO SUL- MS
2023

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

FABÍOLA MATICK

**COMPACTAÇÃO DE SOLO EM ROTAÇÃO DE CULTURA COM
SOJA, APÓS DIFERENTES CONSÓRCIOS DE MILHO E
FORRAGEIRAS**

Orientador: Prof. Dr. Cassiano Garcia Roque

Co-Orientador: Prof. Dr. Everton da Silva Neiro

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

CHAPADÃO DO SUL- MS

2023



CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

AUTORA: **FABÍOLA MATICK.**

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

Aprovada pela Banca Examinadora como parte das exigências do Componente Curricular Não Disciplinar TCC, para obtenção do grau de BACHARELA 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

Prof. Dr. Job Teixeira de Oliveira

Membro da Banca Examinadora

Eng. Agr. Paulo Cezar Gomes de Assunção

Membro da Banca Examinadora

Chapadão do Sul, 13 de junho de 2023.



Documento assinado eletronicamente por **Cassiano Garcia Roque, Professor do Magisterio Superior**, em 13/06/2023, às 14:07, 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 **Job Teixeira de Oliveira, Professor do Magisterio Superior**, em 13/06/2023, às 14:08, 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 **Paulo Cezar Gomes de Assuncao, Tecnico em Agropecuaria**, em 13/06/2023, às 14:10, 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 autenticidade deste documento pode ser conferida no site

[https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?](https://sei.ufms.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0)

[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 **4124524** e o código CRC**444AF8A1**.

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 23455.000372/2023-98

SEI nº 4124524

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela vida, e pela oportunidade que me deu em realizar um curso de graduação.

A Deus pela minha família que está sempre presente e torcendo por mim. Em especial a minha mãe Nair Maria Weinzirl Matick e meu pai Irineu Matick, por serem minha fonte de admiração e respeito, meu suporte emocional, e por me ensinarem a nunca desistir dos meus sonhos.

A Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, UFMS pela oportunidade em realizar a graduação e conduzir experimento no campo experimental da universidade, no campus de Chapadão do Sul, MS.

A meu orientador Prof. Dr. Cassiano Garcia Roque pela paciência que teve comigo, pelo incentivo, por todo ensinamento, sabedoria e conhecimento compartilhado sempre com muita atenção e carinho. A meu coorientador Prof. Dr. Everton da Silva Neiro.

E agradeço também ao Prof. Dr. Job Teixeira e o Agrônomo Paulo Cezar Gomes de Assunção, por disponibilizarem um tempo em seu dia para ajudar na correção do trabalho como banca.

LISTA DE TABELAS

Tabela I. Características químicas e granulométricas do solo na área experimental anterior à semeadura do experimento nas camadas de 0,0-0,20 e 0,20-0,40 m respectivamente.....	12
Tabela II. Média de plantas em 1 metro/parcela, variância para altura de plantas (AP), altura de inserção da primeira vagem (AIV). Área 1.....	16
Tabela III. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente aos consórcios e rotação de cultura para produtividade de grãos (PROD kg ha ⁻¹) para a cultura da soja, em área sem fosfito na safra 2022/2023.....	16
Tabela VI. Média de plantas em 1 metro/parcela, variância para altura de plantas (AP), altura de inserção da primeira vagem (AIV). Área 2.....	18
Tabela V. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente aos consórcios e rotação de cultura para produtividade de grãos (PROD kg ha ⁻¹) para a cultura da soja, em área com fosfito na safra 2022/2023.....	18

LISTA DE FIGURAS

Figura I. Resistência à penetração do solo (RSP) em profundidade e por tratamento na área 1 (sem fosfito). Milho Solteiro (M); Milho com ruziziensis (MR); milho com estilosantes (MS); milho com piatã e estilosantes (MPS); milho com piatã (MP); e milho com ruziziensis e estilosantes (MRS).....15

Figura II. Resistência à penetração do solo (RSP) em profundidade e por tratamento na área 1 (com fosfito). Milho Solteiro (M); Milho com ruziziensis (MR); milho com estilosantes (MS); milho com piatã e estilosantes (MPS); milho com piatã (MP); e milho com ruziziensis e estilosantes (MRS).....17

RESUMO

COMPACTAÇÃO DE SOLO EM ROTAÇÃO DE CULTURA COM SOJA, APÓS DIFERENTES CONSÓRCIOS DE MILHO E FORRAGEIRAS

A compactação do solo é um problema crescente em muitas áreas agrícolas, resultando na perda de produtividade das culturas e degradação do ambiente. Este estudo investiga o papel de consórcios de milho com forrageiras e da rotação de culturas na prevenção da compactação do solo. O objetivo no presente trabalho foi avaliar os efeitos de compactação do solo na cultura da soja (*Glycine max (L.)*) do consórcio anterior de milho (*Zea mays*) com gramíneas e leguminosas em condição de campo. O experimento foi conduzido durante a safra 2022/2023, na estação experimental da UFMS (Universidade Federal de Mato Grosso do Sul) em Chapadão do Sul-MS. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, em parcelas subdivididas, com doze tratamentos e quatro repetições (6 tratamentos na área 1 (sem fosfito) e 6 tratamentos na área 2 (com fosfito)). Foi realizada a leitura com penetrômetro eletrônico digital (penetroLOG) para avaliação de compactação do solo e a coleta de solo para análise de umidade. Os resultados obtidos neste estudo podem contribuir para o desenvolvimento de estratégias mais eficazes para a redução da compactação do solo em áreas agrícolas, além de fornecer informações para a escolha de consórcios de plantas mais adequados para a cultura da soja. É importante destacar que a escolha do consórcio de plantas deve ser baseada nas características do solo, clima e outras condições locais para obter os melhores resultados (Siqueira et al., 2020). Não apresentou diferença significativa em Mega Pascal na cultura da soja entre os tratamentos em relação a compactação do solo e resistência a penetração, mesmo as parcelas onde obtiveram a modalidade de consórcio na safra anterior de milho solteiro (M) em ambas as áreas expressaram maior nível de resistência à penetração, não afetando assim a produtividade.

Palavras-chave: *Glycine max (L.)*. *Zea mays*. Penetração. Mega Pascal

ABSTRACT

SOIL COMPACTION IN CROP ROTATION WITH SOYBEAN, AFTER DIFFERENT INTERCROPPING SYSTEMS OF CORN AND FORAGE CROPS

Soil compaction is a growing problem in many agricultural areas, causing loss of crop productivity and environmental degradation. This study investigates the role of intercropping maize with forages and crop rotation in preventing soil compaction. The objective of the present work was to evaluate the effects of soil compaction on soybean (*Glycine max (L.)*) intercropped with maize (*Zea mays*) with grasses and legumes under field conditions. The experiment was carried out during the 2022/2023 season, at the UFMS (Federal University of Mato Grosso do Sul) experimental station in Chapadão do Sul-MS. The experimental design was randomized blocks, in split plots, with twelve treatments and four replications (6 treatments in area 1 (without phosphite) and 6 treatments in area 2 (with phosphite)). A digital electronic penetrometer (penetroLOG) was used to assess soil compaction and soil was collected for moisture analysis. The results obtained in this study can contribute to the development of more effective strategies for reducing soil compaction in agricultural areas, in addition to providing information for choosing the most suitable plant consortia for soybean cultivation. It is important to highlight that the choice of plant consortium should be based on soil characteristics, climate and other local conditions to obtain the best results (Siqueira et al., 2020). There was no significant difference in Mega Pascal in the soybean crop between treatments in relation to soil compaction and resistance to penetration, even the plots where they obtained the consortium modality in the previous harvest of single corn (M) in both areas expressed a higher level of resistance to penetration, thus not affecting productivity.

Keywords: *Glycine max (L.)*. *Zea mays*. Penetration. Mega Pascal

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	11
MATERIAL E MÉTODO.....	12
Local de condução do experimento.....	12
Tamanho das parcelas.....	13
Condução e delineamento experimental	13
Manejo fitossanitário	14
Avaliações agronômicas.....	15
RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	15
Área 1.....	16
Área 2.....	18
CONCLUSÃO	20
REFERÊNCIAS.....	21

INTRODUÇÃO

A compactação do solo é um desafio enfrentado pelos agricultores na cultura da soja, especialmente em solos de textura mais pesada e em regiões com alta pluviosidade, pois pode afetar negativamente o desenvolvimento das plantas e a produtividade da cultura e aumentando os custos de produção (Busscher et al., 2017). De acordo com Santos et al. (2018), 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.

A soja (*Glycine max*) é uma cultura que desempenha um papel fundamental na segurança alimentar e na economia global. Vários estudos têm explorado fatores que afetam a produtividade da soja e investigado estratégias para melhorar o rendimento dessa cultura. Um estudo realizado por Li et al. (2019) analisou a relação entre práticas de manejo e produtividade da soja em diferentes regiões. Os resultados revelaram que a adoção de práticas de manejo sustentáveis, como a rotação de culturas, o controle de pragas e doenças, e a aplicação balanceada de fertilizantes, foi crucial para melhorar a produtividade da soja. Além disso, o estudo destacou a importância da seleção de variedades de soja adaptadas às condições locais para obter altos rendimentos.

De acordo com Pereira et al. (2019), o fosfito é um importante recurso para a nutrição de plantas em solos com deficiência de fósforo. Os autores explicam que o fosfito é um composto facilmente absorvido pelas plantas, o que o torna uma fonte de fósforo mais eficiente do que outras formas inorgânicas de fósforo. Além disso, Basso et al. (2019) destacam a ação do fosfito como um agente antioxidante em plantas, protegendo as células contra danos oxidativos e melhorando a tolerância das plantas a estresses ambientais.

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. Essa prática tem sido reconhecida como uma estratégia eficaz para melhorar a qualidade do solo e reduzir a compactação. De acordo com 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 inseticidas. Essa prática também pode contribuir para o aumento da produtividade das culturas subsequentes. Portanto, a rotação de culturas é uma estratégia importante a ser considerada para manejar a compactação do solo na cultura da soja.

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. Segundo Mariano et al. (2017), algumas braquiárias podem ser mais eficientes na redução da compactação do solo em comparação com outras espécies. Além disso, a inclusão de leguminosas, como os estilosantes, também pode trazer benefícios para a qualidade do solo (Reis et al., 2021).

A hipótese desse estudo é que com rotação de culturas, juntamente com diferentes consórcios de leguminosas e gramíneas, auxilia a evitar a compactação de solo. Diante disso, esta pesquisa teve como objetivo avaliar em sistema de rotação de cultura após a soja, os efeitos de diferentes consórcios de plantas sobre a compactação do solo em áreas com e sem fosfito no campo.

MATERIAL E MÉTODO

Local de condução do experimento

O presente estudo foi conduzido em duas áreas (área 1 sem fosfito e área 2 com fosfito) no campo experimental da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, campus Chapadão do Sul - MS, (18° 46 '13,4 "S e 52° 37' 19,8"W e altitude média de 819 m), em uma área de 164 m x 26 m (4.264m²) na safra de 2022/2023. 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.

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). Antes de ser realizado o plantio da soja, foi realizada a amostragem de solo nas camadas de 0,00-0,20 e 0,20-0,40 m (Tabela I) de profundidade para se obter a caracterização. A adubação e calagem para a semeadura da soja foram recomendadas, através do cálculo e a necessidade com base na análise feita.

Tabela I. 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.

	ph	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB
Área 1	4,90	14,30	133,00	2,30	0,50	0,11	5,00	38,60
Área 2	5,00	11,80	137,00	2,60	0,80	0,07	4,50	45,50
(t)	T	V	m	Argila	Silte	Areia	M.O.	
3,20	8,10	3,10	3,40	435,00	25,00	540,00	25,10	
3,80	8,20	3,70	1,80	435,00	50,00	515,00	24,30	

Tamanho das parcelas

Parcelas compostas por 12 linhas de semeadura com 14 metros de comprimento totalizando uma área de 84 m² com 4 repetições. Tratamentos com 336 m² com espaçamento entre linhas da cultura de 0,5 metros.

Condução e delineamento experimental

Para implantação dos experimentos, foi realizado preparo convencional do solo com uma aração no dia 14/09/2021, seguida de uma gradagem e logo após a calagem realizou-se a segunda gradagem niveladora. Em 16/09/2021 foi realizada calagem com aplicação de 2,13 toneladas ha⁻¹ de calcário, com PRNT (Poder Relativo de Neutralização Total) de 90% composto por 31% de óxido de Cálcio (CaO) e 21% de óxido de Magnésio (MgO), visando elevar a saturação de bases a 60%. No experimento 2 foi realizada a aplicação de fosfito (Phi) em 30/09/2021 com aplicação de 2 toneladas ha⁻¹ e incorporado com niveladora, utilizando fosfato natural extraído no município de Taipas – TO.

A semeadura do milho foi realizada no dia 06/10/2021 utilizando a cultivar X30R520VYH, com distribuição de 3,5 sementes por metro. Juntamente com a semeadura foi realizada a adubação de base, a fonte de Nitrogênio (N) utilizada foi ureia e potássio foi cloreto de potássio (KCl), contendo 11,0 kg de N; 160,0 kg de superfosfato triplo e 56,4 kg de K₂O. A semeadura do *Stylosanthes* cv. campo grande ocorreu no dia 07/10/2021 manualmente com 3,0 kg ha⁻¹, já a semeadura de *Urochloa brizantha* cv. Piatã e *Urochloa ruziziensis* ocorreram 14 dias após o plantio (DAP) da cultura, totalizando 4,0 kg ha⁻¹ em ambas as áreas. Aos 130 DAP dia 16/02/2022 procedeu-se a colheita manual do milho na área útil das unidades experimentais, selecionadas as 4 linhas centrais com 2 metros de comprimento cada

No dia 06/09/2022 foi realizado gessagem na área total com aplicação de 400 kg ha⁻¹ de gesso visando auxiliar na redução da toxidez do alumínio. Na área 2 (com fosfito) já aplicado em outras safras, houve a aplicação de tal de 2.000 kg ha⁻¹ (600 kg na área) dia 03/10/2022.

A semeadura da soja ocorreu no dia 04/10/2022 mecanicamente, utilizando a cultivar 96R29IPRO juntamente com 300 ml de inoculante, com uma população de 420.000 sementes ha⁻¹, 21 sementes metro linear e um espaçamento entre linhas de 0,50 metros. Acompanhado com a semeadura foi realizado a adubação de base, a fonte de Nitrogênio (N) foi ureia e potássio que corresponde a cloreto de potássio (KCl), usado na dose de 100 kg ha⁻¹; foi utilizado SSP (superfosfato simples) com 250 kg ha⁻¹ (53,75 kg) na área com fosfito e 100 kg ha⁻¹ (76 kg) na área sem fosfito.

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, contendo quatro repetições. O experimento que antecedeu ao plantio de soja foi composto por seis consórcios de milho 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). Totalizando 12 tratamentos, contendo 6 tratamentos (descritos acima) na área 1 (sem fosfito) e na área 2 (com fosfito).

Manejo fitossanitário

As daninhas encontradas no pré-plantio foram trapoeraba, pé de galinha, apaga fogo, amargoso e corda de viola, para controle destas foi realizado uma dessecação da área no dia 30/09/2022 de Glifosato juntamente com óleo; e dia 28/10/2022 foi feita outra aplicação para controle de daninhas com Glifosato, Haloxifope-P-metílico e Óleo mineral em uma mesma calda.

Para controle de pragas foi realizado uma aplicação dia 04/11/2022 de Etiprole; dia 07/12/2022 foram feitas duas aplicações, a primeira com Fluxapiraxade, Etiprole e um surfactante a base de casca de laranja, a segunda de azoxistrobina + flutriafol com surfactante a base de casca de laranja; dia 20/12/2022 juntamente com fungicida foi aplicado Novalurom + metomil.

Dia 15/12/2022 ocorreu a aplicação de Óxido cuproso para controle de mancha bacteriana encontrada na área; e dia 20/12/2022 juntamente com o inseticida Novalurom + metomil foi utilizado Ciproconazol.

Avaliações agronômicas

Em um metro linear foi realizado no dia 13/11/2022 a contagem de plantas (estande); a medição de plantas e altura de inserção da primeira vagem no dia 26/01/2022; avaliação da resistência mecânica à penetração utilizando o aparelho da marca Falker, modelo penetroLOG em 3 pontos distintos por tratamento e a coleta de dois pontos no experimento de solo para análise de umidade dia 28/02/2023.

Aos 140 DAP dia 21/02/2023 procedeu-se a colheita manual da soja na área útil das unidades experimentais, selecionadas as 2 linhas centrais com 2 metros de comprimento cada, sendo posteriormente, a população de plantas e a produtividade de grãos corrigida a 13% de umidade.

Os dados foram transformados em Raiz de X + 0,5, sendo comparados através do teste de Tukey a 5% de probabilidade, com auxílio do programa SasmAgri (CANTERI et al. 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Esse experimento avaliou duas áreas (área 1 sem fosfito e área 2 com fosfito) distintas, ambas cultivadas soja na rotação de cultura, e anteriormente cultivado milho consorciado com forrageiras, se distinguindo pela presença e

ausência de aplicação de fosfito (Phi), sendo avaliados stand, os componentes morfológicos (altura de planta e altura da primeira inserção de vagem) e de produtividade, além da umidade de solo e avaliação da resistência mecânica à penetração. Os resultados estão descritos a seguir, sendo separados por área.

Área 1

A Figura 1 está representando a resistência à penetração medida através do penetrômetro em todos os consórcios na faixa de 0 a 40 centímetros de profundidade. Todos obtiveram comportamento semelhante, porém o milho solteiro (M) apresentou uma maior resistência do solo à penetração na faixa de 10 a 15 cm. Segundo Spivey et al. (1986) o valor limitante para um solo se encontrar compactado é de 2,0 MPa, porém conforme estudos realizados por Moraes et al. (2014) em que se deve considerar como limite crítico para desenvolvimento de plantas da cultura da soja os valores de 3,5 Mpa para sistemas de plantio direto.

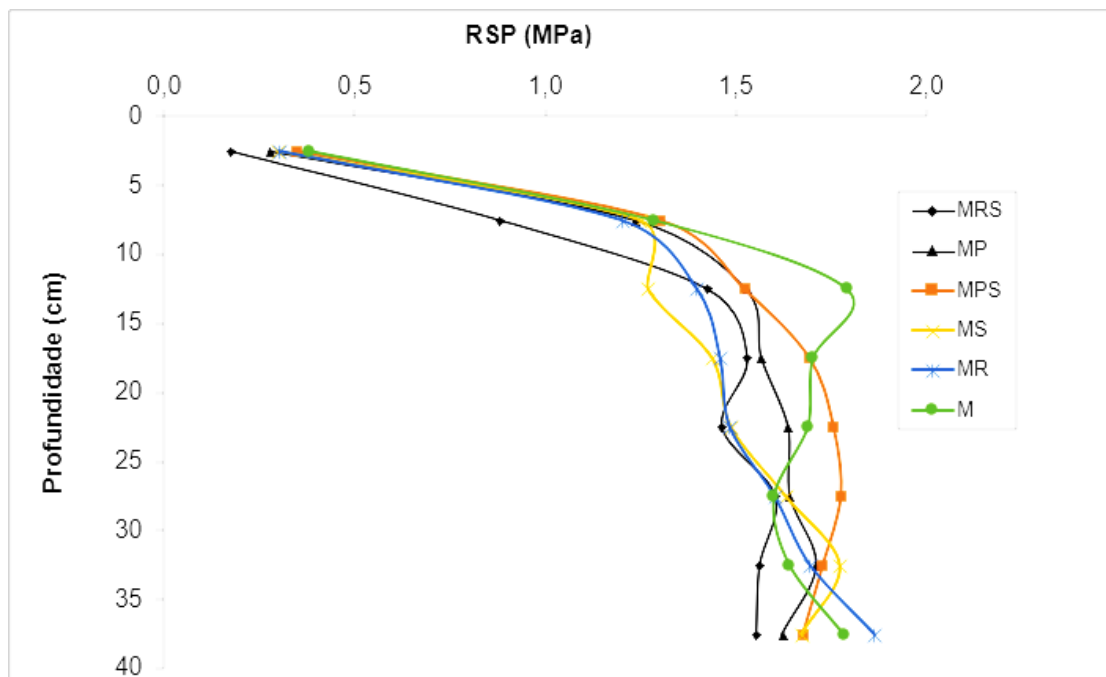


Figura I. Resistência à penetração do solo (RSP) em profundidade e por tratamento na área 1 (sem fosfito). Milho Solteiro (M); Milho com ruziziensis (MR); milho com estilosantes (MS); milho com piatã e estilosantes (MPS); milho com piatã (MP); e milho com ruziziensis e estilosantes (MRS).

No quadro da análise de variância, são apresentados os quadrados médios e o coeficiente de variação do teste tukey para as variáveis analisadas (Tabela 2).

Tabela II. Média de plantas em 1 metro/parcela, variância para altura de plantas (AP), altura de inserção da primeira vagem (AIV). Área 1.

Tratamentos	Estande	AP	AIV
	¹ Média	¹ Média	¹ Média
M	19,50 a	79,8 b	9,8 a
MS	17,50 a	85,7 a	11,5 a
MP	19,00 a	85,5 a	13,3 a
MR	18,50 a	85,7 a	11,1 a
MPS	19,75 a	83,9 ab	10,2 a
MRS	19,00 a	86,0 a	10,8 a
Coeficiente de variação (%)	4,37%	1,39%	7,17%

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%

Na avaliação de contagem de planta de soja inicial (estande) e na avaliação de AIV (avaliação de inserção da primeira vagem) não obteve diferença entre os tratamentos. Segundo Beulter, A. N., et al (2004) em solos compactados ocorrem mudanças na distribuição do sistema radicular das plantas em profundidade, afetando assim o desenvolvimento do estande inicial. Porém, conforme Moraes et al (2014) um solo está no limite crítico em 3,5 MPa, onde no presente trabalho não apresentou este nível limite.

Dentre os tratamentos, o único que obteve resposta negativa foi o milho solteiro (M) em relação a AP, e não diferiu estatisticamente apenas do tratamento MPS, onde a avaliação de AIV pode estar relacionado pois ambas apresentaram valores inferiores aos demais. Esses os valores que mais se aproximaram de 2,0 MPa, onde Spivey et al. (1986) indicou como o valor limitante para um solo se encontrar compactado.

No desdobramento da interação significativa entre os consórcios para PROD (Tabela 3), nota-se que MPS apresentou maior produtividade, porém não diferiu estatisticamente dos demais consórcios. Deve ser levado em

consideração que no estande inicial, o devido tratamento apresentou maior número de plantas.

Tabela III. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente aos consórcios e rotação de cultura para produtividade de grãos (PROD kg ha⁻¹) para a cultura da soja, em área sem fosfite na safra 2022/2023.

Tratamentos	Peso de 100	Produtividade
	grãos (g)	kg ha ⁻¹
	¹ Média	¹ Média
M	19,79 a	5462,67 a
MS	20,47 a	5256,17 a
MP	19,59 a	5221,46 a
MR	20,27 a	5211,6 a
MPS	20,24 a	5673,98 a
MRS	20,31 a	5222,63 a
CV %	1,47%	3,61%

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

Área 2

Comparados aos valores encontrados por Spivey et al. (1986) onde o valor crítico para um solo está compactado foi de 2,0 MPa, os números encontrados neste estudo, representados na Figura 2 se apresentaram inferiores. No entanto, há de ser considerado o tratamento de milho solteiro, onde se destacou, por estar próximo do limite na profundidade de 10 a 20 cm, e novamente em 30 e 35 cm.

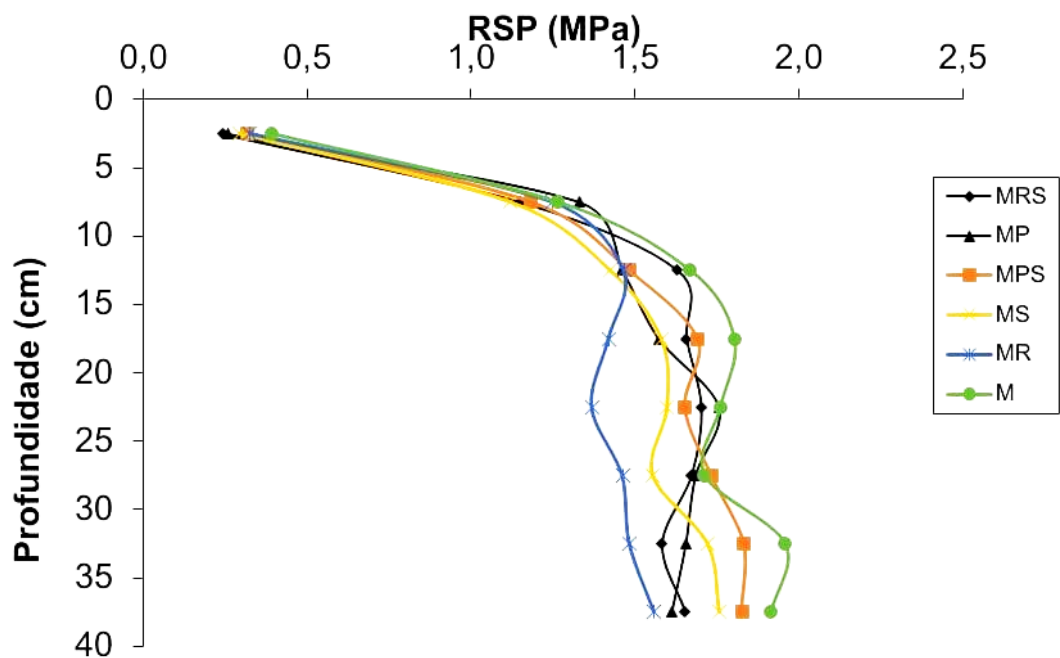


Figura II. Resistência à penetração do solo (RSP) em profundidade e por tratamento na área 1 (com fosfito). Milho Solteiro (M); Milho com ruziziensis (MR); milho com estilosantes (MS); milho com piatã e estilosantes (MPS); milho com piatã (MP); e milho com ruziziensis e estilosantes (MRS).

Na avaliação de contagem de plantas (estande) de soja em 1 metro linear, os resultados apresentados na Tabela 4 não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos. Quando a avaliação de altura de inserção da primeira vagem é analisada estatisticamente houve diferença entre os tratamentos, onde havia milho, ruziziensis e estilosantes apresentou uma altura maior que os outros, podendo ser característica da cultivar. E no tratamento somente milho houve uma baixa no valor, significando que a altura da primeira vagem ficou mais próxima ao solo, comparando com os valores de estande e AP nesse mesmo tratamento todos apresentaram resultados abaixo dos outros, onde pode ser levado em consideração que o desenvolvimento das plantas nesse tratamento foi inferior aos outros. Segundo Bertollo e Levien (2019) o sistema radicular é restrito pela presença de camadas compactadas ou até mesmo próximo a compactação, prejudicando o desenvolvimento da planta.

Tabela IV. Média de plantas em 1 metro/parcela, variância para altura de plantas (AP), altura de inserção da primeira vagem (AIV). Área 2.

Tratamentos	Estande	AP	AIV
	¹ Média	¹ Média	¹ Média
M	17,00 a	66,5 a	11,6 b
MS	17,50 a	70,7 a	13,3 ab
MP	19,75 a	71,5 a	13,3 ab
MR	20,25 a	71,5 a	13,2 ab
MPS	18,50 a	69,2 a	12,6 ab
MRS	20,50 a	69,4 a	13,8 a
Coeficiente de variação (%)	6%	3,26%	3,15%

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%

Abaixo a Tabela 5 representa os dados de produtividade de grãos da soja, onde não obteve diferença significativa para apontar no teste de tukey, porém no tratamento MPS apresentou um resultado de produtividade acima dos demais, assim como na área sem fosfito. É de interesse econômico pois no resultado final apresenta maior lucratividade.

Tabela V. Desdobramento da interação significativa da análise de variância referente aos consórcios e rotação de cultura para produtividade de grãos (PROD kg ha⁻¹) para a cultura da soja, em área com fosfito na safra 2022/2023.

Tratamentos	Peso de 100 grãos (g)	Produtividade kg ha ⁻¹
	¹ Média	¹ Média
M	19,57 a	5 410,20 a
MS	23,31 a	5 749,20 a
MP	20,68 a	5 668,80 a
MR	20,83 a	5 211,60 a
MPS	20,89 a	5 932,20 a
MRS	20,99 a	5 744,4 a
CV %	3,72%	4,16%

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey 5%.

CONCLUSÃO

Conclui-se que não houve diferença significativa na cultura da soja entre os tratamentos em relação a compactação do solo e resistência a penetração, e nenhum mostrou compactação elevada, não afetando a

produtividade onde estatisticamente não apresentou diferença, portanto a rotação de culturas do milho consorciado ou solteiro com a soja é uma alternativa para evitar este problema.

REFERÊNCIAS

- BASSO, M. F.; PIOVESAN, N. D.; DE OLIVEIRA, M. C.; & SANTOS, R. H. S. Fosfito de potássio na nutrição e controle de doenças em plantas. **Revista de Agricultura Neotropical**, v.6, n.1, p.35-43. 2019.
- 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.
- 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.
- 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)
- LI, P. et al. (2019). Effect of management practices on soybean yield and soil fertility in different regions. *PloS One*, 14(8), e0220937.
- 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.
- 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.
- SILVA, D. D. et al. Influência da compactação do solo na produção de soja. **Revista Agrarian**, v.10, n.36, p.87-92. 2017.
- 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
- SANTOS, H. G. dos, et. al. Classificação brasileira de solos. Brasília, Embrapa. 353p. 2018.
- SANTOS, H. G. dos, et al. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: Embrapa, 2018.
- 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.