

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

MARCOS VINÍCIUS SPADINI THEODORO MARQUES

**REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUINOCULTURA NO
DESENVOLVIMENTO DE PASTAGEM DE *Urochloa brizantha***

**Uberlândia – MG
Dezembro – 2017**

MARCOS VINÍCIUS SPADINI THEODORO MARQUES

**REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUINOCULTURA NO
DESENVOLVIMENTO DE PASTAGEM DE *Brachiaria brizantha***

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Agronomia,
da Universidade Federal de
Uberlândia, para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof^ª. Dr^ª. Regina Maria
Quintão Lana

**Uberlândia – MG
Dezembro – 2017**

MARCOS VINÍCIUS SPADINI THEODORO MARQUES

**REAPROVEITAMENTO DE ÁGUA RESIDUÁRIA DE SUINOCULTURA NO
DESENVOLVIMENTO DE PASTAGEM DE *Urochloa brizantha***

Trabalho de conclusão de curso
apresentado ao curso de Agronomia,
da Universidade Federal de
Uberlândia, para obtenção do grau de
Engenheiro Agrônomo.

Aprovado pela banca examinadora em 18 de dezembro de 2017.

Msc. Mara Lúcia Martins Magela
Membro da Banca

Msc. Raphael Passáglio
Membro da Banca

Prof^a. Dr^a. Regina Maria Quintão Lana
Orientadora

RESUMO

Marques, Marcos Vinícius Spadini Theodoro, Universidade Federal de Uberlândia, Novembro de 2017. **Reaproveitamento de água residuária de suinocultura no desenvolvimento de pastagem de *Urochloa brizantha***, 20p.

Orientadora: Dra. Regina Maria Quintão Lana.

Dentre as atividades do agronegócio brasileiro, a suinocultura se destaca como uma das principais. A expansão dessa atividade no país e a adoção de sistemas confinados de produção suína tem resultado no aumento da geração de dejetos, os quais muitas vezes são despejados em rios e mananciais. Assim, o objetivo do presente trabalho foi determinar a dose adequada de água residuária de suinocultura (ARS) para proporcionar aumento dos teores de nutrientes, em diferentes profundidades. O experimento foi instalado e conduzido na Fazenda Bonsucesso, localizada no município de Uberlândia-MG. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados com quatro repetições. As parcelas experimentais foram constituídas de 4 metros de comprimento por 4 metros de largura de área cultivada com pastagem de *Urochloa brizantha*, totalizando uma área total de 16 m². Os tratamentos avaliados foram cinco doses (0, 200, 400, 600 e 800 m³ ha⁻¹ ano⁻¹) de água residuária de suinocultura (ARS) em aplicações parceladas em dezembro de 2015 e janeiro de 2016. Para a maioria das variáveis analisadas apenas a profundidade apresentou diferenças significativas, ou seja, a aplicação das diferentes doses de ARS não influenciou nos teores dos nutrientes. Com o aumento da profundidade houve a redução dos teores de fósforo, magnésio, manganês, sódio, potássio e ferro. Foi possível observar efeito contrário entre o valor do pH do solo e as doses de ARS, e consequentemente, aumento da acidez trocável do solo. Conclui-se que a aplicação de água residuária de suinocultura não afeta os teores de nutrientes no solo não sendo possível determinar a melhor dose. Porém reduz o pH, aumenta o teor de Al³⁺ do solo e ainda reduz os teores de fósforo, magnésio, manganês, sódio, potássio e ferro com o aumento da profundidade.

Palavras - chave: Braquiária, dejetos de suínos, fertirrigação.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	6
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFIA.....	7
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
5. CONCLUSÕES	16
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17

1. INTRODUÇÃO

O aumento da população mundial atrelado ao crescimento no consumo de proteína de origem animal tem gerado maior demanda por consumo de carnes, impulsionando o crescimento do setor agropecuário do país. A suinocultura se destaca dentre as principais atividades do agronegócio brasileiro, sendo o Brasil o quarto maior produtor e exportador de carne suína, atrás apenas da China, União Europeia e Estados Unidos (ABIEPCS, 2013). Dos principais polos produtores no país, destaca-se a região Sul, que representa 48,6% do rebanho suíno brasileiro (MAPA, 2013).

No entanto a expansão dessa atividade no país e a adoção de sistemas de confinamento na produção suína, somadas ao alto nível tecnológico nos sistemas de produção, tem resultado no aumento da geração de dejetos, os quais muitas vezes são despejados em rios e mananciais (ANGONESE et al., 2006). Por isso, a suinocultura é uma atividade extremamente poluidora, motivando pesquisas visando o desenvolvimento de tecnologias adequadas e de baixo custo para o tratamento e disposição desses resíduos (QUEIROZ et al., 2004).

O tratamento dos dejetos pode ser feito aerobicamente (compostagem) e anaerobicamente (biodigestão anaeróbia e lagoa de estabilização), o que caracteriza alternativas para destinação ambientalmente correta e economicamente viável aos dejetos produzidos pela suinocultura. Após a estabilização, esses resíduos podem ser utilizados na agricultura para minimizar custos com a fertilização mineral e promover aumento na produção, devido à presença de macronutrientes e micronutrientes. A água residuária de suinocultura (ARS) também contém compostos orgânicos que ajudam a melhorar as características químicas, físicas e biológicas do solo (SERAFIM, 2010; SEGRANFREDO, 2004).

Assim, a aplicação adequada de ARS ao solo é capaz de promover mineralização dos elementos, que poderão ser absorvidos pelas plantas da mesma forma que os provenientes de fertilizantes minerais. Entretanto, possui composição química muito variável, em decorrência do manejo utilizado nas granjas (BERNARDES, 2017).

No entanto, apesar dos benefícios, em muitos casos os produtores aplicam a ARS sem critérios agrônômicos, muitas vezes excedendo a recomendação dos órgãos ambientais fiscalizadores, e acabam ultrapassando a capacidade de suporte do solo, o que pode prejudicar a absorção e ciclagem de nutrientes (VIVAN et al., 2010; PINTO et al., 2014).

Diante disso, estudos sobre a influência da ARS na produção de massa seca de *Urochloa brizantha* têm se mostrado importantes para o auxílio do desenvolvimento de pastagens. Serafim (2010) observou incrementos de até 111 % na produção anual de massa seca de *Urochloa* ao aplicar 600 m³ de água residuária, enquanto Cabral et al. (2011) ao avaliar o impacto da ARS no solo observou aumento dos teores de magnésio e fósforo e diminuição do alumínio no solo.

Assim, diante do exposto o objetivo do presente trabalho foi determinar a dose adequada de ARS necessária para proporcionar aumento dos teores de nutriente, em diferentes profundidades sem causar contaminação do lençol freático.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A produção animal é um setor de grande importância para o Brasil e necessita de uma extensa área para produção de pastagens que serve de alimento para o rebanho. Atualmente, há 173 milhões de hectares de pastagens no país, sendo que 80% são espécies do gênero *Urochloa*. Sendo que no Cerrado a predominância é da espécie *Urochloa brizantha*, que ocupa extensas áreas, contribuindo fortemente para a produção nacional de carne e leite (EL-NEMARI NETO et al., 2009).

Para a produção de forragens de boa qualidade precisa-se de alta disponibilidade de nutrientes, e por isso a fertilização do solo é necessária, sendo responsável por até 40% das despesas de implantação e condução da lavoura. Nesse contexto, a aplicação de dejetos na agricultura é uma forma de reduzir os gastos com fertilizantes químicos, além de destinar corretamente os dejetos gerados na produção de suínos (SEIDEL et al., 2010).

A aplicação de dejetos pode interferir de forma direta ou indireta no desenvolvimento de diversas culturas, com o aumento da produção e melhora da composição bromatológica, além de favorecer os atributos químicos e físicos do solo, devido à intensificação da atividade microbiana e enzimática. No entanto, esses efeitos são dependentes da composição química dos dejetos, os quais são influenciados pelo manejo de produção dos animais (SCHERER et al., 1996).

O aumento na produção de animais acarretou em maior geração de dejetos, possibilitando a aplicação desses em grandes áreas. Entretanto, apesar de ser benéfica, a utilização de dejetos gera preocupação no contexto ambiental, uma vez que o manejo inadequado pode acarretar graves problemas ao meio ambiente, contaminando o solo e

poluindo-o, sobretudo quando aplicado em altas doses (DIESEL et al., 2002; CARDOSO et al., 2015).

O uso dos dejetos como fertilizantes se deve pelos altos teores de matéria orgânica, nitrogênio e fósforo, sendo muito benéfico quando aplicado em pastagens. Porém a aplicação deve levar em consideração as doses ideais, uma vez que elevadas doses podem fazer com que se torne agente poluidor (CERETTA et al., 2005; SCHERER et al., 2007; ASSMANN et al., 2009; SEIDEL et al., 2010; MAGGI et al., 2013).

A causa principal de poluição pelo manejo inadequado desses dejetos é a contaminação do lençol freático, acumulação de elementos tóxicos, salinização, emissão de odores e gases nocivos, impermeabilização, desequilíbrio dos nutrientes no solo, contaminação das culturas por meio da transmissão de patógenos e parasitas, proliferação de insetos e de linhagens de bactérias resistentes aos antibióticos (PERDOMO; OLIVEIRA; KUNZ 2003; CARDOSO; OYAMADA; SILVA, 2015).

A constatação da ocorrência de riscos ambientais pela aplicação excessiva de dejetos animais foi citada pela primeira vez na Holanda, ao final dos anos 60, quando agrônomos alertaram para a possibilidade de eutrofização pela presença de nitrato nas águas. Essa afirmação foi contra os interesses de setores públicos e privados, que conseguiram adiar a implementação de medidas para o início dos anos 80. Foi assim que em 1981, foi instituída no Brasil a Lei 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981). Esta lei se tornou um marco, pois visa preservar, melhorar e recuperar a qualidade ambiental, concedendo penalidades por ato danoso ao meio ambiente (PALHARES, 2008).

Visto isso, estudos que buscam determinar doses adequadas de aplicação de dejetos suínos para diversas culturas são necessários para evitar danos ambientais. Então, Medeiros et al. (2007) ao avaliarem diferentes doses de aplicação de dejetos líquidos de suíno (DLS) em *Urochloa brizantha*, concluíram que a aplicação de $180 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ possibilita a substituição da adubação mineral, enquanto Barnabé et al. (2007) e Rosa et al. (2004) encontraram que a melhor dose a ser aplicada na mesma forrageira foi de $150 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, respectivamente.

Em trabalho realizado em áreas de contínua aplicação de DLS por períodos entre 15 e 20 anos sob diferentes tipos de solo, Scherer et al. (2010) observaram que o teor de matéria orgânica (MO) e a disponibilidade de nutrientes no perfil do solo não alterou, e

que o grande acúmulo de nutrientes na camada superficial do solo indica maior potencial poluidor pelo escoamento superficial que em áreas de adubação mineral.

Aplicação de DLS em pastagem aumentou a produtividade de matéria seca e verde e reduziu o teor de fibras em detergente neutro da forrageira, que em altos teores prejudica a ingestão por ruminantes. No entanto, este manejo não foi eficiente na melhoria de absorção de macro e micronutrientes pela forragem (ASSIS, 2007).

Por outro lado, pesquisa realizada por Mondardo et al. (2011) concluíram que a aplicação de DLS não alterou a produção de matéria seca ou teores de fibra em detergente neutro e matéria orgânica. Os autores também constataram redução nos teores de fibra em detergente ácido, aumento de teores de proteína bruta e de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e zinco.

A adubação com dejetos sólidos de suíno (DSS) também foi testada na produção orgânica de cebola, em que a produção geral de bulbos obteve melhores resultados quando a dose aplicada foi de $43,4 \text{ t ha}^{-1}$ (VIDIGAL et al., 2010). Já para a cultura do milho, Seidel et al. (2010), ao trabalhar com a dose de $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de DLS na adubação de base obtiveram igualdade estatística à aplicação química (NPK).

Em lavoura de café, a aplicação de DLS que corresponde à adição de $125 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N apresentou rendimento de grãos semelhante à aplicação de sulfato de amônia em dose de $250 \text{ kg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de N (SOUSA, et al., 2014). Esses autores afirmam que a aplicação consecutiva de DLS em longo prazo em cultivo de café tende a melhorar os atributos microbianos do solo, podendo ser utilizado em conjunto com a adubação convencional para a cultura.

Mondardo et al. (2015) ao estudarem a aplicação de DLS na cultura da aveia-preta concluíram que até a dose de $50 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ não obteve aumento na produção da forrageira, no entanto percebeu-se melhora no valor nutricional da mesma.

Por fim, a adubação com dejetos de suíno também é uma opção para a cultura da soja, assim, Blanco (2015) constatou maior aporte de fósforo e potássio ao solo, maior absorção de nitrogênio e fósforo pelas plantas de soja em relação à adubação mineral.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado na Fazenda Bonsucesso, localizada no município de Uberlândia-MG, em uma latitude de $19^{\circ}05'17''\text{S}$, longitude de $48^{\circ}22'00''\text{W}$ e altitude média de 820 metros, no período de novembro de 2015 até janeiro de 2016.

De acordo com o sistema de classificação de Koppen, o clima da região é caracterizado como tropical típico, com média de precipitação em torno de 1600 mm por ano, apresentando moderado déficit hídrico no inverno e excesso de chuvas no verão.

Antes da instalação do experimento, foi realizada análise de solo, para a caracterização química do solo na profundidade (Tabela 1; Tabela 2).

Tabela 1. Caracterização química do solo da área experimental, Uberlândia-MG, 2014.

Prof.	pH H ₂ O	P	K	Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H+Al ³⁺	SB	T	V	M	M.O.
Cm		--mg dm ⁻³ --				-----cmol _c dm ⁻³ -----				-----%-----		g Kg ⁻¹
00-20	5,7	9,6	29	0,0	0,9	0,5	1,8	1,47	3,27	45	0	17
20-40	5,7	3,3	15	0,0	0,7	0,2	1,8	0,94	2,74	34	0	7
40-60	5,4	1,3	13	0,3	0,5	0,2	1,6	0,73	2,33	31	29	8

Prof= profundidade; P,K = (HCl 0,05 mol L⁻¹ + H₂SO₄ mol L⁻¹); P disponível (extrator Mehlich⁻¹); Ca, Mg, Al = (KCl) 1 mol L⁻¹; H+Al = (Solução Tampão – SMP a pH 7,5); SB = Soma de Bases; T = CTC a pH 7,0; V = Saturação por bases; m = Saturação por alumínio (EMBRAPA, 2011); M.O. = Método Colorimétrico.

Tabela 2. Teores de micronutrientes e argila no solo da área experimental, Uberlândia-MG, 2014.

Prof.	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Argila
Cm	-----mg dm ⁻³ -----					g Kg ⁻¹
00-20	0,11	0,8	36	3,6	1,2	114
20-40	0,07	0,8	23	1,8	0,5	152
40-60	0,07	0,6	16	1,4	0,2	157

B = BaCl₂, 2H₂O 0,0125% à quente); Cu, Fe, Mn, Zn = (DTPA 0,005 mol L⁻¹ + TEA 0,01 mol⁻¹ + CaCl₂ 0,01 mol L⁻¹ a pH 7,3). Argila: Método da pipeta.

O experimento foi conduzido em blocos completos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos avaliados foram cinco doses (0, 200, 400, 600 e 800 m³ ha⁻¹ ano⁻¹) de ARS, as quais foram aplicadas parceladas nos meses de dezembro de 2015 e janeiro de 2016. As parcelas experimentais constituíram-se de 4 metros de comprimento por 4 m de largura de área cultivada com pastagem de *Urochloa brizantha*, totalizando uma área total de 16 m².

A ARS utilizada foi proveniente da suinocultura da fazenda Bonsucesso, com 6.000 animais na fase de engorda, apresentando um volume médio de 110 m³ de ARS por dia. Antes das aplicações dos tratamentos realizou-se análises para caracterização química da ARS (Tabela 3).

TABELA 3. Caracterização química da água residuária de suinocultura (ARS), de uma granja determinação. Uberlândia - MG, 2015/2016.

Determinação	Unidade	1ª aplicação	2ª aplicação
pH		7,0	7,4
Densidade	%	1,0	1,0
Matéria orgânica	%	0,7	0,9
Carbono orgânico	%	0,4	0,1
Nitrogênio (N) total	%	0,4	0,5
Relação Carbono / Nitrogênio	%	1,0	10,7
Fósforo (P ₂ O ₅) total	%	0,7	0,1
Potássio (K ₂ O) sol. em água	%	0,4	0,2
Cálcio (Ca)	%	0,5	0,6
Magnésio (Mg)	%	0,1	0,1
Enxofre (S)	%	0,0	0,0
Sódio (Na)	mg L ⁻¹	200,0	300,0
Cobre (Cu)	mg L ⁻¹	5,0	6,0
Zinco (Zn)	mg L ⁻¹	5,0	5,0

Em cada parcela, foram coletadas, com o auxílio de um trado holandês, cinco amostras simples de solo em duas profundidades (0-20, 20-40 e 40-60 cm) para compor uma amostra composta representativa do ponto de amostragem para determinação dos seguintes atributos do solo: pH em H₂O, alumínio (Al³⁺), (H+Al³⁺), fósforo (P-resina), fósforo (P-remanescente), potássio (K⁺), cálcio (Ca²⁺), magnésio (Mg²⁺), enxofre (S), cobre (Cu) e zinco (Zn), matéria orgânica, carbono orgânico e posteriormente, calculadas CTC efetiva (t), CTC pH 7,0 (T), saturação por bases (V%), saturação por alumínio (m) e umidade do solo, conforme metodologia proposta por Embrapa (2011). As relações Ca/CTC, Mg/CTC e K/CTC também foram calculadas.

Após a tabulação dos dados foram realizados os testes de pressuposições e posteriormente a análise de variância. As análises de média por Tukey e regressões foram realizadas no programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2007).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os teores de fósforo, cálcio, potássio, magnésio, sódio, zinco e ferro, apenas para profundidade houve diferenças significativas (Tabela 4).

TABELA 4. Resumo da análise de variância para os teores de nutrientes em área fertilizada com água residuária de suinocultura. Uberlândia - MG, 2015/2016.

Fonte de variação	Gl	QM				
		P	Ca	K	Mg	Na
Tratamento	4	0,566 ^{ns}	0,047 ^{ns}	0,015 ^{ns}	0,005 ^{ns}	0,016 ^{ns}
Bloco	3	0,820	0,046	0,023	0,012	0,026
Resíduo	12	0,329	0,037	0,009	0,010	0,061
Profundidade	2	5,190**	0,153*	0,077**	0,086**	0,292*
Trat*Prof	8	0,575 ^{ns}	0,029 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,063 ^{ns}
Resíduo	30	0,909	0,042	0,006	0,009	0,050
CV(%)		39,32	34,57	72,41	43,540	49,5
CV(%)		65,35	36,62	59,97	42,500	44,6

Fonte de variação	gl	QM				
		Cu	Zn	Fe	Al	pH água
Tratamento	4	671,774 ^{ns}	0,460 ^{ns}	144,433 ^{ns}	0,152**	0,919**
Bloco	3	647,538	6,786	5,917	0,078	0,397
Resíduo	12	665,274	1232,000	70,733	0,028	0,658
Profundidade	2	723,892 ^{ns}	6,872*	1664,066**	0,063 ^{ns}	0,455 ^{ns}
Trat*Prof	8	648,400 ^{ns}	1,273 ^{ns}	35,108 ^{ns}	0,031 ^{ns}	0,286 ^{ns}
Resíduo	30	670,940	1,912	89,388	0,040	0,029
CV(%)		602,87	80,74	42,44	31,050	5,27
CV(%)		605,43	100,57	47,71	37,370	3,53

**, *: significativo ao nível de 1 e 5% de significância pelo teste de F, respectivamente. GL: grau de liberdade; CV(%): coeficiente de variação; ns: não significativo pelo teste de F.

Analisando características químicas de solo submetido a ARS, Queiroz et al. (2004) observaram variações nos teores de Ca^{2+} , assim como Serafim (2010), que ao analisar o teor de Ca em pastagem de *Urochloa* constatou um aumento deste em função as doses aplicadas. Assmann et al. (2007) verificaram um aumento linear na concentração desse nutriente em pastagem adubada com doses crescentes de ARS. Esses autores justificam o aumento do teor de Ca em função das doses de ARS, devido ao acúmulo desse no solo ao longo do período experimental e às altas concentrações desse nutriente no dejetos.

O teor de fósforo também não apresentou diferença em função das doses de ARS aplicadas, devido ao experimento estar no primeiro ano de avaliações após aplicação de ARS. Assim, a disponibilidade de P para o solo via águas residuárias é baixa e os incrementos desse elemento após a aplicação do efluente são observados nas camadas superficiais e subsuperficiais, sendo mais pronunciadas em experimentos com mais de cinco anos de duração (QUEIROZ et al., 2004; MEDEIROS et al., 2005; FONSECA et al. 2007). No entanto, em trabalho realizado por Serafim (2010), as análises de solo realizadas ao final do experimento revelaram expressivo aumento nos teores de P nas parcelas adubadas com ARS, comprovando o valor desse resíduo como fertilizante.

Freitas et al. (2004) ao estudarem o efeito da aplicação de águas residuárias de suinocultura sobre a produção do milho para silagem constataram que os níveis de P, K, Na, Ca, Mg, Cu e Zn no solo aumentaram com a aplicação de ARS, por se tratar de fonte rica desses nutrientes. Resultados semelhantes foram obtidos por Bernardes (2017), que verificou que a aplicação da ARS aumentou os teores de Mg, P, F, Na e metais pesados, como Zn e Cu, discordando dos resultados encontrados nesse estudo. No entanto, esses autores atentam para o risco de salinização e de alteração na capacidade de infiltração da água no solo, relacionada ao aumento da razão de adsorção de sódio.

Smanhotto et al. (2010) também observaram acréscimo no teor de Zn ao avaliar solo submetido a quatro doses de ARS. Comportamento semelhante foi constatado por Bertol (2005) que verificou concentração de Zn 26 vezes maior com a aplicação de $60 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$.

O fato da aplicação de ARS não ter influenciado nos teores de nutrientes justificou-se, possivelmente, pela época de avaliação, uma vez que aqueles trabalhos em que foi possível verificar alterações nos teores dos nutrientes em decorrência da aplicação de dejetos líquidos de suinocultura apresentaram dados colhidos por anos consecutivos, acompanhando o desenvolvimento do solo, ao contrário dos dados apresentados pelo presente trabalho, que foram colhidos aproximadamente 30 dias após a aplicação.

Na Tabela 5, estão representados os teores dos nutrientes nas diferentes profundidades avaliadas. Constatou-se a redução dos teores de fósforo, magnésio, manganês, sódio, potássio e ferro com o aumento da profundidade. Resultados esses já esperados, visto que a aplicação da ARS se deu na camada superficial do solo, local onde se encontra maior atividade de microrganismos, maior deposição de restos

vegetais e animais e maior quantidade de raízes, criando um ambiente propício para maior extração de nutrientes.

TABELA 5. Teores dos nutrientes avaliados em três profundidades em pastagens tratadas com cinco doses de água residuária de suinocultura. Uberlândia - MG, 2015/2016.

Mg, 2015/2016:						
Doses	Ca			Mg		
	Profundidade (cm)					
	0 - 20	20 - 40	40 - 60	0 - 20	20 - 40	40 - 60
0	0,45	0,60	0,42	0,30	0,17	0,15
200	0,80	0,70	0,45	0,27	0,27	0,15
400	0,72	0,52	0,52	0,32	0,22	0,20
600	0,60	0,47	0,47	0,27	0,17	0,17
800	0,65	0,52	0,47	0,32	0,25	0,17
Média	0,54 a	0,56 ab	0,47 b	0,30 a	0,22 b	0,17 b

Doses	P			Na		
	Profundidade (cm)					
	0 - 20	20 - 40	40 - 60	0 - 20	20 - 40	40 - 60
0	1,85	0,97	0,65	0,90	0,36	0,31
200	1,75	1,25	1,00	0,51	0,47	0,35
400	2,20	1,32	1,35	0,67	0,49	0,46
600	1,87	0,90	1,70	0,54	0,49	0,44
800	2,52	1,82	0,72	0,53	0,56	0,39
Média	2,04 a	1,25 b	1,08 b	0,63 b	0,47 ab	0,39 a

Doses	K			Fe		
	Profundidade (cm)					
	0 - 20	20 - 40	40 - 60	0 - 20	20 - 40	40 - 60
0	0,22	0,08	0,50	34,25	13,75	11,00
200	0,17	0,12	0,04	28,00	14,50	10,00
400	0,24	0,16	0,11	35,00	21,50	20,00
600	0,15	0,08	0,09	25,00	10,50	14,25
800	0,25	0,19	0,10	29,00	19,00	11,00
	0,20 a	0,12 b	0,08 b	30,25 a	15,85 b	13,35 b

Doses	Zn					
	Profundidade (cm)					
	0 - 20		20 - 40		40 - 60	
0	1,98		1,03		0,52	
200	2,10		1,40		0,32	
400	1,77		1,05		2,18	
600	2,25		0,65		0,95	
800	2,07		1,75		0,60	
	2,03 ab		1,17 ab		0,91 b	

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

Cabral et al. (2011) observaram diferenças estatísticas dos valores de Ca^{2+} em camadas, exceto para a camada de solo de 40-60 cm, assim como a redução nos teores de Mg e K. No entanto, tais resultados discordam do observado por Freitas et al. (2004), que registraram aumento na concentração de K na camada de 0-50 cm de 5,1 para 143,1 mg L^{-1} após aplicação de ARS.

Bosco et al. (2008), verificaram as alterações químicas de um Latossolo Roxo distroférrico na região oeste do Paraná, decorrentes da aplicação de ARS durante oito anos consecutivos. Os resultados mostraram que a aplicação de ARS aumentou a concentração de cálcio, magnésio e fósforo no solo, sendo que a concentração de cálcio aumentou de 641,3 mg L^{-1} para 1242,5 mg L^{-1} na camada de 0-30 cm, enquanto a concentração de magnésio aumentou de 243,1 para 449,7 mg L^{-1} . A concentração de fósforo, que antes da aplicação de ARS era de 33,7 mg L^{-1} na camada de 0-30 cm e 3,8 mg L^{-1} na camada de 30-60 cm, aumentou para 51,1 mg L^{-1} (0-30 cm) e 5,4 mg L^{-1} (30-60 cm) após a aplicação.

Foi possível observar decréscimo no valor do pH do solo com o aumento da dose de ARS e consequentemente aumento da acidez trocável do solo (Figura 1). Isso ocorre porque em solo que recebe aplicação de ARS pode haver degradação dos resíduos, o que propiciam a produção de CO_2 e ácidos orgânicos, acarretando na diminuição do valor de pH (BOUWER, 2000). Resultados semelhantes encontrados por Queiroz et al. (2004), que verificaram aumento no teor de alumínio trocável e decréscimo do pH em solos que receberam esterco líquido de suínos. Por outro lado, Cabral et al. (2011); Peles (2007) e Bernardes (2017) não observaram variações significativas nos valores de pH do solo para diferentes doses de dejetos líquidos de suínos.

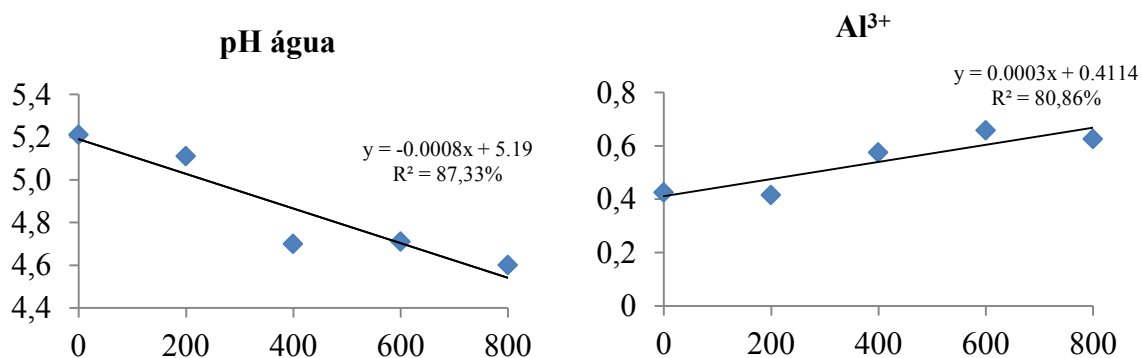


FIGURA 1. pH em água e teor de alumínio em pastagens tratadas com diferentes doses de água residuária de suinocultura, Uberlândia - MG, 2015/2016.

Oliveira et al. (2004) ao estudarem o efeito da aplicação de ARS nas características nutricionais do milho percebeu que a acidez trocável do solo (Al^{3+}) decresceu com aplicação de água residuária, provavelmente devido ao maior valor de pH dessas águas em relação à água de irrigação comumente usada, assim como Bosco et al. (2008) que também observaram decréscimo na concentração de alumínio nas camadas de 0-30 e 30-60 cm após a utilização de ARS.

A explicação para esse resultado é que a redução do pH pode ter causado a redução na saturação por bases e consequentemente o aumento do alumínio trocável (QUEIROZ et al, 2004). Whalen et al. (2002) afirmam que as diferenças de efeito sobre o pH causado por resíduos animais aplicados no solo podem ser atribuídas às variações na sua composição. Por outro lado, a magnitude do efeito de ARS nos componentes da acidez do solo também depende do poder tampão do solo e da dose aplicada, sendo, geralmente, necessárias doses elevadas e repetidas para serem observadas mudanças significativas (CASSOL et al., 2011).

A camada de 0-20 cm apresentou maior teor para a maioria dos nutrientes, pois como a área já foi cultivada em anos anteriores, com realização de adubação e deposição de restos vegetais, é natural que nas camadas mais superficiais tenha um maior acúmulo de nutrientes.

5. CONCLUSÕES

A dose de água residuária de suinocultura não afeta os teores de nutrientes no solo, não sendo possível indicar a dose adequada de ARS necessária para proporcionar aumento dos teores de nutrientes no solo.

O aumento da dose de ARS reduz o pH e aumenta o teor de Al^{3+} do solo.

Houve redução dos teores de fósforo, magnésio, manganês, sódio, potássio e ferro com o aumento da profundidade.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANGONESE, A. R. et al. Eficiência energética de sistemas de produção de suínos com tratamento dos resíduos em biodigestor. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.10, n.3, p.745–750, 2006.

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, J. M.; BRAIDA, J. A.; CASSOL, L. C. Acúmulo de nutrientes em pastagem anual de inverno tratada com esterco líquido de suínos em sistema plantio direto. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 31, 2007. Gramado. **Anais...**Gramado: SBCS, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA PRODUTORA E EXPORTADORA DE CARNE SUÍNA – ABIPECS. Estatísticas Mundiais - Produção e Exportação.. Acesso em: 28 out. 2017.

BARNABÉ, M. C.; ROSA, B.; LOPES, E. L. et al. Produção e composição químicobromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu adubada com dejetos líquidos de suínos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 3, p. 435-446, jul./set. 2007.

BERNARDES, R. F. B. **Água residuária de suínos em um sistema agroflorestal: atributos químicos e translocação de nutrientes no solo**, 2017. 88f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

BERTOL, O.J. **Contaminação da água de escoamento superficial e da água perolada pelo efeito de adubação mineral e adubação orgânica em sistema de semeadura direta**. 2005. 209 f. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

BLANCO, I.B. **Adubação da cultura da soja com dejetos de suínos e cama de aviário**. 2014. 49p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2014.

BOSCO; T. C.; IOST; C.; SILVA; L. N.; CARNELLOSI, C. F.; EBERT, D.C.; SCHREINER; J. S.; SAMPAIO, S. C. Utilização de água residuária de suinocultura em propriedade agrícola-Estudo de caso. **Irriga**, Botucatu, v.13, p.139-144, 2008.

BOUWER, H. Groundwater problems caused by irrigation with sewage effluent. **Journal of Environmental Health**, v.63, p.17-20. 2000.

CABRAL, J. R.; FREITAS, P. S. L.; REZENDE, R.; MUNIZ, A. S.;BERTONHA, A. Impacto da água residuária de suinocultura no solo e na produção de capim–elefante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.15, n.8, p.823–831, 2011.

CARDOSO, B.F.; OYAMADA, G.C.; SILVA, C.M. Produção, Tratamento e Uso dos Dejetos Suínos no Brasil. **Desenvolvimento em Questão**, v. 13, n. 32, 2015.

CASSOL, P.C.; SILVA, D.C.P.; ERNANI, P.R.; FILHO, O.K.; LUCRECIO, W. Atributos químicos em Latossolo Vermelho Fertilizado com dejetos suínos e adubo solúvel. **Revista de Ciências Agro veterinárias**, Lages, v.10, n. 2, p.103-112, 2011.

DIESEL, R.; MIRANDA, C. R.; PERDOMO, C. C. Coletânea de tecnologias sobre dejetos suínos. Porto Alegre: Embrapa Suínos e Aves, 2002.

EL-MEMARI NETO, A. C., ZEOULA, L. M., CECATO, U. et al. Características químicas e estruturais do capim *Brachiaria brizantha* e seus efeitos sobre a qualidade da forragem. **PUBVET**, Londrina, v. 3, n. 3, 2009.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solos**. Dados eletrônicos. —Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p.

FERREIRA, D. F. **SISVAR**. Lavras: UFLA (Departamento de Ciências Exatas – DEX), 2007.

FONSECA, A. F.; HERPIN, U; PAULA, A. M. et al. Agricultural use of treated sewage effluents: Agronomic and environmental implications and perspectives for Brazil.

Scientia Agricola, v. 64, n.2, p.194-209, 2007.

FRANCO, D. **Avaliação do desempenho de gotejadores com uso de água residual na suinocultura**. 2015. 46 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2015.

FREITAS, W. S.; OLIVEIRA, R. A.; CENCON, P. R.; PINTO, F. A.; GALVÃO, J. C. C. Efeito da aplicação de água residuária de suinocultura sobre a produção de milho para silagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.8,p.120-125, 2004.

MEDEIROS, S. S.; SOARES, A. A.; FERREIRA, P. A. et al. Utilização de água residuária de origem doméstica na agricultura: Estudo das alterações químicas do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, n.4, p.603-612, 2005.

MINISTÉRIO DE AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. Animal. Disponível em: . Acesso em: 27 nov. 2017.

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 líquidos suínos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, p. 509-509, 2011.

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 líquidos suínos. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 509-517, 2011.

OLIVEIRA, P.P.A.; OLIVEIRA, W.S; BARIONI JÚNIOR, W. **Produção de forragem e qualidade de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com *Azospirillum brasilense* e fertilizada com nitrogênio**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007. 6 p. (Comunicado Técnico, 54).

OLIVEIRA, R.A.; FREITAS, W.S.; GALVÃO, J. C.C.; PINTO, F.A.; CECIN, P.R. Efeito da aplicação de águas residuárias de suinocultura nas Características nutricionais do milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v.3, n.3, p.357-369, 2004.

PALHARES, J. C. P. Licenciamento ambiental na suinocultura: os casos brasileiro e mundial. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2008. 52p. – (Documentos/Embrapa Suínos e Aves).

PELES, D. Perdas de solo, água e nutrientes sob aplicação de gesso e dejetos líquidos de suínos. 2007. 97f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

PINTO, M.A.B., FABBRIS, C.; BASSO, C.J.; SANTI, A.L.; GIROTTO, E. Aplicação de dejetos líquidos de suínos e manejo do solo na sucessão aveia/ milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 44, n. 2, p. 05-12, 2014.

QUEIROZ, F.M. de et. al. Características químicas de solo submetido ao tratamento com esterco líquido de suínos e cultivado com gramíneas forrageiras. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 34, n. 5, p. 1487-1492, set./out. 2004.

ROLIM, G. D. S.; CAMARGO, M.D.; LANIA, D. G.; MORAES, J. D. Classificação climática de Köppen e de Thornthwaite e sua aplicabilidade na determinação de zonas agroclimáticas para o estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas v. 66, n. 4, p. 711-720, 2007.

ROSA, B.; BARNABÉ, F. H. G. A.; HEINEMANN, A. B. et al. Produção e composição químico-bromatológica do capim braquiário cv. Marandu fertilizado com diferentes doses de dejetos líquidos de suínos. In.: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande, 2004.

SCHERER, E. E.; NESI, C. N.; MASSOTTI, Z. Atributos químicos do solo influenciados por sucessivas aplicações de dejetos suínos em áreas agrícolas da Região Oeste Catarinense. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 34, p. 1375-1383, 2010.

SCHERER, E.E.; AITA, C. & BALDISSERA, I.T. Avaliação da qualidade do esterco líquido de suíno da região Oeste Catarinense para fins de utilização como fertilizante. Florianópolis, EPAGRI, 1996. 46p. (Boletim Técnico, 79).

SEGRANFREDO, M. A. **Dejetos Animais – A dupla face benefícios e prejuízos**, Concórdia, 2004.

SEIDEL, E. P.; GONÇALVES JUNIOR, A. C.; VANIN, J. P.; STREY, L.; SCHWANTES, D.; NACKE, H. Aplicação de dejetos de suínos na cultura do milho cultivado em sistema de plantio direto. *Revista Acta Scientiarum Technology*, Maringá, v. 32, n. 2, p. 113-117, 2010.

SERAFIM, R. S.; **Produção e composição química da *Brachiaria brizantha* cv. Marandú adubada com água residuária de suinocultura**. 2010. 96f. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, 2010.

SMANHOTTO, A.; SOUSA, A. P.; SAMPAIO, S. C.; NÓBREGA, L. H. P.; PRIOR, M. Cobre e zinco no material percolado e no solo com a aplicação de água residuária de suinocultura em solo cultivado com soja. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 2, p.346-357, 2010.

SMANHOTTO, A.; SOUSA, A. P.; SAMPAIO, C.S. ; NÓBREGA, Lúcia Helena Pereira ; PRIOR, Maritane . Cobre e zinco no material percolado e no solo com a aplicação de água residuária de suinocultura em solo cultivado com soja. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 30, p. 347-357, 2010

SOUSA, F. A.; Silva, E. B ; CAMPOS, A.T ; GANDINI, A. M. M. ; CORRÊA, J. M ; GRAZZIOTTI, P. H . Atividade microbiana e produção da lavoura cafeeira após adubação com dejetos líquidos de suínos. **Bioscience Journal**, v. 30, p. 1041-1049, 2014.

VIDIGAL, S.M.; SEDIYAMA, M.A.N.; PEDROSA, M.W.; SANTOS, M.R. Produtividade de cebola em cultivo orgânico utilizando composto à base de dejetos de suínos. **Horticultura Brasileira**, n. 28, p. 168-173, 2010.

VIVAN, M.; KUNZ, A.; STOLBERG, J. et al. Eficiência da interação biodigestor e lagoas de estabilização na remoção de poluentes em dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 14, n. 3, p. 320-325, 2010.

WHALEN, J.K.; CHANG, C.; CLAYTON, G.W. et al. Cattle manure amendments can increase the pH of acid soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.64, p 962-966, 2000.