Avaliação da resistência do solo à penetração sob cultivo de plantas de cobertura no Cerrado

Wanessa Dos Santos Fonseca[1], Gustavo Lima Carvalho[2], Rose Luiza Moraes Tavares[3]

[1]Graduanda, Faculdade de Agronomia, Universidade de Rio verde, agronomiawanessa@gmail.com.
[2] Engenheiro Agrônomo, Cooperativa Comigo.
[3] Rose Luiza Moraes Tavares, Prof., Faculdade de Agronomia, Universidade de Rio Verde.

.

Reitor:
Prof. Me. Alberto Barella Netto

Pró-Reitor de Pesquisa e Inovação:
Prof. Dr. Carlos César E. de Menezes

Editor Geral:
Prof. Dra. Andrea Sayuri Silveira Dias Terada

Editores de Seção:
Profa. Dra. Ana Paula Fontana
Prof. Dr. Hidelberto Matos Silva
Prof. Dr. Fábio Henrique Baia
Pra. Dra. Muriel Amaral Jacob
Prof. Dr. Matheus de Freitas Souza
Prof. Dr. Warley Augusto Pereira

Fomento:
Programa PIBIC/PIVIC UniRV/CNPq 2022-2023

Resumo: A compactação do solo afeta negativamente os ambientes de produção agrícola e isso se dá, principalmente pelo tráfego de maquinários e manejo inadequado do solo. Neste contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de diferentes sistemas de consórcio, na resistência do solo à penetração. Para isso, um plantio com plantas de cobertura foi instalado em área demonstrativa, contendo faixas de 12 m^2, com diferentes consórcios de plantas de cobertura: 1) Sorgo + Urochloa; 2) Milho + Urochloa; 3) Milheto + Urochloa; 4) Milho + crotalária; 5) Milheto + Crotalária; 6) Urochloa + Crotalária e 7) Girassol + Urochloa. A resistência do solo a penetração foi avaliada em 10 pontos aleatórios de cada parcela até 40cm de profundidade do solo. Além de umidade do solo nas camadas de 0-20 e 20-40 cm. O modelo estatístico utilizado foi em faixas, tem como parcela principal sete sistemas de consórcio. Os resultados mostraram que as áreas com consórcios, sorgo+braquiária e milho+braquiária, apresentaram menores valores de resistência, a penetração, enquanto girassol+braquiária apresentou maior valor de resistência do solo à penetração. À medida que houve o aumento da profundidade do solo, maior tendência de aumento à resistência do solo e à penetração.

Palavras-Chave: Compactação. Crotalária. Milheto. Sorgo. Urochloa.

Assessment of soil resistance to penetration under cover crop cultivation in the Cerrado

Abstract: *Soil compaction affects the qualities of agricultural production environments, and this occurs mainly due to machinery traffic and inadequate soil management. In this context, the objective of the present work was to evaluate the effect of different intercropping systems on soil resistance to penetration. For this, a planting with cover crops was installed in a demonstration area, containing strips of 12 m2, with different consortiums of cover plants: 1)*

sorghum+Urochloa; 2) corn + Urochloa; 3) millet+ Urochloa; 4) corn+crotalaria; 5) millet+crotalaria; 6) Urochloa + crotalaria and 7) sunflower + Urochloa. Soil resistance to discovery was evaluated at 10 random points in each plot up to 40cm deep in the soil. The statistical model used was in bands, with seven consortium systems as its main component. The results demonstrated that the areas with intercrops, sorghum+brachiaria and corn+brachiaria, presented lower values of resistance to darkness, while sunflower+brachiaria presented a higher value of soil resistance to darkness. As soil depth increased, there was a greater tendency for soil resistance and penetration to increase.

Keywords: *Compaction. Crotalaria. Millet. Sorghum. Urochloa.*

Introdução

Um dos problemas na agricultura devido à compactação do solo é a degradação de suas características físicas, o que compromete as plantas no desenvolvimento radicular, sendo o principal fator causador desse efeito, o intenso tráfego de máquinas agrícola na área.

Uma das formas de avaliar a compactação do solo, é através da medição da resistência do solo à penetração, assim, em áreas com maior compactação do solo, maior será a resistência do solo a penetração, mesmo em áreas de plantio direto. Culturas como soja e milho, têm apresentado frequente aumento em volume de raízes em camadas superficiais devido a compactação que debilita o desenvolvimento da raíz na vertical (Colombi *et al*., 2018).

Mesmo com a utilização de implementos para descompactação, a eficiência deste processo é baixa em profundidades elevadas, mas a utilização de plantas de cobertura é uma excelente opção visando a descompactação do solo, podendo ser utilizadas nos sistemas de cultivo na safrinha, em sistema de plantio direto (Drescher *et al*., 2015). Dessa maneira, o sistema de plantas de cobertura com palhada deixada sobre o solo, pode evitar danos graves, como, o impacto da gota de chuva no solo descoberto na qual a palhada tem a função de amortecer este impacto, diminuição da evaporação e manutenção da umidade do solo, deixando o sistema úmido e com água disponível para as plantas na cultura seguinte (Tavares *et al*., 2020).

As raízes das plantas de cobertura com o passar do tempo, irão decompor, deixando poros de aeração no solo em forma de galerias, que promoverão acúmulo e infiltração de água e também auxiliando na descompactação. A adoção da rotação de culturas na agricultura com problemas de compactação do solo é fundamental, trazendo benefícios com sistemas radiculares diferenciados, auxiliando a descompactação em diferentes profundidades do solo e diminuindo a resistência do solo à penetração. Baseado nisso, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes sistemas de consórcio na resistência do solo a penetração.

Material e Métodos

O experimento foi instalado no Centro Tecnológico Comigo - CTC, localizada no município de Rio Verde (GO). O período de condução do experimento foi de fevereiro a abril de 2019.

As unidades experimentais foram compostas por sete tratamentos sendo: 1) Sorgo + Urochloa; 2) Milho + Urochloa; 3) Milheto + Urochloa; 4) Milho + crotalária; 5) Milheto + Crotalária; 6) Urochloa + Crotalária e 7) Girassol + Urochloa (Figura1).

Foi feito o plantio com uma densidade de semeadura maior nas culturas primárias, sendo feito o desbaste, obtendo as seguintes populações, milho com 60.000 plantas ha^{-1}, girassol com 45.000 plantas ha^{-1}, sorgo com 180.000 plantas ha^{-1}, milheto com 220.000 plantas ha^{-1}, tendo assim uma população final em 18 m^2 para cada consórcio de, 108 plantas de milho, 81 plantas de girassol, 324 plantas de sorgo e 396 plantas de milheto. Já nas culturas secundárias não foi feito desbaste e utilizou-se a densidade de 8 Kg ha^{-1}, que equivale a 14,4 g em 18 m^2 de braquiária e crotalária.

A semeadura dos consórcios foi realizada de maneira manual, adotando espaçamento entre linhas de 0,50 m da cultura principal e ficando 0,25 m entre plantas nos consórcios, respeitando a densidade de sementes por metro para cada espécie. Adubação foi feita no sulco de semeadura e a irrigação foi feita diariamente. Os tratos culturais como: controle de plantas daninhas foi feito por capina manual, enquanto o controle com fungicidas inseticidas foram realizados semanalmente.

Para avaliação da resistência do solo à penetração e umidade do solo, as análises foram conduzidas na fase final de desenvolvimento das culturas, as quais foram ceifadas, mantendo assim o sistema radicular intacto no solo e com isso não alterar a estrutura do solo.

Os dados registrados no penetrômetro eletrônico foram processados, em um software da Falker®. Após isso, os resultados foram analisados no software SISVAR, que gerou dados estatísticos, sobre cada consórcio com o teste de Tukey (Ferreira, 2011).

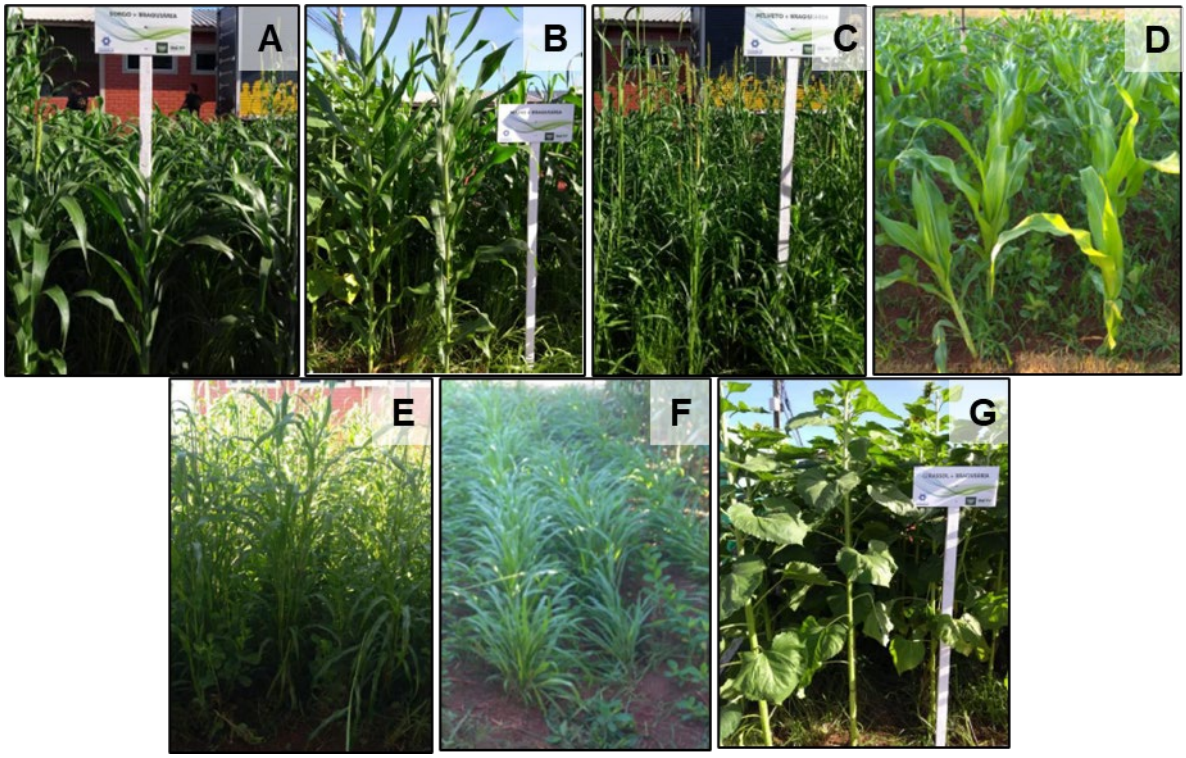

Figura 1 - Consórcios de plantas de cobertura: A) Sorgo + Urochloa; B) Milho + Urochloa; C) Milheto + Urochloa; D) Milho + crotalária; E) Milheto + Crotalária; F) Urochloa + Crotalária e G) Girassol + Urochloa
Fonte: autoria própria

Resultados e Discussão

A resistência do solo à penetração foi menor na área com consórcio Sorgo + Urochloa, Milho + Urochloa, Milheto + Urochloa, Milho + Crotalária e Milheto + crotalária (Tabela 1). Possivelmente esse efeito aconteceu devido à alta capacidade de enraizamento destes sistemas de consórcio. Porém, as áreas com consórcios Urochloa + Crotalária e Girassol + Urochloa, tiveram maior resistência do solo à penetração comparadas ao solo dos demais consórcios.

Para o consórcio Urochloa + crotalária (com valor de resistência do solo à penetração de 1,65 MPa), pode ser explicado devido às raízes de crotalária. De acordo com Pacheco et al. (2015), em camadas com alta densidade do solo, ou seja, para 30-40 cm, a raízes da crotalária pouco se desenvolvem em valores de resistência do solo à penetração acima de 1,4 MPa, com isso o crescimento radicular das plantas é geralmente maior, nas camadas acima e abaixo da camada compactada.

Tabela 1 - Médias dos tratamentos em relação a resistência do solo à penetração, analisadas no experimento. Rio Verde (GO), 2019

Consórcios	Médias de RP (MPa)
Sorgo + Urochloa	0,92 a
Milho + Urochloa	0,96 a

Milheto + Urochloa	1,09 a
Milho + Crotalária	1,10 a
Milheto + Crotalária	1,16 a
Urochloa + crotalária	1,65 b
Girassol + Urochloa	1,90 b
CV (%)	40,19

*Médias seguidas de mesma letra não se diferenciam entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
Fonte: autoria própria

Independentemente do consórcio utilizado, foi explícito as diferenças significativas de resistência do solo a penetração, em relação à profundidade do solo (Tabela 2). Na camada de 30-40 cm foi maior a resistência do solo a penetração.

Tabela 2 - Valores média de resistência do solo a penetração em diferentes profundidades do solo

Profundidade (cm)	Médias de RP (MPa)
0-10	0,14 d
10-20	0,94 c
20-30	1,61 b
30-40	2,33 a

*Médias seguidas de mesma letra não se diferenciam entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.
Fonte: autoria própria

A avaliação da resistência do solo à penetração em profundidade, foi maior na camada de 30-40 cm (3,83 MPa) e 20-30 cm (2,45 MPa) no consórcio Girassol + Urochloa (Tabela 3). No entanto, pode ser considerada como alta de acordo com a classificação de Arshad *et al*. (1996), solos com caráter de latossolos vermelhos no local no experimento.

Tabela 3 - Valores médios da resistência do solo à penetração (MPa) em diferentes sistemas de consórcio agrícola e profundidade do solo

Consórcios agrícolas	Profundidade do solo (cm)			
	0-10	10-20	20-30	30-40
Sorgo + Urochloa	0,12 aC	0,75 aBC	1,01 cB	1,79 cA
Milho + Urochloa	0,10 aC	0,83 aBC	1,27 cAB	1,63 cA
Milheto + Urochloa	0,05 aC	0,82 aB	1,40 cAB	2,10 cA
Milho + Crotalária	0,14 aC	0,93 aB	1,35 cAB	2,00 cA
Milheto + Crotalária	0,17 aC	0,98 aB	1,51 bcAB	1,97 cA
Urochloa + crotalária	0,22 aC	1,10 aB	2,31 abA	2,96 bA
Girassol + Urochloa	0,15 aD	1,19 aC	2,45 aB	3,83 aA

Médias seguidas de mesma letra (minúscula na coluna e maiúscula na linha) não se diferenciam entre si pelo teste de Tukey a 5% de possibilidade. 0,01 – 0,10 MPa muito baixo (verde escuro); 0,10 – 1,00 MPa baixo (verde claro); 1,00 – 2,00 MPa moderado (amarelo); 2,00 – 4,00 MPa alto (vermelho).
Fonte: autoria própria

Em todos os sistemas de consórcio, a resistência do solo a penetração foi maior na camada 30-40 cm, comparado às camadas de 0-10 e 10-20 cm, possivelmente devido a menor teor de matéria orgânica do solo nas camadas mais profundas (Albernas *et al*., 2016). Em relação aos sistemas de consórcio, não houve diferença significativa nas camadas 0-10 e 10- 20 cm.

Houve diferença significativa dos consórcios, na resistência do solo a penetração nas camadas 20-30 e 30-40 cm, sendo que os sistemas com Urochloa + Crotalária e Girassol + Urochloa, apresentaram maiores valores de resistência do solo à penetração de 2,31 e 2,45 MPa, respectivamente, ou seja, foram menos eficientes na descompactação do solo pelas raízes (Tabela 3).

Os fatores de retardo de crescimento das raízes nos consórcios Urochloa + Crotalária e Girassol + Urochloa, podem explicar este efeito, nas raízes do girassol, por serem pivotantes, sua descompactação no solo é mais centralizada e pouco explorada horizontalmente.

Independentemente do sistema de consórcio e profundidade de análise do solo, os valores de resistência do solo à penetração não foram influenciados pela umidade do solo (valor de correlação de -0,09 ns, dados não mostrados).

A umidade do solo nos sistemas de consórcio foi relativamente similar, com exceção, dos consórcios milheto + braquiária e milheto + crotalária a 0-20 cm que apresentam, menor umidade do solo (Tabela 4).

Tabela 4 - Valores médios da umidade do solo (%) em diferentes sistemas de consórcio agrícola

Consórcios agrícolas	Profundidade do Solo	
	0-20 cm	20-40 cm
Sorgo + braquiária	25,17 aA	26,04 aA
Milho + braquiária	26,60 aA	24,45 aB
Milheto + braquiária	23,83 aB	24,51 aA
Milho + crotalária	24,79 aA	26,06 aA
Milheto + crotalária	20,40 bB	24,78 aA
Braquiária + crotalária	26,02 aA	26,11 aA
Girassol + braquiária	26,17 aA	23,13 aB

Médias seguidas de mesma letra (minúscula na coluna e maiúscula na linha) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de possibilidade.
Fonte: autoria própria

Conclusão

As áreas com consórcios Sorgo + Urochloa e Milho + Urochloa, apresentaram menores valores de resistência do solo à penetração, enquanto o consórcio Girassol + Urochloa apresentou maior valor de resistência do solo à penetração.

À medida que houve o aumento da profundidade do solo, verifica-se tendência de incremento na resistência do solo à penetração.

A umidade do solo não influenciou os resultados de resistência do solo à penetração.

Agradecimentos

À Universidade de Rio Verde pelo programa de Iniciação Científica e bolsa ao primeiro autor e ao Centro Tecnológico Comigo por ceder a área do experimento.

Referências Bibliográficas

ALBERNAS, K. K.; SOUSA, M. K.; COUTINHO JUNIOR, J. V.; DOURADO, D. P.; REINA, E.; MURAISHI, C. T. Estudo da compactação do solo cultivado sob plantio direto. **Revista integralização universitária** v.8, n,15, 2016.

ARSHAD, M. A.; LOWERY, B.; GROSSMAN, B. Physical tests for monitoring soil quality. In: DORAN, J.W. & JONES, A.J., eds. **Methods for assessing soil quality. Madison, Soil Science Society of America** 1996. p.123-141 (SSSA Special Publication, 49).

COLOMBI, T.; TORRES, L. C.; WALTER, A.; KELLER, T. Feedbacks between soil penetration resistance, root architecture and water uptake limit water accessibility and crop growth – A vicious circle. **Science of the Total Environment**, v. 626, n. 1, p. 1026-1035, 2018.

DRESCHER, M. S. **Estratégias para descompactação do solo por escarificação e haste sulcadora em sistema de plantio direto**. {tese de doutorado}. Universidade Federal de Santa Maria, 2015, 119 p.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, p.1039-1042, 2011.

PACHECO, L. P.; MIGUEL, A. S. D. C. S.; SILVA, E. M. B.; SOUZA, E. D.; SILVA, F. D. Influência da densidade do solo em atributos da parte aérea e sistema radicular de crotalária. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.45, n.4, p.464 – 472, 2015.

TAVARES, R. L. M; FARHATE, C. V. V.; ASSIS, R. L. Plantas de cobertura e sues benefícios ao solo. **Anuário de Pesquisas ITC 2020**. p. 40-55.