

ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO EM ÁREA COM CAPIM BRIZANTHA E RUZIZIENSIS

Silvio Vasconcelos de Paiva Filho¹, Rose Luiza Moraes Tavares¹, Camila dos Santos Ferreira¹, Túlio Porto Gonçalo², João Fernandes da Silva Júnior³

RESUMO – Reconhecidas pelo desempenho do sistema radicular, forrageiras do gênero *Urochloa* spp. são espécies que melhoram os atributos físicos do solo. Nesta perspectiva, o objetivo deste trabalho foi caracterizar propriedades físicas de um Latossolo Vermelho sob diferentes espécies forrageiras do gênero *Urochloa* no município de Rio Verde - GO. O ensaio foi conduzido a campo, no período de entressafra, com plantio em faixas das espécies *Urochloa brizantha* cv. Paiaguás, *Urochloa ruziziensis* e *Urochloa brizantha* cv. Marandú. Ao final do ciclo das *Urochloas*, foram coletadas amostras de solo para avaliações de densidade, porosidade, textura, diâmetro médio ponderado e geométrico, Índice AGRI, resistência à penetração e umidade do solo, além de peso seco da raiz. O modelo experimental utilizado foi parcelas divididas e para interpretação de resultados, a análise de componentes principais. As espécies *Urochloas brizantas* (Paiaguás e Marandú) apresentaram maior potencial para formação de agregados do solo. O peso seco de raízes foi o parâmetro que mais explicou a variância causada pelas diferentes *Urochloas*.

Palavras chave: agregados do solo, porosidade, *Urochloa*.

PHYSICAL ATTRIBUTES OF SOIL IN AN AREA WITH BRIZANTHA AND RUZIZIENSIS GRASSES

ABSTRACT – Recognized by the performance of the root system, forages of the genus *Urochloa* spp. are species that improve the physical attributes of the soil. In this perspective, the objective of this work was to characterize soil physical properties of Oxisol under different forage *Urochloa* species in the Rio Verde – GO municipality. The trial was conducted in the field, in the off-season period, with planting of *Urochloa brizantha* cv. Paiaguás, *Urochloa ruziziensis* and *Urochloa brizantha* cv. Marandú. At the end of the *Urochloa* cycle, soil samples were collected to evaluate bulk density, porosity, texture, weighted and geometric mean diameter, aggregate stability index, resistance to penetration and soil moisture, as well as root dry weight. The experimental model used was divided plots and for interpretation of results, principal component analysis. The species *Urochloas brizantas* (Paiaguás and Marandú) showed the greatest potential for formation of soil aggregates. Root dry weight was the parameter that best explained the variance caused by different *Urochloas*.

Keywords: soil aggregates, porosity, *Urochloa*.

¹ Universidade de Rio Verde - UniRV. Fazenda Fontes do Saber, s/n, 75901-970, Rio Verde/GO, silviofilho1997@gmail.com; roseluiza@unirv.edu.br; camilastferreira@outlook.com.

² Grupo Associado de Pesquisa do sudoeste Goiano – GAPES. Avenida Juscelino K Oliveira Q 55, 11 - St. Morada do Sol, 75909-080, Rio Verde/GO, tulio.goncalo@gapescna.com.br.

³ Universidade Federal Rural da Amazônia - UFRA. Av. Barão de Capanema, Caixa D'água, 5514-6434, Capanema/PA, joao.fernandes@ufra.edu.br.

INTRODUÇÃO

Forrageiras como as do gênero *Urochloa* spp. e *Panicum* spp. possuem potencial para reestruturação do solo. Isto pode ser explicado devido ao sistema radicular dessas plantas ser caracterizado como agressivo e profundo. O mesmo, é considerado de grande importância na descompactação do solo, proporcionando ainda, bons índices de massa seca da parte aérea, aumento de matéria orgânica do solo (Maia et al., 2014) e consequentemente diversos benefícios ao solo. Especificamente, para física do solo, o aumento de matéria orgânica aumenta o tamanho e distribuição de agregados do solo (Melo et al., 2016).

Os valores de macroporosidade também são favorecidos pelo desenvolvimento profundo das raízes de *Urochloa ruziziensis*. Tais características fazem dessa espécie um destaque, apresentando adequado crescimento em solos com baixa fertilidade, boa resistência à seca e ao frio, elevada taxa de crescimento, facilidade de dessecação com glifosato e grande produção de massa, além de excelente cobertura sobre o solo (Balbinot Junior et al., 2017).

A espécie *Urochloa brizantha* (cultivar BRS Paiaguás) apresenta grandes benefícios para a conservação do solo no sistema de integração lavoura-pecuária. A principal vantagem da BRS Paiaguás é a boa produtividade e a qualidade de forragem durante o período seco, cobrindo o solo por um período mais extenso, atingindo bom teor de matéria seca com maior produtividade por ano (Valle et al., 2013). Já a *Urochloa brizantha* cv. Marandú apresenta diversos benefícios por sua alta produção de matéria seca, raízes e sementes, com resultados satisfatórios à aplicação de fertilizante, auxiliando no incremento de matéria orgânica (Andrade, 2015) e boa cobertura vegetal sobre o solo (Valle et al., 2017).

É crescente o uso de práticas que envolvem a *Urochloa*, em virtude de seus benefícios ao solo, sendo significativas para manutenção da estabilidade do sistema, através da construção de um perfil de solo consolidado (Silva et al., 2020), favorecendo a mobilização de raízes, estruturação do solo, bem como, manutenção de água no perfil (Colmán et al., 2019; Lima et al., 2021; Awe et al., 2015). Ressalta-se a importância para o uso dessa espécie, conforme Maia et al. (2014), o emprego de *Urochloa* em sistema integrado contribuem para beneficiar o solo como a captação de água, agregação e aeração. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade física de um Latossolo Vermelho do Cerrado sob espécies do gênero *Urochloa* em Rio Verde – GO.

MATERIAL E MÉTODOS

Área experimental

O ensaio foi conduzido no Centro de Inovação e Tecnologia do Grupo Associado de Pesquisa do Sudoeste Goiano (GAPES) nas coordenadas 17°48'58" de latitude sul e 51°03'24" de oeste longitude, com 752 m de altitude.

A região que caracteriza o Cerrado é advinda de uma zona tropical, a qual tem por característica influência de massas de ar quentes, e podem se resumir em duas estações bem definidas, uma mais chuvosa e quente no verão e outra mais seca no inverno, com índices pluviométricos que variam entre 1000 mm e 2000 mm anuais. A distribuição das chuvas não é uniforme e as temperaturas mantêm-se elevadas quase o ano todo, com médias térmicas em torno de 26 °C e baixa amplitude térmica anual (Koppen e Geiger, 1923), podendo resultar na rápida decomposição de massa seca depositada no solo. Dados de precipitação podem ser visualizados na figura 1.

Os dados meteorológicos foram disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2020) da Estação Meteorológica Automática de Rio Verde (A025). Os dados meteorológicos contemplam o período de 01/01/2018 a 31/12/2018.

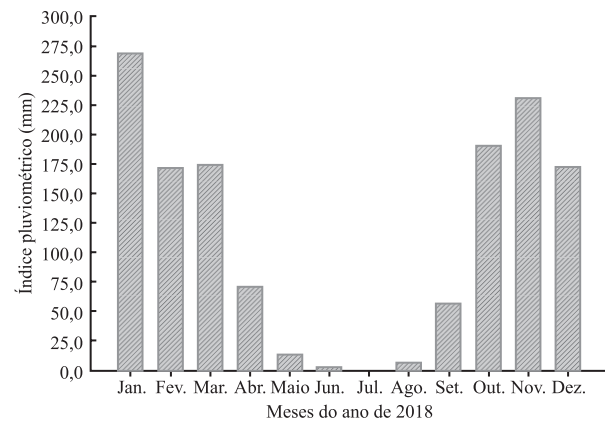


Figura 1 - Índice pluviométrico registrado na área experimental durante a condução do experimento em Rio Verde/GO

O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico (Santos et al., 2018). Foi realizada coleta de amostra de solo na camada de 0-20 cm para caracterização química antes do plantio das forrageiras (Tabela 1).



Tabela 1 - Propriedades físico-químicas de um Latossolo Vermelho distrófico em área com cultivo de *Urochloas* em Rio Verde/GO

pH	Ca	Mg	Al	H+Al	K	P
-	-----cmol _c dm ⁻³ -----					mg dm ⁻³
6,20	4,97	1,52	0,0	1,90	0,42	19,90
M.O	CTC	V	Argila	Silte	Areia	
g dm ⁻³	cmolc dm ⁻³	-----%				
28,60	8,88	78,50	47	23	20	

H+Al: acidez potencial; P: fósforo com extrator resina; M.O: matéria orgânica; CTC: capacidade de troca de cátions; V: saturação de bases.

Tratamentos

Os tratamentos foram constituídos de áreas cultivadas com diferentes forrageiras: *Urochloa brizantha* BRS Paiaguás, *Urochloa ruziziensis*, *Urochloa brizantha* cv. Marandú. O plantio foi realizado em 03/03/2018 logo após a colheita da soja (*Glycine max*), e as forrageiras permaneceram na área até dia 20/10/18.

Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em faixas com 4 repetições, com cada parcela possuindo 30 m de comprimento e 8 m de largura, totalizando 2.940 m².

Avaliações

As avaliações e amostragens de solo referentes a porosidade total, microporosidade, macroporosidade, densidade, diâmetro médio ponderado, diâmetro médio geométrico, percentagem de agregados >2,00 mm, peso seco de raiz, resistência do solo à penetração foram realizadas no dia 13/10/2018.

Para cada parcela, foram abertas duas trincheiras com dimensões de 0,4 m de largura x 0,8 m de comprimento x 1,30 m de altura. Em cada trincheira, foram retiradas, em triplicata, amostras de solo indeformadas com auxílio de anéis volumétricos de 100 cm³ nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-40 cm. Estas amostras foram utilizadas para análises de porosidade e de densidade do solo, seguindo a metodologia proposta por Almeida et al. (2017).

Os dados obtidos nas profundidades em estudo, foram agrupados para obtenção do valor médio na camada de 0-40 cm, visando equalizar com as avaliações de raiz que foram feitas nesta mesma profundidade.

Análises laboratoriais

A estabilidade de agregados em água foi determinada por peneiramento em meio líquido com

utilização de peneiras de 2,00; 1,00; 0,50; 0,25; 0,125 mm de diâmetro de malha conforme metodologia descrita em Kemper e Rosenau (1986). Com as porcentagens dos agregados retidos em cada peneira e o diâmetro médio das faixas de tamanhos dos agregados, em milímetros, determinaram-se o Diâmetro médio geométrico (DMG) que mostra o tamanho mais frequente dos agregados e o Diâmetro médio ponderado (DMP) que é uma estimativa da quantidade relativa de solo em cada classe de agregados e, é também expresso em milímetros (Kemper & Rosenau, 1986). O AGRI demonstra a percentagem de agregados > 2,00 mm (Wendling et al., 2005).

A microporosidade foi determinada com as amostras indeformadas colocadas em mesa de tensão e correspondeu à umidade volumétrica da amostra submetida a uma tensão de 0,006 MPa, após saturação. A porosidade total correspondeu à umidade volumétrica dividida pelo volume total e a macroporosidade por diferença entre a porosidade total e a microporosidade (Almeida et al., 2017).

A resistência do solo à penetração foi medida em campo através de um penetrômetro eletrônico até a profundidade de 60 cm conforme descrita em Molin et al. (2012). Para avaliação da matéria seca da raiz, foi realizada coleta de amostras de raiz com auxílio de anéis volumétricos (Bohm, 1979) com 7,5 cm de diâmetro x 7 cm de altura. Foram coletados quatro anéis de ferro por parcela nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-40 cm. Na separação das raízes do solo, cada anel foi lavado com água corrente sobre peneira de malha de 1mm. Seguidamente, as raízes foram levadas a estufa a 65°C, por um período de 48h, assim, determinando o peso seco de raiz.

Posteriormente a dessecação das *Urochloas*, foi realizado o plantio da soja, para que fosse observado a influência das *Urochloas* na produtividade de soja. Assim, antes da colheita foi realizada a contagem do estande de plantas (contado em duas linhas de 2 metros lineares por parcela) e, após a colheita, determinado o peso de 1000

grãos (quatro repetições) bem como a produtividade, corrigidos para uma unidade de 130 g kg⁻¹ (Brasil, 1992).

Análises estatísticas

A interpretação dos dados ocorreu através da estatística descritiva, com valores de média e de desvio padrão. Foi realizada a análise de variância e quando encontrada diferença significativa as médias foram submetidas ao teste de comparação de médias utilizando o teste de Tukey a 5% de probabilidade, com auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2019). Foi utilizada também a análise de componentes principais (ACP), que é uma técnica de estatística multivariada. Para isso, a ACP foi aplicada padronizando-se as unidades dos atributos com média igual a 0 e variância igual a 1 (Kaiser, 1958).

A ACP foi utilizada para explicar a estrutura da variância dos dados de solos por meio de correlações lineares das variáveis avaliadas com os componentes principais (CP) (Johnson e Wichern, 2002; Hair et al., 2005), cujo objetivo é identificar, em um conjunto de dados, uma variável que seja capaz de explicar parte significativa da variância, por meio de correlações lineares (Mingoti, 2005; Ferreira, 2008).

Com essa técnica, busca-se conhecer e interpretar as informações mais importantes contidas em amostras com diversas variáveis correlacionadas. As variáveis

originais são reduzidas em variáveis novas (componentes principais), que não se correlacionam entre si (ortogonais) e que são funções das combinações lineares das variáveis originais. Desse modo, a primeira componente absorverá a maior variabilidade dos dados; a segunda componente absorverá a maior variabilidade possível, imposta a condição de ortogonalidade e, assim, sucessivamente (Bartholomew, 2010). O programa estatístico utilizado para ACP foi o *statistica 7.0* (Stat Soft®).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados evidenciam não haver diferença significativa ($p > 0,05$) entre as espécies de *Urochloa* na porosidade total e macroporosidade do solo. A microporosidade apresentou diferença estatística ($p < 0,05$), onde a área com *Urochloa ruziziensis* apresentou maior valor médio de 0,37 m³m⁻³ quando comparada com a *Urochloa brizantha* cv. Paiaguás (0,32 m³m⁻³) e *Urochloa brizantha* cv. Marandú com 0,31 m³m⁻³ (Tabela 2).

Apesar disto, em todas as áreas avaliadas os valores de microporosidade do solo podem ser considerados satisfatórios, refletindo o potencial das gramíneas na preservação da água no solo, além de maior permeabilidade em profundidade conforme verificado em estudos de Bonilla-Bedoya et al. (2017) e Rodrigues et al. (2017).

Tabela 2 - Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico em área com cultivo de *Urochloas* em Rio Verde/GO

Variável	Unid	<i>Urochloa brizantha</i> cv. Paiaguás	<i>Urochloa ruziziensis</i>	<i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandú
PT	m ³ m ⁻³	0,53 ± 0,03 a	0,50 ± 0,08 a	0,53 ± 0,02 a
Mi	m ³ m ⁻³	0,32 ± 0,06 b	0,37 ± 0,04 a	0,31 ± 0,06 b
Ma	m ³ m ⁻³	0,18 ± 0,04 a	0,16 ± 0,04 a	0,22 ± 0,09 a
Ds	g cm ⁻³	1,26 ± 0,07 a	1,32 ± 0,09 a	1,27 ± 0,08 a
DMP	mm	2,40 ± 0,73 a	1,91 ± 0,68 b	2,22 ± 0,80 a
DMG	mm	3,66 ± 3,66 a	1,40 ± 0,56 a	2,19 ± 2,00 a
AGRI	%	70,04 ± 29,53 a	54,46 ± 26,88 b	66,48 ± 27,17 ab
PSR	g	1,05 ± 1,12 a	0,88 ± 0,41 a	1,67 ± 0,56 a
RP	MPa	1,16 ± 0,43 a	1,21 ± 0,47 a	1,18 ± 0,46 a

PT: porosidade total; Mi: microporosidade; Ma: macroporosidade; Ds: densidade; DMP: diâmetro médio ponderado; DMG: diâmetro médio geométrico; AGRI: percentagem de agregados >2,00 mm; PSR: peso seco de raiz; RP: resistência do solo à penetração; Unid: unidade. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

O diâmetro médio de agregados (DMP) foi maior no solo com *Urochloa brizantha* cv. Paiaguás e cv. Marandú com valores de 2,40 e 2,22 mm respectivamente, enquanto sob *Urochloa ruziziensis* apresentou valores de DMP de 1,91

mm (Tabela 2), de acordo com Stumpf et al. (2018), a espécie *Urochloa brizantha* fornece de forma contínua resíduos sobre o solo, resultando em um aumento nos estoques de C e adicionalmente promovendo maiores índices de DMP, pois



o carbono no solo é um influenciador direto no processo de agregação, agindo principalmente como agente cimentante de estabilização dos agregados no solo.

Em estudo de Silva et al. (2019), os autores detectaram maior recuperação de carbono no solo pela fitomassa em área com *Urochloa brizantha* em comparação com a área sob *Urochloa ruziziensis*, na camada de 20-30 cm. Nascente et al. (2015) também observaram em seu estudo um aumento do diâmetro de agregados do solo em área com a *Urochloa brizantha* quando comparado com as cultivares *Urochloa ruziziensis*.

O AGRI é um parâmetro diretamente relacionado ao DMP e reflete a percentagem de agregados > 2 mm. Assim, a *Urochloa brizantha* cv. Paiaguás apresentou maior ($p < 0,05$) AGRI de 70,04% quando comparado com *Urochloa ruziziensis* de 54,46% (Tabela 2) demonstrando que a *Urochloa brizantha* cv. Paiaguás promoveu maior conservação de agregados do solo com diâmetros maiores no solo.

Há uma grande quantidade de raízes produzidas por espécies de *Urochloa* em profundidade. A qualidade desse material adicionado ao solo (alta relação C/N) correlaciona-se positivamente com o índice de estabilidade de agregados (Nascente et al., 2015), cujo efeito é a diminuição da velocidade de decomposição, podendo proporcionar incremento de carbono em profundidade de forma mais gradativa, melhorando a agregação do solo (Costa et al., 2016; Faccin et al., 2016).

A caracterização da umidade do solo se mostrou maior na *Urochloa ruziziensis* com 23,26% seguida da *Urochloa brizantha* cv. Paiaguás com 23,07% e posteriormente a *Urochloa brizantha* cv. Marandú com 22,86% de umidade.

A avaliação da resistência do solo à penetração nas áreas variou de 1,16 a 1,21 MPa (Tabela 2) e pode ser considerada como moderada, independentemente do tipo de *Urochloa*, de acordo com a classificação de Arshad et al. (1996), onde uma resistência do solo à penetração de 0,01-1,0 MPa é considerada baixa; de 1,00-2,00 MPa moderada; de 2,00-4,00 MPa alta e > 4,00 MPa muito alta, para solos argilosos. Assim, os valores de resistência do solo à penetração obtidos neste estudo não indicaram impedimento físico de desenvolvimento da raiz.

Este resultado demonstra o potencial da *Urochloa* em melhorar o perfil do solo para as condições em que este trabalho foi conduzido e isto foi comprovado em vários estudos que utilizaram as *Urochloas* para avaliar a compactação do solo (Bonetti et al. 2018; Dalchiavon et al. 2017; Fidalski e Fidalski, 2015).

Os dados reunidos no componente principal 1 somaram 62,47% da variância total, significa dizer que mais de 60% dos dados podem ser explicados, avaliando-se o primeiro vetor que é capaz de ranquear as variáveis por ordem de importância, ou que mais contribuíram para explicar a variância no solo com diferentes forrageiras do gênero *Urochloa*.

O peso seco de raiz foi a variável que apresentou maior correlação positiva com CPI (Tabela 3), ou seja, foi a variável que mais explicou as mudanças no solo causadas pelos tipos de *Urochloa*, principalmente na área com *Urochloa brizanthas* cv. Marandú onde foi mais representativa (Figura 2). De forma semelhante, Flávio Neto et al. (2015) detectaram maior potencial de raiz em área sob *Urochloa brizanthas* (incluindo a cv. Marandú) em comparação a *Urochloa ruziziensis*, o que segundo os autores, espécies de *Urochloa brizantha* são recomendadas para recuperação edáfica de solo, devido a agressividade do sistema radicular destas espécies, capaz de romper camadas compactadas e garantir maior permeabilidade ao solo.

A microporosidade foi a segunda variável no ranking mais importante na explicação da variância e foi maior no solo com *Urochloas ruziziensis* (Figura 2). Além disso apresentou correlação negativa com CPI de -0,99, da mesma forma que as variáveis densidade do solo (-0,89) e resistência à penetração (-0,38) (Tabela 3), indicando tendências semelhantes de atributos físicos do solo sob *Urochloa ruziziensis*. Em estudo de Tavanti et al. (2019) avaliando o solo sob diferentes espécies de *Urochloa* em integração com culturas anuais, também identificaram correlação positiva entre os atributos microporosidade, densidade do solo e resistência à penetração e concluíram que as áreas com maiores valores dessas variáveis refletiram em menor intervalo hídrico ótimo de água no solo, o que pode limitar o desenvolvimento das culturas sucessoras.

A argila também apresentou correlação negativa com o CPI de -0,97, possivelmente, por solos mais argilosos serem mais susceptíveis a compactação. Sendo assim, quanto maior o teor de argila no solo (até 40%), maior a susceptibilidade à compactação (Tormena et al., 2017), promovendo maior microporosidade e densidade do solo. Esse efeito pode ser visualizado na Figura 2, onde os atributos citados foram reunidos em grupo apresentando mesma tendência com CPI (correlação negativa) principalmente no solo com *Urochloa ruziziensis*, indicando que na camada avaliada (0-40 cm), a espécie foi menos eficiente quando comparada às *Urochloa brizanthas* cv. Marandú em penetrar no solo.

Tabela 3 - Análise de componentes principais de atributos físicos do solo a 0 - 40 cm sob diferentes espécies de *Urochloa* em Rio Verde - GO

Item	Componente principal 1 (CP1)			Componente principal 2 (CP2)		
Variância total	62,47 %			37,53 %		
Variância acumulada	62,47 %			100 %		
Variável	R	Variância (%)	Ranking	R	Variância (%)	Ranking
Areia	-0,96	11,39	4°	0,27	1,53	10°
Argila	-0,97	11,58	3°	0,24	1,22	11°
Silte	0,89	9,85	8°	-0,45	4,09	7°
PT	0,90	10,09	6°	-0,42	3,69	8°
Mi	-0,99	11,04	2°	-0,11	2,10	12°
Ma	0,95	12,15	5°	-0,32	0,26	9°
Ds	-0,89	9,77	7°	-0,45	4,20	6°
DMP	0,44	2,40	10°	0,90	16,48	4°
DMG	0,19	0,43	13°	0,98	19,77	1°
AGRI	0,64	5,12	9°	0,76	11,96	5°
RP	-0,38	1,79	12°	-0,92	17,50	2°
PSR	1,00	12,31	1°	0,01	0,00	13°
UG	0,41	2,02	11°	-0,91	17,12	3°

PT: porosidade total; Mi: microporosidade; Ma: macroporosidade; Ds: densidade; DMP: diâmetro médio ponderado; DMG: diâmetro médio geométrico; AGRI: percentagem de agregados >2,00 mm; RP: resistência do solo à penetração; PSR: peso seco de raiz; UG: umidade gravimétrica; R: coeficiente de correlação.

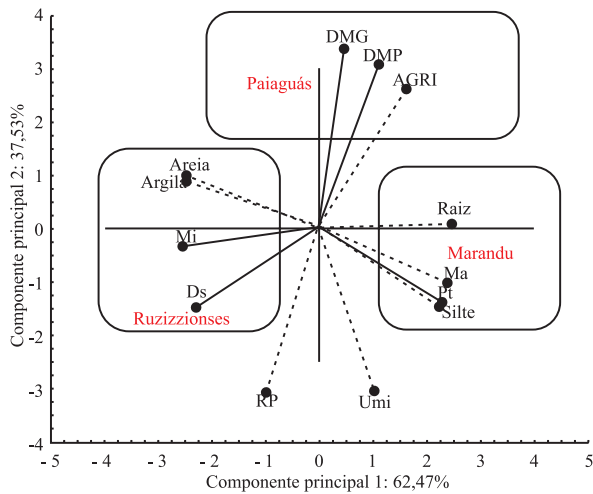


Figura 2 - Gráfico biplot da análise de componentes principais nas camadas de 0-40 cm de atributos físicos do solo sob diferentes espécies de *Urochloa*.

Ao considerar CP2, o DMG apresentou correlação positiva (0,98), seguida de resistência à penetração do solo com correlação negativa (-0,92), o que pode indicar que quando o DMG é maior, mais bem estruturado será o solo e, portanto, menores os valores de resistência do solo à penetração. E juntamente com DMG, o DMP e AGRI apresentara mesma tendência por serem variáveis altamente correlacionadas e foram variáveis mais expressivas na área com *Urochloa brizantha* cv. Paiaguás (Figura 2) indicando que a espécie apresentou maior potencial em promover agregação do solo quando comparada as demais *Urochloas*.

Os dados de stand de plantas e peso de mil grãos não apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) (Tabela 4) mostrando que todas as *Urochloas* desempenham papel similar nesses quesitos, no entanto obteve-se destaque da *Urochloa ruziziensis* com a variável número de sacas/h⁻¹ de soja.

Tabela 4 - Stand de plantas e peso de mil grãos de soja no período de safra plantada em área com diferentes manejos de entressafra, Rio Verde/GO

Variável	Unid	<i>Urochloa brizantha</i> cv. Paiaguás	<i>Urochloa ruziziensis</i>	<i>Urochloa brizantha</i> cv. Marandú
Stand de plantas	-	15,00 ± 2,00 a	16,00 ± 2,00 a	15,00 ± 2,00 a
PMG	g	160,31 ± 13,47 a	158,10 ± 12,29 a	154,18 ± 13,66 a
Sacas/ha	60 kg	58,00 ± 6,00 b	67,00 ± 4,00 a	61,00 ± 4,00 b

PMG: peso de mil grãos. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de tukey a 5% de probabilidade.

Possivelmente, a *Urochloa ruziziensis* favoreceu maior liberação de nutrientes no solo, o que pode ter influenciado no melhor desempenho da soja. Estudo de Mendonça et al. (2015) observaram maior potencial da *Urochloa ruziziensis* em comparação a *Urochloa brizantha* cv. Xaraés na liberação de N e K no solo. Em estudo de Pacheco et al. (2011), a *Urochloa ruziziensis* apresentou relação C/N de 34, enquanto a *Urochloa brizantha* de 49 aos 200 dias após a dessecação, indicando que a menor relação C/N da fitomassa de *Urochloa ruziziensis* propiciou uma decomposição mais acelerada e consequentemente liberação mais imediata de nutrientes no solo, promovendo assim, ambiente quimicamente mais favorável à cultura sucessora.

CONCLUSÕES

As espécies de *Urochloa brizantha* (cv. Paiaguás e cv. Marandú) apresentaram maior potencial de formação de agregados no solo quando comparadas com a *Urochloa ruziziensis*.

A quantidade de raiz no solo foi a variável que mais explicou a variância no solo causada pelas diferentes *Urochloas*.

O solo apresentou baixos valores de resistência à penetração (<1,3 MPa) com cultivo de *Urochloas*.

AGRADECIMENTOS

À Universidade de Rio Verde/GO e ao Grupo Associado de Pesquisa de Rio Verde (GAPES) pela concessão da área experimental.

LITERATURA CITADA

ALMEIDA, B. G.; FREITAS, P. L.; TEIXEIRA, W. G.; VIANA, J. H. M.; DONAGEMMA, G. K. Manual de métodos de análise de solo, 3.ed. rev. e ampl. Brasília, DF. Embrapa, 573p, 2017.

ANDRADE, R. A. S. *Acúmulo de biomassa e produção animal em pastos de capim Piatã e Paiaguás em sistema de integração lavoura-pecuária*. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados. – Dourados, MS: UFGD, 2015, 53p. <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1030664>

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. *Soil Science Society of America*, v.5, p.123-141, 1996.

AWE, G. O.; REICHERT, J. M.; WENDROTH, O. O. Temporal variability and covariance structures of soil temperature in a sugarcane field under different management practices in southern Brazil. *Soil and Tillage Research*, v.150, p.93-106, 2015. DOI: 10.1016/j.still.2015.01.013.

BALBINOT JUNIOR, A. A.; FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; YOKOYAMA, A. H. Contribution of roots and shoots of *Brachiaria* species to soybean performance in succession. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. v.58, p.592-598, 2017. DOI:10.1590/s0100-204x2017000800004

BARTHOLOMEW, D. J. Principal Components Analysis. *International Encyclopedia of Education*, v.2, p. 374–77, 2010. DOI: 10.1016/B978-0-08-044894-7.01358-0

BOHM, W. Methods of studying root systems. Berlim, Springer Verlag, 188p., 1979.

BONETTI, J. A.; PAULINO, H.B.; SOUZA, E. D.; CARNEIRO, M.A.C.; CAETANO, J. O. Soil physical and biological properties in an integrated crop-livestock system in the Brazilian Cerrado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 53, n. 11, Embrapa Informação Tecnológica, p. 1239–47, 2018. DOI:10.1590/s0100-204x2018001100006

BONILLA-BEDOYA, S.; LÓPEZ-ULLOA, M.; VANWALLEGHEM, T.; HERRERA-MACHUCA, M. A. Effects of land use change on soil quality indicators in forest landscapes of the Western Amazon. *Soil Science*, v.182, n.4, p.128-136, 2017. DOI: 10.1097/SS.0000000000000203.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Determinações adicionais – peso volumétrico. In: Regras para análise de sementes. Brasília: SNAD/DNDV/CLAV. cap.8, item 8.2, p.193-194, 1992.

- COLMÁN, P. J. R.; GENÚ, A. M.; LUSTOSA, S. B. C.; POTT, C. A. Atributos químicos do solo e produção de *Urochloa brizantha* cv. Marandu. *Investigación Agraria*, v. 21, n. 2, Facultad de Ciencias Agrarias, UNA, p. 108–116, 2019. DOI:10.18004/investig.agrar.2019.diciembre.108-116.
- COSTA, N. R.; ANDREOTTI, M.; ULIAN, N. A.; COSTA, B. S.; PARIZ, C. M.; TEIXEIRA FILHO, M. C. M. Acúmulo de nutrientes e tempo de decomposição da palhada de espécies forrageiras em função de épocas de semeadura. *Bioscience Journal*, v.31, n.3, p.818–829, 2016. DOI: 10.14393/BJ-v31n3a2015-22434
- DALCHIAVON, F.C.; MONTANARI, R.; ANDREOTTI, M. Production and quality of *Urochloa decumbens* (stapf) r.d. webster forage co-related to the physical and chemical properties of the soil. *Revista Ceres*, v. 64, n. 3, Universidade Federal de Viçosa, p. 315–326, 2017. DOI:10.1590/0034-737x201764030013.
- FACCIN, F. C.; MARCHETTI, M. E.; SERRA, A. P.; ENSINAS, S. C. Frações granulométricas da matéria orgânica do solo em consórcio de milho safrinha com capim-marandu sob fontes de nitrogênio. *Pesquisa Agropecuárias Brasileira*, v.51, n.12, p.2000–2009, 2016. DOI:10.1590/s0100-204x2016001200011
- FLÁVIO NETO, J.; SEVERIANO, E. C.; COSTA, K. A. P.; GUIMARÃES JUNNYOR, W. S., ANDRADE, R. Biological soil loosening by grasses from genus *Brachiaria* in croplivestock integration. *Acta Scientiarum*, v.37, p. 375-383, 2015. DOI: 10.4025/actasciagron.v37i3.19392.
- FERREIRA, D. F. Estatística Multivariada. 1st ed. Lavras: UFLA, 2008.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, v. 37, p. 529-535, 2019.
- FIDALSKI, J.; FIDALSKI, J. Qualidade física de Latossolo Vermelho em sistema de integração lavoura-pecuária após cultivo de soja e pastejo em braquiária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 50, n.11, Embrapa Informação Tecnológica, p. 1097–1104, 2015. DOI:10.1590/S0100-204X2015001100013.
- HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. Análise multivariada de dados. Porto Alegre: Bookman, 593p, 2005.
- INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Banco de dados meteorológicos para ensino e pesquisa. Disponível: <<http://www.inmet.gov.br/>> Acesso em 24/04/2020.
- JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. Applied multivariate statistical analysis. 5 ed. Upper Saddle River, Prentice Hall, 767 p, 2002.
- KAISER, H. F. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. *Psychometrika*, v.23, p.178-200, 1958.
- KEMPER, W. D.; ROSENAU, R. C; Aggregate stability and size distribution. In: Klute, A. (Ed.). Methods of soil analysis. Madison: *American Society of Agronomy*. Part, 1, p. 425-442, 1986.
- KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes. Wall-map 150cmx200cm, 1923.
- LIMA, S. S., BIASI, D.; FERREIRA, C. S.; MATOS, P. S.; ROCHA, L. V.; PEREIRA, M. G.; ZONTA, E. Epigeal fauna and soil attributes in a cover-cropped organic vegetable system. *Ciência Rural*, v. 51, n. 8, p. 1–9, 2021. DOI: 10.1590/0103-8478cr20200842.
- MAIA, G. A.; COSTA, K. A. P.; SEVERIANO, E. C.; EPIFANIO, P. S.; FLÁVIO NETO, J.; RIBEIRO, M. G.; FERNANDES, P. B.; SILVA, J. F. G.; GONÇALVES, W. G. Yield and Chemical Composition of *Brachiaria* Forage Grasses in the Offseason after Corn Harvest. *American Journal of Palnt Science*, v. 5, p. 933-941, 2014.
- MELO, G. B. PEREIRA, M. G.; PERIN, A.; GUARESCHI, R. F.; SOARES, P. F. C. Estoques e frações da matéria orgânica do solo sob os sistemas plantio direto e convencional de repolho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.51, p.1511-1519, 2016. DOI:10.1590/s0100-204x2016000900050
- MENDONÇA, V. Z.; MELLO, L. M. M.; ANDREOTTI, M.; PARIZ, C. M.; YANO, E. H.; PEREIRA, F. C. B. L. liberação de nutrientes da palhada de forrageiras consorciadas com milho e sucessão com soja. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 39, p. 183-193, 2015. DOI: 10.1590/01000683rbc20150666
- MINGOTI, S. A. Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada. Belo Horizonte: UFMG, 295p, 2005.
- MOLIN, J. P.; DIAS, C. T. D.; CARBONERA, L. Estudos com penetrometria: Novos equipamentos e amostragem correta. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 16, n. 5, p. 584-590, jan. 2012.
- NASCENTE, A. S.; Li, Y.; CRUSCIOL, C. A. C. Soil aggregation, organic carbon concentration, and soil bulk density as affected by cover crop species in a no-tillage system. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 39 p. 871-879, 2015. doi:10.1590/01000683rbc20140388



- OLIVEIRA, S. M.; ALMEIDA, R. E. M.; PIEROZAN JUNIOR, C.; REIS, A. F. B.; SOUZA, L. F. N.; FAVARIN, J.L. Contribution of corn intercropped with *Brachiaria* species to nutrient cycling. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v. 49, e55018, 2019. DOI: 10.1590/1983-40632019v4955018
- PACHECO, L. P.; LEANDRO, W. M.; MACHADO, P. L. O. A.; ASSIS, R. L.; COBUCCI, T.; MADARI, B. E.; PETTER, F. A. Produção de fitomassa e acúmulo de nutrientes por plantas de cobertura na safrinha. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 46, n. 1, p. 17-25, 2011. DOI: 10.1590/S0100-204X2011000100003
- RODRIGUES, M.; RABÊLO, F. H. S.; CASTRO, H. A.; ROBOREDO, D.; CARVALHO, M. A. C.; ROQUE, C. G. Changes in chemical properties by use and management of an Oxisol in the Amazon biome. *Revista Caatinga*, v. 30, n. 2, p. 278-286, 2017. DOI: 10.1590/1983-21252017v30n202rc.
- SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. *Sistema brasileiro de classificação de solos*, 5. ed. rev. e ampl. Brasília, DF. Embrapa Solos, 355p, 2018.
- SILVA, P. L. F.; OLIVEIRA, F. P.; PEREIRA, W. E.; BORBA, J. O. M.; TAVARES, D. D.; SANTOS, T. E. D.; MARTINS, A. F. Estoques de carbono e retenção hídrica em biomassa de gramíneas no agreste da Paraíba. *Brazilian Journal of Biosystems Engineering* v.13, n.2, p.155-167, 2019. DOI: 10.1017/CBO9781107415324.004.
- SILVA, G. S. F.; ANDRADE JÚNIOR, A. S.; CARDOSO, M. J.; ARAÚJO NETO, R. B. Dinâmica da água no solo e produtividade em consórcio de milho e *Brachiaria ruziziensis*. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, [S. l.], v. 50, p. e59809, 2020. DOI: 10.1590/1983-40632020v5059809.
- STUMPF, L.; LEAL, O. A.; PAULETTO, E. A.; PINTO, L. F. S.; REIS, D. A.; PINTO, M. A. B.; TUCHTENHAGEN, I. K. Tensile strength and organic matter fractions in aggregates of a grass-covered mined soil under early stage recovery. *Soil and Tillage Research*, v. 176, n. October 2017, p. 69–76, 2018. DOI: 10.1016/j.still.2017.11.006.
- TAVANTI, R. F. R.; FREDDI, O. S.; MARCHIORI, V.; TAVANTI, T. R.; GALINDO, F. S.; WRUCK, F. J.; SHIRATSUCHI, L.; BREDA, C. C. Least limiting water as a soil indicator in an integrated crop-livestock systems of the Cerrado, Brazil. *Geoderma Regional*, v. 19, e00232, 2019. DOI: 10.1016/j.geodrs.2019.e00232.
- TORMENA, C. A.; ANGHINONI, E.; WATANABE, R.; FERREIRA, C. J. B. Boletim de Pesquisa. *Fundação MT*, p.109-124, 2017.
- VALLE, C. B.; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; VALÉRIO, J. R.; FERNANDES, C. D.; MACEDO, M. C. M.; VERZIGNASSI, J. R.; MACHADO, L. A. Z. BRS Paiaguás: A new *Brachiaria* (*Urochloa*) cultivar for tropical pastures in Brazil. *Tropical Grasslands – Forrajes Tropicales*, Campo Grande-MS, v.1, n.1, p.121-122, 2013. DOI:1. 121. 10.17138/TGFT(1)121-122.
- VALLE, C. B.; EUCLIDES, V. B. P. E.; MONTAGNER, D. B.; VALÉRIO, J. R.; BONATO, A. B. M.; VERZIGNASSI, J. R.; TORRES, F. Z. V.; MACEDO, M. C. M.; FERNANDES, C. D.; BARRIOS, S. C. L.; DIAS FILHO, M. B.; MACHADO, L. A. Z.; ZIMMER, A. H. BRS Ipyporã (“belo começo” em guarani): híbrido de *Brachiaria* da Embrapa, *Embrapa Gado de Corte*. Brasília, DF. 1 ed., 2017.
- WENDLING, B.; JUCKSCH, I.; MENDONÇA, E. S.; NEVES, J. C. L. Carbono orgânico e estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho sob diferentes manejos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 40, p. 487-494, 2005.

Recebido para publicação em 10/07/2021, aprovado em 30/09/2021 e publicado em 30/10/2021.