
DOSES DE LODO DE ESGOTO SOBRE O DESENVOLVIMENTO DA GRAMA BERMUDA (*Cynodon dactylon*)

NOBILE, Fabio Olivieri de¹
NUNES, Hugo Dias²
NEVES, Jéssica Caroline³

Recebido em: 2014.01.31

Aprovado em: 2014.07.14

ISSUE DOI: 10.3738/1982.2278.1046

RESUMO: O crescimento populacional ocorreu de forma rápida, resultando em cidades com pouca infra-estrutura em saneamento básico. Deste modo, surgiram estações de tratamento de esgoto e a dificuldade de alternativas para o descarte adequado do lodo de esgoto, rico em nutrientes essenciais para as plantas. O experimento foi conduzido com o objetivo de determinar a melhor dose de lodo de esgoto para grama Bermuda *Cynodon dactylon*. Conduzido em casa de vegetação no Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos-SP. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, contendo quatro repetições, constituídas de seis parcelas, sendo quatro com a aplicação de doses de lodo de esgoto (50, 100, 150 e 200%), uma parcela com 0%, e a última parcela com adubo mineral. Totalizando 20 unidades experimentais. As doses adotadas de lodo de esgoto foram de D50% 0,12g, D100% 0,24g; D150% 0,48g, D200% 0,72g. Para o adubo mineral a dose aplicada foi de DAD: 1,5g. Todos os vasos receberam tratamento com calcário antes da incorporação do lodo de esgoto, com doses de 6,25g (2,5 t há⁻¹). Cada vaso continha 5 kg de solo. Inicialmente o crescimento das gramas ocorreu de forma mais rápida, após os 43 dias todas as plantas começaram a apresentar reduções significativas em suas alturas. Com doses crescentes de lodo de esgoto houve maior desenvolvimento de raízes e na parte aérea. As gramas obtiveram baixa absorção de K, o que se pode concluir que o material é carente no elemento referido.

Palavras-chave: Biossólido. Disposição final. *Cynodon dactylon*.

SUMMARY: Population growth occurred rapidly, resulting in cities with poor infrastructure on the sanitation sector. So, there was the introduction of sanitary treatment, causing difficulty in choosing alternatives for the proper disposal of sewage sludge, rich in essential nutrients for the plants. The experiment was conducted to determine the best dose of sewage sludge to Grass *Cynodon dactylon*. It was conducted in greenhouse in the University Center of Educational Foundation of Barretos-SP. The experimental design was a randomized block, with four replicates of six plots, four with the application of sewage sludge doses (50, 100, 150 and 200%), a portion with 0%, , and the last installment using only mineral fertilizer. A total of 20 experimental units. The doses which took sewage sludge were D50%: 0,12 g, D100%: 0,24 g, D150%: 0,48 g, D200%: 0,72 g. For mineral fertilizer the dose applied was DAD: 1,5g. All vessels were treated with lime prior to incorporation of sewage sludge, the dosage used was 6,25 g (2.5 t ha⁻¹). Each vessel contained 5 kg of soil. Initially the growth of grasses occurred more rapidly, after 43 days all plants started to show significant reductions in plant height. With increasing doses of sewage sludge there was greater root development, and constancy in the shoot. The uptake of K by grasses was relatively minor, what makes it possible to conclude that the material has a lack for the referred element.

Keywords: Biosolid. Final disposal. *Cynodon dactylon*.

INTRODUÇÃO

A crescente população dos centros urbanos é importante produtora de diversos resíduos, os quais, muitas vezes, são acumulados no ambiente sem o adequado tratamento, ou utilização, que possibilite sua

¹Professor Doutor da Fundação Educacional de Barretos-UNIFEB. Rua Professor Roberto Frade Monte, 385, Barretos, SP. CEP=14783-226. E-mail: fonobile@feb.br

²Acadêmico em Engenharia Agrônoma da Fundação Educacional de Barretos. Rua Professor Roberto Frade Monte, 385, Barretos, SP. CEP=14783-226.

³Acadêmico em Química Tecnológica da Fundação Educacional de Barretos. Rua Professor Roberto Frade Monte, 385, Barretos, SP. CEP=14783-226.

reciclagem. Dentre esses resíduos, pode-se destacar o lodo de esgoto, ou biossólido, resultante do tratamento das águas servidas, que apresenta potencialidades para utilização agrícola. Este resíduo contém considerável percentual de matéria orgânica e de elementos essenciais para as plantas, podendo substituir, ainda que parcialmente, os fertilizantes minerais. Graças a essas características, o lodo de esgoto pode desempenhar importante papel na produção agrícola e na manutenção da fertilidade do solo (NASCIMENTO *et al.*, 2004).

A utilização de lodo de esgoto como biossólido, aproveitando seu potencial fertilizante e condicionador de solos para promover o crescimento de plantas, representa a possibilidade de associar ganhos para o produtor, por meio do aumento da produtividade das culturas e redução do uso de fertilizantes minerais, com ganhos para os geradores de lodo, pela efetivação de métodos adequados e mais econômicos de disposição final desse resíduo (GUEDES *et al.*, 2006).

O gerenciamento do lodo de esgoto proveniente de estações de tratamento é uma atividade de grande complexidade e alto custo que, se for mal executada, pode comprometer os benefícios ambientais e sanitários esperados destes sistemas (LUDUVICE, 2001).

Uma das alternativas encontradas para a disposição final desses resíduos como benefício ambiental e principalmente econômico é a reciclagem agrícola, devido sua composição em termos de matéria orgânica e nutrientes para as plantas (ANDREOLI *et al.*, 2006).

O lodo é uma importante fonte de matéria orgânica, micro e macronutrientes. Quando aplicado ao solo, pode conferir maior capacidade de retenção de água, maior resistência à erosão, diminuição do uso de fertilizantes minerais, maior resistência da planta aos fitopatógenos e aumento da produtividade da cultura (CORRÊA, 2004).

Diante do exposto, objetivou-se no presente trabalho estabelecer a dose apropriada de lodo de esgoto para a produção da grama *Cynodon dactylon*, além de avaliar os efeitos de nitrogênio, fósforo e potássio no solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em campo, entre os meses de dezembro de 2012 e junho de 2013. No setor de horticultura do Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos, situada no município de Barretos-SP, com coordenadas geográficas de latitude 20°33'26" Sul e a uma longitude 48°34'04" Oeste, estando a uma altitude de 530 metros. O clima do município é predominantemente quente e seco. No verão são registradas temperaturas médias que variam entre 30°C e 38°C, no inverno a variação média cai dos 13°C aos 20°C.

O solo da área corresponde ao Latossolo Vermelho, às análises de solo foram realizadas no Laboratório de Solos da Fundação Educacional de Barretos - UNIFEB (Tabela 1).

Tabela 1. Valores da análise química do solo Latossolo Vermelho distrófico (Fonte: pró

| pH | M.O | P | K ⁺ | Ca ⁺² | Mg ⁺² | H ⁺ +Al ⁺³ | SB | CTC | V |
|-------------------|--------------------|---------------------|-----------------------------------|------------------|------------------|----------------------------------|-----|------|----|
| CaCl ₂ | g dm ⁻³ | mg dm ⁻³ | -----mmolc dm ⁻³ ----- | | | | | | |
| 4 | 12 | 3 | 1,9 | 4,0 | 1,7 | 48,6 | 7,6 | 56,2 | 14 |

pH = potencial hidrogeniônico, M.O. = matéria orgânica, P = fósforo, K⁺ = potássio, Ca⁺² = cálcio, Mg⁺² = magnésio, H⁺+Al⁺³ = acidez potencial, SB = soma de bases, CTC = capacidade de troca de cátions, V% = saturação de bases.

Fonte: dados da pesquisa

O lodo de esgoto utilizado no experimento é proveniente do descarte do reator anaeróbico de fluxo

ascendente (UASB), da Estação Compacta de Tratamento de Esgoto Córrego dos Pretos, localizada no município de Olímpia-SP, e colhido diretamente de bags onde encontrava-se previamente desaguado.

A caracterização dos macros e micronutrientes foram obtidas de laudo realizado de acordo com a resolução CONAMA 357, pelo laboratório Controle Analítico Análises Técnicas Ltda., Osasco, SP., contratado pela autarquia responsável pelo sistema de tratamento de esgoto do município (Tabela 2).

Tabela 2. Caracterização de macronutrientes e micronutrientes do lodo de esgoto.

| Características | C | NTK | P | K | Ca | S | Mg | Na |
|-----------------|------|--------------------------------|------|-----|-------|-------|------|-----|
| | % | ----- mg g ⁻¹ ----- | | | | | | |
| Mínimo | 23 | 25130 | 4600 | 310 | 5900 | 21600 | 1700 | 467 |
| Média | 27,9 | 37689 | 6042 | 618 | 9157 | 26581 | 1880 | 664 |
| Desvio Padrão | 3,9 | 7334 | 878 | 140 | 1972 | 4325 | 164 | 137 |
| Máximo | 33,8 | 50203 | 7100 | 723 | 11500 | 34284 | 2200 | 810 |

C = Carbono, NTK = Nitrogênio total Kjeldahl, P = fósforo, K = potássio, Ca = cálcio, S = enxofre, Mg = magnésio, Na = sódio). Fonte: dados da pesquisa

O mesmo laboratório realizou análises segundo a norma ABNT – NBR 10004 (Caracterização de resíduos sólidos) a fim de caracterizar o resíduo para obtenção de CADRI (Cadastro de resíduos industriais), objetivando a deposição do passivo de lodo gerado na estação em aterro sanitário (Tabela 3).

Tabela 3. Caracterizações químicas do lodo de esgoto conforme a especificação NRB 10004.

| Parâmetros Determinados | Unidade | Especificações NBR 10004 | Quantidade |
|--|------------------------------------|--------------------------|------------|
| pH | - | - | 7,96 |
| Cádmio (Cd) | mg Cd/L | 0,005 | <0,001 |
| Chumbo (Pb) | mg Pb/L | 0,01 | <0,005 |
| Manganês (Mn) | mg Mn/L | 0,1 | 0,030 |
| Sulfatos (SO ₄ ⁻) | mg SO ₄ ⁻ /L | 250,0 | <10,0 |

Fonte: dados da pesquisa

A cultura utilizada foi uma gramínea do gênero da espécie *Cynodon dactylon*. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, contendo quatro repetições, constituídas de cinco parcelas, sendo quatro com a aplicação de doses de lodo de esgoto (50, 100, 150 e 200%), e uma parcela não contendo lodo de esgoto (0%). Totalizando 20 unidades experimentais.

As doses de lodo de esgoto foram calculadas com base no valor de nitrogênio recomendado, adotou-se como referência a dose de nitrogênio igual a 680 gm⁻², indicada por BRSEEDS (2013). Portanto, as doses adotadas de lodo de esgoto foram de D50%: 0,12 g, D100%: 0,24 g; D150%: 0,48 g, D200%: 0,72 g. Todos os vasos receberam tratamento com calcário antes da incorporação do lodo de esgoto, a dosagem utilizada foi de 6,25 g, ou seja, 2,5 t ha⁻¹. A condução do experimento ocorreu em vasos plásticos com capacidade de 5 kg.

Para medir o potencial de vaporização d'água da atmosfera foi utilizado um atmômetro, marca SEEI®. Suas características construtivas principais são: cápsula porosa: cápsula de Bellani com diâmetro de 65 mm; lona verde: diâmetro de 170 mm, com barbante de nylon para o seu amarrinho sobre a cápsula porosa; tubo de sucção: tubo de plástico, com 42 mm de comprimento e 4 mm de diâmetro interno, tendo acoplada uma válvula de retenção de água para evitar o fluo de água para o interior do reservatório em decorrência de chuvas. A extremidade superior do tubo apresenta uma rolha de borracha para fazer a

ligação entre o tubo de sucção e a cápsula porosa; reservatório de água: formato cilíndrico, em PVC, com 75 mm de diâmetro externo, 65 mm de diâmetro interno e altura de 45 cm; tubo de vidro transparente: diâmetro interno de 6 mm, acoplado ao reservatório para a medida do nível de água, que é medida com uma escala graduada em milímetros, colada ao lado do tubo de vidro.

Decorrido 60 dias após o plantio, os vasos foram retirados da estufa e levados imediatamente ao Laboratório de Solos do Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos (UNIFEB) para o desinforme e separação do substrato das raízes. Após a retirada do solo, as plantas foram lavadas, e submetidas à separação manual da parte aérea das raízes.

Em seguida, as raízes e folhas foram secas ao ar e individualizadas em saco de papel pardo, sendo encaminhado para secagem em estufa de circulação forçada de ar a 65 - 70°C, até alcançar a massa constante.

Após a secagem, as folhas e raízes foram pesadas em balança de precisão Shimadzu de duas casas decimais, para aferição de massa seca. Posteriormente foram submetidas à moagem em moinho de aço inoxidável tipo Wiley, com peneira de malha 20 mesh (1 mm). O armazenamento decorreu em sacos plásticos, devidamente identificados. As amostras compostas foram submetidas a uma série de análises para determinação de nitrogênio total, fósforo, e potássio.

Com base nos resultados obtidos foram realizadas análises de variância para os parâmetros estudados. Foram realizadas várias análises foliares. Para avaliar os efeitos do nitrogênio, foi utilizada a análise pelo processo de digestão Kjeldahl, conforme metodologia descrita pelo Embrapa; Manual de análises químicas de solo, plantas e fertilizantes.

A digestão nitro-perclórica, foi realizada, para a obtenção do extrato para determinações de elementos, como fósforo e potássio. Segundo metodologias descritas pelo Embrapa; Manual de análises químicas de solo, plantas e fertilizantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Altura Foliar

Verificou-se que a menor altura das plantas ocorreu com a aplicação de 200% de lodo de esgoto (Figura 1). Inicialmente o crescimento das gramas ocorreu de forma mais rápida, após os 43 dias, todas as plantas começaram a apresentar reduções significativas em suas alturas.

Observou-se crescimento inicial acelerado da grama, devido à grande quantidade de matéria orgânica adicionada, sendo a matéria orgânica a responsável pela liberação dos nutrientes para as plantas.

Evidencia-se que as doses muito elevadas de lodo de esgoto forçam o crescimento da parte aérea em sua fase inicial, o que não se torna interessante no ponto de vista econômico, já que pode necessitar de maior número de cortes, logo maior extração de nutrientes.

Figura 1. Curva da taxa de crescimento das folhas da grama *Cynodon dactylon* em diferentes épocas de medição (14, 28, 36, 43, 55 e 60 dias), em função das doses de lodo de esgoto, e 0%. Fonte: dados da pesquisa

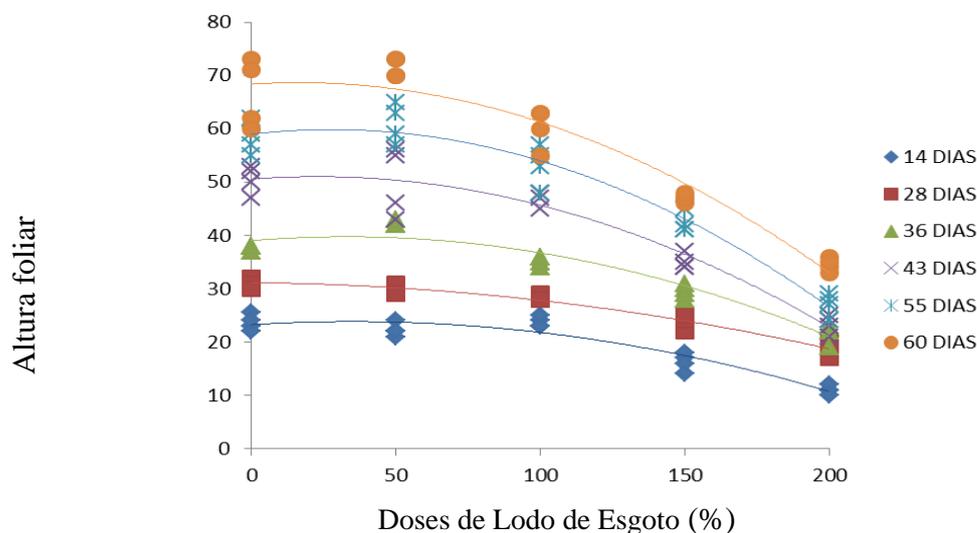


Tabela 4. Equações ajustadas para o crescimento das folhas da grama *Cynodon dactylon* em diferentes épocas de medição (14, 28, 36, 43, 55 e 60 dias), em função das doses de lodo de esgoto, e os respectivos coeficientes de determinação. Fonte: dados da pesquisa

| Características | Equações ajustadas | R ² ¹ |
|-----------------|-------------------------------------|-----------------------------|
| 14 dias | $y = -0,0004x^2 + 0,0279x + 23,254$ | 0,8118 |
| 28 dias | $y = -0,0005x^2 + 0,0219x + 32,429$ | 0,7983 |
| 36 dias | $y = -0,0005x^2 - 0,0036x + 40,214$ | 0,8396 |
| 43 dias | $y = -0,0008x^2 + 0,0336x + 50,636$ | 0,9106 |
| 55 dias | $y = -0,0011x^2 + 0,0618x + 58,993$ | 0,9519 |
| 60 dias | $y = -0,0011x^2 + 0,0344x + 68,364$ | 0,9199 |

¹ coeficiente de determinação

A Figura 2 apresenta o resumo da análise de variância da média da massa de matéria seca da parte aérea e raízes da grama *Cynodon dactylon* (Bermuda) em função dos diferentes tratamentos. A máxima massa de matéria obtida foi quando aplicou-se 200% de lodo de esgoto.

Os tratamentos que resultaram em menor acúmulo de massa de parte aérea e raiz foram de 0%, devido a escassez de nitrogênio, fósforo e potássio. Nutrientes importantes para o crescimento de plantas.

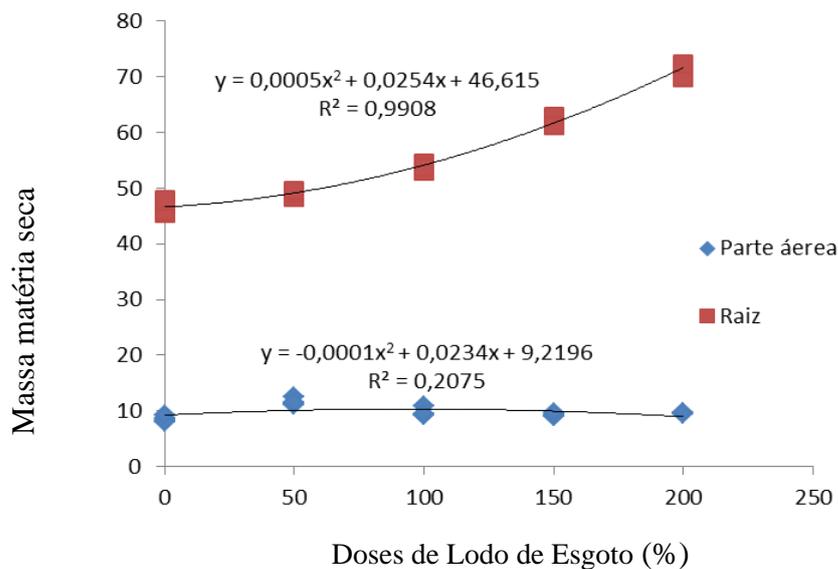
Diversos trabalhos têm mostrado aumentos na produção de matéria seca cultivadas em solos tratados com lodo de esgoto (DA ROS *et al.*, 1993; BERTON *et al.*, 1997). Em alguns casos, os aumentos são equiparáveis ou superiores aos obtidos com a adubação mineral recomendada para a cultura (DA ROS *et al.*, 1993; SILVA *et al.*, 2001).

Considerando que a produção de estalões, rizomas e raízes é a mais importante na produção de grama, por darem maior resistência ao tapete para ser manuseado após a colheita pode-se observar que com doses crescentes de lodo de esgoto proporcionaram o maior desenvolvimento na quantidade de raízes, e constância na produção de parte aérea, portanto, a aplicação de lodo de esgoto pode ser considerada adequada para a produção de tapetes de grama Bermuda de boa qualidade.

Doses maiores de N podem resultar em redução na produção de rizomas e raízes e aumento na produção de folhas, o que não é favorável, pois aumenta a demanda de cortes elevando o custo de produção (GODOY. 2005; BACKES 2008).

Essa característica tem uma implicação prática muito importante, uma vez que, com a massa menor, consegue-se levar maior número de tapetes com a mesma carga. MURRAY (1991), avaliando a aplicação de 200 t ha⁻¹ de lodo de esgoto para a produção de grama azul de Kentucky (*Poa pratensis* L.) e Bermuda (*Festuca rubra* L.), também verificou a diminuição do peso dos tapetes por unidade de área.

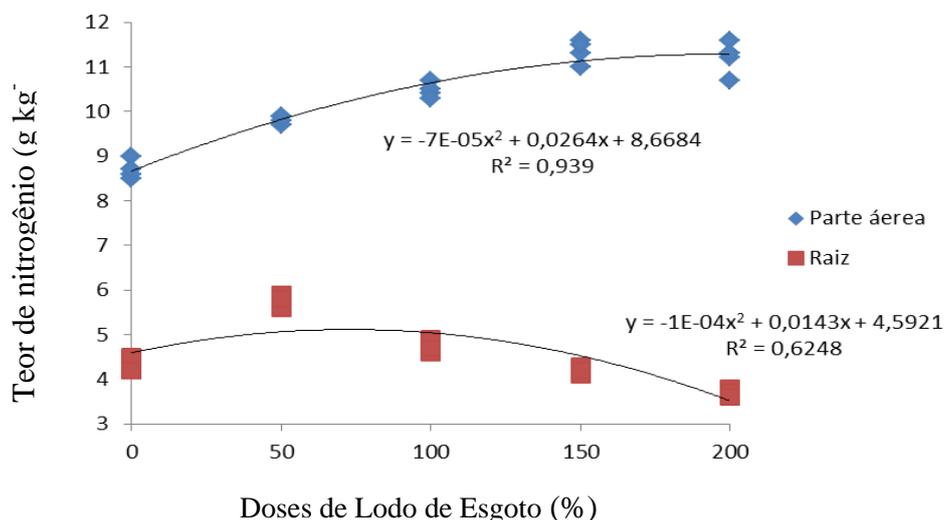
Figura 2. Curva da taxa matéria seca da parte aérea e raízes da grama *Cynodon dactylon*, em função das doses de lodo de esgoto de 50%, 100%, 150%, 200% e 0%. Fonte: dados da pesquisa



Na parte aérea da planta se verificou um efeito quadrático nos teores de nitrogênio em função da aplicação de lodo de esgoto. As maiores quantidades de nitrogênio foram verificadas com doses acima de 150 %, com teores variando de 11 a 11,6 g kg⁻¹. Os menores teores foram verificados com a ausência de lodo de esgoto com variação média de 8,5 g kg⁻¹ de nitrogênio. No balanço de nitrogênio na planta houve aumento de 27% com o uso de 150% de lodo de esgoto (Figura 3).

Já no sistema radicular o teor de nitrogênio é menor, demonstrando que o elemento foi transportado para a parte aérea, isso se torna mais claro para as doses acima de 150% de lodo de esgoto, onde apresentaram menores teores de nitrogênio e em contra partida, na parte aérea, os maiores teores.

Figura 3. Curva da taxa de nitrogênio da parte aérea e raízes da grama *Cynodon dactylon* em função das doses de lodo de esgoto de 50%, 100%, 150%, 200% e 0%. Fonte: dados da pesquisa



Por se tratar do nutriente mais exigido pela cultura, o aumento das doses de lodo de esgoto e conseqüentemente maior quantidade de nitrogênio proporcionou maior extração de nutrientes. Doses muito elevadas não são interessantes do ponto de vista econômico, pois com o aumento excessivo do crescimento foliar aumenta-se o número de cortes e assim a extração de nutrientes.

As variações nas respostas das diferentes espécies de plantas as aplicações e aos teores de nitrogênio no solo podem ser atribuídas à grande instabilidade desses elementos no meio. Miller e Cramer (2004) afirmam que a disponibilidade, a localização e as formas de nitrogênio no perfil do solo podem variar em decorrência das alterações nas taxas de amonificação, denitrificação e de desnitrificação. Essas taxas são regidas por fatores que interferem diretamente na atividade microbiana, como pH, temperatura, aeração e umidade do solo (CAMPOS; ALVES, 2008).

Na solução do solo, a predominância do amônio em relação ao nitrato é observada em geral, em ambientes com baixa temperatura e alta umidade com acúmulo de compostos fenólicos alelopáticos e condições de anaerobiose, que inibem a nitrificação (NASCIMENTO, 2012).

Owen e Jones (2001) relatam que o nitrato é a forma de nitrogênio que prevalece em solos aerados com pH acima de 4,0, sendo a sua concentração variável de 1 a 5 $\text{dm}^3 \text{L}^{-1}$. Alcântara e Camargo (2005) relatam que a adsorção de nitrato acompanha a variação do pH do solo, exceto aqueles solos que recebem adição de bases. Assim, os valores de nitrogênio mineral no solo podem variar entre regiões e dentro de uma mesma região, e entre estações de crescimento durante o ciclo de desenvolvimento das culturas.

Segundo Ayuso *et al.*, (1992) o lodo de esgoto é composto em boa fonte de fósforo, derivado na maioria das partes de detergente (polifosfatos), e ainda ressalta que a aplicação de lodo de esgoto aos solos eleva a quantidade de fósforo disponível, e conseqüentemente a absorção deste elemento pelas plantas.

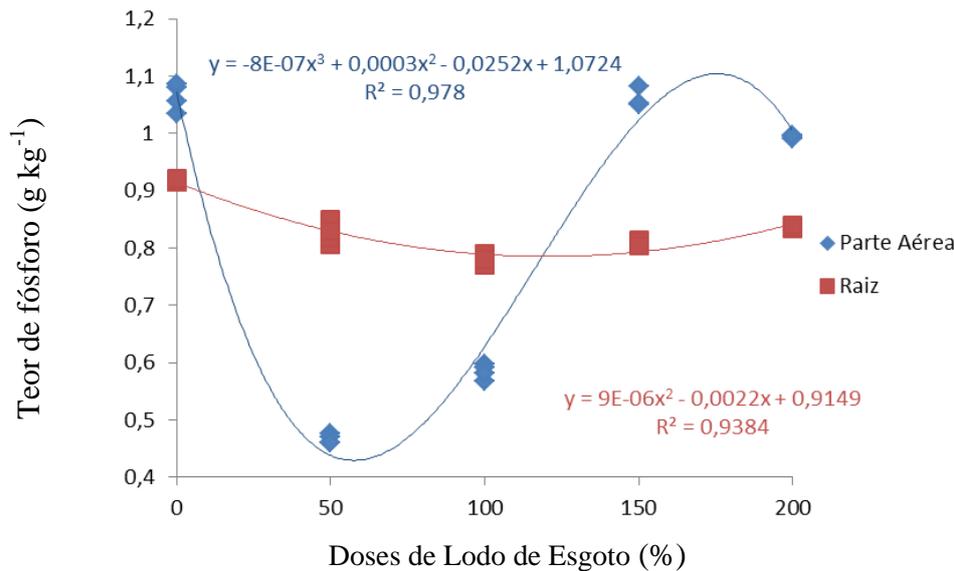
A importância do fósforo para o crescimento de raízes é bem conhecida e gramíneas cultivadas em solos deficientes em fósforo são incapazes de produzir sistema radicular bem desenvolvido (CHRISTIANS, 1998).

Como podemos observar na Figura 4, as fontes de fósforo não influenciaram o índice de área foliar na grama *Cynodon dactylon*. Certamente, isso ocorreu porque o fósforo tem mais influência sobre o perfilhamento e crescimento radicular que na formação de lâminas foliares (MOREIRA *et al.*, 1979). Resultados semelhantes foram observados por REGO *et al.* (2002), avaliando capim-Tanzânia.

Para a quantidade de fósforo acumulada nas folhas e raízes houve efeito quadrático com o máximo acúmulo de 1,083 g kg^{-1} de lodo. Nas raízes o máximo acumulado de fósforo (0,922 g kg^{-1}) foi obtido com a menor dose aplicada de lodo de esgoto. Doses maiores promoveram menor acúmulo deste nutriente, possivelmente devido ao maior crescimento da parte aérea em detrimento do sistema radicular promovido pelas grandes quantidades de nitrogênio aplicadas.

O fósforo transportado com o tapete, considerando planta e solo, pode melhorar o pegamento, a recuperação e a qualidade dos gramados quando o tapete colhido é transplantado (VIETOR *et al.*, 2002).

Figura 4. Curva da taxa de fósforo da parte aérea e raízes da grama *Cynodon dactylon* em função das doses de lodo de esgoto de 50%, 100%, 150% e 200%. Fonte: dados da pesquisa



Diferente do nitrogênio e fósforo, o potássio não é um elemento que influencia no aumento do desenvolvimento vegetativo das raízes, da parte aérea, ou da boa qualidade de coloração, que são resultados bem visíveis em gramados, no entanto, esta relacionada aos mecanismos de estresse da planta.

Deste modo, não são notados efeitos da aplicação de potássio em gramados, embora aumente a produção de carboidratos e resistência, como tráfego de máquinas, pisoteio, baixas temperaturas, seca, e a patógenos (CHRISTIANS, 1998).

Segundo Godoy e Villas Bôas, 2003, a principal função do potássio na planta é regular a abertura e fechamento dos estômatos das folhas.

Godoy *et al.*, (2007), averiguaram que o potássio não proporcionou crescimento e velocidade de fechamento dos tapetes de grama, no entanto, os teores de potássio pode ter influencia em outras características da planta, como a perda de água por transpiração, aumentando assim a eficácia do uso da água pelos gramados, provocando na diminuição da frequência de irrigação.

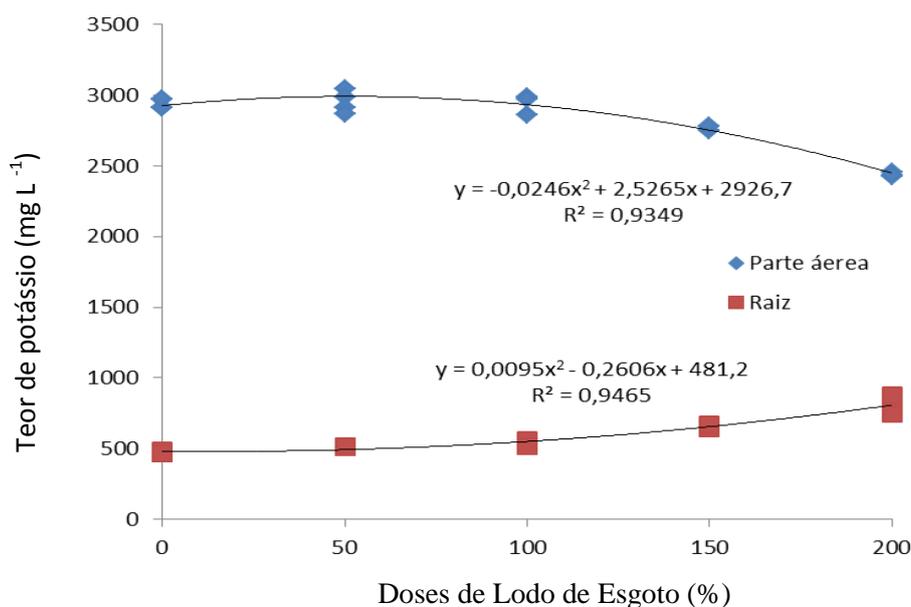
A nutrição potássica esta diretamente relacionada ao crescimento radicular, níveis de carboidratos, resistência ao frio e a doenças, e a rusticidade dos gramados (SARTAIN, 2002).

Segundo Prosab, 1999, o potássio é o nutriente encontrando em menor concentração no lodo de esgoto, isto ocorre devido a sua grande capacidade de solubilidade, por esta razão permanecem nas águas residuárias.

A extração de potássio em função das aplicações das doses de lodo de esgoto, pela grama Bermuda variou de 465 a 3060 mg L⁻¹, sendo a aplicação de adubação mineral, a variação foi de 665 a 3245 mg L⁻¹.

Conforme a Figura 5, as diferenças ocorridas na absorção do potássio em variação das doses de lodo de esgoto, é relativamente pequena, deixando exposto que cujo material é carente do elemento referido.

Figura 5. Curva da taxa de potássio da parte aérea e raízes da grama *Cynodon dactylon* em função das doses de lodo de esgoto de 50%, 100%, 150%, 200% e 0%. Fonte: dados da pesquisa



O potássio é o segundo elemento mais extraído pelas gramas, deste modo, a reposição através da adubação deste nutriente é essencial, pois, a maior parte do potássio utilizado pela planta é exportada da área de produção com o corte do tapete (BACKES, 2008).

Já foram aplicadas doses muito altas de potássio, chegando a serem maiores do que as doses de nitrogênio para elevar a resistência dos gramados, porém, doses muito altas podem queimar as folhas, devido à elevada quantidade de sais solúveis no solo, prejudicando a absorção da água pela planta e a absorção de cálcio e magnésio por meio da competição pelo sítio de absorção (GODOY; VILLAS BÔAS, 2003).

CONCLUSÃO

O lodo de esgoto para o desenvolvimento da grama Bermuda (*Cynodon dactylon*) pode ser uma alternativa para os problemas de descarte desse resíduo, por atender requisitos ambientais e econômicos.

A dose de 100% de lodo de esgoto é responsável pelo maior desenvolvimento das raízes.

Doses muito elevadas de lodo de esgoto resultam no transporte de nitrogênio para a parte aérea, reduzindo a produção de raízes.

No lodo de esgoto o potássio é encontrado em menor concentração, entretanto é o segundo elemento mais extraído pela grama, sendo necessária a complementação deste nutriente para atender as necessidades das gramas.

REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA M. A. H.; CAMARGO, O. A. Adsorção de nitrato em solos com cargas variáveis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, DF, v. 40, n.4, p. 369-376, abr. 2005.

- ANDREOLI, C. V. et al. Uso de lodo de esgoto na produção de substrato vegetal. In: ANDREOLI, C. V. **Biossólidos – Alternativas de uso de resíduos do saneamento**. Rio de Janeiro: Ed. ABES (Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental), 2006. 398 p.
- AYUSO, M. et al. **Utilización de un lodo aerobio como substitutivo de fertilizantes fosforados inorgánicos**. Suelo y Planta, Madrid, v.2, n.2, p.271-280, 1992.
- BACKES, C. **Aplicação e efeito residual do lodo de esgoto em sistemas de produção de tapetes de grama esmeralda**. Botucatu. 2008. 152 p. Tese (Doutorado em Agronomia, Área de Concentração - Horticultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista 'Julio de Mesquita Filho, Botucatu, 2008.
- BASSETO, L. I. et al. Crédito de carbono: uma moeda ambiental como fator de motivação econômica. XXVI ENEGEP. Fortaleza, CE, Brasil, **Anais...**2006.
- BERTON, R. S. et al. Peletização do lodo de esgoto e adição de CaCO₃ na produção de matéria seca e absorção de Zn, Cu e Ni pelo milho em três Latossolos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.21, p.685-691, 1997.
- BRSEEDS. Como formar seu gramado. p.7, 2013. Disponível em: <http://ww2.brseeds.com/grama/Forma%C3%A7%C3%A3o_de_Gramados.pdf>
- CAMPOS, F.S.; ALVES, M.C. Uso do lodo de esgoto na reestruturação de solo degradado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Santa Maria, v.32, 2008.
- CASSINI, S.T. **Digestão de resíduos orgânicos e aproveitamento do biogás**. Rio de Janeiro: Ed. ABES (Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental), 2003. 210 p.
- CHRISTIANS, N. E. **Fundamental of turfgrass management**, Chelsea, MI: Arbor Press, 1998, 301p.
- CORRÊA, R. S. Efficiency of five biosolids to supply nitrogen and phosphorus to ryegrass. **Pesquisa agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 39, p. 1133 – 1139, 2004.
- DA ROS, C. O. et al. Lodo de esgoto: efeito imediato no milheto e residual na associação aveia-ervilhaca. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.17, p.257-261, 1993.
- GODOY, L.J.G. **Adubação nitrogenada para produção de tapete de grama santo Agostinho e Esmeralda**. 2005, 106p. Tese (Doutorado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, UNESP, Botucatu, SP, 2005.
- GODOY, L. J. G. et al. Doses de nitrogênio e potássio na produção de grama esmeralda. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.5, p.1326-1332, 2007.
- GODOY, L. J. G.; VILLAS BÔAS, R. L. Nutrição de gramados. In: SIGRA –Simpósio sobre Gramados 1. 2003. Produção Implantação e Manutenção: **anais...**, Botucatu: Departamento de Recursos Naturais, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade estadual Paulista, 2003. 1 CD-ROM.
- GUEDES, M. C. et al. Propriedades químicas do solo e nutrição do eucalipto em função da aplicação de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 30, p. 267-280, 2006.
- LUDUVICE, M. Processos de estabilização de lodos. In: ANDREOLI, C.V.; VON SPERLING, M.; FERNANDES, F. **Lodos de esgotos – tratamento e disposição final**. Rio de Janeiro: ABES, 2001. 484 p.
- MILLER, A.J. & CRAMER, M.D. **Root nitrogen acquisition and assimilation**. Plant Soil, 274:1-36, 2004.

MOREIRA, S.M. et al. Efeito da interação gramínia – solo calagem sobre a eficiência de fosfatos naturais. **Rev. Ceres**, Viçosa, v. 26, n. 146, p. 360 – 373, 1979.

MURRAY, J.J. **Utilization of composted sewage sludge in sod production...**In R.W. SHEARD (ed) (INT. TURFGRASS RESEARCH CONF.), 4th, Ontario Agric. College, Proceedings...Univ: ofGuelph. Ontario, 1991. p.544.

NASCIMENTO, C.A.C., **Ureia recoberta com S^o, Cu e B em soca de cana-deaçúcar colhida sem queima**, 2012, 71 p. Dissertação (Mestrado em Ciências. Area de concentração: Solos e nutrição de plantas) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

NASCIMENTO, C. W. A.et al. Alterações químicas em solos e crescimento de milho e feijoeiro após aplicação de lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, p. 385-392, 2004.

OWEN, A. G.; JONES, D. L. Competition for amino acids between wheatroots and rhizosphere microorganisms and the role of amino acids in plant Nacquisition.**Soil Biology Biochemistry**, n. 33, p. 651-657, 2001.

PEDROZA, M. M.et al. Produção e tratamento de lodo de esgoto – uma revisão. **Revista Liberato**. Novo Hamburgo, v. 11, p. 147 – 157, jul./dez.2010.

PROSAB – Programa de Pesquisa em Saneamento Básico. **Uso e manejo de lodo de esgoto na agricultura**. Rio de Janeiro, 1999. 97p.

REGO, F.C.et al. Características morfológicas, índice de área foliar e capim- Tanzânia (panicummaximumJacq. Cv. Tanzânia 1), manejo em diferentes alturas, sob pastejo. **Rev. Bras. Zootec.**, Viçosa, v.31, n.5, p. 1931-1937, 2002.

SARTAIN, J. B. **Fertility considerations for sod production**.University of Florida, EDIS, 2002. Available at: <<http://flrec.ifas.ufl.edu/turfgras.htm>>. Accessedat: 10 ago. 2002.

SILVA, F. C.et al. Efeito de lodo de esgoto na fertilidade de um Argissolo Vermelho Amarelo cultivado com cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36,n.5, p.831-840, 2001.

VIETOR, D.M.et al. Export of Manure Phosphorus and Nitrogen in Turfgrass Sod.**Journalof Environmental Quality**, v. 31, p.1731-1738, 2002.

