



Resposta do capim Paiaguás à compactação do solo e doses de dejetos líquido de suínos

Mateus de Moraes FONSECA ¹ , Mayra SAUCEDA*¹ , Renata Vilalba REIS ¹ ,
Oscarlina Lúcia dos Santos WEBER ¹ , Fabrício Tomaz RAMOS ² , Flábele Soares da SILVA ³ 

¹ Programa de Pós-Graduação em Agricultura Tropical, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, MT, Brasil.

² Empresa Mato-grossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural, Cuiabá, MT, Brasil.

³ Papalotla Sementes, Regente Feijó, SP, Brasil.

*E-mail: samayradr20@gmail.com

Submetido em: 18/01/2026; Aceito em: 05/08/2026; Publicado em: 19/08/2026.

RESUMO: Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito da compactação do solo e da adubação com dejetos líquido de suínos (DLS) sobre as características produtivas e morfológicas do capim *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 3×4 , com três níveis de densidade do solo (NDS: 1,0; 1,2; 1,3 g cm⁻³) e quatro doses de DLS (0; 100; 200; 300 m³ ha⁻¹), totalizando 36 unidades experimentais em colunas de PVC (35 cm de altura e 200 mm de diâmetro). Após 15 dias da semeadura, as plantas foram submetidas a corte de uniformização e, aos 40 dias, foram avaliados o número de folhas, o número de perfilhos, a altura da planta, o diâmetro do colmo, a massa seca da parte aérea e a massa seca das raízes. Os resultados indicaram que o maior NDS (1,3 g cm⁻³) favoreceu o desenvolvimento morfológico da planta, enquanto doses intermediárias de DLS (164 a 294 m³ ha⁻¹) promoveram os maiores incrementos na biomassa aérea e radicular. O capim-paiaguás demonstra elevado desenvolvimento radicular mesmo em solo mais compactado, evidenciando potencial para cultivo em condições de restrição física. A aplicação de dejetos líquido de suínos influencia positivamente as características morfológicas da forrageira e contribui para a melhoria das propriedades físicas do solo.

Palavras-chave: adubação orgânica; características morfológicas; densidade do solo; *Urochloa brizantha*.

Response of Paiaguás grass to soil compaction and liquid swine manure dosages

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the effects of soil compaction and fertilization with liquid swine manure (LSM) on the productive and morphological characteristics of *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás. The experiment followed a 3×4 factorial design, with three soil density levels (SDL: 1.0, 1.2, and 1.3 g cm⁻³) and four SDL application dosages (0, 100, 200, and 300 m³ ha⁻¹), totaling 36 experimental units. The experimental units consisted of PVC columns (20 cm in diameter and 35 cm in height). 15 days after sowing, the plants were cut to ensure uniformity, and at 40 days, the number of leaves and tillers, plant height, culm diameter, and the dry mass of shoots and roots were evaluated. The results indicated that higher SDL (1.3 g cm⁻³) favored plant morphological development, while intermediate doses of LSM (164 to 294 m³ ha⁻¹) promoted the greatest increases in above-ground and root biomass. Paiaguás grass shows high root development even in more compacted soil, demonstrating potential for cultivation under physically restrictive conditions. The application of liquid swine manure positively influences the morphological characteristics of forage crops and improves soil physical properties.

Keywords: morphological characteristics; organic fertilization; soil density; *Urochloa brizantha*.

1. INTRODUÇÃO

A sustentabilidade das pastagens e a produtividade das plantas estão diretamente relacionadas às propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (PÉREZ et al., 2022). Entre esses atributos físicos, a compactação do solo destaca-se como um dos fatores limitantes ao desenvolvimento e à produtividade das culturas, pois afeta a estrutura do solo, a aeração e a disponibilidade de água e de nutrientes (SILVA, 2021a).

Práticas agropecuárias extensivas e o manejo inadequado do pastejo, com ênfase no superpastejo, aceleram esse processo, comprometendo a qualidade do solo e o desempenho das pastagens (OJEDA et al., 2022; NASCIMENTO JÚNIOR et al., 2023). Nas pastagens

tropicais, os impactos da compactação do solo dependem da gramínea utilizada no sistema. Em gramíneas forrageiras como *Urochloa brizantha*, esses efeitos podem restringir a exploração de camadas mais profundas do solo, afetando negativamente a rebrota, a persistência da pastagem e a produção de forragem, especialmente em períodos de déficit hídrico (RAYNE; AULA, 2020; OJEDA et al., 2022).

Nesse contexto, o capim Paiaguás (*Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaguás) destaca-se pelo elevado potencial de produção de forragem e de biomassa, características que favorecem sua utilização em sistemas de plantio direto e de integração lavoura-pecuária (RAYNE; AULA, 2020). No entanto, ainda são escassos os estudos que avaliam o desempenho dessa cultivar sob condições de compactação do solo, o que

evidencia a necessidade de investigar seu potencial de descompactação biológica. Espécies do gênero *Urochloa* têm demonstrado elevada eficiência na melhoria da qualidade física do solo, promovendo efeitos mais duradouros do que os da subsolagem (CALONEGO et al., 2017; MOURA et al., 2021). Além disso, o sistema radicular dessas forrageiras favorece a formação de bioporos, aumentando a condutividade hidráulica e a faixa de água menos limitante do solo (FLÁVIO NETO et al., 2015; SILVA et al., 2019; SILVA et al., 2021b). Em particular, Flávio Neto et al. (2015) observaram que as cultivares Xaraés e Piatã demonstraram elevado potencial de rompimento de camadas compactadas, reforçando a importância de avaliar se o capim BRS Paiaгуá apresenta comportamento semelhante.

Nesse contexto, a recuperação da qualidade física do solo e das pastagens torna-se um processo fundamental para reverter a degradação, aumentar a competitividade do setor agropecuário e mitigar os impactos ambientais. Para isso, é imprescindível adotar estratégias que promovam a restauração dos atributos do solo e favoreçam o desenvolvimento das plantas.

Nesse sentido, o uso de plantas com sistemas radiculares profundos e estruturantes, associadas à incorporação de materiais orgânicos, como esterco e urina de animais, tem se mostrado uma estratégia eficiente para a melhoria dos atributos do solo. Entre essas fontes orgânicas, destaca-se o deјeto líquido de suínos (DLS), cuja aplicação geralmente promove o aumento do carbono orgânico do solo (COS) e da matéria orgânica do solo (MOS) (ANTONELI et al., 2019; SCHUSTER et al., 2019). Além de contribuir para a qualidade do solo, essa prática representa uma alternativa viável para reduzir a dependência de fertilizantes químicos, que elevam os custos e podem causar impactos ambientais negativos (MARTINEZ et al., 2021).

Assim, o reaproveitamento do DLS em sistemas produtivos também contribui para a mitigação da poluição ambiental, ao mesmo tempo em que potencializa a eficiência dos fertilizantes minerais e favorece o desenvolvimento das culturas (RAYNE; AULA, 2020; ROQUE; SANTOS, 2022). Francisco et al. (2021) destacam que o DLS é rico em nutrientes e matéria orgânica, promovendo o aumento dos estoques de nitrogênio, carbono e enxofre no solo, além de melhorar a agregação das partículas do solo. Silva et al. (2024) também ressaltam que a aplicação desses deјetos proporciona incrementos nos atributos físicos, químicos e eletroquímicos do solo, reforçando seu potencial como insumo sustentável para sistemas agrícolas.

Partindo dessa premissa, este estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da compactação do solo e da adubação com deјeto líquido de suínos sobre as características produtivas e morfológicas do capim *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaгуá.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área de estudo

O experimento foi realizado em casa de vegetação da Faculdade de Agronomia e Zootecnia (FAAZ) da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), no município de Cuiabá, MT, em ambiente protegido por telados superiores e laterais para o controle de insetos.

2.2. Desenho experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em arranjo fatorial 3×4 , com três níveis de densidade do solo (NDS: 1,0, 1,2 e 1,3 g cm⁻³) e quatro doses de deјeto líquido de suínos (DLS: 0, 100, 200 e 300 m³ ha⁻¹), em três repetições, totalizando 36 parcelas experimentais. A espécie avaliada foi *Urochloa brizantha* cv. BRS Paiaгуá.

2.3. Execução do experimento

O solo utilizado (Tabela 1) foi coletado na camada de 0–0,20 m de profundidade de um Cambissolo de classe textural areia franca. O solo foi corrigido, seguindo a recomendação de Ribeiro et al. (1999) a fim de elevar a saturação por bases para 45%.

As unidades experimentais foram compostas por 36 colunas confeccionadas em tubos de policloreto de vinila (PVC), com 35 cm de altura e 200 mm de diâmetro. Cada coluna foi seccionada em quatro cilindros acopláveis (Figura 1A), permitindo sua montagem e desmontagem conforme a necessidade experimental. A estrutura foi organizada de cima para baixo, composta por um cilindro superior de 5 cm de altura, seguido de três cilindros de 10 cm cada (Figura 1B).

O primeiro cilindro superior e os dois últimos cilindros foram preenchidos com solo ajustado à densidade de 1,0 g cm⁻³, enquanto o segundo cilindro, abaixo do primeiro e acima do terceiro (5–10 cm de profundidade), foi destinado especificamente à aplicação dos tratamentos com DLS e NDS, executados isoladamente, incluindo as condições de solo compactado e testemunha (Figura 2A). Essa configuração estrutural do segundo cilindro foi planejada para simular uma barreira física superficial inserida na zona do perfil do solo, frequentemente afetada pela compactação em pastagens submetidas ao pisoteio animal. Embora o impacto do gado seja mais intenso nos primeiros centímetros do solo, seus efeitos podem se estender até aproximadamente 15 cm de profundidade, promovendo o aumento da densidade do solo e da resistência à penetração, bem como a redução da porosidade (BATISTA et al., 2020; NASCIMENTO JÚNIOR et al., 2023). A manutenção da camada de 0–5 cm, de menor densidade, teve como objetivo proporcionar condições adequadas para a emergência e o estabelecimento inicial das plântulas.

Tabela 1. Características químicas e granulométricas do solo na camada de 0 a 0,20 m de profundidade.

Table 1. Chemical and particle-size characteristics of the soil in the 0 to 0.20 m depth layer.

pH	P	K	Ca+Mg	Al	H+Al	SB	CTC	V	M.O	Areia ⁽¹⁾	Silte	Argila
CaCl ₂	---mg dm ⁻³ ---		-----cmol _c dm ⁻³ -----					%	g kg ⁻¹	-----g kg ⁻¹ -----		
4,1	1,7	1,1	1,8	0,5	3,5	1,8	5,3	33,8	5,8	776,0	47,0	176,0

⁽¹⁾ Teores de areia, silte e argila, obtidos pelo método da pipeta (TEIXEIRA et al., 2017); teor de matéria orgânica do solo por queima em mufla a 600 °C por 6 h; pH em CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹ na proporção 1:2,5 (solo: CaCl₂); P e K trocáveis, extraídos com solução de HCl 0,05 mol L⁻¹ e H₂SO₄ 0,025 mol L⁻¹ (Mehlich I); Ca, Mg e Al trocáveis, extraídos com solução de KCl 1 mol L⁻¹; H e Al, extraídos com solução de acetato de cálcio a pH = 7; CTC: Capacidade de troca catiônica; MO: matéria orgânica; V: saturação por bases (SILVA, 2009).

(1) Sand, silt, and clay contents obtained by the pipette method (TEIXEIRA et al., 2017); soil organic matter content via muffle furnace combustion at 600 °C for 6 h; pH in 0.01 mol L⁻¹ CaCl₂ at a 1:2.5 ratio (soil:CaCl₂); exchangeable P and K extracted with 0.05 mol L⁻¹ HCl and 0.025 mol L⁻¹ H₂SO₄ solution (Mehlich I); exchangeable Ca, Mg, and Al extracted with 1 mol L⁻¹ KCl solution; H and Al extracted with calcium acetate solution at pH 7; CEC: Cation exchange capacity; OM: organic matter; V: base saturation (SILVA, 2009).



Figura 1. Unidades experimentais constituídas por colunas de PVC de 200 mm. A) Colunas seccionadas, B) Estrutura das colunas.
Figure 1. Experimental units consisting of 200 mm PVC columns. A) Sectioned columns, B) Column structure.

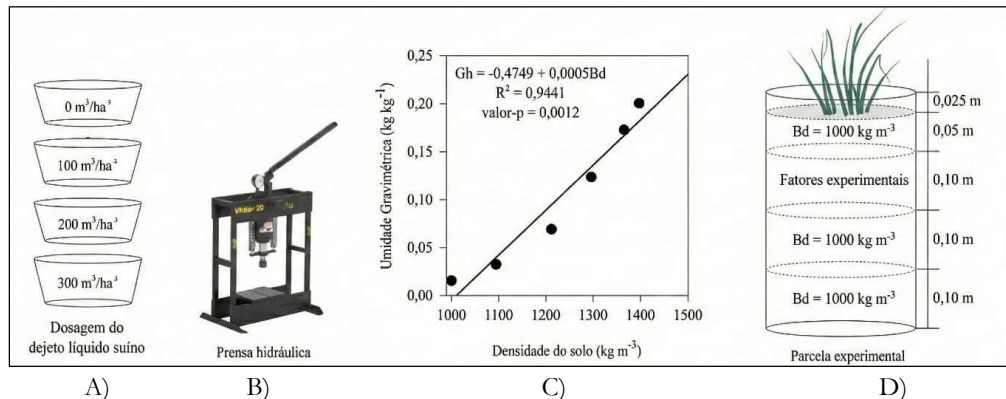


Figura 2. Desenho das colunas experimentais: (A) Incorporação das doses de dejetos líquido de suíno em amostras de solo, acondicionadas em recipientes de 500 L; (B) Compactação das amostras de solo sob diferentes teores de água; (C) Ajuste dos pares de dados obtidos na etapa B por regressão linear e padronização dos níveis de densidade do solo nas colunas; (D) Tratamentos experimentais (3 x 4), seguidos da sobreposição e vedação dos segmentos cilíndricos das colunas.
Figure 2. Design of the experimental columns: (A) Incorporation of liquid swine manure doses into soil samples placed in 500 L containers; (B) Compaction of soil samples at different water contents; (C) Fitting of data pairs obtained in step B via linear regression and standardization of soil density levels within the columns; (D) Experimental treatments (3 x 4), followed by the stacking and sealing of the cylindrical column segments.

A massa de solo utilizada em cada coluna foi calculada com base no volume dos respectivos cilindros. No cilindro superior (5 cm de altura), foram acondicionados 1,57 kg de solo, enquanto nos dois cilindros inferiores (10 cm de altura), utilizaram-se 6,28 kg em cada um. Para o cilindro intermédio (10 cm de altura), destinado aos tratamentos de densidade do solo, as massas foram ajustadas para 3,14; 3,77 e 4,08 kg, correspondentes a NDS de 1,0; 1,2 e 1,3 g cm⁻³, respectivamente.

A massa de solo e as doses de DLS necessárias para a obtenção das densidades foram previamente determinadas por meio de um teste preliminar, com ajuste de uma curva de regressão entre a umidade e a densidade do solo (Figura 2C). As equações obtidas permitiram definir as condições de umidade para a compactação e estabelecer as densidades experimentais, limitadas a 1,3 g cm⁻³ devido ao comportamento da curva de compactação.

Com base nesses valores, o solo foi homogeneizado com as respectivas doses de DLS e acondicionado no cilindro intermédio. Em seguida, a compactação do solo foi realizada com o auxílio de uma prensa hidráulica (Figura 2B) até atingir as densidades de 1,0, 1,2 e 1,3 g cm⁻³. No tratamento testemunha (sem aplicação de DLS), utilizou-se apenas água, em volume equivalente ao empregado nos demais tratamentos, garantindo condições uniformes de umidade durante o processo de compactação. A umidade do solo no momento da compactação foi ajustada com base nas análises de regressão descritas anteriormente, considerando também

a umidade adicionada pelo DLS, a fim de garantir condições uniformes entre os tratamentos.

As doses de DLS foram calculadas com base nas exigências nutricionais do capim-Paiaguás, equivalentes à aplicação de 100, 30 e 60 kg ha⁻¹ de N, P e K, respectivamente, conforme recomendação de Cantarutti et al. (1999). O volume aplicado foi estabelecido com base no teor de água correspondente a 70% da capacidade de campo (CC), equivalente a 731,27 mL, condição adotada para assegurar a adequada disponibilidade hídrica no solo e minimizar a deficiência de oxigênio na zona radicular. Ressalta-se que o objetivo do estudo foi avaliar o potencial do dejetos líquido de suínos como fonte de matéria orgânica para a mitigação dos efeitos da compactação do solo e para o estímulo ao crescimento radicular, não sendo prevista a inclusão de um tratamento com adubação mineral. A composição química do DLS foi determinada previamente (Tabela 2), conforme a metodologia descrita pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2017).

Como o aporte de nutrientes fornecido pelo DLS não atendia às exigências nutricionais do capim-Paiaguás, foi necessário complementar a adubação com fertilizantes minerais, utilizando ureia como fonte de N, superfosfato simples como fonte de fósforo (P₂O₅) e cloreto de potássio como fonte de potássio (K₂O). As doses de fertilizantes minerais adicionadas foram calculadas com base no volume de DLS aplicado e na massa de solo utilizada em cada unidade experimental (Tabela 3). Após a incorporação e

Resposta do capim paiaguás à compactação do solo e doses de dejetos líquido de suíno

homogeneização dos fertilizantes minerais e das respectivas doses de DLS ao solo, o DLS foi incubado por sete dias antes

da compactação, visando favorecer a interação entre os nutrientes, a matéria orgânica do dejetos e o solo.

Tabela 2. Características químicas e densidade do dejetos líquido de suínos.

Table 2. Chemical characteristics and density of liquid swine manure.

pH	N total	N amoniacal	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	S	Zn	Cu	Fe	Mn	B	Densidade g cm ⁻³
----- mg L ⁻¹ -----												
7,0	1987,0	89,0	439,0	19,5	73,0	87,3	1,7	1,1	53,0	0,7	4,2	0,8

Tabela 3. Exigência nutricional do capim-paiaguás, quantidade de nutrientes fornecida pelo dejetos líquido de suínos (DLS) e complementação mineral por unidade experimental, em função da densidade do solo e das doses de DLS.

Table 3. Nutritional requirement of Paiaguás grass, amount of nutrients supplied by liquid swine manure (LSM), and mineral supplementation per experimental unit, as a function of soil bulk density and LSM rates.

Nutrientes		Dose de DLS	Densidade do solo (g cm ⁻³)		
		(m ³ ha ⁻¹)	1,0	1,2	1,3
Exigência nutricional da planta (g coluna ⁻¹)					
N			0,345	0,417	0,442
P ₂ O ₅			0,265	0,315	0,340
K ₂ O			0,265	0,315	0,340
Nutrientes fornecidos pelo DLS por unidade (g coluna ⁻¹)					
N-total			0,310	0,380	0,422
P ₂ O ₅		100	0,068	0,082	0,090
K ₂ O			0,003	0,002	0,002
N-total			0,627	0,750	0,855
P ₂ O ₅		200	0,137	0,165	0,187
K ₂ O			0,006	0,005	0,007
N-total			0,937	1,127	1,225
P ₂ O ₅		300	0,207	0,247	0,262
K ₂ O			0,009	0,011	0,010
Complementação mineral (g coluna ⁻¹)					
N			-	0,037	0,020
P ₂ O ₅		100	0,196	0,232	0,337
K ₂ O			0,262	0,312	0,337
N			-	-	-
P ₂ O ₅		200	0,127	0,150	0,152
K ₂ O			0,259	0,310	0,332
N			-	-	-
P ₂ O ₅		300	0,057	0,067	0,077
K ₂ O			0,256	0,304	0,330

Após a incubação, procedeu-se à montagem das colunas experimentais. Em seguida, foram semeadas cinco sementes de capim-Paiaguás por coluna. Quinze dias após a emergência, realizou-se o desbaste, mantendo-se quatro plantas por unidade experimental, selecionando-se as mais homogêneas e vigorosas (Figura 3). Quando as plantas atingiram 20 cm de altura, realizou-se o corte de uniformização a 15 cm da superfície do solo, conforme a metodologia descrita por Pedreira et al. (2017).

O manejo hídrico foi realizado com base na capacidade de campo do solo. Para isso, determinou-se inicialmente a umidade de referência por meio da saturação por capilaridade de um vaso (10 dm³) contendo o solo, seguida de drenagem livre até a interrupção do escoamento da água. A massa obtida nessa condição foi adotada como referência para o monitoramento da umidade do solo ao longo do experimento. A necessidade de reposição hídrica foi estimada diariamente pela diferença entre a massa de referência e a

massa das colunas obtida nas pesagens, atribuída à água perdida por evapotranspiração.



Figura 3. Parcelas experimentais (coluna de PVC de 200 mm).

Figure 3. Experimental plots (200 mm PVC column).

Quarenta dias após a semeadura, foram realizadas medições morfológicas das plantas, tais como: contagem de folhas e perfilhos, altura média e diâmetro dos colmos. Para a avaliação da biomassa, realizou-se o corte da parte aérea a 5 cm do solo. Em seguida, o solo das colunas foi retirado para a coleta das raízes. Tanto a parte aérea quanto as raízes foram secas em estufa com circulação de ar a 60 °C até atingirem massa constante, o que permitiu determinar a massa seca de cada fração vegetal.

2.4. Análises estatísticas

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk ($p > 0,05$). Em seguida, foi realizada a análise de correlação de Pearson, com teste t ($\alpha = 0,05$), para avaliar as relações entre as variáveis físicas e químicas do solo e as características do capim-Paiaguás. Para avaliar os efeitos das densidades do solo e das doses de DLS, os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e, quando houve efeito significativo, aplicou-se o teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). Para o fator quantitativo (doses de DLS), procedeu-se à análise de regressão, considerando a produtividade de massa seca (g coluna⁻¹) como variável dependente e atributos físicos e químicos do solo como variáveis independentes. As análises estatísticas foram realizadas no software SigmaPlot® versão 12.5.

3. RESULTADOS

3.1. Efeitos do DLS e dos NDS nas características morfológicas

De acordo com os resultados da análise de variância (Tabela 4), observaram-se interações significativas ($p \leq 0,05$) entre as doses de DLS e os NDS para o número de perfilhos, o número de folhas, a altura da planta, a massa seca da parte

aérea (MSPA) e a massa seca das raízes (MSR), com ajuste predominante ao modelo de regressão quadrática. Por outro lado, o diâmetro do colmo não apresentou interação significativa ($p > 0,05$), sendo influenciado apenas pelas doses de DLS ($p \leq 0,05$).

O aumento das doses de DLS promoveu incrementos no número de perfilhos e de folhas em todos os níveis de densidade do solo, com respostas expressivas na densidade de $1,3 \text{ g cm}^{-3}$, com valores médios de $11,06$ perfilhos planta⁻¹ coluna⁻¹ e $39,34$ folhas planta⁻¹ coluna⁻¹ (Figura 4). A maior produção de perfilhos foi observada nesse nível de compactação, associada a doses intermediárias de DLS. A

maior produção de folhas foi associada à adubação com $164,54 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de DLS, o que representou um incremento de 34% em relação à testemunha.

O diâmetro do colmo apresentou resposta quadrática em função das doses de DLS, com valor máximo estimado em doses intermediárias, independente da densidade do solo (Figura 5). A altura das plantas foi significativamente influenciada pela interação entre DLS e NDS, apresentando valores mais elevados ($85,1 \text{ cm}$) nas doses intermediárias de DLS ($188,6 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$), especialmente na densidade de $1,3 \text{ g cm}^{-3}$ (Figura 5).

Tabela 4. Análise de variância para o número de perfilhos e de folhas, altura da planta, diâmetro do colmo, massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca das raízes (MSR).

Table 4. Analysis of variance for the number of tillers and leaves, plant height, stem diameter, shoot dry mass (SDM), and root dry mass (RDM).

FV ⁽¹⁾	Nº Perfilho	Nº Folhas	Diâmetro do colmo (mm)	Altura planta (cm)	MSPA (g planta ⁻¹)	MSR (g planta ⁻¹)
Grau de compactação	0,0001*	0,0004*	0,0696 ns	0,2657 ns	0,0000*	0,0000*
Dose DLS	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*	0,0000*
Grau de compactação x dose	0,0074*	0,0003*	0,3975 ns	0,0083*	0,0000*	0,0000*
CV (%)	16,80	16,51	15,68	8,88	14,47	18,60
R ² (%)	82,63	93,59	96,37	99,89	96,37	77,86

*Significativo a 5% de probabilidade no teste F ($p \leq 0,05$); ns = não significativo a 5% de probabilidade no teste F ($p > 0,05$).

⁽¹⁾ FV: Fonte de variação.

*Significant at the 5% probability level in the F-test ($p \leq 0,05$); ns = not significant at the 5% probability level in the F-test ($p > 0,05$).

(1) SV: Source of variation

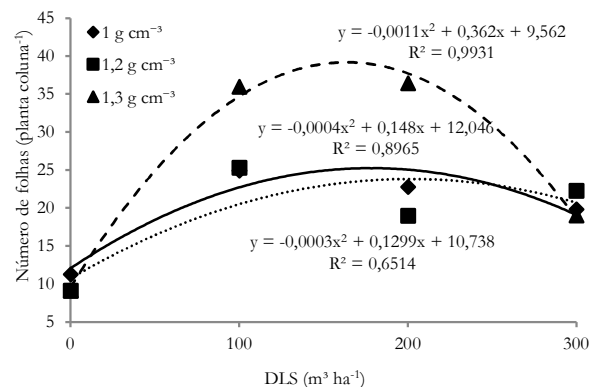
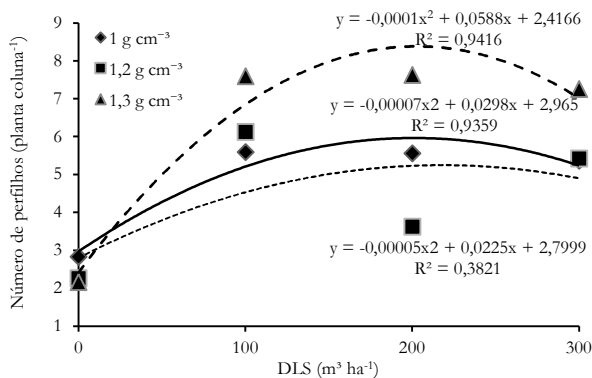


Figura 4. Número de perfilhos (planta coluna⁻¹) e de folhas (planta coluna⁻¹) do capim-paiaguás em função da adubação com dejetos líquidos de suínos e da densidade do solo.

Figure 4. Number of tillers (plant column⁻¹) and leaves (plant column⁻¹) of Paiaguás grass as a function of fertilization with liquid swine manure and soil density.

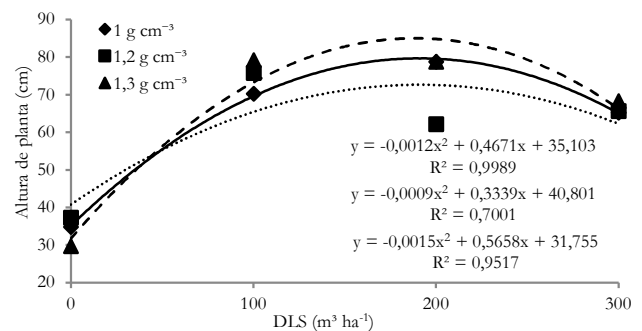
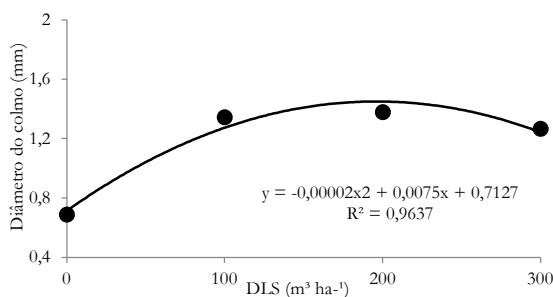


Figura 5. Diâmetro do colmo (mm) e altura das plantas (cm) do capim-paiaguás em função da adubação com dejetos líquidos de suínos e da densidade do solo.

Figure 5. Stem diameter (mm) and plant height (cm) of Paiaguás grass as a function of fertilization with liquid swine manure and soil density.

3.2. Produção de biomassa aérea e radicular do capim-paiaгуá

A MSPA e a MSR do capim-paiaгуá variaram em função dos NDS e das doses de DLS. A MSPA apresentou resposta quadrática às doses de DLS, com valores máximos na densidade de 1,3 g cm⁻³ (Figura 6), enquanto, nas densidades de 1,2 e 1,0 g cm⁻³, os incrementos foram menos expressivos.

A MSR apresentou ajuste quadrático para as três densidades de solo avaliadas. Na densidade de 1,3 g cm⁻³, observou-se a maior resposta à aplicação de DLS, com incremento da MSR até a dose de 200 m³ ha⁻¹, seguido de

redução na dose de 300 m³ ha⁻¹. Nas densidades de 1,0 e 1,2 g cm⁻³, a resposta também apresentou um efeito quadrático, com incremento gradual nas menores doses e redução apenas na maior dose de DLS aplicada (Tabela 5). As médias gerais evidenciaram maior produção de biomassa radicular na densidade de 1,3 g cm⁻³, indicando que a interação entre a compactação moderada do solo e a adubação com deјeto líquido de suínos favoreceu o desenvolvimento do sistema radicular, o que se refletiu positivamente no crescimento e no desempenho produtivo do capim-paiaгуá.

Tabela 5. Massa seca de raízes (MSR) do capim-paiaгуá em diferentes densidades do solo (NDS) sob adubação com deјeto líquido de suínos (DLS).

Table 5. Root dry mass (RDM) of Paiaгуá grass at different soil bulk densities (SBD) under fertilization with liquid swine manure (LSM).

NDS (g cm ⁻³)	DLS (m ³ ha ⁻¹)				Média	Equação de regressão	R ²	P (Linear)	P (Quadrático)
	0	100	200	300					
Massa seca de raiz (g planta coluna ⁻¹)									
1,0	0,4a	3,57a	3,92b	2,84b	2,68	y= -0,0001x ² + 0,0395x + 0,4782	0,9873	< 0,0000*	0,0100*
1,2	0,52a	2,75b	2,34c	1,59c	1,8	y= -0,00007x ² + 0,0252x + 0,6381	0,9085	< 0,0000*	< 0,0000*
1,3	0,25a	3,42a	7,64a	3,54a	3,71	y= -0,0002x ² + 0,0687x - 0,2176	0,8412	< 0,0000*	< 0,0000*
Média	0,39	3,24	4,63	2,65	-				

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. P (Linear) e P (Quadrático) correspondem aos testes de significância dos componentes linear e quadrático da regressão. *Significativo a 5% de probabilidade (p < 0,05). Means followed by the same letter in the column do not differ from each other according to Tukey's test at the 5% probability level. P (Linear) and P (Quadratic) correspond to the significance tests for the linear and quadratic regression components. *Significant at the 5% probability level (p < 0.05).

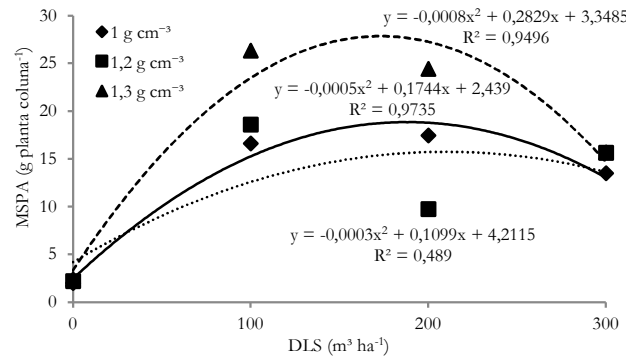


Figura 6. Massa seca da parte aérea (MSPA - g planta coluna⁻¹) do capim-paiaгуá em função da adubação com deјeto líquido de suínos e da densidade do solo.

Figure 6. Shoot dry mass (SDM - g plant⁻¹ column⁻¹) of Paiaгуá grass as a function of liquid swine manure fertilization and soil density.

4. DISCUSSÃO

As variáveis morfológicas (número de perfilhos, número de folhas, diâmetro do colmo e altura das plantas) e produtivas (MSPA e MSR) apresentaram interação significativa entre NDS e DLS. Esse resultado indica que a resposta do capim-Paiaгуá ao DLS dependeu da densidade do solo; consequentemente, os efeitos da compactação variaram em função da dose aplicada (Tabela 6). Essa interação demonstra que os fatores físicos e nutricionais atuaram de forma integrada no crescimento da forrageira.

O efeito do DLS sobre o crescimento das plantas pode ser explicado não apenas pelo fornecimento de nutrientes, especialmente N, P e K, mas também pelas alterações promovidas nos atributos químicos e físicos do solo. A adição de matéria orgânica favorece a formação e

estabilização de agregados, aumenta a atividade microbiana, melhora a retenção de água e reduz a resistência mecânica à penetração das raízes. Como consequência, ocorre maior exploração do volume de solo pelo sistema radicular, o que aumenta a absorção de água e nutrientes e se reflete diretamente no crescimento da parte aérea (SACOMORI et al., 2016; MATSUOKA et al., 2019; KOHN et al., 2020).

Esses mecanismos explicam por que o efeito da compactação depende da dose de DLS. Nas menores doses, o aporte de nutrientes e de matéria orgânica pode não ter sido suficiente para mitigar as limitações físicas impostas pela maior densidade do solo. Em contrapartida, nas doses intermediárias, o DLS forneceu nutrientes em quantidade adequada, provavelmente contribuindo para a melhoria das condições físicas do solo, reduzindo parcialmente os efeitos da compactação, embora os mecanismos envolvidos não tenham sido avaliados diretamente neste estudo, o que permitiu maior desenvolvimento morfológico e acúmulo de biomassa. Já na maior dose, alguns parâmetros reduziram, indicando que o aumento da disponibilidade de nutrientes não resultou em benefícios adicionais e pode ter provocado desequilíbrios nutricionais ou alterações químicas desfavoráveis ao crescimento inicial das plantas (BATISTA et al., 2018; MELO et al., 2020).

Da mesma forma, a resposta ao DLS variou conforme a densidade do solo. Nas densidades de 1,0 e 1,2 g cm⁻³, as condições físicas já eram relativamente favoráveis ao crescimento radicular, sendo menos evidente o benefício adicional proporcionado pelo DLS. Por outro lado, na densidade de 1,3 g cm⁻³, em que havia maior limitação física, os efeitos positivos do DLS tornaram-se mais expressivos, resultando em maiores incrementos nas características morfológicas e produtivas da forrageira.

Tabela 6. Número de perfilhos e de folhas, altura da planta e MSPA do capim-paiaguás sob níveis de densidade do solo (NDS) em solo adubado com dejetos líquido de suínos (DLS).

Table 6. Number of tillers and leaves, plant height, and shoot dry matter (SDM) of Paiaguás grass under soil bulk density (NDS) levels in soil fertilized with liquid swine manure (DLS).

NDS (g cm ⁻³)	Doses de DLS (m ³ ha ⁻¹)				Média	Equação de regressão
	0	100	200	300		
Número de perfilhos (planta coluna ⁻¹)						
1,0	2,83 a	5,6 b	5,56 b	5,36 b	4,83	y= -0,00007x ² + 0,0298x + 2,965 R ² = 0,9359
1,2	2,26 a	6,13 b	3,63 c	5,43 b	4,36	y= -0,00005x ² + 0,0225x + 2,7999 R ² = 0,3821
1,3	2,16 a	7,6 a	7,63 a	7,26 a	6,16	y= -0,0001x ² + 0,0588x + 2,4166 R ² = 0,9416
Média	2,41	6,44	5,60	6,01	-	
Número de folhas (planta coluna ⁻¹)						
1,0	11,3 a	24,9 b	19 b	19,8 a	18,75	y= -0,0004x ² + 0,148x + 12,046 R ² = 0,8965
1,2	9,1 a	25,3 b	22,8 b	22,3 a	19,87	y= -0,0003x ² + 0,1299x + 10,738 R ² = 0,6514
1,3	9,1 a	36 a	36,4 a	19,1 a	25,15	y= -0,0011x ² + 0,362x + 9,562 R ² = 0,9931
Média	9,83	28,73	26,06	20,4	-	
Altura da planta (cm)						
1,0	34,8 a	70,3 a	78,8 a	65,3 a	62,30	y= -0,0012x ² + 0,4671x + 35,103 R ² = 0,9989
1,2	37,3 a	75,6 a	62,2 b	65,8 a	60,22	y= -0,0009x ² + 0,3339x + 40,801 R ² = 0,7001
1,3	29,76 a	79,3 a	78,9 a	68,3 a	64,06	y= -0,0015x ² + 0,5658x + 31,755 R ² = 0,9517
Média	33,95	75,06	73,3	66,46	-	
Massa seca da parte aérea (g planta coluna ⁻¹)						
1,0	1,9 a	15,6 b	17,4 b	13,5 a	12,10	y= -0,0005x ² + 0,1744x + 2,439 R ² = 0,9735
1,2	2,2 a	18,6 b	9,7 c	15,6 a	11,52	y= -0,0003x ² + 0,1099x + 4,2115 R ² = 0,489
1,3	2,4 a	26,3 a	24,4 a	15,7 a	17,20	y= -0,0008x ² + 0,2829x + 3,3485 R ² = 0,9496
Média	2,16	20,16	17,16	14,93	-	

Médias seguidas pela mesma letra na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Means followed by the same letter in the column do not differ from each other according to the Tukey test at the 5% probability level.

Embora a compactação do solo normalmente reduza o crescimento vegetal em razão da menor porosidade, da menor disponibilidade de oxigênio e da maior resistência mecânica ao crescimento radicular e da parte aérea (DIAS-FILHO; LOPES, 2019), a densidade de 1,3 g cm⁻³ contribuiu com os maiores valores para diversas variáveis quando associada às doses intermediárias de DLS (Tabela 6). Esse resultado provavelmente está relacionado ao nível moderado de compactação, que promove maior contato entre as partículas do solo e as raízes, sem restringir severamente o crescimento radicular. Nessas condições, ocorre maior retenção de água e adsorção de nutrientes, fatores que contribuem para um ambiente mais favorável ao desenvolvimento das plantas (SILVA; ALVES, 2019; MELO et al., 2020; SOUZA et al., 2023).

Outro aspecto que provavelmente contribuiu para esse comportamento foi a maior eficiência na absorção de P, uma vez que esse nutriente tem baixa mobilidade no solo e é transportado principalmente por difusão. Assim, o maior contato entre raízes e partículas do solo, em condições de compactação moderada, pode aumentar a absorção desse nutriente (SOUZA et al., 2023). Associado ao fornecimento de P pelo DLS, esse mecanismo provavelmente contribuiu para o maior desenvolvimento radicular observado na densidade de 1,3 g cm⁻³ (Tabela 5), favorecendo, posteriormente, o crescimento da parte aérea. Além disso, o capim-Paiaguás apresenta sistema radicular vigoroso, característica típica das espécies do gênero *Urochloa*, conferindo elevada capacidade de explorar camadas mais densas do solo e de formar bioporos (ROSOLEM; PIVETTA, 2017; PAIVA FILHO et al., 2021). Dessa forma, a compactação moderada utilizada neste estudo aparentemente permaneceu abaixo do limite crítico para a

espécie, permitindo que o crescimento radicular fosse mantido e potencializado pela aplicação do DLS.

Os incrementos observados no número de perfilhos e folhas, na altura das plantas, no diâmetro do colmo, na MSPA e na MSR refletem diretamente a melhoria no crescimento e no desenvolvimento das plantas. O aumento do perfilhamento indica maior emissão de gemas basais, uma vez que a formação de cada nova folha favorece o surgimento de uma gema com potencial para originar um novo perfilho (MARTUSCELLO et al., 2019). Esse processo depende do suprimento adequado de nutrientes e da disponibilidade de fotoassimilados. Paralelamente, o maior número de folhas amplia o índice de área foliar, aumentando a interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e, consequentemente, a capacidade fotossintética da planta, o que favorece o acúmulo de biomassa (CRUZ et al., 2021; MARTINS et al., 2022).

O maior diâmetro de colmo (Figura 5) e a maior altura das plantas (Figura 5) também refletem melhores condições de crescimento proporcionadas pelas doses intermediárias de DLS, indicando a existência de uma faixa ótima de disponibilidade de nutrientes para o desenvolvimento estrutural da forrageira. Esses resultados evidenciam que o fornecimento equilibrado de nutrientes favorece não apenas o acúmulo de biomassa, mas também a formação de estruturas essenciais ao crescimento vegetal (MELO et al., 2020). Nesse contexto, o colmo desempenha funções fundamentais de sustentação e de transporte de água, nutrientes e fotoassimilados, de modo que seu desenvolvimento está diretamente relacionado ao crescimento em altura da planta (EMERENCIANO et al., 2019). Além disso, o diâmetro do colmo constitui um importante indicador do potencial produtivo, por apresentar relação direta com a massa de forragem produzida

(KIRCHNER et al., 2020), reforçando a importância do manejo adequado da adubação para maximizar o desempenho da forrageira.

De forma semelhante, o número de perfilhos (Figura 4) aumentou até aproximadamente 294 m³ ha⁻¹ de DLS o que representou incremento de 27,5% em relação à testemunha. O resultado demonstra que a adubação orgânica pode compensar parcialmente as limitações físicas impostas pela compactação. Entretanto, Adesanya et al. (2016) observaram que a redução da densidade aparente foi mais evidente com o uso do dejetos líquido de suínos, indicando que a magnitude desse efeito depende do tipo de resíduo aplicado.

Por outro lado, a redução observada no número de folhas e no diâmetro dos colmos nas maiores doses de DLS evidencia que incrementos sucessivos na aplicação do resíduo não resultam necessariamente em maior crescimento das plantas. Resultados semelhantes foram relatados por Magalhães et al. (2020), que verificaram maior eficiência dos biofertilizantes em doses intermediárias. Segundo Batista et al. (2018), aplicações excessivas podem promover competição entre nutrientes ou causar efeitos tóxicos, reduzindo a eficiência da adubação, especialmente na fase inicial de estabelecimento da cultura.

No que se refere à MSPA (Figura 6), a maior produção foi observada na densidade de 1,3 g cm⁻³, com aproximadamente 177 m³ ha⁻¹ de DLS, indicando que o melhor desenvolvimento estrutural se refletiu diretamente no acúmulo de biomassa. Esse resultado reforça que a melhoria das condições físicas do solo, associada ao fornecimento de nutrientes, favoreceu o desenvolvimento radicular e aumentou a capacidade de absorção de água e de nutrientes.

Comportamento semelhante foi observado para a MSR, em que a maior produção (22,89 g coluna⁻¹) ocorreu na densidade de 1,3 g cm⁻³, com a dose de aproximadamente 220 m³ ha⁻¹ de DLS. O maior desenvolvimento radicular provavelmente resultou da combinação entre a compactação moderada, maior disponibilidade de P e elevada capacidade de exploração do solo, características das gramíneas do gênero *Urochloa*, o que favoreceu a formação de bioporos e contribuiu para melhorias graduais na estrutura física do solo (FLÁVIO NETO et al., 2015; ROSOLEM; PIVETTA, 2017; CALONEGO et al., 2017; MOURA et al., 2021).

Entretanto, esses resultados diferem daqueles relatados por Oliveira et al. (2023), que observaram redução no crescimento de forrageiras sob compactação, mas corroboram com os estudos de Pereira et al. (2019) e Silva et al. (2015), que demonstraram elevada eficiência agrônômica do DLS quando utilizado em doses intermediárias. Além do fornecimento de nutrientes, diversos trabalhos relatam incrementos no carbono orgânico e na matéria orgânica do solo após aplicações sucessivas de dejetos suíno, promovendo melhorias na estrutura física e na retenção de água, tanto em forrageiras quanto em culturas anuais, reforçando sua viabilidade como alternativa à adubação mineral (PINTO et al., 2014; SILVA et al., 2015; ALBUQUERQUE et al., 2017; YOST et al., 2022).

De forma geral, os resultados indicam que o maior desempenho obtido na densidade de 1,3 g cm⁻³ pode ser atribuído não à compactação em si, mas à associação entre uma compactação moderada, ainda não limitante para o capim-Paiguás, e doses intermediárias de DLS, capazes de melhorar simultaneamente as condições nutricionais, físico-químicas e biológicas do solo. Essa combinação favoreceu o desenvolvimento do sistema radicular, aumentou a eficiência

de absorção de água e de nutrientes e resultou em maior crescimento da parte aérea e maior produção de biomassa, demonstrando o potencial do DLS como alternativa sustentável à adubação mineral quando utilizado em doses adequadas.

5. CONCLUSÕES

O capim-paiguás apresenta elevada capacidade de desenvolvimento radicular mesmo na maior densidade de solo (1,3 g cm⁻³), indicando potencial de adaptação a condições de restrição física. A aplicação de dejetos líquidos de suínos favorece as características morfológicas da forrageira, com melhores respostas obtidas em doses entre 164,54 e 294 m³ ha⁻¹, correspondentes aos pontos máximos estimados pelas equações de regressão. Por se tratar de um estudo realizado em condições controladas, são necessários estudos a campo para validar sua aplicação em condições de cultivo.

6. REFERÊNCIAS

- ADESANYA, T.; AKINREMI, O.; ZVOMUYA, F. Physical properties of an Orthic Black Chernozem after 5 years of liquid and solid pig manure application to annual and perennial crops. **Canadian Journal of Soil Science**, v. 96, p. 145-153, 2016. <https://doi.org/10.1139/cjss-2015-0086>
- ALBUQUERQUE, D. C.; SCHEFFER-BASSO, S. M.; ESCOSTEGUY, P. A.; BRUSTOLIN-GOLIN, K. D.; ZABOT, V.; MIRANDA, M. Residual effect of pig slurry on common carpet grass pasture. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, p. 374-378, 2017. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n6p374-378>
- ANTONELI, V.; MOSELE, A. C.; BEDNARZ, J. A.; PULIDO-FERNÁNDEZ, M.; LOZANO-PARRA, J.; KEESSTRA, S. D.; RODRIGO-COMINO, J. Effects of applying liquid swine manure on soil quality and yield production in tropical soybean crops (Paraná, Brazil). **Sustainability**, v. 11, n. 14, e3898, 2019. <https://doi.org/10.3390/su11143898>
- BATISTA, M. A.; INOUE, T. T.; ESPER NETO, M.; MUNIZ, A. S. Fertilidade do solo, adubação e nutrição mineral. In: BRANDÃO FILHO, J. U. T.; FREITAS, P. S. L.; BERIAN, L. O. S.; GOTO, R. (Eds.). **Hortaliças-fruto**. Maringá: EDUEM, s/n. p. 113-162, 2018. <https://doi.org/10.7476/9786586383010.0006>
- BATISTA, P. H. D.; ALMEIDA, G. L. de; SILVA, J. L. da; LINS, F. A.; SILVA, M. V. da; CORDEIRO JUNIOR, J. J. F. Hydro-physical properties of soil and pasture vegetation coverage under animal trampling. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, n. 12, p. 854-860, 2020. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n12p854-860>
- CALONEGO, J. C.; RAPHAEL, J. P. A.; RIGON, J. P. G.; OLIVEIRA NETO, L. D.; ROSOLEM, C. A. Soil compaction management and soybean yields with cover crops under no-till and occasional chiseling. **European Journal of Agronomy**, v. 85, p. 31-37, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2017.02.001>
- CANTARUTTI, R. B.; ALVAREZ, V. V. H.; RIBEIRO, A. C. Pastagens. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. V. H. (Eds.) **Recomendações para uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação**. Viçosa, MG: CFSEMG/UFV, 1999. p. 332-341.

- CRUZ, N. T.; PIRES, A. J. V.; FRIES, D. D.; JARDIM, R. R.; SOUSA, B. M. de L.; DIAS, D. L. S.; BONOMO, P.; RAMOS, B. L. P.; SACRAMENTO, M. R. S. V. do. Fatores que afetam as características morfológicas e estruturais de plantas forrageiras. **Research, Society and Development**, v. 10, e5410716180-e5410716180, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16180>
- DIAS-FILHO, M. B.; LOPES, M. J. S. **Respostas de cultivares de Brachiaria humidicola de Brachiaria brizantha “Marandu” ao alagamento do solo**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2019. 27 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 137)
- EMERENCIANO NETO, J. V.; BEZERRA, M. G. D. da S.; FRANÇA, A. F. de; AGUIAR, E. M. de; DIFANTE, G. dos S. Características estruturais e produtivas em híbridos intraespecíficos e interespecíficos de capim-elefante. **Ciência Animal Brasileira**, v. 20, p.1-11, 2019. <https://doi.org/10.1590/1809-6891v20e-46788>
- FLÁVIO NETO, J.; SEVERIANO, E. da C.; COSTA, K. A. de P.; GUIMARÃES JÚNNYOR, W. S.; GONÇALVES, W. G.; ANDRADE, R. Biological soil loosening by grasses from genus *Brachiaria* in crop-livestock integration. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 37, n. 3, p. 375-383, 2015. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v37i3.19392>
- FRANCISCO, C. A. L.; LOSS, A.; BRUNETTO, G.; GONZATTO, R.; GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; VIDAL, R. F. Aggregation, carbon, nitrogen, and natural abundance of ^{13}C and ^{15}N in soils no-tillage system fertilized with injection and surface application of pig slurry for five years. **Carbon Management**, v. 12, n. 3, p. 275-287, 2021. <https://doi.org/10.1080/17583004.2021.1920822>
- HAIR JR., J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L. **Análise Multivariada de Dados**. 6ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2009. 688p.
- KIRCHNER, J. H.; ROBAINA, A. D.; PEITER, M. X.; TORRES, R. R.; MEZZOMO, W.; ROSSO, R. B. Altura de plantas e diâmetro de colmos de sorgo forrageiro irrigado em função de cortes. **Revista Irriga**, v. 25, n. 2, p. 223-233, 2020. <https://doi.org/10.15809/irriga.2020v25n2p223-233>
- KOHN, L. S.; CARDUCCI, C. E.; BARBOSA, J. dos S.; BOSCO, L. C.; ROSSONI, D. F. Effect of flaxseed root performance on the structural quality of a Haplumbert under a conservationist management system in Santa Catarina, Brazil. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 41, p. 2523-2540, 2020. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2020v41n6p2523>
- MAGALHÃES, H. S.; ILUKU, B. N.; JESUS, J. V. M. de; BRANDÃO JUNIOR, D. D. S.; MARTINS, M.; COLEN, F. Produtividade e qualidade de espigas e de sementes de milho crioulo produzidas em diferentes doses de biofertilizante suíno. **Cadernos de Agroecologia**, v. 15, n. 4, p.1-5, 2020.
- MAPA_Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes e corretivos**. Brasília: MAPA / Biblioteca Nacional de Agricultura – BINAGRI, 2017. 226p.
- MARTINEZ, H. E. P.; MAROTTA, J. J. L.; MANGAS, I. B. **Relações solo-planta: Bases para a nutrição e produção vegetal**. ed. UFV, 2021. 416 p.
- MARTINS, P. F. C.; ALVES, R. T. B.; GABE, J. T.; GAMA, D. B. F.; LIMA, R. O.; SILVA, P. S. da; GUILHERME, D. de O.; MATEUS, R. G. Recuperação de pastagem degradada com utilização de biofertilizante e *Moringa oleifera*: revisão. **Pubvet**, v. 16, p. 1-17, 2022. <https://doi.org/10.31533/pubvet.v16n02a1031.1-17>
- MARTUSCELLO, J. A.; RIOS, J. F.; FERREIRA, M. R.; ASSIS, J. A.; BRAZ, T. G. S.; CUNHA, D. N. F. Produção e morfogenese de capim BRS Tamani sob diferentes doses de nitrogênio e intensidades de desfolhação. **Boletim de Indústria Animal**, v. 76, n. 5, p. 1-10, 2019. <https://doi.org/10.17523/bia.2019.v76.e1441>
- MATSUOKA, M.; CARON, C.; ROSA, J. R. P.; SCHALLEMBERGER, J. B.; GOMES, C. N.; ROS, C. O. da. Impacto da aplicação de dejetos líquidos de suínos na qualidade de solos do oeste catarinense. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 8, p. 540-562, 2019. <https://doi.org/10.19177/rgsa.v8e12019540-562>
- MELO, G. G. de; GOMES, M. B.; DEL CARRATORE, R. R.; SILVA, V. L. da; ROSWALKA, L. C.; TARSITANO, R. A. Morfogenese do capim-marandu em área degradada submetido a estratégias de manejo e adubação nitrogenada. **Scientific Electronic Archives**, v. 14, n. 6, p. 1-7, 2020. <https://doi.org/10.36560/14620211285>
- NASCIMENTO JÚNIOR, L. F. do; TORINO, A. B.; SILVA, L. M. da; COSTA, K. A. de P.; BILEGO, U. O.; MENEZES, C. C. E. de; SEVERIANO, E. da C. Modeling and quantification of soil compaction promoted by animal trampling in an integrated crop-livestock system. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 44, n. 3, p. 1179-1196, 2023. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2023v44n3p1179>
- OJEDA, A. A.; FARIA, R. B. de; SCALON, H. B.; SAKAI, C.; MARTINEZ, K. A. Potencial de uso de leguminosas forrageiras em áreas de pastagens degradadas. **Revista Magsul de Agronomia**, s/v, p. 1-13, 2022.
- OLIVEIRA, M. B.; MENEZES, J. F. S.; ROBERTI, G.; FERREIRA, M. do P.; POLICARPO, V. H. C.; OLIVEIRA, A. M. de; MENEZES, C. C. E. de. Produção de biomassa e teores de clorofila de plantas de cobertura em solos compactados. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 4, e22612441171, 2023. <https://doi.org/10.33448/rsd-v12i4.41171>
- PAIVA FILHO, V. D. de; TAVARES, R. L. M.; FERREIRA, C. dos S.; GONÇALO, T. P.; SILVA JÚNIOR, J. F. da. Atributos físicos do solo em área com capim *Brizantha* e *Ruziziensis*. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 11, p. 366-374, 2021. <https://doi.org/10.21206/rbas.v11i1.12846>
- PEDREIRA, C. G. S.; SILVA, V. J.; PEDREIRA, B. C.; SOLLENBERGER, L. E. Herbage accumulation and organic reserves of palisadegrass in response to grazing management based on canopy targets. **Crop & Pasture Science**, v. 68, p. 62-73, 2017. <https://doi.org/10.2135/cropsci2016.11.0957>
- PEREIRA, V. J.; ASSIS, D. F. de; LANA, R. M. Q.; SILVA, A. de A.; PEREIRA, H. S. Fertilization with liquid swine manure increases productivity and improves the quality of *Urochloa decumbens*. **Bioscience Journal**, v. 35, n. 6, p. 1862-1870, 2019. <http://dx.doi.org/10.14393/BJ-v35n6a2019-46998>
- PÉREZ, Y. E. R.; REYES, B. R.; NÚÑEZ, Y. E.; BORROTO, O. G. Estado mineral en suelos de lecherías bubalinas en la Provincia Granma, Cuba. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 5,

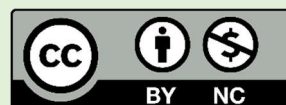
- p. 2233-2245, 2022. <https://doi.org/10.34188/bjaerv5n2-060>
- PINTO, M. A. B.; FABBRIS, C.; PÉRES, C. J.; SANTI, A. L.; GIROTTI, E. Aplicação de deјeto líquido de suínos e manejo do solo na sucessão aveia/milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, p. 205-212, 2014. <https://doi.org/10.1590/S1983-40632014000200002>
- RAYNE, N.; AULA, L. Livestock manure and the impacts on soil health: A review. **Soil Systems**, v. 4, n. 4, e64, 2020. <https://doi.org/10.3390/soilsystems4040064>
- RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. 359 p.
- ROQUE, L. C.; SANTOS, J. L. S. Recuperação de solos degradados com a utilização de deјetos líquidos de suínos como biofertilizantes. **Revista Eletrônica Interdisciplinar**, v. 14, n. 2, p. 59-69, 2022.
- ROSOLEM, C. A.; PIVETTA, L. A. Mechanical and biological approaches to alleviate soil compaction in tropical soils: assessed by root growth and activity (Rb uptake) of soybean and maize grown in rotation with cover crops. **Soil Use and Management**, v. 33, n. 1, p. 141-152, 2017. <https://doi.org/10.1111/sum.12313>
- SACOMORI, W.; CASSOL, P. C.; ERNANI, P. R.; MIQUELUTTI, D. J.; COMIN, J. J.; GATIBONI, L. C. Concentração de nutrientes na solução do subsolo de lavoura fertilizada com deјeto líquido de suínos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 15, p. 245-258, 2016. <https://doi.org/10.5965/223811711532016245>
- SILVA, A. de A.; COSTA, A. M. da; LANA, R. M. Q.; PEREIRA JUNIOR, A. M. Potencialidade da aplicação de deјetos líquidos de suínos em pastagem de *Brachiaria decumbens*. **Acta Iguazu**, v. 4, n. 1, p. 66-80, 2015. <https://doi.org/10.48075/actaiguazu.v4i1.12547>
- SILVA, A. de A.; LANA, A. M.; LANA, R. M.; COSTA, A. M. da. Fertilização com deјetos suínos: influência nas características bromatológicas da *Brachiaria decumbens* e alterações no solo. **Engenharia Agrícola**, v. 35, p. 254-265, 2015. <https://doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v35n2p254-265/2015>
- SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2ª ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 627 p.
- SILVA, J. F. G.; GONÇALVES, W. G.; COSTA, K. A. de P.; FLÁVIO NETO, J.; BRITO, M. F. de; SILVA, F. C. da; SEVERIANO, E. C. Crop-livestock integration and the physical resilience of a degraded Latosol. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 40, p. 2973-2990, 2019. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2019v40n6Supl2p2973>
- SILVA, P. L. F. Compactação e seus efeitos sobre o funcionamento do solo e a absorção de nutrientes pelas plantas: Uma revisão bibliográfica. **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 3, n. 2, p. 24-33, 2021a. <https://doi.org/10.5281/zenodo.5118286>
- SILVA, R. F. da; SEVERIANO, E. da C.; OLIVEIRA, G. C. de; BARBOSA, S. M.; PEIXOTO, D. S.; TASSINARI, D.; SILVA, B. M.; SILVA, S. H. G.; DIAS JÚNIOR, M. de S.; FIGUEIREDO, T. d'A. F. R. Changes in soil profile hydraulic properties and porosity as affected by deep tillage soil preparation and *Brachiaria* grass intercropping in a recent coffee plantation on a naturally dense Inceptisol. **Soil and Tillage Research**, v. 213, e105127, 2021b. <https://doi.org/10.1016/j.still.2021.105127>
- SILVA, R. T. da; JESÚS, W. A. de; SOARES, M. R. dos S.; BARROS, A. I.; WEBER, O. L. dos S. Efeito das doses de deјeto líquido de suínos nos atributos físicos, químicos e eletroquímicos em um Latossolo do Cerrado. **Química Nova**, v. 48, n. 1, e20250004, 2024. <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20250004>
- SILVA, V. L. da; ALVES, W. C. Análise físico-química de biofertilizante oriundo da decomposição anaeróbica de deјetos bovinos. **Revista Gestão & Tecnologia**, v. 1, n. 28, p. 51-61, 2019.
- SOUZA, C. M. de; ALMEIDA, V. G. S. de; PATRÍCIO, L. P. C.; JESUS, C. H. dos S. de; DIAS, D. O.; SANTOS, A. R. dos; SOUZA, G. S. de. Doses de fósforo na produção de fitomassa de beralha. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, v. 6, p. 1375-1390, 2023. <https://doi.org/10.34188/bjaerv6n2-035>
- SCHUSTER, N. R.; PETERSON, J. A.; GILLEY, J. E.; SCHOTT, L. R.; SCHMIDT, A. M. Soil arthropod abundance and diversity following land application of swine slurry. **Agricultural Sciences**, v. 10, n. 2, p. 150-163, 2019. <https://doi.org/10.4236/as.2019.102013>
- SCHEID, D. L.; SILVA, R. F. da; SILVA, V. R. da; DA ROS, C. O.; PINTO, M. A. B.; GABRIEL, M.; CHERUBIN, M. R. Changes in soil chemical and physical properties in pasture fertilised with liquid swine manure. **Scientia Agrícola**, v. 77, n. 5, e20190017, 2020. <https://doi.org/10.1590/1678-992X-2019-0017>
- YOST, J. L.; SCHMIDT, A. M.; KOELSCH, R.; SCHOTT, L. R. Effect of swine manure on soil health properties: A systematic review. **Soil Science Society of America Journal**, v. 86, n. 2, p. 450-486, 2022. <https://doi.org/10.1002/saj2.20359>
- TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2017. 574p.

Agradecimentos: Agradecemos à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Mato Grosso (FAPEMAT) pelo financiamento do estudo

Contribuições dos autores: Os autores deste trabalho contribuíram de forma igualitária para todas as funções do artigo, desde a concepção até a redação. Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

Disponibilidade de dados: Os dados desta pesquisa poderão ser obtidos por e-mail, mediante solicitação ao autor correspondente.

Conflito de interesses: Os autores declaram não haver conflitos de interesses.



Copyright: © 2026 by the authors. This article is an Open-Access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons **Attribution-NonCommercial (CC BY-NC)** license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).