

FER TILIZAÇÃO COM DEJETOS SUÍNOS: INFLUÊNCIA NAS CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS DA *Brachiaria Decumbens* E ALTERAÇÕES NO SOLO

Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-Eng.Agric.v35n2p254-265/2015>

ADRIANE DE A. SILVA¹, ÂNGELA M. Q. LANA², REGINA M. Q. LANA³, ADRIANA M. DA COSTA⁴

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar as características bromatológicas de uma pastagem de *Brachiaria decumbens* fertilizada com dejetos suínos, bem como avaliar as alterações que a utilização desse dejetos causa em alguns atributos químicos do solo. O delineamento foi em blocos casualizados, com seis tratamentos: T1: ausência de adubação mineral e orgânica (tratamento-controle); T2 apenas com adubação mineral; T3, T4 e T5 com diferentes doses de dejetos líquidos de suínos (respectivamente ao equivalente a 60; 120 e 180 m³ por hectare), e T6 tratamento organomineral (120 m³ por hectare) de dejetos líquidos de suínos, com adição de fertilizante mineral). Observou-se que houve incremento em produtividade de massa seca (MS). O uso de dejetos de suínos resultou em aumento significativo nos valores de proteína bruta das plantas de *Brachiaria decumbens*, não tendo a mesma eficiência para os valores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina. A aplicação de dejetos suínos aumentou os teores de N, P, Ca e Mg nas plantas de *Brachiaria decumbens*. Não foram constatadas alterações quando comparados os valores de pH e matéria orgânica do solo. Os dejetos líquidos de suínos podem ser utilizados para fornecer macronutrientes para as forrageiras, desde que com aplicação controlada.

PALAVRAS-CHAVE: atributos do solo, fertilização de pastagem, resíduos orgânicos, suinocultura.

FERTILIZATION WITH SWINE WASTE MANURE : THE INFLUENCE OF CHEMICAL CHARACTERISTICS IN *Brachiaria decumbens* AND CHANGES IN THE SOIL

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the qualitative characteristics of *Brachiaria decumbens* pastures fertilized with swine manure, as well as evaluating the changes that the utilization of manure causes in some soil chemical properties. The design was randomized blocks with six treatments: T1: absence of mineral and organic fertilizer (control), T2: with mineral fertilizer only, T3, T4 and T5 with different doses of swine slurry (respectively equivalent to 60 , 120 and 180 m³ ha⁻¹), T6 organic and mineral mixed treatment (120 m³ per hectare) of swine slurry added with mineral fertilizer). It was observed that there was an increase in productivity dry matter (DM). The use of swine manure resulted in significant increase in crude protein values of *Brachiaria decumbens* plants, do not having the same efficiency for Neutral detergent Fiber (NDF), Acid detergent Fiber (ADF) and lignin. The application of manure increased the content of N, P, Ca, Mg in *Brachiaria decumbens* plants. No changes were observed when comparing the values of pH and soil organic matter. Liquid swine manure can be used to provide macronutrients for the fodder, since with controlled application.

KEYWORDS: soil properties, pasture fertilization, organic waste, swine .

¹ Profa. Dra., Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia – Campus Monte Carmelo, Minas Gerais, (34) 3225-8665, adriane@iciag.ufu.br

² Profa. Dra., Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Departamento de Zootecnia, Belo Horizonte, Minas Gerais, (31) 3409-2202, ana@vet.ufmg.br

³ Profa. Dra., Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Ciências Agrárias, Uberlândia, Minas Gerais, (34) 3225-8665, rmqlana@iciag.ufu.br

⁴ Profa. Dra., Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Geografia, Belo Horizonte, Minas Gerais, drimonteiro@gmail.com

Recebido pelo Conselho Editorial em: 04-1-2011

Aprovado pelo Conselho Editorial em: 13-10-2014

INTRODUÇÃO

A suinocultura é uma exploração pecuária concentradora de dejetos animais com elevada carga poluidora. Por isso, nos últimos anos, muita atenção passou a ser dada às necessidades de desenvolvimento de tecnologias para a disposição desses resíduos com o intuito de reduzir o impacto de seu descarte sobre o ambiente. Em termos comparativos, o potencial poluente dos dejetos suínos é muito superior a outros rejeitos orgânicos, sendo que sua demanda bioquímica de oxigênio (DBO) pode chegar a 52.000 mg L⁻¹. SOUSA et al. (2014) observaram DBO inicial de 6240 mg L⁻¹ em dejetos líquidos de suínos em lagoas de estabilização que, após 120 dias, pode ser reduzida para 516 mg L⁻¹. A aplicação de dejetos como fonte de nutrientes para plantas cultivadas tem sido muito estudada, apresentando bons resultados (ASSMANN et al., 2007; BARNABÉ et al., 2007; MEDEIROS et al., 2007; GIACOMINI & AITA, 2008), sendo que essa prática vem ao encontro da atual necessidade de sustentabilidade ambiental e conservação dos recursos naturais.

Uma das alternativas para aplicação de águas residuárias seria a fertirrigação com dejetos líquidos orgânicos de origem animal, vegetal, agroindustrial e outros. Esta prática, além de dar uma destinação correta aos resíduos, tem como finalidade aumentar a produtividade das culturas (CFSEMG, 1999).

A utilização de dejetos tem efeitos diretos e indiretos na produção das culturas, inclusive das forrageiras utilizadas em pastagens. Os efeitos diretos, como o aumento da produção e a melhoria na composição bromatológica da forrageira, entre outros, dependem da quantidade de nutrientes contidos nos dejetos e da quantidade de fertilizantes minerais que podem ser substituídos pelos mesmos. O efeito indireto dos dejetos é sua ação benéfica nas propriedades físicas e químicas do solo e a intensificação da atividade microbiana e enzimática (SCHERER et al., 1996).

MEDEIROS et al. (2007) observaram que a aplicação de 180 m³ ha⁻¹ ano⁻¹ de dejetos líquidos de suínos pode substituir, satisfatoriamente a aplicação de adubação mineral em uma pastagem de *Brachiaria brizantha*. BARNABÉ et al. (2007) observaram, para a mesma espécie de forrageira, que a melhor dose aplicada foi de 150 m³ ha⁻¹ ano⁻¹. ROSA et al. (2004) determinaram que 100 m³ por hectare ano⁻¹ foi a dose suficiente para substituir a adubação mineral equivalente a 160 kg ha⁻¹ de N. Em relação à produtividade e aos aspectos bromatológicos, ASSIS (2007) observou que o DLS promoveu incrementos na produtividade de matéria seca e matéria verde da pastagem, e redução no teor de FDA da forrageira. Porém, não promoveu melhoria da absorção dos macro e micronutrientes. MONDARDO et al. (2011) concluíram que a aplicação de dejetos líquidos suínos não promoveu efeitos significativos sobre a produção de MS e teores de FDN, MM e MO, mas promoveu aumento linear da relação folha: colmo e do teor de PB, e redução linear no teor de FDA. Quanto aos minerais, as doses de dejetos líquidos suínos promoveram aumento linear nos teores de N, P, K, Ca e Zn, sem efeitos sobre os demais minerais estudados.

Observa-se que a dose equivalente para substituir a adubação mineral tem sido determinada por alguns autores, porém a aplicação de dejetos suínos pode causar desequilíbrios no solo pela aplicação de doses elevadas. MAGGI et al. (2013) detectaram que os teores de K, P e N no solo aumentaram de acordo com o aumento das taxas de água residuária de suinocultura.

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a potencialidade de utilização de dejetos suínos na recuperação de uma pastagem de *Brachiaria decumbens*, avaliar a melhoria de suas características bromatológicas e as alterações nos atributos químicos do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

A área experimental foi instalada na Fazenda Caminho das Pedras, município de Uberlândia-MG. O clima predominante, segundo classificação de Köppen, é o Aw, que se caracteriza como clima tropical chuvoso (clima de savana). O solo da referida área foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2006). Por ocasião da instalação do experimento, o solo, originalmente sob vegetação de cerrado, estava sendo utilizado com pastagem de *Brachiaria*

decumbens, a qual apresentava sinais de degradação, como solo descoberto, presença de cupinzeiro, plantas invasoras, solo com acidez e baixos teores de nutrientes, entre outros.

Os dejetos líquidos suínos utilizados neste ensaio foram formados pela excreção de suínos em fase de terminação, criados confinados sob lâmina de água. A composição média do dejetos líquido suíno utilizado foi de 2,75 kg m⁻³ de N total; 0,85 kg m⁻³ de P₂O₅ total; 0,83 kg m⁻³ de K₂O total; 1,17 kg m⁻³ de Ca total; 0,40 kg m⁻³ de S total e 0,35 kg m⁻³ de Mg total.

O delineamento estatístico foi em blocos casualizados, com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas, com medidas repetidas no tempo. As parcelas experimentais apresentavam área útil de 250 m² (25 m X 10 m). Os tratamentos foram: T1 (controle - sem aplicação de nutrientes orgânicos ou minerais); T2: (controle - com aplicação de nutriente via adubo mineral, equivalente à dose de 60 kg ha⁻¹ de N; 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 100 kg ha⁻¹ de K₂O); T3 (60 m³ ha⁻¹ de dejetos suínos); T4 (120 m³ ha⁻¹ de dejetos suínos); T5 (180 m³ ha⁻¹ de dejetos suínos) e T6 (120 m³ ha⁻¹ de dejetos suínos mais adubo mineral, na dose 30 kg ha⁻¹ de N; 30 kg ha⁻¹ de P₂O₅, e 30 kg ha⁻¹ de K₂O).

Os fertilizantes minerais utilizados foram: ureia; superfosfato simples, e cloreto de potássio, e o tratamento organomineral consistiu na aplicação conjunta de dejetos líquidos suínos e fontes minerais.

As variáveis analisadas foram a produtividade de matéria seca pela forragem, que foi realizada de acordo com a metodologia de determinação direta do corte amostral, em área predefinida de 0,5 m² através do ponto quadrado. Após a coleta, foi realizada a pesagem da massa verde que, após, foi colocada em estufa de ventilação forçada a 55°C, para determinação de massa seca, de acordo com metodologia descrita em SILVA & QUEIROZ (2002).

A composição química das plantas foi definida pelos resultados de análises foliares para a determinação dos teores de macronutrientes (N, P, K, Ca, Mg e S). As referidas análises foram realizadas em folhas coletadas em dois momentos distintos no período das águas, sendo a primeira aos 35 e a segunda aos 60 dias após a aplicação dos tratamentos. As plantas foram coletadas com o uso de um gabarito de 0,5 m², técnica do ponto quadrado (GARDNER, 1986), o qual foi jogado aleatoriamente dentro da parcela e coletadas três repetições, com o corte da forrageira realizado a 10 cm do solo, sendo a análise dos nutrientes realizada em uma amostra composta por parcela. As plantas de forrageiras (folhas + colmos) foram secas em estufa de ventilação forçada, moídas e enviadas ao Laboratório de análise de solos e plantas da Universidade Federal de Uberlândia, onde foram analisadas, seguindo as metodologias descritas em EMBRAPA (2009).

As análises bromatológicas foram realizadas com uso das amostras de massa seca obtidas nas parcelas, a análise quantitativa de nitrogênio total, segundo o método Semimicro Kjeldahl, com a qual foi possível determinar os teores de PB, e a determinação das fibras FDN, FDA e Lignina pelo método van Soest, de acordo com metodologia descrita em SILVA & QUEIROZ (2002), realizadas no Laboratório de nutrição animal da Universidade Federal de Uberlândia.

As análises de solo, para a determinação das variáveis definidas para o presente estudo, foram realizadas em amostras coletadas aos 60 dias após a aplicação dos dejetos (abril de 2004), que coincidiu com o final da época das águas. As coletas foram realizadas nas profundidades de 0-20 cm; 20-40 cm e 40-60 cm, retirando em cada parcela três subamostras, que foram homogêneas e, posteriormente, separadas numa amostra composta para cada profundidade. Os teores de P, K, Ca e Mg, bem como a determinação do pH em água (1:2,5), foram determinados conforme metodologia descrita pela EMBRAPA (2009). A Matéria Orgânica foi determinada pelo método Walkley-Black.

As análises estatísticas dos resultados constaram de análise de variância, sendo aplicado o teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para sua realização, foi utilizado o programa SISVAR versão 4.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de produtividade de matéria seca pelas plantas de *Brachiaria decumbens* aos 35 e aos 60 dias após a aplicação dos dejetos, estão apresentados na Tabela 1. Aos 35 dias, observou-se que as plantas submetidas à adubação mineral (T2) apresentaram maior produtividade quando comparadas com as plantas dos demais tratamentos (Tabela 1). Isso se deve, provavelmente, ao fato de as fontes minerais apresentarem maior solubilidade, o que disponibilizou, de imediato, maior quantidade de nutrientes para a braquiária. A Tabela 1 mostra, ainda, que dentre as plantas fertilizadas com dejetos suínos (T3, T4 e T5) e aquelas do tratamento organomineral (T6), não foram observados, aos 35 dias, aumentos de produtividade em relação ao tratamento-controle (T1), corroborando a afirmação de que as fontes orgânicas necessitam de maior tempo para sua mineralização e disponibilização de nutrientes às plantas, do que as fontes minerais. Esse comportamento também foi descrito por SCHERER et al. (1996), que observaram que os dejetos líquidos suínos fornecem nutrientes de forma equivalente às fontes minerais.

TABELA 1. Produtividade da massa seca da *Brachiaria decumbens* (kg ha⁻¹) aos 35 dias e 60 dias após aplicação de diferentes doses de dejetos de suínos e fertilização mineral. **Yield of dry mass of *Brachiaria decumbens* at 35 days and 60 days after application of different dosages of swine manure and mineral fertilizers.**

Tratamento	35 dias		60 dias	
T1-controle sem adubação	996,00	bc	1.450,75	c
T2-controle com ad. mineral	1.416,50	a	2.489,50	b
T3-60 m ³ ha ⁻¹ de DLS	824,50	c	3.019,75	ab
T4-120 m ³ ha ⁻¹ de DLS	798,00	c	3.579,00	a
T5-180 m ³ ha ⁻¹ de DLS	991,25	bc	3.825,75	a
T6-organomineral	1.117,50	b	3.998,00	a
%CV	11,95		13,95	
Média	1.023,95		3.075,46	

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na coluna, diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey.

O resultado observado aos 35 dias após aplicação dos fertilizantes demonstra a resposta significativa do aumento de MS da braquiária devido à aplicação de fontes minerais, pela sua maior solubilidade. Somente aos 60 dias observou-se que onde foram aplicadas fontes orgânicas (T4, T5 e T6), a produtividade da *Brachiaria decumbens* foi superior ao tratamento com adubação mineral, e a menor dose orgânica (T3) foi equivalente a este tratamento. Todos os tratamentos que receberam adubação (orgânica, mineral ou organomineral) foram superiores ao tratamento-controle, sem aplicação de fertilizante. As diferenças observadas entre os resultados obtidos aos 35 e aos 60 dias devem-se, provavelmente, à maior mineralização da matéria orgânica presente no dejetos suíno, que pode expressar seu potencial como adubo orgânico, inclusive quando comparado com a adubação mineral. Mesmo as plantas fertilizadas com a menor dose de dejetos suínos (60 m³) apresentaram produtividade de matéria seca equivalente à das plantas submetidas à adubação mineral.

Em termos gerais, pode-se afirmar que o uso de dejetos suíno como fertilizante em pastagem de *Brachiaria decumbens* promoveu aumentos de até 175% na produção de matéria seca pelas plantas em relação ao controle sem adubação, e de até 60% em relação às plantas submetidas à adubação mineral. Esses dados concordam com aqueles publicados por KONZEN (2000), quando concluiu que 40 m³ de dejetos suíno promoveram acréscimos de 32% a 307% na produção de matéria seca por hectare, por ano.

Aos 60 dias, observou-se que não houve aumento (P<0,05) da produtividade em função da quantidade de dejetos, podendo-se considerar que, do ponto de vista ambiental, o mais adequado seria aplicar a menor dose, ou seja, 60 m³ de dejetos suínos. Essa opção pela menor dose está aliada à questão de não alterar o meio ambiente, visto que muitas áreas que receberam dejetos de suínos de

forma descontrolada já foram intensamente danificadas, em função da percolação de nutrientes que alcançam o lençol freático, conforme descrito por ARAUJO et al. (2010).

Os resultados referentes aos fatores bromatológicos estão apresentados na Tabela 2. Nas plantas coletadas aos 35 dias após a aplicação dos dejetos, os teores de PB mantiveram valores estatisticamente iguais para todos os tratamentos que receberam adubação.

TABELA 2. Teores PB, FDN, FDA e lignina da *Brachiaria decumbens*, aos 35 dias após aplicação de dejetos líquidos de suínos. **Content of crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF) and lignin of *Brachiaria decumbens*, 35 days after application of pig slurry.**

Tratamento	PB	FDN	FDA	Lignina
	%	%	%	%
T1-controle sem adubação	6,25 b	69,7 a	36,7a	1,00a
T2-controle com ad. mineral	16,00 a	69,5 a	40,0a	1,00a
T3-60 m ³ ha ⁻¹ de DLS	9,75 ba	68,5 a	36,2a	0,75a
T4-120 m ³ ha ⁻¹ de DLS	12,50 ba	67,5 a	40,0a	1,00a
T5-180 m ³ ha ⁻¹ de DLS	15,75 a	65,2 a	41,7a	1,00a
T6-organomineral	15,00 a	64,2 a	37,5a	1,00a
CV%	25,67	6,61	12,87	21,30
Média	12,54	67,46	38,71	0,96

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na coluna, diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey.

Em termos numéricos, os valores de PB nas plantas dos tratamentos T3 e T4 mostraram, respectivamente, incrementos de 56% e 100% em relação à testemunha, mesmo sendo iguais estatisticamente. Ainda em termos numéricos, os demais tratamentos (T2, T5 e T6) apresentaram incrementos ainda maiores, da ordem de 156%, 152% e 140%, respectivamente, em relação ao controle sem adubação.

Os aumentos nos teores de PB são importantes, pois é um item de alto custo na formulação de suplementos para bovinos e, caso esteja presente na forrageira oferecida a pasto, pode ter sua oferta reduzida via suplemento, reduzindo os custos de produção. As plantas avaliadas aos 35 dias não apresentaram diferenças significativas para os demais componentes bromatológicos avaliados (FDN, FDA e Lignina) em função dos tratamentos. Presume-se que este fato ocorreu porque, aos 35 dias, as plantas encontram-se tenras, e essas variáveis são muito influenciadas pelo avanço dos estágios de maturação da forrageira, que aumentam suas frações indigestíveis.

Os teores de macronutrientes foram determinados em plantas inteiras de *Brachiaria decumbens* coletadas aos 35 e 60 dias após a aplicação dos dejetos suínos, e os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 3. Observa-se que, aos 35 dias, os níveis de nitrogênio e potássio nas plantas de *Brachiaria decumbens* não diferiram estatisticamente em todos os tratamentos que receberam adubação mineral ou orgânica. Além disso, os teores desses nutrientes nas plantas de T3 e T4 não apresentaram diferenças estatísticas quando comparadas com a testemunha (T1).

Para o fósforo e o enxofre, observou-se que a aplicação de dejetos não proporcionou alterações significativas aos 35 dias. Esse comportamento pode ser explicado pelo alto coeficiente de variação (CV%) apresentado pelas amostras, pois em números absolutos, pode-se observar um incremento para o fósforo entre 65 e 99% nos tratamentos com fonte mineral e entre 57 e 111%, nos tratamentos com dejetos suínos.

Com relação ao enxofre, verificou-se redução média de 34% a 72% em relação ao tratamento-controle sem adubação (testemunha). O enxofre, além de ser um elemento pouco presente na caracterização do resíduo, é um elemento que está normalmente presente na forma de complexos proteicos. Uma atenção maior tem de ser dada a este elemento no programa de adubação, pela

importância da relação N:S para a formação de proteína na forrageira (SANTOS & MONTEIRO, 1999).

TABELA 3. Teores de macronutrientes em uma pastagem de *Brachiaria decumbens* após fertilização com dejetos líquidos de suínos e fonte mineral. **Levels of nutrients in a pasture of *Brachiaria decumbens* after fertilization with pig slurry and mineral fertilizer**

Tratamento	Corte aos 35 dias após fertilização					
	g kg ⁻¹ de MS					
	N**	P ^o	K**	Ca*	Mg**	S ^o
Controle sem adubação	1,03b	1,43	12,75c	3,15ab	2,53b	2,98
Controle com ad. mineral	2,35a	2,85	25,00ab	2,38b	2,38b	1,25
60 m ³ dejetos de suíno	1,55ab	2,25	17,13bc	3,28a	2,75ab	1,95
120 m ³ dejetos de suíno	1,98ab	2,40	19,00abc	3,4a	2,92ab	1,88
180 m ³ dejetos de suíno	2,50a	3,03	23,75ab	2,8ab	3,30a	0,85
Organomineral	2,40a	2,63	28,25a	2,9ab	2,75ab	1,05
%CV	25	47,72	20,31	12,86	10,75	99,12
Média	1,97	2,43	20,98	2,99	2,77	1,66
	Corte aos 60 dias após fertilização					
	N**	P*	K**	Ca**	Mg**	S**
Controle sem adubação	0,79b	1,17b	12,63bc	5,83 a	3,78a	0,7b
Controle com ad. mineral	1,25ab	1,73ab	19,13a	5,25a	2,65ab	1,45a
60 m ³ dejetos de suíno	1,08b	1,46ab	11,5c	3,43b	2,73ab	0,53b
120 m ³ dejetos de suíno	1,12b	2,05ab	13,88bc	3,23b	2,98ab	0,45b
180 m ³ dejetos de suíno	1,71a	2,13a	14,75bc	3,48b	3,78a	0,40b
Organomineral	1,71a	2,08a	16,5ab	3,00 b	2,48b	0,60b
%CV	17,75	22,03	12,53	9,82	16,42	27,24
Média	1,28	1,77	14,73	4,04	3,07	0,69

^oNsig *P<0,05 **P<0,01 Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na coluna diferem pelo teste de Tukey.

Também aos 35 dias após a fertilização, os teores de cálcio das plantas não apresentaram variações significativas entre os tratamentos que receberam aplicação de dejetos e a testemunha, sendo o menor teor determinado nas plantas de T2, ou seja, aquelas que receberam adubação mineral. Esse comportamento era esperado, uma vez que somente a fonte mineral aplicada possuía apenas N, P e K. Para o magnésio, somente a maior dose de dejetos suínos (T5=180m³ ha⁻¹) diferiu do controle sem adubação. Aos 60 dias após a aplicação, observa-se que o teor de nitrogênio nas plantas de T5 e T6 foi o maior e significativamente igual ao das plantas de T2. As plantas dos demais tratamentos não apresentaram diferenças significativas em relação ao controle sem adubação.

GIACOMINI & AITA (2008), comparando o uso de N na forma de ureia e dejetos líquidos suíno em mesma quantidade de nutriente, observaram que a assimilação de N pelas plantas com adubação de dejetos líquidos suíno foi de 78%, em relação às plantas que receberam N na forma de ureia, resultado que pode estar ligado à taxa de mineralização do N orgânico.

Para o fósforo, independentemente da fonte e da dose aplicada, não se observou aumento da absorção, diferindo (P<0,05) somente do tratamento-controle sem aplicação de P. Atribui-se esse fato porque tanto a aplicação da fonte mineral de alta solubilidade como a aplicação do resíduo orgânico fornece o elemento para a forrageira. Para potássio, magnésio e enxofre, não houve diferença estatística entre as plantas do controle sem adubação e aquelas submetidas à aplicação de dejetos suínos, enquanto para o cálcio, os teores foram reduzidos nas plantas pertencentes aos tratamentos com aplicação de dejetos suínos. Pode-se atribuir a menor disponibilidade desse elemento pela ocorrência de lixiviação ao longo do perfil. LORENZINI et al. (2008), utilizando as

doses de 20 e 80 m³ ha⁻¹ de DLS, observaram elevada lixiviação de Ca, Mg e K. Isto se deve ao fato de que, quando as quantidades de nutrientes aplicadas são maiores que a necessidade das plantas e da capacidade de adsorção do solo, as perdas tendem a ser maiores.

Os resultados obtidos nas análises de solo realizadas em amostras coletadas em três profundidades, ao final do experimento, estão apresentados nas Tabelas 4, 5 e 6. Os valores de pH demonstram que não houve interferência dos tratamentos sobre eles, em todas as profundidades.

TABELA 4. Valores de pH e matéria orgânica no solo após a aplicação de dejetos líquidos de suínos e fontes minerais em três profundidades de coleta. **Values of pH and organic matter in the soil after application of pig slurry and mineral sources in three sampling depths.**

Tratamento	pH			MO (g dm ⁻³)		
	Profundidade (cm)					
	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60
Controle sem adubação	6,00aA	5,75aA	5,75aA	22,00aA	21,00aA	22,00aA
adubação mineral	5,00aA	5,25aA	5,00aA	22,00aA	22,00aA	22,00aA
60 m ³ de dejetos de suíno	5,75aA	5,50aA	5,75aA	21,75aA	19,50aA	21,50aA
120 m ³ de dejetos de suíno	5,50aA	5,25aA	5,25aA	22,00aA	22,00aA	21,75aA
180 m ³ de dejetos de suíno	5,75aA	6,00aA	5,50aA	22,00aA	19,50aA	22,00aA
Organomineral	6,00aA	5,50aA	5,75aA	21,75aA	21,25aA	22,00aA
CV (%)	8,11	9,07	8,57	1,36	14,32	1,34
Média	5,66	5,54	5,50	21,92	20,87	21,87

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na coluna e maiúscula na linha diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey.

Quanto à não diferenciação dos teores de matéria orgânica, observa-se que, apesar de o DLS ser um resíduo líquido, ele é fonte de matéria orgânica, o que poderia influenciar no teor desta no solo. Segundo SBCS/NRS (1999), a fonte líquida apresenta apenas 3% de matéria seca, enquanto a fonte sólida apresenta 25%. Por isso, como foi aplicada uma fonte de dejetos líquida, uma aplicação não foi suficiente para se poder observar variações de matéria orgânica no solo, aliado ao fato da alta taxa de decomposição de MO em solos de clima tropical.

A aplicação de dejetos suínos e adubação mineral promoveu aumentos significativos nos teores de fósforo do solo em relação à testemunha (Tabela 5).

Apenas no tratamento-controle com adubação mineral houve uma diferença estatística entre as profundidades, sendo que o maior teor ficou concentrado na profundidade de 0-20 cm, em função da baixa mobilidade do P no solo. Espera-se concentração do fósforo de origem mineral nesta profundidade, em função de a aplicação ter sido realizada em cobertura, a lanço e sem incorporação. Porém, observou-se um incremento similar ao observado na profundidade de 0-20 cm na profundidade de 40-60 cm. Esse fato deve estar relacionado à movimentação de fósforo na forma orgânica. EGHBALL et al. (1996), comparando a movimentação de fósforo proveniente do dejetos e de fertilizantes, observaram maior movimentação do fósforo no perfil do solo, e na justificativa dos autores, isso poderia ser devido à movimentação do fósforo na forma orgânica.

TABELA 5. Valores de fósforo e potássio no solo após a aplicação de dejetos líquidos de suínos e fontes minerais em três profundidades de coleta, Uberlândia, 2010. **Values of phosphorus and potassium in the soil after application of pig slurry and mineral sources in three sampling depths, Uberlandia, 2010.**

Tratamento	P (g kg ⁻¹)			K (g kg ⁻¹)		
	Profundidade (cm)			Profundidade (cm)		
	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60
Controle sem adubação	0,54bA	0,59bA	0,25bA	30,5bA	28,0abA	15,5bB
adubação mineral	1,63aA	0,65bB	1,10abAB	31,1bA	16,5 bB	24,5bAB
60 m ³ de dejetos de suíno	1,64aA	1,79aA	1,58aA	47,6abA	41,5aA	26,0bB
120 m ³ de dejetos de suíno	1,29abA	1,25abA	2,11aA	54,3aA	34,7abB	24,3bC
180 m ³ de dejetos de suíno	1,30abA	1,26b A	1,78aA	30,0 bA	32,0abA	24,6bA
Organo mineral	1,45aA	1,17abA	1,66aA	34,9abAB	31,2abB	42,4aA
CV (%)	18,69	18,87	21,64	11,91	16,79	10,35
Média	1,31	1,12	1,41	26,24	37,94	30,66

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Em relação ao P, observa-se que, na profundidade de 0 a 20 cm, pode-se observar que todos os tratamentos diferenciaram da testemunha, apesar de não terem sido constatadas diferenças entre os tratamentos que receberam maiores doses de dejetos suínos. Na profundidade de 40 a 60 cm, observou-se que todos os tratamentos com dejetos suínos foram superiores ao controle sem adubação e equivalentes ao controle com adubação mineral.

O fósforo é pouco móvel e tende a acumular-se na camada superficial do solo; o potássio apresenta maior mobilidade. Sendo assim, os elementos são apresentados comportamento diferenciado e, por conseguinte, estão presentes em concentrações variadas nas águas de drenagem (SCHERER & NESI, 2004).

QUEIROZ et al. (2004) observaram incremento de fósforo disponível no solo com interação significativa entre tratamento e época de amostragem com a aplicação de água residuária de suinocultura com 800 kg ha⁻¹ de DBO, sendo que, em 4 meses, houve incremento de 54% no teor presente no solo. Ao passo que, neste experimento, o aumento médio do teor de fósforo no solo em relação ao controle sem adubação foi próxima a 200% (Tabela 6). PERDOMO et al. (2001), em estudos com avaliação de aplicação de dejetos suínos por 15 anos, em três tipos de solos nos Estados Unidos, revelaram aumento de 27 kg ha⁻¹ do fósforo disponível para cada 100 kg ha⁻¹ de fósforo contido no esterco adicionado. Isto indica que a relação entre teor aplicado e teor incorporado ao sistema deve receber maior atenção.

Os resultados das análises de solo mostram que o aumento de doses de dejetos suínos não interferiram no nível de fósforo quando comparado entre profundidades (0-20 cm; 20-40 cm e 40-60 cm), neste ano de avaliação, pois o valor manteve-se em ambas as profundidades, representando uma preocupação ambiental, uma vez que o fósforo é considerado poluente se alcançar corpos de água ou águas subterrâneas. No tratamento com adubação mineral, o fósforo mesmo apresentando pouca mobilidade no solo, foi transportado até 60 cm. Esse comportamento pode ter ocorrido através de transporte em profundidades através dos canalículos de raízes mortas, ou pela macro/micro-porosidade do solo.

O comportamento do fósforo deve ser bem estudado, pois CERETTA et al. (2003) observaram concentrações de P disponível no solo de 1.203 mg dm⁻³, na profundidade de 0 a 2,5 cm; 669 mg dm⁻³ entre 2,5 a 5,0 cm; 214 mg dm⁻³ na profundidade de 5 a 10 cm; 55 mg dm⁻³ na profundidade de 10 a 20 cm e 12 mg dm⁻³ na profundidade de 20-40 cm, com a aplicação de 20 m³ ha⁻¹ por 4 anos consecutivos, sendo esses valores considerados muito altos para concentrações em solos normalmente observados na literatura.

Na adubação mineral, foi utilizada uma fonte potássica de alta solubilidade (KCl). Ao se analisar a quantidade de potássio aplicada no tratamento com $60 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de dejetos suíno, nota-se que foi aplicado neste tratamento, o dobro do potássio que foi aplicado na forma mineral, e neste tratamento a quantidade de potássio no solo foi aproximadamente 53% superior àquela dos solos submetidos à adubação mineral para a profundidade de 0 a 20 cm, o que comprova a alta solubilidade do potássio presente nos dejetos líquidos de suínos.

Quando comparado entre profundidades, observou-se que, na adubação mineral, no tratamento com dejetos suínos com 60 e 120 m^3 do organomineral, e no controle sem adubação, houve diferenciação nos teores de potássio. Mas o teor decresceu em função da profundidade em todos os tratamentos descritos, com exceção do organomineral. Esse comportamento é esperado para o potássio em função da alta mobilidade, e no organomineral o comportamento foi diferenciado com a manutenção dos teores nas profundidades. O único tratamento em que não houve diferença entre as profundidades amostradas foi o tratamento com $180 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de dejetos suíno.

Nos tratamentos que receberam adubação (orgânica ou mineral), observa-se a movimentação de potássio no perfil, comportamento esperado segundo VAN RAIJ (1991). O potássio é bastante móvel no solo, então pode-se esperar algum teor de potássio abaixo de 60 cm de profundidade por consequência da lixiviação. Os teores observados, ainda, não correspondem, segundo SBCS/NRS (1999), ao teor considerado adequado de potássio no solo, que é de 71 a 120 mg dm^3 . Então, observou-se que a quantidade de potássio aplicado através dos dejetos suínos não foram suficientes para elevar a quantidade de potássio para um nível ideal, porém com aplicações sucessivas poderá ocasionar maior concentração desse elemento.

MATOS et al. (1998) observaram pouca movimentação de potássio no solo abaixo de 45 cm, com aplicação de até $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de dejetos suínos, atribuindo esse comportamento à alta extração da vegetação, imobilizando parte deste nutriente na biomassa. QUEIROZ et al. (2004) também observaram que o potássio é bastante absorvido pela *Brachiaria* em relação ao Tifton 85, colocando a necessidade de se observar a cobertura vegetal no solo para verificar as alterações mensuradas.

Observou-se que a concentração de cálcio no solo foi influenciada positivamente pela aplicação de dejetos suínos (Tabela 6) em todas as profundidades. Observou-se que todas as doses de dejetos suíno, foram superiores à testemunha e à adubação mineral. Este resultado era esperado em virtude de a testemunha e a adubação mineral não terem recebido suplementação de cálcio. Na tabela 1, de caracterização do solo, o teor observado de acordo com a CFSEMG (1999) é considerado baixo, mesmo na área previamente calcariada anteriormente à instalação do experimento.

Os tratamentos com aplicação de dejetos suínos em todas as profundidades não diferiram entre si. Esperava-se que os teores aplicados em função das doses apresentassem um crescimento linear, fato que não foi observado. QUEIROZ et al. (2004) verificaram aumento na concentração de cálcio em solos que receberam esterco líquido suíno.

O aumento promoveu, segundo a CFSEMG (1999), a mudança de classe de interpretação de fertilidade de solo, onde os teores da testemunha e da adubação mineral correspondem à classificação muito baixo, e dos tratamentos onde foram aplicados dejetos suínos são considerados médios.

Em relação aos teores de Ca e Mg, houve pouca variação entre profundidades. Essa característica é um fator desejável em virtude da distribuição homogênea deste elemento no perfil de 0-60 cm. Normalmente, para se obter esse padrão de cálcio no solo, é necessária a utilização de técnicas agrônomicas, como a calagem com revolvimento de solo, prática não recomendada para o manejo de pastagem ou a gessagem. E com a aplicação de dejetos líquidos de suínos, houve fornecimento desse elemento, o que não ocorreu nos tratamentos com adubação mineral exclusiva e no tratamento-controle.

TABELA 6. Valores de cálcio e magnésio no solo após a aplicação de dejetos líquidos de suínos e fontes minerais em três profundidades de coleta, Uberlândia, 2010. **Values of calcium and magnesium in the soil after application of pig slurry and mineral sources in three sampling depths, Uberlandia, 2010.**

Tratamento	Ca (g kg ⁻¹)			Mg (g kg ⁻¹)		
	Profundidade (cm)					
	0-20	20-40	40-60	0-20	20-40	40-60
Controle sem adubação	0,16bA	0,14bA	0,26bA	0,11bA	0,10cA	0,22aA
adubação mineral	0,16bA	0,15bA	0,20bA	0,47abA	0,61aA	0,33aA
60 m ³ de dejetos de suíno	1,70aA	1,05aA	0,87aA	0,47abA	0,30bA	0,27aA
120 m ³ de dejetos de suíno	2,05aA	1,27aAB	1,10aB	0,80aA	0,27bB	0,27aB
180 m ³ de dejetos de suíno	1,75aA	1,25aA	0,97aA	0,57aA	0,40abA	0,32aA
Organomineral	3,00aA	1,32aB	1,02aB	0,77aA	0,42abA	0,35aA
CV (%)	17,53	11,72	10,93	26,07	13,85	26,63
Média	1,47	0,86	0,74	0,53	0,35	0,29

Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey.

Observou-se que a concentração de magnésio no solo foi influenciada positivamente pela aplicação de dejetos suínos.

Na profundidade de 0 a 20 cm, observou-se que o tratamento com 120 m³ obteve o maior teor entre os tratamentos, apesar de não ser observada diferença (P<0,05) entre as fontes orgânicas e minerais. Na profundidade de 20 a 40 cm, os tratamentos com 60 e 120 m³ de dejetos suínos foram equivalentes ao controle sem adubação, apesar de não diferirem dos demais tratamentos que receberam adubação com dejetos suínos. O tratamento que apresentou o maior teor de magnésio nesta profundidade foi o tratamento com adubação mineral. Esse comportamento não era esperado em função de as fontes não apresentarem magnésio em sua composição.

Na profundidade de 40-60 cm, os tratamentos não diferiram estatisticamente entre si.

Comparando os teores de magnésio entre profundidades, foi observado que este teor apenas variou no tratamento com 120 m³ de dejetos suínos, isso ocorreu pelo maior acúmulo deste elemento na profundidade de 0-20 cm.

Porém, observou-se que, em relação ao teor de magnésio, os tratamentos que receberam adubação, promoveram incrementos nos teores de magnésio no solo e, segundo a classificação de interpretação de fertilidade de solo, supriram o nível crítico (0,46 a 0,90 cmol_c dm⁻³) para este elemento, conforme descrito na CFSEMG (1999). QUEIRÓZ et al. (2004) só observaram o incremento de magnésio após algum tempo de aplicação, sendo o acréscimo maior no início do experimento, em função da extração das plantas.

CONCLUSÕES

O uso de dejetos suínos resultou em aumento significativo nos valores de proteína bruta das plantas de *Brachiaria decumbens*, não tendo a mesma eficiência para os valores de FDN, FDA e lignina. A aplicação de dejetos suínos aumentou os teores de N, P, Ca e Mg nas plantas de *Brachiaria decumbens*. Não foram constatadas alterações quando comparados os valores de pH e matéria orgânica do solo.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, E. S.; BRAZ, L. B. P.; ALMEIDA, A. P. S.; BILIBIO, K.C.; MENEZES, J. F. S.; Lixiviação de nitrato com aplicações sucessivas de dejetos líquidos de suínos. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 4.; FÓRUM DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA UNIVERSIDADE DE RIO VERDE, 1., 2010, Rio Verde. *Anais...*

- ASSIS, D. F. *Produtividade e composição bromatológica da Brachiaria decumbens após segundo ano de aplicação de dejetos de aves e suínos*. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2007.
- ASSMANN, T.S.; ASSMANN, J.M.; CASSOL, L.C.; DIEHL, R.C.; MANTELI, C.; MAGIERO, E.C. Desempenho da mistura forrageira de aveia-preta mais azevém e atributos químicos do solo em função da aplicação de esterco líquido de suínos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v.31, p. 1515-1523, 2007.
- BARNABÉ, M.C.; ROSA, B.; LOPES, E.L.; ROCHA, G.P.; FREITAS, K.R.; PINHEIRO, E.P. Produção e composição químico-bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu adubada com dejetos líquidos de suínos. *Ciência Animal Brasileira*, Goiânia, v.8, n.3, p.435-446, 2007.
- CERETTA, C.A.; DURIGON, R.; BASSO, C.J.; BARCELLOS, L.A.R.; VIEIRA, F.C.B. Características químicas de solo sob aplicação de esterco líquido de suínos em pastagem natural. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 38, n.5, p.729-735, 2003.
- CFSEMG - COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas gerais: 5ª aproximação*, Belo Horizonte, EPAMIG, 1999. p. 180.
- EGHBALL, L.B. et al. Phosphorus movement and adsorption in a soil receiving long-term manure and fertilizer application. *Journal of Environmental Quality*, Madison, v.25, n.6, p.1339-1343, 1996.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Manual de métodos de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. 2 ed. rev. e ampl. Brasília: EMBRAPA, 2009. 627 p.
- EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.
- GARDNER, A. L. *Técnicas de pesquisa em pastagens e aplicabilidade de resultados em sistemas de produção*. Brasília: IICA/EMBRAPA – CNPGL, 1986. 197 p.
- GIACOMINI, S. J.; AITA, C. Cama sobreposta e dejetos líquidos de suínos como fonte de nitrogênio ao milho. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, MG, v. 32, n. 1, fev. 2008.
- KONZEN, E.E. *Alternativas de manejo, tratamento e utilização de dejetos animais em sistemas integrados de produção*. Sete Lagoas-MG: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2000. 32p. (Documento, 5).
- LORENSINI, F.; CERETTA, C.A.; BRUNETTO, G.; GIROTO, E.; VIEIRA, R.C.B.; LOURNSIZI, C.R. TIECHER, T. L.. Transferência por percolação de potássio, cálcio e magnésio no solo em sistema plantio direto com sucessivas aplicações de dejetos líquidos de suínos. In: FERTBIO, 2008, Londrina. *Anais...*
- MAGGI, C.; FREITAS, P. S. L. de; SAMPAIO, S. C.; DIETER, J.. Impacts of the application of swine wastewater in percolate and in soil cultivated with soybean. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 33, n. 2, abr. 2013.
- MATOS, A.T.; VIDIGAL, S.M.; ET AL. Compostagem de alguns resíduos orgânicos utilizando-se águas residuárias da suinocultura como fonte de nitrogênio. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.2, n.2, p.199-203, 1998.
- MEDEIROS, T. L.; REZENDE, A. V.; VIEIRA, P. F.; CUNHA NETO, F. R.; VALERIANO, A. R.; CASALI, A. O.; GASTALDELLO JUNIOR, A. L. Produção e qualidade da forragem de capim-marandu fertirrigada com dejetos líquidos de suínos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v.38, n.2, p-309-318, 2007.

- MONDARDO, D.; Castagnara, D. D.; Oliveira, P. S. R.; Zoz, T.; Mesquita, E.E.. Produção e composição químico-bromatológica da aveia preta fertilizada com doses crescentes de dejetos líquido suíno. *Revista Ciência Agronômica*, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 509-517, jun. 2011.
- ROSA, B.; NAVES, M.A.T.; RAMOS, C.S. Utilização de dejetos líquidos de suínos na produção e composição químico-bromatológica do capim Braquiarião "Brachiaria brizantha cv.marandu". In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2004, Campo Grande. *Anais...* Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia. CD-ROM
- PERDOMO, C.C.; LIMA, G.J.M.M. de; NONES, K. Produção de suínos e meio ambiente In: SEMINÁRIO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO DA SUINOCULTURA, 9., 2002, Gramado. *Anais...* Concórdia: EMBRAPA Suínos e Aves, 2001 p. 8 -24.
- QUEIROZ, F.M.; MATOS, A.T.; PEREIRA, O.G.; OLIVEIRA, R.A.; LEMOS, A.F. Características químicas do solo e absorção de nutrientes por gramíneas em rampas e tratamento de águas residuárias da suinocultura. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, MG, v.12, n. 2, p. 77-90, 2004.
- SANTOS, A.R.; MONTEIRO, F.A. Produção e perfilhamento de *Brachiaria decumbens* Stapf. em função de doses de enxofre. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.56, p.689-692, 1999.
- SCHERER, E.E.; AITA, C.; BALDISSERA, I.T. *Avaliação da qualidade do esterco líquido de suínos da região Oeste catarinense para fins de utilização como fertilizante*. Santa Catarina: EPAGRI, 1996 - 46 p.
- SCHERER, E.E.; NESI, C.N. Alterações nas propriedades químicas dos solos em áreas intensivamente adubadas com dejetos suínos. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 26.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 10., REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 5., Lages, 2004. *Anais...* Lages: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; Universidade do Estado de Santa Catarina, 2004. CD-ROM.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. Viçosa: Editora UFV, 2002. 235p.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIENCIA DO SOLO: Nucleo Regional Sul. *Manual de adubação e de calagem para os estados de RS e SC*. 3. ed. Porto Alegre, 1999.
- SOUSA, F. A.; CAMPOS, A. T.; SILVA, E.B.; GANDINI, A. M. M.; CORRÊA, J. M. Redução do potencial poluidor de dejetos de suínos em lagoas de estabilização em série. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 65-73, jan./feb. 2014.
- VAN RAIJ, B. *Fertilidade do solo e adubação*. São Paulo: Agronômica Ceres, Piracicaba: POTAFOS, 1991. 343p.