

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

APLICAÇÕES SUCESSIVAS DE DOSES DE DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS EM
LATOSSOLO SOB CAPIM-MARANDU

ANA CAROLINA PEREIRA DE VASCONCELOS

Uberlândia – MG
Setembro – 2013

ANA CAROLINA PEREIRA DE VASCONCELOS

APLICAÇÕES SUCESSIVAS DE DOSES DE DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS EM
LATOSSOLO SOB CAPIM-MARANDU

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

Orientadora: Regina Maria Quintão Lana
Co-orientadora: Adriane de Andrade Silva

Uberlândia – MG
Setembro – 2013

ANA CAROLINA PEREIRA DE VASCONCELOS

APLICAÇÕES SUCESSIVAS DE DOSES DE DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS EM
LATOSSOLO SOB CAPIM-MARANDU

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 17 de Setembro de 2013.

Prof^a. Dr^a. Adriane de Andrade Silva
Membro da Banca

Eng. Agr^o. Pedro Afonso Couto Junior
Membro da Banca

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

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pois só Ele nos conhece e sabe o que passa dentro de nós, nos dando força para prosseguimos com fé e perseverança. Obrigada meu Pai, por sempre estar ao meu lado, me guiando e protegendo, pelo seu amor incondicional pude concluir mais esta etapa da minha vida.

Agradeço especialmente a minha filha Ana Clara - luz e alegria da minha vida - pelo amor e compreensão nos momentos em que a dedicação aos estudos foi exclusiva, agradeço pela paciência e força a mim despendida. Seu amor, companheirismo e simplesmente sua existência foram minha inspiração para que eu conseguisse alcançar essa realização. Não tenho palavras para descrever o quanto sou grata por ter você em minha vida.

Aos meus pais, Marcília e Teodulo, ao meu irmão Daniel e a toda minha família que, com muito carinho, me apoiaram, sonharam comigo e não mediram esforços para me ajudar no que fosse preciso.

Ao Thiago que foi um anjo que Deus me enviou e me ajudou imensamente nesse último ano de curso, dando todo o apoio que necessitava nos momentos difíceis, todo carinho, amor, respeito e companheirismo e por tornar minha vida mais fácil e cada dia mais feliz. Seu apoio foi fundamental para que eu chegasse até aqui.

À professora Regina, pela orientação, convívio, apoio, compreensão, amizade e incentivo que tornaram possível a conclusão desta monografia.

Agradeço também aos meus amigos e colegas que sempre torceram por mim e me apoiaram. Obrigada pelo companheirismo e amizade de vocês.

À Universidade Federal de Uberlândia, ao Instituto de Ciências Agrárias e aos professores pela contribuição para minha formação.

A todos que de alguma forma me ajudaram e contribuíram para o meu crescimento e formação profissional.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	MATERIAL E MÉTODOS	9
2.1	Localização, implantação do experimento e caracterização do clima.....	9
2.2	Caracterização físico-química do solo.....	9
2.3	Obtenção do dejetos líquido de suíno	10
2.4	Delineamento experimental.....	10
2.5	Tratamentos	10
2.6	Análise e Amostragem do solo.....	11
2.7	Análises estatísticas	11
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	12
4	CONCLUSÕES.....	23
	REFERÊNCIAS	24
	ANEXO	28
	Croqui da área experimental.....	28

RESUMO

A constante aplicação de dejetos de suínos pode promover acúmulos de nutrientes, com efeito residual causando desequilíbrios no sistema solo-planta. Avaliou-se desde 2005, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFET) do Triângulo Mineiro - Campus Uberaba, sendo os resultados apresentados do 4º ano de aplicação sucessiva na área. Objetivou-se avaliar os teores de MO, P, S, Ca, Mn e Zn, em um Latossolo Vermelho, nas profundidades (0 – 2,5 cm, 2,5 – 10 cm e 10 – 20 cm), após as quatro aplicações de dejetos líquido de suínos (DLS) concentrado com teor de sólidos totais de 4 a 6%. Aplicou-se doses crescentes de DLS: 0 m³ ha⁻¹ ano⁻¹; 100 m³ ha⁻¹ ano⁻¹; 200 m³ ha⁻¹ ano⁻¹; 300 m³ ha⁻¹ ano⁻¹; 600 m³ ha⁻¹ ano⁻¹. Observou-se um efeito de dose de DLS e entre as profundidades de avaliação. As aplicações das doses de DLS causaram aumentos significativos nos teores de matéria orgânica, potássio, fósforo, enxofre e zinco no solo. Em relação às profundidades, somente os teores de fósforo e enxofre foram crescentes em todas as profundidades avaliadas. Esse comportamento demonstra uma característica diferenciada em relação ao fósforo que normalmente não apresenta percolação nos solos, mas quando aplicado via fonte orgânica favoreceu a movimentação no perfil o que deve ser avaliado em função da contaminação de águas subterrâneas. Já os teores de MO, K, Ca, Mn e Zn a movimentação ocorreu somente nas duas primeiras camadas avaliadas, 0 a 2,5 cm e 2,5 a 10 cm.

PALAVRAS CHAVES: cerrado, ciclagem de nutrientes, contaminação, forrageira, sustentabilidade

SUMMARY

The constant application of swine manure can promote accumulation of nutrients, with residual effect causing imbalances in the soil-plant system. It was evaluated since 2005, the Federal Institute of Education, Science and Technology (IFET) of Triângulo Mineiro - Campus Uberaba, being the results presented from the 4TH year of successively applying in the area. This study aimed to evaluate the levels of MO, P, S, Ca, Mn and Zn, in an Oxisol, in depths (0 - 2.5 cm, 2.5 - 10 cm and 10 - 20 cm), after the four applications of liquid swine manure (DLS) concentrate with total solids content of 4 to 6 %. Applied to increasing doses of LSD: 0 m³ ha⁻¹ ano⁻¹; 100 m³ ha⁻¹ ano⁻¹; 200 m³ ha⁻¹ ano⁻¹; 300 m³ ha⁻¹ ano⁻¹; 600 m³ ha⁻¹ ano⁻¹. It was observed an effect of dose of LSD and among the depths of evaluation. The applications of doses of LSD caused significant increases in the levels of organic matter, phosphorus, potassium, sulfur and zinc in the soil. In relation to the depths, only the contents of phosphorus and sulfur were increasing in all depths evaluated. This behavior shows a characteristic differentiated in relation to phosphorus that normally presents no percolation in soils, but when applied via organic source favored the movement on the profile that should be assessed on the basis of contamination of groundwater. Already the contents of MO, K, Ca, Mn and Zn the movement occurred only in the first two layers evaluated, 0 to 2.5 cm and 2.5 to 10 cm.

Key words: savannah, nutrient cycling, contamination, forage, sustainability

1 INTRODUÇÃO

Uma das maiores preocupações para a expansão da suinocultura tem sido o excesso de produção de dejetos. Esses dejetos, quando mal manejados, causam a poluição do solo e dos lençóis freáticos, além do odor desagradável em áreas circunvizinhas. A preocupação do impacto deste dejetos sobre o ambiente cresce em importância porque, além da limitação de área, sua distribuição em áreas mais distantes das unidades de produção não é economicamente viável (GIROTTO, 2007). Por outro lado, o uso racional destes resíduos na agricultura, pode reduzir a dependência dos agricultores com fertilizantes industriais, transformando estes resíduos em insumos úteis e econômicos com um mínimo de contaminação ambiental.

A aplicação do dejetos líquido suíno (DLS) tem sido apontada por muitos pesquisadores como excelente alternativa de fornecimento de nutrientes às culturas, promovendo melhorias nos parâmetros físicos, químicos e biológicos do solo (KONZEN ; ALVARENGA, 2008). Por outro lado, outros pesquisadores têm levantado dados que indicam que não há somente benefícios, mas também problemas, principalmente relacionados ao acúmulo de elementos, como o fósforo (P), potássio (K), enxofre (S), zinco (Zn) e manganês (Mn) (GIROTTO, 2007). De fato, existe a preocupação de que o uso desta tecnologia ao longo do tempo, conforme o tipo de solo ou níveis de adubação usados poderia concentrar nutrientes no perfil do solo, lixiviando os elementos para o lençol freático.

Além disso, a utilização de resíduos orgânicos no solo é um dos pré-requisitos para a produção agrícola sustentável. A aplicação ao solo de nutrientes via aplicação de DLS é uma alteração antropogênica que contribui para a transformação dos solos agrícolas, podendo ampliar sua capacidade produtiva, reduzir ou até impossibilitar seu uso. Sabe-se que o solo possui, dependendo de sua capacidade de troca, grande capacidade de reter grandes quantidades de substâncias orgânicas e inorgânicas, fazendo desse recurso uma das alternativas mais razoáveis para disposição de resíduos, tanto do ponto de vista econômico, como para a produção de alimentos ou como fonte energética (OLIVEIRA, 2006).

Rech et al. (2008) destacam que, os dejetos de suínos, devido ao suplemento mineral oferecido aos animais, contêm apreciáveis quantidades de metais pesados, como Cu, Zn e Fe, que, quando aplicados ao solo, funcionam como nutrientes, mas que, em doses elevadas, podem provocar toxidez às plantas.

Visto que a matéria orgânica (MO) do solo é um dos atributos que influenciam diretamente a biodisponibilidade de metais pesados, formando complexos metalorgânicos

(Dick et al, 2009), é possível realizar estratégias para que seus valores sejam incrementados para promoverem maior capacidade de adsorção dos metais e com isso aumentar a capacidade dos solos na retenção dos mesmos. Assim, haverá melhoria do ambiente para o desenvolvimento das plantas, que poderão apresentar incrementos na produtividade, devido à maior absorção de nutrientes.

O aumento de dispositivos legais severos contra a descarga de poluentes nos recursos hídricos tem aumentado o interesse no uso do solo para disposição, tratamento e utilização de efluentes líquidos em geral (GONÇALVES et al., 2009). A reciclagem de dejetos líquidos de suíno, vem atender à necessidade de disposição controlada deste resíduo, com a preocupação da preservação das águas superficiais e dos aquíferos, especialmente, pela alta carga poluidora, devido à elevada demanda bioquímica de O₂ (DBO) e à presença de metais pesados (MATTIAS, 2006).

Com isso, o presente trabalho de pesquisa teve o objetivo de avaliar a aplicação de dejetos líquidos de suínos sobre as alterações dos atributos: Matéria Orgânica (MO), macronutrientes: Potássio (K), Fósforo (P), Enxofre (S), Cálcio (Ca) e micronutrientes: Zinco (Zn) e Manganês (Mn), em solo do bioma Cerrado cultivado com a forrageira *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, na mesorregião do Triângulo Mineiro, Brasil.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização, implantação do experimento e caracterização do clima

O experimento foi avaliado desde 2005 no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia (IFET) do Triângulo Mineiro - Campus Uberaba localizado no município de Uberaba-MG, em parceria com a Universidade Federal de Uberlândia (UFU), sendo os resultados demonstrados do ano agrícola (2008 – 2009). A área experimental está localizada a uma altitude de 795 metros e suas coordenadas geográficas são 19°39'19" S e 47°57'27" W, com relevo plano e o clima da região classificado, segundo Köppen, como Aw, tropical quente, com inverno frio e seco.

2.2 Caracterização físico-química do solo

O solo da área do experimento é classificado como Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 2006). A área utilizada é coberta pela forrageira *Brachiaria brizantha* cv. Marandu utilizada para pastejo. O solo apresenta textura arenosa (135 g/dm^3) na camada de 0 a 10 cm e textura média (185 g/dm^3) na profundidade de 10 a 20 cm. Segundo a CFSEMG (1999) solos com teor de argila inferior a 150 g/dm^3 são classificados como arenosos e entre 150 e 350 g/dm^3 são classificados como de textura média, ou seja, a área é caracterizada por uma textura leve, com tendência à ocorrência de processos erosivos, menor retenção de água ao longo do perfil, e, principalmente, menor poder tampão e capacidade de adsorção de minerais.

Tabela 1 – Caracterização química do solo anterior à instalação do experimento.

Profundidade (cm)	pH CaCl ₂	M.O g dm ⁻³	V %	CTC	SB	H+AL	AL			
					----- mmol _c dm ⁻³ -----					
0 - 10	4,5	19,0	22,8	31,1	7,1	24,0	2,4			
10 - 20	4,4	18,0	19,5	34,8	6,8	28,0	3,8			
	P	K	Ca	Mg	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
	mg dm ⁻³	----- mmol _c dm ⁻³ -----			----- mg dm ⁻³ -----					
0 - 10	51	1,1	5,0	1,0	0,20	3,72	48,0	5,91	7,18	
10 - 20	48	0,8	5,0	1,0	0,19	4,04	50,0	5,51	7,58	

Caracterização realizada conforme metodologias descritas por Rajj et al., 2001.

pH = utilizando o extrator CaCl₂; M.O = matéria orgânica; V = saturação por bases; CTC= capacidade de troca catiônica; SB= soma de bases.

2.3 Obtenção do dejetos líquido de suíno

O DLS foi obtido do sistema de criação de suínos confinados em galpões de recria e terminação, pertencente ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Triângulo Mineiro - Campus Uberaba. O DLS foi coletado na lagoa de estabilização após um período de estabilização de aproximadamente 60 dias. Optou-se pela utilização do DLS mais concentrado, isto é, com média de sólidos totais (ST) variando entre 4 a 6%, concentração superior a do efluente da lagoa de estabilização (menor que 1%). A obtenção do substrato mais concentrado se deu através da retirada do líquido sobrenadante, utilizando-se para isto um tanque de sucção tratorizado, e retirou-se o DLS a aproximadamente 80 cm do fundo da lagoa. A distribuição do DLS foi manual utilizando-se tambores graduados.

2.4 Delineamento experimental

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos ao acaso (DBC), sendo os tratamentos dispostos no esquema fatorial de parcelas subdivididas (split plot), com as profundidades de amostragem nas subparcelas. Cada parcela tinha a dimensão de 4 m x 4 m (16 m²) e a distância entre as parcelas de 0,5 m. Durante as coletas desprezou-se uma área de bordadura definida em 0,5 m em todo o contorno da parcela, ou seja, a parcela útil possuía 3 m x 3 m (9 m²).

2.5 Tratamentos

Os tratamentos utilizados foram determinados com doses crescentes de DLS: Tratamento Controle: 0 m³ ha⁻¹ ano⁻¹; Tratamento 2: 100 m³ ha⁻¹ ano⁻¹, Tratamento 3: 200 m³ ha⁻¹ ano⁻¹, Tratamento 4: 300 m³ ha⁻¹ ano⁻¹, Tratamento 5: 600 m³ ha⁻¹ ano⁻¹. Optou-se durante a condução do experimento, realizar a quantificação dos tratamentos na unidade de volume (m³), não se fixou os teores de nutrientes aplicados, somente realizou-se as quantificações em função de variações nas quantidades de nutrientes entre os quatro diferentes lotes de DLS aplicados, em que a composição média foi de 4 a 6% de ST (sólidos Totais), 53 kg m⁻³ de MO, 4,40 kg de N m⁻³; 4,0 kg de P₂O₅ m⁻³, 2,14 kg de K₂O m⁻³.

2.6 Análise e Amostragem do solo

Os dados deste experimento são referentes ao 4º ano de aplicação sucessiva na área. O solo foi amostrado em cada parcela retirando-se 4 sub-amostras, que foram homogeneizadas para a obtenção de uma amostra composta por profundidade. Foram avaliadas três profundidades (0 – 2,5 cm, 2,5 – 10 cm e 10 – 20 cm). As amostras de solo foram realizadas ao final do ano de 2008 e enviadas ao Laboratório de Análises de Solo, Adubos e Corretivos da Universidade Federal de Uberlândia.

Para analisar os atributos de solo MO, K, P, S, Ca, Mn e Zn conforme metodologia descrita em EMBRAPA (2009), levou-se em consideração o efeito das cinco doses de DLS, as três profundidades de amostragem do solo e quatro repetições.

2.7 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos a análises estatísticas, utilizando-se o programa SISVAR. Os resultados para o fator quantitativo (doses de DLS) foram submetidos à análise de regressão.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de matéria orgânica (MO) do solo (Figura 1), na profundidade de 0 a 2,5 cm, aumentou gradativamente com as doses aplicadas. Na profundidade de 2,5 a 10 cm, houve pouco incremento de MO e não observou-se variação para a profundidade de 10 a 20 cm. O incremento observado pode estar relacionado com as aplicações sucessivas realizadas com o DLS, que mesmo com baixos teores de MO ($53,28 \text{ kg m}^{-3}$), pode contribuir para incrementos da matéria orgânica do solo, ou com o fato do DLS auxiliar na promoção de melhor desenvolvimento radicular e com o acúmulo de material senescente em cobertura do solo.

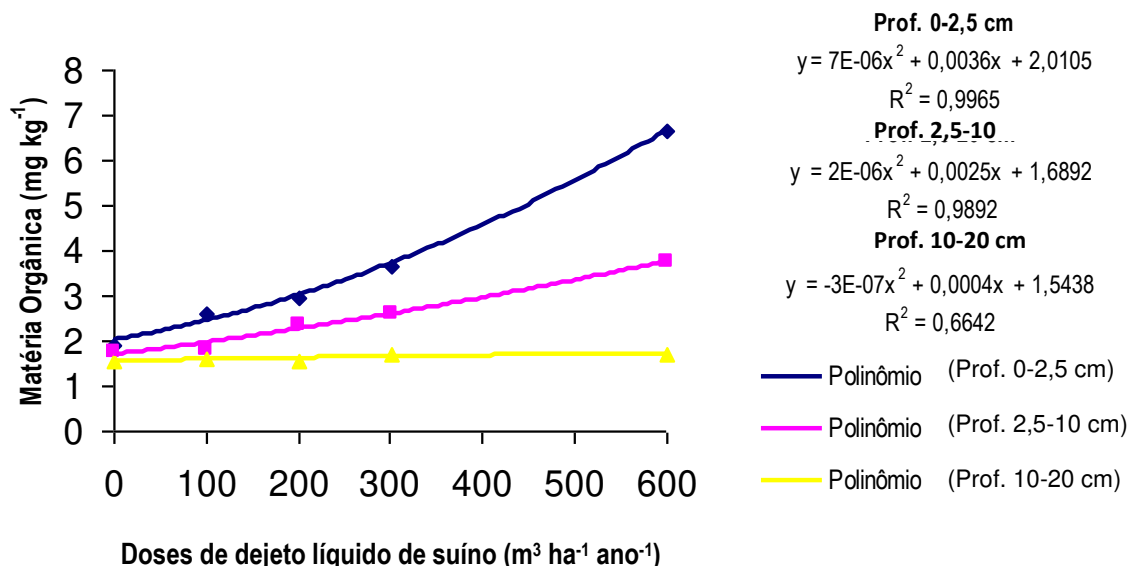


Figura 1 – Teor de Matéria Orgânica do solo (mg dm^{-3}), em função de doses de dejetos líquidos suíno ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}$), no município de Uberaba-MG.

Os resultados apresentados na Figura 1 estão de acordo com De Maria ; Castro (1993) que observaram maior acúmulo de MO em profundidades menores de amostragem como de 0-2,5 cm e 0-5,0 cm. Em todos os tratamentos com aplicação de DLS, ocorreu incremento no teor de MO, com valor considerado adequado de acordo com a CFSEMG (1999), já no tratamento com aplicação de 600 m^3 o incremento foi superior a 100%, com o teor classificado como muito elevado.

Mattias (2006), não observou incremento de matéria orgânica com a aplicação de DLS, o que pode ser justificado pelo baixo teor de matéria seca presente nos dejetos e pela própria característica do carbono (C) (SCHERER et al., 2010), sob a forma de

polissacarídeos, proteínas, lipídeos e outros compostos, que são considerados de rápida degradação. Porém neste experimento, pela aplicação constante (4 anos de aplicação), com DLS com maior concentração de ST, possibilitou maiores acúmulos.

Com relação ao K (Figura 2) observou-se que houve incremento deste elemento somente a partir da maior dose (600 m³/ha) para as profundidades de 0 – 2,5 cm e 2,5 – 10 cm.

Neste experimento, observou-se baixa concentração (menor que 0,1 cmolc dm⁻³) de K no solo, que pode ser atribuído ao comportamento de alta extração da vegetação (gramínea forrageira) (CARVALHO et al., 2006; PRIMAVESI et al., 2006; COSTA et al., 2008), imobilizando parte deste nutriente na biomassa. Queiroz et al. (2004a) também verificaram que o íon potássio é bastante absorvido pela braquiária, demonstrando a necessidade de se mensurar a cobertura vegetal no solo para se obter as alterações no teor de potássio.

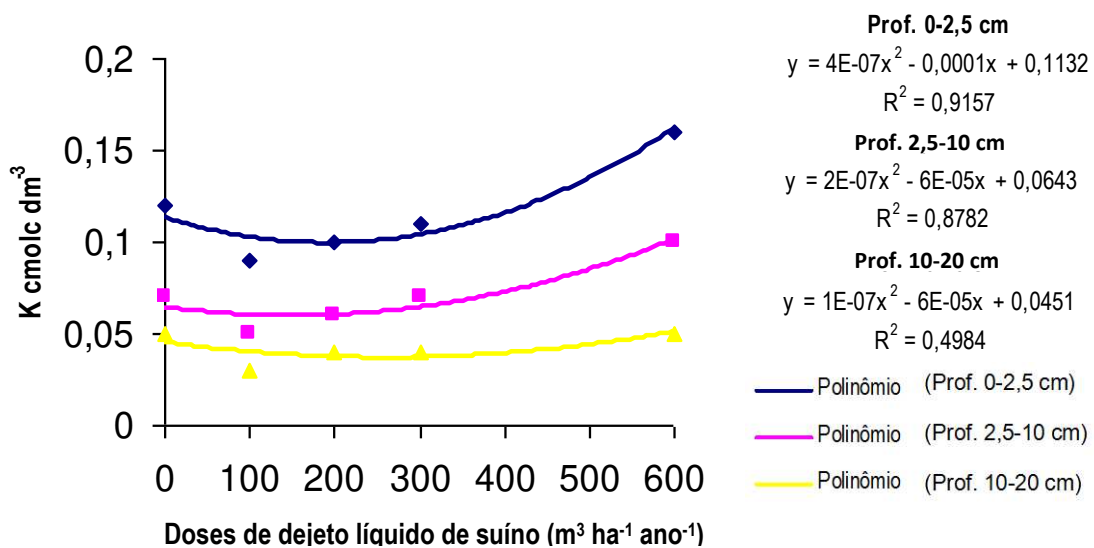


Figura 2 – Teor de Potássio no solo (cmolc dm⁻³), em função de doses de dejetos líquidos suíno (m³ ha⁻¹ ano⁻³), no município de Uberaba-MG.

Outro fato que possivelmente pode ter contribuído para os baixos teores de K no solo é que na obtenção do DLS utilizado neste experimento desprezou-se previamente a fração do sobrenadante da lagoa de estabilização. O comportamento do nutriente K é de alta mobilidade e alta solubilidade, tanto com o uso de fontes solúveis quanto em aplicação de resíduos orgânicos (ERNANI et al., 2007), o que pode ter levado a sua exportação, conjuntamente, com o sobrenadante da lagoa.

Analisando-se a Figura 3, observa-se que os teores de fósforo nas camadas de 0 a 2,5 cm e de 2,5 a 10 cm de profundidade, aumentaram gradativamente com as doses aplicadas, até a dose $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, o que indica que deve-se realizar o monitoramento de áreas que recebem sistematicamente DLS, principalmente, quando em altas concentrações. Na maior dose ($600 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) (Figura 3), nas camadas mais superficiais (0 a 10 cm) o comportamento do P disponível, foi de manutenção ou declínio, e um crescimento linear na camada (10 a 20 cm) observa-se que como o P foi aplicado em superfície uma pequena movimentação, em função deste fósforo poder estar complexado a matéria orgânica do DLS, o que permite uma movimentação no perfil, pela redução na adsorção que normalmente ocorre com as fontes solúveis. O fósforo disponível (Melhlich⁻¹) no solo tem baixa movimentação, e em solos de cerrado normalmente observa-se rápida adsorção e precipitação no solo, visto que quanto maior o contato deste elemento com o solo, maior sua adsorção pelas argilas e precipitação com ferro (Fe) e alumínio (Al) (NOVAIS et al., 2007).

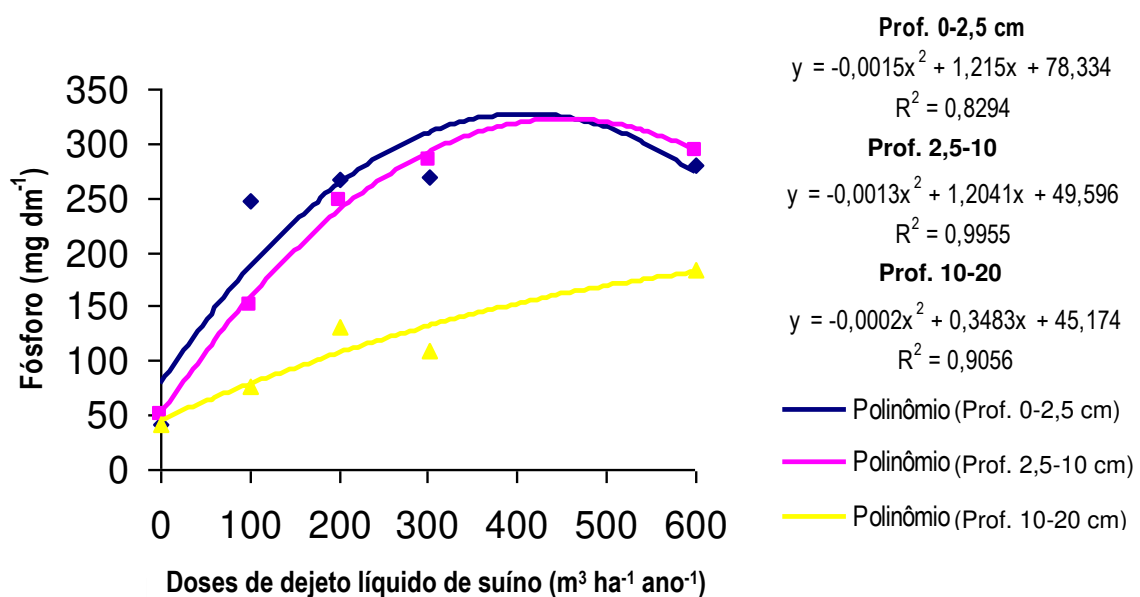


Figura 3 – Teor de fósforo no solo (mg dm^{-3}), em função de doses de dejetos líquidos suíno ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}$), no município de Uberaba-MG.

Observa-se que o teor de fósforo disponível apresentou aumento ao longo do perfil, sendo que nas menores concentrações houve um aumento médio de 100% e na maior dose de 200%, indicando que há percolação deste elemento, até a profundidade avaliada (10 a 20 cm). Esse comportamento era esperado, uma vez que o P é considerado um elemento pouco móvel no solo. Observando os valores de P no solo, mesmo no tratamento controle serem

considerados, de acordo com as classes de interpretação de fertilidade do solo, como um teor muito bom ($> 45 \text{ mg/dm}$) segundo a CFSEMG (1999), esses teores não são muito comuns em solos do bioma Cerrado, normalmente deficientes em P, neste caso, isto ocorreu devido ao fato deste experimento ser do 4º ano de aplicação sucessivas de DLS na área.

Scheffer- Basso et al. (2008) observaram, ao final do experimento, que as análises do solo revelaram expressivo aumento nos teores de P e K nas parcelas adubadas com dejetos líquido de suínos. As alterações nos atributos químicos do solo também foram descritas por Ceretta et al. (2003) em estudo sobre o uso de dejetos líquido de suínos em pastagem natural. Esses autores evidenciaram elevada concentração de P na camada superficial do solo. Ceretta et al. (2010) avaliando diferentes frações de P após aplicação de DLS após 18 meses de aplicação de DLS observaram aumento na camada superficial (0- 2 cm) de 68 a 879 mg kg^{-1} de P inorgânico (extraído com resina trocadora de anions), ou seja um incremento de 1192% em relação ao tratamento controle. E na maior profundidade avaliada (20-25 cm) observou-se um incremento de 8 a 195 mg kg^{-1} de P inorgânico, ou 2337% em relação ao tratamento controle. Assim, é necessário o seu monitoramento, pois pode levar à contaminação ambiental pelo escoamento superficial deste solo até os corpos d'água. O fósforo, de acordo com vários resultados de pesquisa, representa risco potencial para contaminação de solos e águas e deve ser considerado mineral limitante na aplicação de DLS (SEGANFREDO, 2007).

Ademais, a disposição de DLS sucessivamente ao longo dos anos nas mesmas áreas, pode causar sérios problemas com contaminação de águas subsuperficiais e rios com nitrato e fósforo (BERWANGER, 2006). Apesar de neste experimento, ainda não ter sido possível visualizar o deslocamento vertical, o acúmulo na camada 0 a 2,5 cm pode levar o fósforo pelo escoamento superficial aos corpos d'água. De acordo com a Figura 3, observa-se que em todas as camadas houve incremento nos teores de P.

Ainda, Parra et al., (2005) observaram que a percolação de P em solos, após aplicação de DLS por 4 anos e meio, proporcionou acréscimo médio estimado de $0,50 \text{ mg de P dm}^{-3}$ no solo por m^3 do DLS aplicado. Os acréscimos observados na camada de 0-10 cm, proporcionados pelas doses anuais de 60, 90 e $120 \text{ m}^3/\text{ha}$, foram, respectivamente, de 224, 245 e de 391% em relação ao tratamento controle. Os autores observaram ainda que, na camada de 10-20 cm, houve o deslocamento do P no perfil do solo, provavelmente sob formas orgânicas, com posterior mineralização nestas camadas. Neste Experimento todas as doses evidenciaram esta tendência na camada de 2,5 - 10 cm e 10 - 20 cm de profundidade.

Observou-se que apesar do pouco incremento, houve aumento dos teores de S (Figura 4) em função das crescentes doses de DLS aplicadas. Em todas as parcelas em que se aplicou

o DLS, os teores encontram-se elevados. Souza et al. (2001), definem que teores no solo entre valores de 5 a 9 mg dm^{-3} são considerados médios e acima de 10 mg dm^{-3} considerados elevados. Assim, nota-se que no tratamento controle, até a dose de 300 m^3 , o valor encontra-se no teor médio, nos demais se encontram na faixa considerada alta.

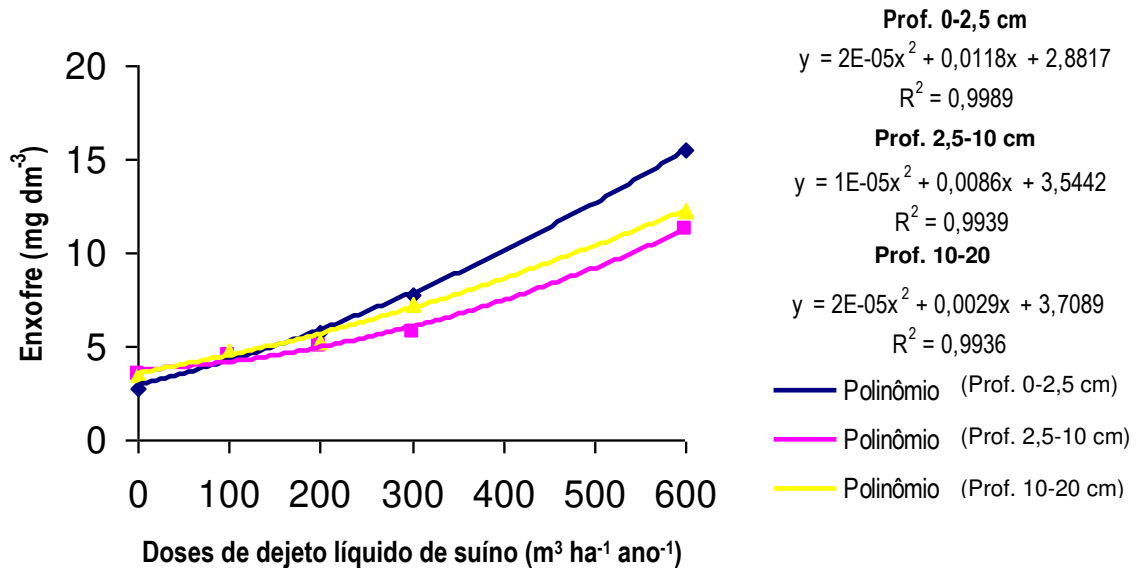


Figura 4 – Teor de enxofre no solo (mg dm^{-3}), em função de doses de dejetos líquidos de suíno ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$), no município de Uberaba-MG.

A classificação apresentada por Souza et al. (2001) é divergente das classes de interpretação de disponibilidade de enxofre de Alvarez et al., (1999), que correlacionam textura e fósforo remanescente (P-rem). Considerando a textura desse solo arenoso, com valor de P-rem estimado na faixa de 30 a 44 mg dm^{-3} , o nível satisfatório de S para este solo seria de 13 mg dm^{-3} , entre 13,1 a 19,6 considerado bom, e abaixo de 8 considerado baixo. De acordo com essa classificação, o teor de S da testemunha e dos demais tratamentos até a dose de 300 m^3 , encontra-se baixo e somente no tratamento com 600 m^3 encontra-se dentro da faixa considerada adequada.

Ainda de acordo com a Figura 4, observa-se que os teores de S na camada de 10-20 cm de profundidade foram maiores que na camada intermediária do experimento, de 2,5-10 cm de profundidade. Isso ocorreu pelo fato do enxofre ser altamente sujeito às perdas por lixiviação, principalmente em solos arenosos (ALVAREZ et al., 2007), como é o caso do solo desta pesquisa, em que a movimentação do SO_4 é maior e, com isso, pode ser perdido por percolação. Além disso, solos arenosos possuem baixos teores de matéria orgânica,

consequentemente, menores reservas de S orgânico, comportamento este observado com relação ao teor de S da testemunha, que encontra-se baixo.

O aumento na concentração de S no solo foi de até 3 vezes no tratamento em que se aplicou a maior dose de DLS. Esse incremento é satisfatório, pois o S tem efeito sinérgico com o N, sendo essencial para a síntese de proteínas (ALVAREZ et al., 2007). No entanto, de acordo com Alvarez et al. (2007) a contribuição de S nas formas orgânicas é questionada, pois verificam que essa fonte no solo apresenta baixa taxa de mineralização, variando de 0,6 a 1,3% do S total.

Através da análise de regressão (Figura 5) verificou-se que os teores de cálcio no solo aumentaram de acordo com as doses aplicadas, sendo encontradas concentrações maiores na camada superficial, diminuindo em profundidade. Resultados semelhantes foram relatados por Dotzbach et al. (2009), onde analisando as alterações químicas do K, Ca e Mg de um Argissolo Vermelho Amarelo típico em função da adubação com cama ou dejetos líquidos de suínos ou adubação química, nas profundidades de 0 a 15 cm, 15 a 30 cm 30 a 45 cm e 45 a 60 cm, também encontraram concentrações de Ca maiores na camada superficial, que também, como neste experimento, diminuiu em profundidade (Figura 5).

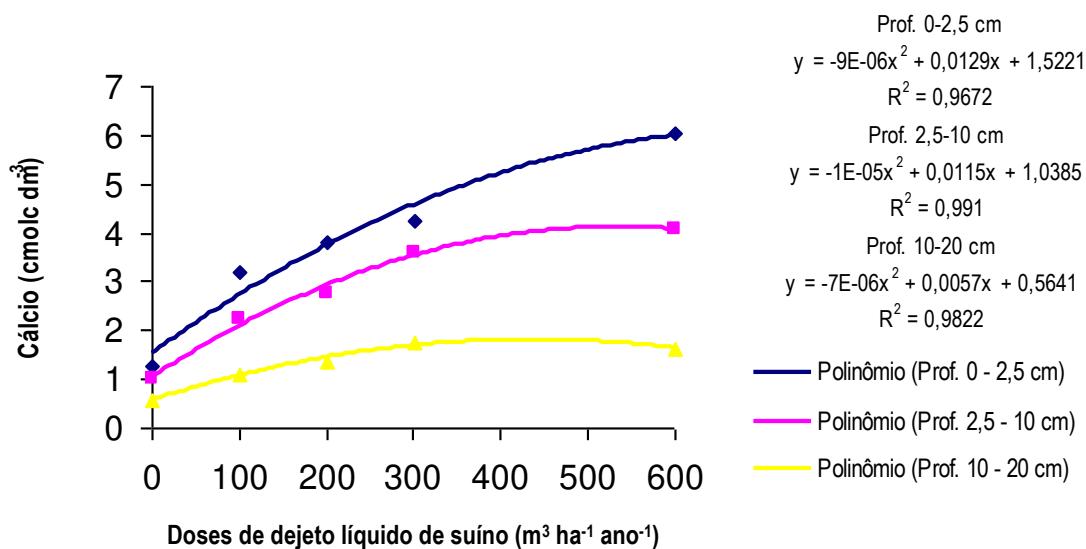


Figura 5 – Teor de Cálcio no solo (cmolc dm^{-3}), em função de doses de dejetos líquidos suíno ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{ano}^{-3}$), no município de Uberaba-MG.

De acordo com CFSEMG (1999), os teores de Ca no solo sem aplicação de DLS encontram-se baixos, nas três profundidades avaliadas. Este fato foi verificado também por Mattias (2006), onde relatou que os teores de Ca e Mg dos solos de ambas as microbacias

hidrográficas analisadas em seu experimento mostraram-se superiores nas áreas sob aplicação de dejetos em relação às áreas sem aplicação.

Ainda de acordo com a Figura 5, os teores de Ca no solo na camada superficial que receberam tratamento com $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de DLS, o teor de Ca foi classificado, segundo CFSEMG (1999), como bom, enquanto que nas parcelas que receberam DLS nas doses de $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ e $600 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, o teor de Ca no solo foi classificado como muito bom. Como neste experimento, resultados semelhantes foram obtidos por Campelo (1999), que avaliou a capacidade de um Podzólico Vermelho Amarelo, sem cobertura vegetal, em infiltrar águas residuárias de suinocultura com quatro diferentes concentrações de sólidos totais (2,40; 7,00; 16,30 e $26,90 \text{ kg m}^{-3}$) e encontrou aumento nas concentrações de Ca, Cu, Zn e P nas camadas superficiais do solo.

Com a aplicação de DLS na maior dose ($600 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) até a profundidade de 20 cm, o teor de Ca no solo, de acordo com CFSEMG (1999) foi classificado como muito bom. Ressaltando que até essa profundidade (20 cm), a partir da dose de $200 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, já se encontram teores adequados de Ca no solo para a maioria das culturas (Figura 5).

De fato, na camada intermediária (2,5 a 20 cm), observa-se que houve um aumento no teor de Ca de 4 vezes e na camada mais superficial (0 a 2,5 cm) esse aumento foi de até 5 vezes até a dose de $600 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ de DLS, em relação ao tratamento onde não houve aplicação de DLS (Figura 5). Falkiner e Smith (1997a), também verificaram aumento nos teores de Ca em solos irrigados com águas residuárias, e que a irrigação com o efluente ocasionou o aumento dos teores de Ca até 50 cm de profundidade.

Analisando-se o Ca constata-se que os teores encontrados são reflexos das aplicações dos dejetos, porém preocupações relativas aos acúmulos dos mesmos nos solos não são freqüentemente relatadas.

Com relação ao zinco (Figura 6), visualiza-se um comportamento crescente deste elemento para a profundidade de 0–2,5 cm com incrementos de 5 a 22 vezes maior do que o tratamento controle em função das doses de DLS aplicadas. Para as profundidades de 2,5–10 cm e 10–20 cm observa-se que os dados seguiram um modelo quadrático, com acréscimos de aproximadamente 253 a 872% e 203 a 226%, respectivamente, quando comparados com a testemunha. Observa-se também uma tendência de migração do Zn para as camadas mais profundas do solo, reforçando a ideia de transporte vertical, devido ao acúmulo nas camadas superficiais do solo. O maior acúmulo observado na camada superficial (0–2,5 cm) deve-se à aplicação do DLS em cobertura. Esse comportamento do Zn deve ser monitorado, pois o acúmulo ocorreu, principalmente, quando utilizou-se doses elevadas. Observa-se que mesmo

utilizando-se até $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, após o 4º ano de avaliação, o teor é de aproximadamente 20 mg/dm^3 de Zn, considerado, de acordo com a CFSEMG (1999), 10 vezes superior ao teor considerado elevado. Neste experimento, o DLS é mais concentrado (ST acima de 4%) do que o usual (0,5 a 1,4% de ST), mas indica que a utilização sistemática deste resíduo com presença de Zn pode ocasionar desequilíbrios no sistema solo-planta.

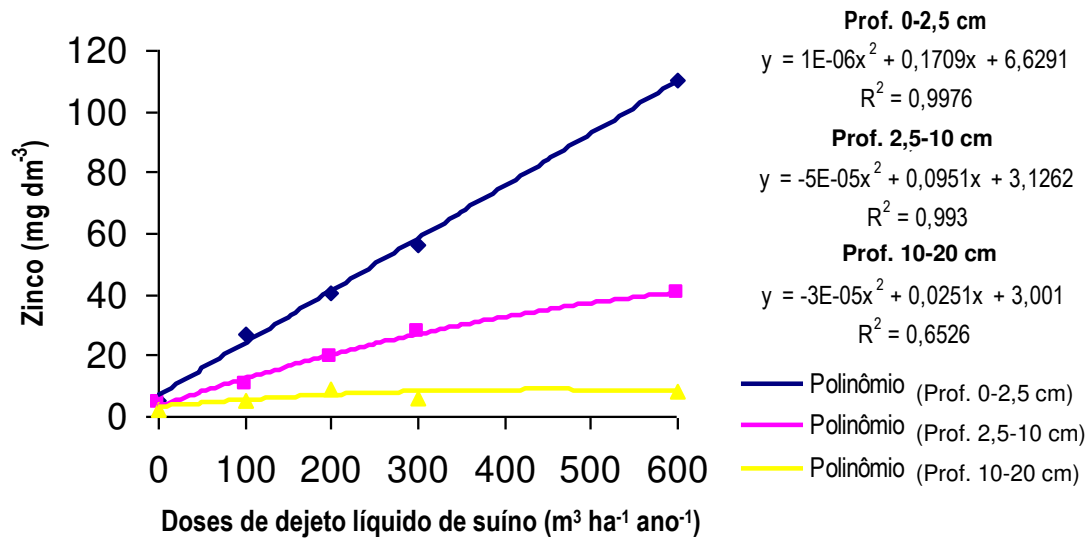


Figura 6 – Teor de Zinco no solo (mg dm^{-3}), em função de doses de dejetos líquidos suíno ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-3}$), no município de Uberaba-MG.

Queiroz et al. (2004) também verificaram incremento do teor de Zn no solo com o aumento da dose aplicada de DLS. Resultados semelhantes foram observados por L'herroux et al. (1997), que após cinco anos com aplicação de dejetos de suínos, encontraram aumentos nos teores de Cu e Zn no solo e movimentação destes no perfil do solo.

Como os novos valores de referência estabelecidos pela CETESB (2005) são mais restritivos, observa-se que o valor de zinco utilizado como referência de qualidade é de 60 mg/dm^3 e o valor para se realizar alguma interferência, quando apresentar-se acima de 300 mg/dm^3 . Então os valores obtidos neste experimento são inferiores aos definidos pela CETESB (2005) como referência, com exceção da dose de $600 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$ na profundidade de 0-2,5 cm. O valor máximo de zinco acumulado neste experimento na profundidade de 0-2,5 cm é de $109,90 \text{ mg/dm}^3$, correspondendo a 183% do limite do valor de referência de qualidade, e corresponde apenas a 36% do teor para se realizar alguma interferência na área.

A aplicação de dejetos de origem animal na forma sólida tende a elevar o teor de metais somente nas camadas superficiais, induzindo à transferência por escoamento superficial, causando a contaminação de sedimentos e águas superficiais (L'HERROUX et al., 1997), na forma líquida a contaminação pode ser em ambos os ambientes (superfície e subsuperfície). Este fato pode inviabilizar a aplicação de DLS em grandes quantidades, pois pelo curto período de tempo avaliado no presente trabalho, evidenciou-se que ocorreu grande concentração do metal pesado no solo, podendo significar que a capacidade de complexação do Zn nas camadas mais superficiais foi alcançada, ocorrendo a percolação do elemento para camadas inferiores, o que poderá ocorrer não somente para o Zn, mas também para outros elementos como o nitrato, cobre (Cu), e até o P.

Basso et al. (2005), em um solo argiloso de textura média, com aplicação de DLS, também observaram na camada de 0-2,5 cm concentração de Zn na dose de 40 m³/ha, superior a 300 mg dm³, no perfil observaram uma pequena tendência de percolação.

Segundo Mattias (2006) o Zn é o elemento com maior probabilidade de acúmulo nos solos das microbacias hidrográficas. Os mesmos autores informam que os teores de metais pesados encontrados nos solos, muitas vezes não refletem as quantidades aplicadas anualmente, indicando transferência para outros compartimentos do ambiente, como adsorvidos em moléculas orgânicas, formando complexos estáveis com outros nutrientes, mais do que transferência para camadas mais profundas do solo. Isto reforça a necessidade de monitoramento do perfil do solo, escoamento superficial e exportação de nutrientes quando se aplica DLS. Smanhotto et al. (2010) observaram que as concentrações de Zn no solo aumentaram com a aplicação de água residuária de suinocultura, porém observaram percolações pouco expressivas.

Os teores de Manganês no solo encontram-se na Figura 7. Segundo Sposito (1989), sistemas ácidos podem provocar menor adsorção específica do Mn, diminuindo a capacidade do solo em adsorver este metal. Neste experimento, como o pH do solo situou-se em média em 5,8 observou-se comportamento contrário, conforme apresentado na Figura 7. Observa-se no gráfico de regressão, em todas as profundidades avaliadas, um decréscimo no teor de Mn no solo, fato este atribuído à capacidade do elemento de adsorção nos colóides do solo, especialmente por se tratar de um Latossolo. Além disso, essa redução observada atribui-se a complexação com a matéria orgânica (MO) presente no resíduo nas duas camadas mais superficiais.

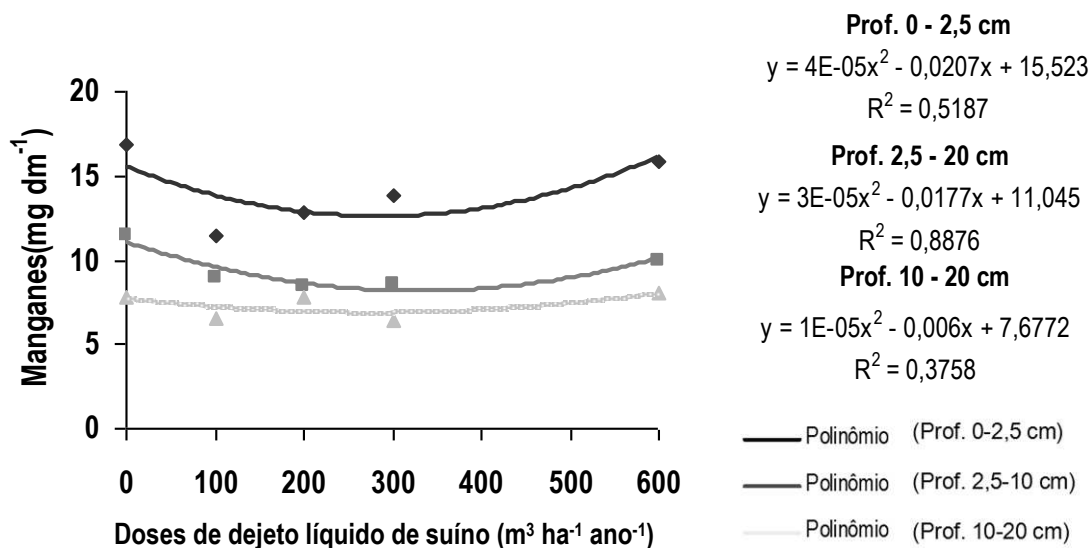


Figura 7 – Teor de Manganês no solo (mg dm^{-3}), em função de doses de dejetos líquidos de suíno ($\text{m}^3 \text{ha}^{-1} \text{ano}^{-1}$), no município de Uberaba-MG.

Ainda, o Mn é mais disponível num pH de entre 5,0 e 6,0. Em solos mais ácidos é adsorvido por óxidos e silicatos de ferro (Fe) e alumínio (Al), formando complexos insolúveis. Em solos alcalinos, ou à medida que se eleva o pH, o Mn se oxida tanto química, como biologicamente, e sua disponibilidade se relaciona diretamente com seu estado de oxidação. Em alguns solos ácidos, encontra-se níveis tóxicos de Mn, e a prática da calagem, que promove a elevação do pH ajuda na indisponibilidade do Mn e, na diminuição daqueles níveis tóxicos. Portanto, com a acidificação do solo pode-se esperar que o Mn será o micronutriente disponibilizado em primeiro lugar e em maiores quantidades (LOPES; COX, 1977), como observado na Figura 7.

Ademais, o excesso de P no solo gera competição podendo provocar deficiência de Mn, Fe, Cu, e Zn. De acordo com a Figura 3, há um aumento considerável no teor de P, que comparativamente com a Figura 7, pode-se observar essa tendência no decréscimo do teor de Mn, já que este diminuiu com o aumento da concentração de P.

Observa-se ainda que este elemento apresenta ciclagem no solo via planta de cobertura, devido ao valor mais elevado na camada de 0 a 2,5 cm que não recebeu aplicação DLS. Em todas as profundidades avaliadas (Figura 7), o teor de Mn foi maior quando não aplicado o DLS. Assim, o Mn apresentou maior teor na fração biodisponível das camadas superficiais (0 a 2,5 cm) em relação à última camada, evidenciando acúmulo do elemento em níveis superiores àqueles considerados adequados à nutrição de plantas ($10 \text{ a } 20 \text{ mg kg}^{-1}$, MARSCHNER, 1995), por exemplo, nas camadas superficiais do solo.

Ainda de acordo com a Figura 7, observa-se que na maior dose aplicada ($600 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$), nas três profundidades avaliadas, houve um aumento médio de 15% em relação às outras doses. Porém, ainda menor que o teor avaliado na testemunha. O teor de Mn no solo se elevou com a aplicação da maior dose de DLS, isto talvez se deva à alta concentração deste no dejetto utilizado. Este aumento também pode ter ocorrido, pela diminuição do pH do solo, com a aplicação do dejetto, que aumenta a disponibilidade do Mn na solução do solo.

4 CONCLUSÕES

1. As concentrações de fósforo no solo foram crescentes em função das doses e ocorreram incrementos em todas as profundidades avaliadas.
2. As concentrações de potássio no solo foram incrementadas somente na dose de $600 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}$.
3. As aplicações de dejetos líquidos de suínos causaram aumentos significativos nos teores de matéria orgânica e zinco no solo, nas profundidades mais superficiais (0- 2,5 cm e 2,5 a 10 cm).
4. Os teores de cálcio no solo aumentaram de acordo com as doses aplicadas, sendo encontradas concentrações maiores na camada superficial, diminuindo em profundidade.
5. O teor de manganês no solo foi maior quando não aplicado o dejetos líquidos de suínos, em todas as profundidades avaliadas. Este apresentou maior teor na camada superficial de 0 a 2,5 cm em relação à última camada de 20 a 40 cm.
6. Houve pouco incremento de enxofre no solo em função das doses aplicadas.

REFERÊNCIAS

- ALVAREZ, V. H.; NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; LOPES, A. S. Interpretação dos resultados das Análises de solo In: CFSEMG (ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação** – Belo Horizonte: EPAMIG, CFSEMG - Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999, p. 25- 33.
- ALVAREZ, V. H.; ROSCOE, R.; KURIHARA, C. H.; PEREIRA, N. F. Enxofre In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F. FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Eds.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, 2007, p. 595-644.
- BASSO, C. J.; CERETTA, C. A; DURIGON, R.; POLETTO, N.; GIROTTO, E. Dejeito líquido de suínos: II – perdas de nitrogênio e fósforo por percolação no solo sob plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.6, p.1234- 1242, 2005.
- BERWANGER. A. L. **Alterações e transferências de fósforo do solo para o meio aquático com o uso de dejeito líquido de suínos**. 2006. 105 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.
- CAMPELO, P.L.G. **Influência da aplicação de águas residuárias de suinocultura nas características físico-hídricas e químicas de um solo Podzólico Vermelho-Amarelo**. 1999. 55 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa. 1999.
- CARVALHO, F. G. BURITY, H. A.; SILVA, V. N.; SILVA, L. E. S. F.; SILVA, A. J. N. Produção de matéria seca e concentração de macronutrientes em *brachiaria decumbens* sob diferentes sistemas de manejo na zona da mata de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 36, p. 101-106, 2006.
- CERETTA, C. A.; DURIGON, R.; BASSO, C. J.; BARCELLOS, L. A. R.; VIEIRA, F. C. B. Características químicas de solo sob aplicação de dejeito líquido de suínos em pastagem natural, **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 6, p. 729-735, jun. 2003.
- CERETTA, C. A.; LORENSINI, F.; BRUNETTO, G.; GIROTTO, E.; GATIBONI, L. C.; LOURENZI, C. R.; TIECHER, T. L.; DE CONTI, L.; TRENTIN, G.; MIOTTO, A. Frações de fósforo no solo após sucessivas aplicações de dejetos de suínos em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 6, p. 593-602, Jun. 2010 .
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS(CFSEMG), **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª aproximação**. Belo Horizonte: EPAMIG, 1999, 322p.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (SP) -CETESB. 2001. **Relatório de Estabelecimento de Valores Orientadores para Solos e Águas Subterrâneas**. São Paulo: CETESB, 2001. p. 10-11.

COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (SP) -CETESB. 2005. Decisão de diretoria Nº195-2005-E, 23 de novembro de 2005. Disponível em: <<http://www.cetesb.org.br>> Acesso em: 12 ago. 2012.

COSTA, K. A. P.; OLIVEIRA, I. P.; FAQUIN, V.; FIGUEIREDO, F. C.; RODRIGUES, C. R.; NASCIMENTO, P. P. Adubação nitrogenada e potássica na concentração de nutrientes do capim-xaraés. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v. 9, n. 1, p. 86-92, 2008.

DE MARIA, I. C.; CASTRO, O. M. Fósforo, potássio e matéria orgânica em um Latossolo Roxo, sob sistemas de manejo com milho e soja. **Revista Brasileira Ciência do Solo**, Viçosa, v.17, p.471-477, 1993.

DICK, D.P.; NOVOTNY, E.H.; DIECKOW, J.; BAYER, C. Química da matéria orgânica do solo. In: MELO, V.F.; ALLEONI, L.R.F. (Eds). **Química e mineralogia do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p.1-67, 2009.

DOTZBACH, D.; LÉIS, C.M. DE.; COMIN, J.J.; BELLI FILHO, P. Teores de potássio, cálcio e magnésio no solo após aplicação de dejetos líquidos e cama sobreposta de suínos no cultivo de milho. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE ANIMAIS E USO DOS RESÍDUOS DA PRODUÇÃO ANIMAL COMO FERTILIZANTE, 1, 2009, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: SBEA, p. 378-382, 2009.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2 ed. Brasília: **Embrapa informação tecnológica**. 2009. 627 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed., Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306p.

ERNANI, P. R.; ALMEIDA, J. A.; SANTOS, F. C. Potássio In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V, V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Eds). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007, p. 551-594.

FALKINER, R.A.; SMITH, C.J. Changes in soil chemistry in effluent-irrigated *Pinus radiata* and *Eucalyptus grandis*. **Australian Journal of Soil Research**, Melbourne, v. 35, p. 131-147, 1997.

GIROTTI, E. **Cobre e zinco no solo sob uso intensivo de dejetos líquidos de suínos**. 2007. 121 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. 2007.

GONÇALVES, H. M.; BORGES, J. D.; SILVA, M. A. S. Acúmulo de metais pesados e enxofre no solo em áreas de influência de canais de vinhaça de fertirrigação. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 6, p. 66-74, 2009.

KONZEN, E. A.; ALVARENGA, R. C. Cultura do milho, fertilidade do solo e adubação orgânica. In: V SEMINÁRIO TÉCNICO DA CULTURA DE MILHO. 5, 2008. **Anais...** Videira: Editora CNPMS, Disponível em:

<<http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/milho/ferorganica.htm>>. Acesso em: 31 ago. 2012.

L'HERROUX, L.; LE ROUX, S.; APPRIOU, P.; MARTINEZ, J. Behaviour of metals following intensive pig slurry applications to a natural field treatment process in Brittany (France). **Environmental Pollution**, Barking, v. 97, n. 1, p. 119-130, 1997.

LOPES, A.S.; COX, F.R. A survey of the fertility status of surface soils under cerrado vegetation in Brazil. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v.41, p.742-747, 1977.

MARSCHNER, H. **Mineral Nutrition of Higher Plants**. London: Cambridge University Press, 1995. 889 p.

MATTIAS, J. L. **Metais pesados em solos sob aplicação de dejetos líquidos de suínos em duas microbacias hidrográficas de Santa Catarina**. 2006. 165 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria. 2006.

NOVAIS, R. F.; SMYTH, T. J.; NUNES, F. N. Fósforo In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J.C.L. (Eds). **Fertilidade do solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, p.471-550. 2007.

OLIVEIRA, A. C. S. **Acúmulo de micronutrientes e de elementos tóxicos em Latossolo cultivado com cana-de-açúcar fertirrigada com vinhaça**. 2006. 100 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás. Goiânia. 2006.

PARRA, M. S.; OLIVEIRA, E.; COSTA, M. A. T.; OLIVEIRA, E. L.; CASTRO FILHO, C. Alterações nos atributos químicos do solo associadas à aplicação de chorume de suínos em sistema de plantio direto In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIAS DO SOLO, 19, 2005, Recife, **Anais...**, Recife: SBSCS, p. 10-14, 2005.

PRIMAVESI, A. C.; PRIMAVESI, O.; CORRÊA, L. A.; SILVA, A. G.; CANTARELLA, H. Nutrientes na fitomassa de capim-marandu em função de fontes e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 3, p. 562-568, 2006.

QUEIROZ, F. M.; MATOS, A. T.; PEREIRA, O. G.; OLIVEIRA, R. A. Características químicas de solo submetido ao tratamento com dejetos líquidos de suínos e cultivado com gramíneas forrageiras, **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n. 5, p.1487-1492, 2004.

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 de tratamento de águas residuárias da suinocultura. **Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v.12, n.2, 77-90, abr./jun., 2004a.

RECH, C.; SCHOENHALS, M.; FOLLADOR, F. A. C. Influência da suinocultura na qualidade da água em microbacia agrícola no sudoeste do estado do Paraná. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 5, n. 3, p. 254-273, 2008.

SCHEFFER-BASSO, S. M.; SCHERER, C. V.; ELLWANGER, M. F. Resposta de pastagens perenes à adubação com chorume suíno: pastagem natural, **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 221-227, 2008.

SCHERER, E. E.; NESI, C. N.; MASSOTTI, Z. Atributos químicos do solo influenciados por sucessivas aplicações de dejetos suínos em áreas agrícolas de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 34, n. 4, p. 1375-1383, 2010.

SEGANFREDO, M. A. **Gestão Ambiental na Suinocultura**. Brasília: Embrapa, 2007. 302p.

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 abr. 2010.

SOUZA, D. M. G.; VILELA, L.; LOBATO, E.; SOARES, W. V. **Uso de gesso, calcário e adubos para pastagens no cerrado**. EMBRAPA: Planaltina, 2001. 22 p. (Circular Técnica nº 12).

SPOSITO, G. **The chemistry of soils**. New York: Oxford University Press, 1989. 243p.

ANEXO

Croqui da área experimental

Bloco 1 T4	Bloco 1 T5	Bloco 1 T1
Bloco 1 T3	Bloco 1 T2	

Bloco 2 T1	Bloco 2 T3	Bloco 2 T4
	Bloco 2 T2	Bloco 2 T5

Bloco 3 T2	Bloco 3 T1	
Bloco 3 T3	Bloco 3 T5	Bloco 3 T4

	Bloco 4 T5	Bloco 4 T4
Bloco 4 T2	Bloco 4 T1	Bloco 4 T3

