

## GRAU DE COMPACTAÇÃO DO SOLO EM CONSÓRCIOS DE MILHO E GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS NA REGIÃO NORTE DO PARANÁ

MARIA CAROLINE GARCIA PASCHOAL<sup>1</sup>, CAMILA PEREIRA CAGNA<sup>2</sup>,  
OSVALDO GUEDES FILHO<sup>3</sup>, RENATA BACHIN MAZZINI GUEDES<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Engenheira Agrícola, Universidade Federal do Paraná, Campus Jandaia do Sul, (43) 3432-4562, [maria\\_carolineg@hotmail.com](mailto:maria_carolineg@hotmail.com)

<sup>2</sup> Engenheira Agrícola, Universidade Federal do Paraná, Campus Jandaia do Sul, (43) 3432-4562, [camila.peehcagna@gmail.com](mailto:camila.peehcagna@gmail.com)

<sup>3</sup> Professor, Universidade Federal do Paraná, Campus Jandaia do Sul, (43) 3432-4562, [osvaldoguedes@ufpr.br](mailto:osvaldoguedes@ufpr.br)

<sup>4</sup> Professora, Universidade Federal do Paraná, Campus Jandaia do Sul, (43) 3432-4562, [renataguedes@ufpr.br](mailto:renataguedes@ufpr.br)

Apresentado no  
XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2020  
23 a 25 de novembro de 2020 – Congresso On-line

**RESUMO:** O consórcio de milho com gramíneas forrageiras aumenta a cobertura do solo e pode trazer melhorias na sua qualidade estrutural. O objetivo do trabalho foi avaliar a influência do consórcio de milho safrinha com gramíneas forrageiras sob sistema de plantio direto na densidade, porosidade total e grau de compactação do solo na região Norte do Paraná. O experimento foi constituído por cinco tratamentos: milho + *Urochloa brizantha* cv. Marandu (T1), milho + *Urochloa brizantha* cv. Piatã (T2), milho + *Urochloa brizantha* cv. Xaraés (T3), milho + *Urochloa ruziziensis* (T4), e milho sem consórcio (T5). Para determinação da densidade do solo e porosidade total foram coletadas 10 amostras de solo indeformadas nas camadas 0-0,10 e 0,10-0,20 m em cada tratamento. Amostras de solo deformadas foram coletadas nas mesmas profundidades para obtenção da densidade máxima do solo e do grau de compactação. Na camada superficial, os tratamentos de milho em consórcio com as gramíneas reduziram a densidade do solo e aumentaram a porosidade em relação ao milho sem consórcio. O consórcio de milho com *Urochloa ruziziensis* se destacou dentre as demais gramíneas por ter potencial para redução do grau de compactação do solo.

**PALAVRAS-CHAVE:** qualidade estrutural do solo; sistema plantio direto; *Urochloa spp.*

### SOIL COMPACTION DEGREE IN MAIZE INTERCROPPING WITH FORAGE GRASSES IN NORTH PARANA STATE

**ABSTRACT:** Maize intercropping with forage grasses increases soil cover and may bring improvements in soil structural quality. The objective of this work was to evaluate the influence of intercropping maize with forage grasses under no-tillage system on bulk density, total porosity and soil compaction degree in North Paraná state, Brazil. The experiment consisted of five treatments: maize + *Urochloa brizantha* cv. Marandu (T1), maize + *Urochloa brizantha* cv. Piatã (T2), maize + *Urochloa brizantha* cv. Xaraés (T3), maize + *Urochloa ruziziensis* (T4), and maize without intercropping (T5). To determine bulk density and total porosity it were collected ten undisturbed soil samples at 0 to 0.10 m and 0.10 to 0.20 m soil depth for each treatment. Disturbed soil samples were collected at the same depths to determine the maximum bulk density and soil compaction degree. At superficial layer the treatments with intercropping reduced the bulk density and increased total porosity in relation

with maize without intercropping. The intercropping with *Urochloa ruziziensis* showed potential to reduce the soil compaction degree compared to other grasses.

**KEYWORDS:** soil structural quality, no-tillage system, *Urochloa spp.*

**INTRODUÇÃO:** O manejo do solo com bases conservacionistas tem se mostrado eficiente ao proporcionar melhorias nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. Entretanto, considera-se manejo conservacionista aquele no qual se busca o controle de perda de solo e água, que vem a ocorrer devido aos processos erosivos (SANTOS, et al., 2019). Dentre os sistemas de manejo, o sistema plantio direto (SPD) tem se destacado com seus preceitos conservacionistas, que são a rotação de cultura, a mínima mobilização do solo e a cobertura do solo com resíduos das culturas antecessoras (MENDONÇA et al., 2013). Desde o surgimento do sistema, existem alguns problemas nas áreas em que o SPD está implantado, como uma camada com maior grau de compactação na profundidade de 0,10 – 0,20 m (BOTTEGA et al., 2011). Outro problema que vem ocorrendo é a não adoção da rotação de culturas em SPD e a retirada de terraços, aumentando os casos de degradação e compactação do solo. Para minimizar esses problemas pode ser acrescentado ao SPD o consórcio de milho com espécies forrageiras. O consórcio das duas espécies traz consigo melhorias na qualidade física do solo, devido à alta densidade das raízes e de uma maior cobertura vegetal (MENDONÇA et al., 2013). O objetivo do trabalho foi avaliar a influência do consórcio de milho safrinha com gramíneas forrageiras sob sistema de plantio direto na densidade, porosidade total e grau de compactação do solo na região Norte do Paraná.

**MATERIAL E MÉTODOS:** O experimento foi conduzido em área do Sítio Santo Antônio localizado no município de Borrazópolis, estado do Paraná, Brasil, nas coordenadas 23°52' S e 51°32' O, a uma altitude média de 447 m. Na região, a precipitação e a temperatura média anual é de 1556 mm e 19,4 °C, respectivamente. Segundo a classificação climática de Köppen o clima do local é do tipo subtropical úmido (Cfa). O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho com textura muito argilosa. A análise granulométrica indicou os valores de 175 g Kg<sup>-1</sup> de areia, 685 g Kg<sup>-1</sup> de argila e 140 g Kg<sup>-1</sup> de silte na camada de 0 – 0,20 m. A área do experimento está sob o sistema plantio direto desde o ano de 1997, tendo cultivado como principais culturas ao longo dos anos, o milho (*Zea mays* L.), soja (*Glycine max* L.) e trigo (*Triticum* spp.). O experimento foi constituído por cinco tratamentos: milho + *Urochloa brizantha* cv. Marandu (T1), milho + *Urochloa brizantha* cv. Piatã (T2), milho + *Urochloa brizantha* cv. Xaraés (T3), milho + *Urochloa ruziziensis* (T4), e milho sem consórcio (T5). Cada parcela experimental tinha o comprimento de 95 m e uma largura de 9 m. Para a determinação da densidade do solo e porosidade total, foram coletadas amostras indeformadas na camada de 0 - 0,10 m e 0,10 - 0,20 m onde foram coletadas 10 amostras por tratamento e profundidade, para a coleta das amostras foi utilizado um trado Uhland com anel volumétrico (5 cm de diâmetro por 5 cm de altura). Para determinação do grau de compactação foram coletadas cinco amostras deformadas de solo por cada tratamento e por profundidade (0 – 0,10 m e 0,10 – 0,20 m). No laboratório, a amostra coletada foi destorroada manualmente e colocada em jornal para secagem ao ar durante 48 horas, depois de secas as amostras foram “desagregadas” para então em seguida serem passadas em uma peneira de malha de 4 mm. Foi então realizado o ensaio de Proctor Normal para cada uma das amostras separadamente, utilizando um cilindro padrão (10 cm de diâmetro e 12,73 cm de altura e um soquete de 2,5 Kg). Durante o ensaio é colocado parte de solo da amostra até a altura de 1/3 do cilindro e então submetido 26 golpes do soquete sobre a amostra, esse procedimento foi realizado até obter 3 camadas de solo compactados com 26 golpes cada. Com o ensaio de Proctor Normal se obtém os valores de umidade e densidade do solo sendo possível construir uma curva de

compactação para cada tratamento, com o intuito de identificar a densidade máxima do solo. Uma vez que a densidade máxima é obtida foi possível calcular o grau de compactação:

$$GC = \left( \frac{D_s}{D_{s\text{máx}}} \right) \times 100 \quad (1)$$

em que GC é o grau de compactação em %,  $D_s$  é a densidade do solo e  $D_{s\text{máx}}$  é a densidade máxima do solo. O intervalo de confiança da média foi adotado como critério estatístico para discriminação e comparação dos efeitos dos consórcios nas propriedades físicas do solo. Considera-se que houve diferenças significativas entre os consórcios quando não houver sobreposição dos limites superior e inferior.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Os valores médios de densidade e porosidade do solo, mostram que não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos na profundidade de 0,10 – 0,20 m (Tabela 1), mostrando assim que o consórcio não apresentou influência nessa camada quando comparado ao milho sem consórcio. Já na camada de 0 – 0,10 m, o T5 apresentou o maior valor de densidade sendo estatisticamente igual a T4, já o T1 apresentou o menor valor de densidade sendo estatisticamente igual a T3. Para a porosidade na camada de 0 – 0,10 m, o T2 apresentou o maior valor se diferenciando estatisticamente dos demais tratamentos, enquanto o T4 e T5 apresentaram os menores valores de porosidade. Observando os resultados é possível notar que o consórcio de milho com as gramíneas *U. brizantha* cv. Marandu, *Urochloa brizantha* cv. Piaã, *Urochloa brizantha* cv. Xaraés e *Urochloa ruziziensis* foram capazes de proporcionar uma redução na densidade e um aumento na porosidade nessa camada, mostrando que o consórcio com essas espécies, são capazes de trazer melhorias desses atributos físicos do solo. Os resultados sobre densidade na camada de 0,10 – 0,20 m são parecidos com o de Souza (2018), que em um trabalho onde foi avaliado a interrelação entre o milho e diferentes gramíneas forrageiras (milho + *U. brizantha* cv. Marandu, Milho + *U. ruziziensis*, milho + *U. híbrida* DOW HD794, milho + *Megathyrsus maximus* cv. Aruana e milho solteiro) durante 3 safras consecutivas e seus efeitos sobre os atributos físicos e químicos, não foi encontrado diferença estatísticas de densidade nas camadas de 0 – 0,5, 0,5 – 0,20 e 0,20 – 0,40 m entre os tratamentos. O grau de compactação na camada de 0 – 0,10 m em T5 apresentou o maior valor, se diferenciando estatisticamente dos demais tratamentos. Já T4 apresentou o menor valor de grau de compactação, não apresentando diferença significativa de T2. Para a camada de solo de 0,10 – 0,20 m, T3 apresentou o maior valor de grau de compactação, sendo significativamente igual a T5, e o tratamento que apresentou o menor valor foi T4 se diferenciando dos demais tratamentos. Comparando o milho solteiro em relação ao milho em consórcio com as gramíneas na camada de 0 – 0,10 m foi possível notar que ambos consórcios foram capazes de reduzir o grau de compactação do solo. Também foi possível observar que o consórcio de milho com *Urochloa ruziziensis* apresentou os menores valores de grau de compactação, se destacando entre as demais gramíneas. Suzuki et al. (2007) obtiveram valores de grau de compactação próximos a 86 % sendo um valor parecido ao T1e T3 na camada de solo de 0 – 0,10 m. De acordo com a literatura os melhores valores de grau de compactação para a obtenção do melhor rendimento das culturas se encontram no intervalo de 77 a 94%. Os valores de grau de compactação obtidos neste estudo se encontram dentro desse intervalo de valores. O T4 (milho + *U. ruziziensis*) foi o tratamento que apresentou o menor valor de grau de compactação, apresentando semelhanças do encontrado por Calábria (2017), onde em seu estudo ao avaliar os atributos físicos de solo e de planta em consórcios de milho e gramíneas forrageiras o tratamento que apresentou o menor valor de grau de compactação foi o de consórcio entre milho e *U. ruziziensis*, onde ele destaca que a gramínea foi favorável para a redução do grau de compactação do solo.

TABELA 1. Densidade do solo, porosidade total e grau de compactação do solo na camada de 0 – 0,10 m e 0,10 – 0,20 m.

Tratamento	Densidade (Mg m <sup>-3</sup> )		Porosidade (m <sup>3</sup> m <sup>-3</sup> )		Grau de compactação (%)	
	0,0 – 0,10 m	0,10 – 0,20 m	0,0 – 0,10 m	0,10 – 0,20 m	0,0 – 0,10 m	0,10 – 0,20 m
T1	1,30 a	1,26 a	0,51 c	0,52 a	85,92 b	84,74 b
T2	1,34 b	1,31 a	0,49 b	0,51 a	83,18 a	83,89 b
T3	1,34 ab	1,29 a	0,49 bc	0,51 a	87,59 b	91,87 c
T4	1,36 bc	1,31 a	0,48 ba	0,50 a	81,33 a	79,95 a
T5	1,40 c	1,29 a	0,47 a	0,51 a	91,46 c	88,14 bc

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente. T1 (milho + *Urochloa brizantha* cv. Marandu), T2 (milho + *Urochloa brizantha* cv. Piatã), T3 (milho + *Urochloa brizantha* cv. Xaraés), T4 (milho + *Urochloa ruziziensis*), T5 (milho sem consórcio).

**CONCLUSÕES:** Na camada de 0 – 0,10 m todos os tratamentos de milho em consórcio com as gramíneas mostraram redução da densidade do solo e aumento na porosidade em relação ao milho sem consórcio. O consórcio de milho com *Urochloa ruziziensis* apresentou os menores valores de grau de compactação, se destacando entre as demais gramíneas e mostrando ter potencial para redução do grau de compactação do solo.

#### REFERÊNCIAS:

BOTTEGA, E. L.; BOTTEGA, S. P.; SILVA, S. A.; QUEIROZ, D. M.; SOUZA, C. M. A.; RAFULL, L. Z. L. Variabilidade espacial da resistência do solo à penetração em um Latossolo Vermelho Distroférrico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. v. 6, n. 2, p.331-336, 2011.

CALÁBRIA, Z. K. P. **Atributos físicos de solo e de planta em consórcios de milho e gramíneas forrageiras**. Universidade Federal de Mato Grosso. Rondonópolis. 2017. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola).

MENDONÇA, V. Z.; MELLO, L. M. M; ANDREOTTI, M.; PEREIRA, F. C. B. L.; LIMA, R. C.; VALÉRIO FILHO, W. V.; HIROYOSHI, Y. E. Avaliação dos atributos físicos do solo em consórcio de forrageiras e milho em sucessão com soja em região de cerrados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. v.37, n.1, p.251-259, 2013.

SANTOS, J. B. Manejo do Solo. Em: BERTOL, O. J.; COLOZZI Filho, A.; BARBOSA, G. M. C.; SANTOS J. B.; GUIMARÃES, M. F. **Manual de Manejo e Conservação do Solo e da Água para o Estado do Paraná**. Curitiba: Núcleo Estadual Paraná da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. NEPAR-SBCS, p. 104, 2019.

SOUZA, I. M. D. **Atributos físicos e químicos do solo e produtividade de milho em consórcio com gramíneas tropicais no sistema de integração lavoura-pecuária**. Universidade Federal de São Carlos. Araras. 2018. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Rural).

SUZUKI, L. E. A. S.; REICHERT, J. M.; REINERT, D. J.; LIMA, C. L. R. Grau de compactação, propriedades físicas e rendimento de culturas em Latossolo e Argissolo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.1159-1167, 2007.