

II-002 - PRODUTIVIDADE E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DA GRAMA ESMERALDA (*ZOYSIA JAPONICA*) SUBMETIDA A DIFERENTES TAXAS DE APLICAÇÃO DE EFLUENTE DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ESGOTO

Jaíza Ribeiro Mota e Silva⁽¹⁾

Engenheira Ambiental e Sanitarista pela Universidade Federal de Lavras. Mestre em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas pela Universidade Federal de Lavras. Doutoranda em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas na Universidade Federal de Lavras.

Luiz Fernando Coutinho de Oliveira⁽²⁾

Engenheiro Agrícola pela Universidade Federal de Lavras. Mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Lavras. Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Lavras. Professor Titular na Universidade Federal de Lavras.

Ronaldo Fia⁽³⁾

Engenheiro Agrícola e Ambiental pela Universidade Federal de Viçosa. Doutor em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal de Viçosa. Professor Associado na Universidade Federal de Lavras.

Endereço⁽¹⁾: Campus Universitário, Caixa Postal 3037, Departamento de Engenharia, Laboratório de Hidráulica - Lavras - MG - CEP: 37200-000 - Brasil - Tel.: (35) 3829-1684 - e-mail: jaiza.silva@posgrad.ufla.br

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar a produtividade e a composição química da grama Esmeralda (*Zoysia japonica*) em resposta à aplicação de diferentes taxas de efluente proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto da Universidade Federal de Lavras. Avaliou-se a produtividade de matéria seca e os teores foliares de N, P, K, Na, Ca e Mg da grama Esmeralda. O esquema experimental adotado foi o delineamento em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, empregando-se o teste F, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ambos a 5% de probabilidade. Após análise, verificou-se que a aplicação do efluente nas diferentes taxas proporcionou aumento significativo na produtividade de matéria seca e nos teores foliares de N, P, K e Na da grama Esmeralda. No entanto, recomenda-se que a aplicação do efluente seja avaliada por períodos de monitoramento superiores ao realizado neste trabalho, visto que é importante observar as variações climáticas, as condições do solo e o efeito da aplicação do efluente em longo prazo.

PALAVRAS-CHAVE: Efluente doméstico, reúso de água, nutrição de plantas.

INTRODUÇÃO

Uma alternativa para minimizar os problemas ambientais acarretados pelo lançamento de águas residuárias em cursos d'água é o uso das mesmas na agricultura (KUMMER et al., 2012; BATISTA et al., 2014; COSTA et al., 2014). A utilização de águas residuárias na agricultura pode ser uma forma efetiva de controle da poluição, aumento da disponibilidade hídrica, redução na demanda de fertilizantes para adubação convencional apresentando, assim, benefícios econômicos, sociais e ambientais.

O efluente doméstico mostra-se como um líquido rico em matéria orgânica e nutrientes, por isso a sua utilização torna-se conveniente na agricultura (PIEDEDE, 2004). Efeitos benéficos em relação à produtividade de culturas irrigadas com efluentes de esgotos domésticos já foram observados (RODRIGUES et al., 2009; DEON et al., 2010; NOBRE et al., 2010; AKPONIKPÈ, et al., 2011; RIBEIRO et al., 2012).

Os nutrientes contidos nos efluentes domésticos promovem o crescimento e desenvolvimento de diversas culturas, o que atesta seu potencial de uso como fertilizante agrícola (SOUSA NETO et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2013; SILVA et al., 2015).

De acordo com Godoy e Villas Boas (2010), tapetes de grama Esmeralda bem formados podem apresentar concentrações médias de 20,0 a 25,0 g kg⁻¹ de nitrogênio, de 1,7 a 2,0 g kg⁻¹ de fósforo, de 11,0 a 14,0 g kg⁻¹ de potássio, de 2,0 a 5,0 g kg⁻¹ de cálcio e de 0,9 a 1,2 g kg⁻¹ de magnésio em suas lâminas foliares. O conhecimento da extração de nutrientes pela grama Esmeralda pode possibilitar o entendimento de fatores relacionados à nutrição mineral da cultura e consequentemente permitir calibrar as doses ideais para a espécie.

Em função das doses de água residuária aplicadas, podem ocorrer ganhos de produção ou prejuízos às culturas. Segundo Costa et al. (2010), é importante conhecer a necessidade de nutrientes das plantas e, consequentemente, sua capacidade de extraí-los do solo, de modo que se tornam necessários estudos a respeito do equilíbrio adequado entre os insumos nutricionais aplicados via irrigação e os requisitos ótimos de produtividade vegetal.

Este estudo teve como objetivo avaliar a produtividade e a composição química da grama Esmeralda (*Zoysia japonica*) em resposta à aplicação de diferentes taxas de efluente proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto da Universidade Federal de Lavras.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de 18/07/2016 a 18/11/2016 em uma área gramada localizada ao lado da Estação de Tratamento de Esgoto da Universidade Federal de Lavras, no município de Lavras, no Estado de Minas Gerais, vegetada com grama Esmeralda. Foram delimitadas 20 parcelas de 1,0 m² (1 x 1 m) cada, espaçadas em 1,0 m entre si (Figuras 1 e 2).



Figura 1: Vista da área experimental antes do início da aplicação do efluente.

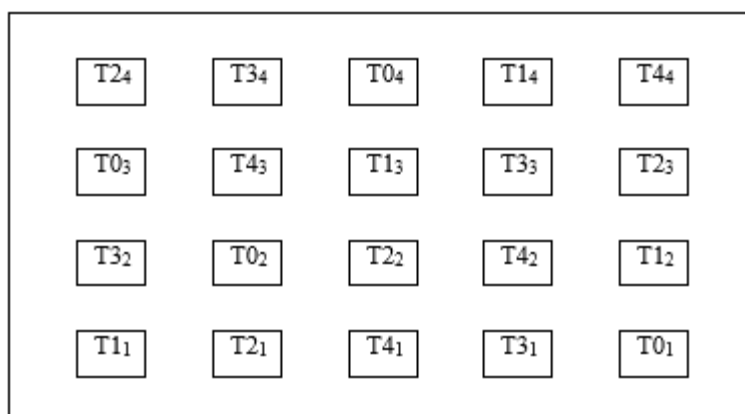


Figura 2: Distribuição das parcelas na área experimental.

O esquema experimental adotado foi o delineamento em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos compreenderam a aplicação de diferentes porcentagens do efluente da Estação de Tratamento de Esgoto da Universidade Federal de Lavras com base na lâmina de irrigação determinada, sendo: T0 - tratamento testemunha, para efeito comparativo (100% água da rede de abastecimento); T1 (75% água da rede de abastecimento + 25% efluente); T2 (50% água da rede de abastecimento + 50% efluente); T3 (25% água da rede de abastecimento + 75% efluente) e T4 (100% efluente).

O efluente utilizado foi proveniente da Estação de Tratamento de Esgoto da Universidade Federal de Lavras, após passar por tratamento secundário. Durante o período experimental, foram realizadas 16 coletas de amostras do efluente, determinando-se: potencial hidrogeniônico (pH) e condutividade elétrica (CE), por potenciometria; turbidez, por nefelometria; sólidos totais (ST) e em suspensão (SS), por gravimetria; demanda bioquímica de oxigênio (DBO), pelo método de Winkler; demanda química de oxigênio (DQO), pelo método do refluxo fechado; nitrogênio total Kjeldahl (NTK), pelo método do micro Kjeldahl; fósforo total (P), pelo método do vanadato-molibdato e coliformes totais (CT) e termotolerantes (CTer), pelo método dos tubos múltiplos (APHA, AWWA, WEF, 2012). Após digestão ácida, foram determinados: sódio (Na) e potássio (K), por fotometria de chama e cálcio (Ca) e magnésio (Mg), por espectrofotometria de absorção atômica (SILVA, 2009). Com base nas concentrações de Na, Ca e Mg foi determinada a razão de adsorção de sódio (RAS). As principais características do efluente estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1: Características do efluente aplicado no solo durante o período experimental.

Variável	Média ± Desvio padrão
pH	7,2 ± 0,4
CE (dS m ⁻¹)	0,7 ± 0,2
Turbidez (UNT)	6,3 ± 1,1
ST (mg L ⁻¹)	546,3 ± 51,9
ST fixos (mg L ⁻¹)	334,8 ± 18,9
ST voláteis (mg L ⁻¹)	211,5 ± 45,6
SS (mg L ⁻¹)	64,8 ± 46,9
DQO (mg L ⁻¹)	86,6 ± 42,7
DBO (mg L ⁻¹)	40,0 ± 17,7
NTK (mg L ⁻¹)	19,6 ± 4,7
P (mg L ⁻¹)	0,7 ± 0,3
CT (NMP 100 mL ⁻¹)	2,8x10 ⁹ ± 1,5x10 ⁹
CTer (NMP 100 mL ⁻¹)	2,7x10 ⁹ ± 1,6x10 ⁹
Na (mg L ⁻¹)	6,8 ± 1,7
K (mg L ⁻¹)	3,5 ± 0,8
Ca (mg L ⁻¹)	0,1 ± 0,01
Mg (mg L ⁻¹)	0,1 ± 0,02
RAS (mmol _c L ⁻¹) ^{1/2}	3,9 ± 1,5

A aplicação do efluente nas parcelas foi realizada manualmente, com o auxílio de regadores, três vezes por semana. As lâminas aplicadas foram determinadas pelo método do balanço hídrico (Equação 1), com base nos valores da evapotranspiração (453,7 mm) e da precipitação pluviométrica (290,9 mm) observados durante o período experimental (124 dias), considerando uma eficiência de aplicação de 100%, uma vez que não ocorreram perdas de água durante a aplicação.

$$LI = \Sigma (ET_i - P_i) \quad \text{Equação (1)}$$

em que,

LI - lâmina de irrigação, mm;

ET_i - evapotranspiração no período entre irrigações i, mm; e

P_i - precipitação no período entre irrigações i, mm.

A partir dos valores da lâmina de irrigação média (1,31 mm dia⁻¹) e da DBO média do efluente (40 mg L⁻¹), foram calculadas as taxas de aplicação do efluente, correspondendo a 0; 0,131; 0,262; 0,393 e 0,524 kg ha⁻¹ dia⁻¹ de DBO, referentes aos tratamentos T0, T1, T2, T3 e T4, respectivamente.

A evapotranspiração de referência (ET_o) foi estimada por meio da metodologia padronizada pela Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO), empregando-se a equação de Penman-Monteith (ALLEN et al., 1998). Os dados meteorológicos utilizados (velocidade do vento, umidade relativa do ar, temperatura e radiação solar) foram obtidos na Estação Meteorológica Convencional do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) instalada no campus da UFLA. O coeficiente de cultivo (K_c) foi considerado igual a 1,0, conforme empregado por Piedade et al. (2009), no manejo da irrigação e no estudo do desenvolvimento de algumas espécies de grama, dentre elas a Esmeralda.

O solo da área experimental não recebeu nenhum tipo de tratamento preliminar e, para avaliação de suas características iniciais, foi realizada uma amostragem, antes da aplicação do efluente, na qual foram coletadas amostras simples, nas profundidades de 0 a 0,20 m e 0,20 a 0,40 m, com auxílio de um trado tipo holandês, em quinze pontos distintos da área experimental, formando uma amostra composta para cada profundidade, para possibilitar a caracterização química e física do solo.

Na análise química do solo foram determinados o pH, a CE, o conteúdo de matéria orgânica (MO), N, P, K, Na, Ca e Mg e na análise física foram determinadas a distribuição granulométrica e a massa específica (EMBRAPA, 2011). Na Tabela 2 estão apresentadas as características iniciais químicas e físicas do solo da área experimental, nas profundidades de 0 a 0,20 m e de 0,20 a 0,40 m.

Tabela 2: Características iniciais do solo da área experimental.

Profundidade (m)	pH	CE (dS m ⁻¹)	OM (g kg ⁻¹)	N	P	K (mg dm ⁻³)	Na	Ca+Mg (cmol _c dm ⁻³)	Distribuição granulométrica (%)			Massa específica (g cm ⁻³)
									Argila	Silte	Areia	
0 - 0,20	6,2	0,12	15,9	1,4	1,3	106,5	3,9	1,9	60	19	21	1,80
0,20 - 0,40	6,6	0,15	12,6	1,1	1,0	71,5	1,6	1,8	59	18	23	1,85

A classe textural em que o solo se enquadrou foi argilosa e, tendo em vista que a área experimental é uma área de aterro, onde antigamente havia um tanque de piscicultura, não foi possível estabelecer uma classificação para o solo segundo os critérios estabelecidos pela Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

Ao término do experimento foi realizada uma amostragem final do solo, na qual foram coletadas amostras de solo, dentro de cada uma das 20 parcelas, nas profundidades de 0 a 0,20 m e 0,20 a 0,40 m, com o auxílio de um trado tipo holandês, para avaliação das possíveis alterações nas características químicas do solo, decorrentes da aplicação do efluente.

O corte da grama correspondeu à idade de 92 dias, e foi realizado com o auxílio de uma tesoura, rente à superfície do solo, em área útil de 1,0 m² por parcela. Posteriormente, para cada parcela, foi feita a determinação da massa verde, por pesagem no momento do corte, da massa seca, por pesagem após secagem em estufa com circulação forçada de ar, sob temperatura de 65 °C, durante um período de 72 horas, e da produtividade de matéria seca, em t ha⁻¹. Em seguida, as amostras de grama foram levadas ao Laboratório de Nutrição de Plantas do Departamento de Ciência do Solo da UFLA, onde foram preparadas para a determinação dos teores foliares de N, P, K, Na, Ca e Mg.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, empregando-se o teste F, em nível de 5% de probabilidade, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando o programa de análise estatística Sisvar (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 estão apresentados os valores de produtividade de matéria seca e das concentrações de elementos químicos na grama Esmeralda, em função da taxa de aplicação do efluente.

Tabela 3: Produtividade de matéria seca (PMS) e concentrações de N, P, K, Ca, Mg e Na na grama Esmeralda, após a aplicação do efluente.

Tratamento	PMS (t ha ⁻¹)	N (g kg ⁻¹)	P (g kg ⁻¹)	K (g kg ⁻¹)	Ca (g kg ⁻¹)	Mg (g kg ⁻¹)	Na (mg kg ⁻¹)
T0	2,3a	11,6a	1,3a	10,5a	2,1a	0,5a	0,2a
T1	2,5a	12,3ab	2,0ab	10,9a	3,0a	0,8a	0,2a
T2	4,3ab	14,2bc	2,3ab	15,0b	3,1a	0,9a	0,7b
T3	4,7b	14,3bc	2,5ab	15,7b	2,1a	0,8a	0,8b
T4	6,2b	15,0c	3,0b	16,6b	2,6a	0,8a	1,2c

Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observou-se que a produtividade de matéria seca da grama Esmeralda aumentou significativamente com o aumento da taxa de aplicação do efluente (Tabela 3). Maior produtividade de matéria seca foi observada nas parcelas submetidas aos tratamentos T3 e T4, o que, acredita-se, esteja associado ao fornecimento de nutrientes nas quantidades adequadas.

Em estudo semelhante, Lima et al. (2015), analisando a quantidade de nutrientes extraídos pela grama Bermuda (*Cynodon dactylon*) em função de doses de nitrogênio, obtiveram aumento no total da massa das aparas com o aumento das doses de nitrogênio, sendo que, para a maior dose aplicada (600 kg ha⁻¹), retiraram da área 5.567 kg ha⁻¹ de matéria seca, até o momento da colheita dos tapetes (4 meses de ciclo).

Conforme observado na Tabela 3, o teor foliar de nitrogênio da grama Esmeralda aumentou significativamente com o aumento da taxa de aplicação do efluente.

Em estudo semelhante, Piedade et al. (2009) obtiveram concentrações entre 17,0 e 21,0 g kg⁻¹ de nitrogênio nas lâminas foliares de grama Esmeralda, acima do observado no presente trabalho (11,6 a 15,0 g kg⁻¹). As concentrações de nitrogênio nas lâminas foliares da grama Esmeralda observadas no presente trabalho, mostraram-se próximas da faixa considerada ideal por Godoy & Villas Boas (2010), entre 14,0 e 25,0 g kg⁻¹. Verificou-se que as taxas do efluente da ETE-UFLA aplicadas no solo forneceram suprimento de nitrogênio pouco abaixo do adequado para o bom desenvolvimento da grama Esmeralda.

O teor foliar de fósforo da grama Esmeralda aumentou significativamente com o aumento da taxa de aplicação do efluente (Tabela 3).

Piedade et al. (2009) obtiveram concentrações aproximadas de 2,0 g kg⁻¹ de fósforo nas lâminas foliares de grama Esmeralda. Considerando a faixa proposta por Godoy & Villas Boas (2010) como ideal para o bom desenvolvimento da grama Esmeralda (1,7 a 2,0 g kg⁻¹ de fósforo), o tratamento T0 (1,3 g kg⁻¹) apresentou-se próximo da faixa, o tratamento T1 (2,0 g kg⁻¹) apresentou-se na faixa ideal e o tratamento T4 (3,0 g kg⁻¹) apresentou-se acima da faixa. Verificou-se que as taxas do efluente da ETE-UFLA aplicadas no solo forneceram suprimento de fósforo adequado para o bom desenvolvimento da grama Esmeralda.

Observou-se que o teor foliar de potássio da grama Esmeralda aumentou significativamente com o aumento da taxa de aplicação do efluente (Tabela 3).

De acordo com Godoy & Villas Boas (2010), tapetes de grama Esmeralda bem formados podem apresentar concentrações médias de 11,0 a 15,0 g kg⁻¹ de potássio em suas lâminas foliares. Considerando a proposição, as concentrações de potássio na grama Esmeralda, proporcionadas pelos tratamentos T2, T3 e T4, iguais a 15,0; 15,7 e 16,6 g kg⁻¹, respectivamente, encontraram-se acima da faixa considerada ideal. Verificou-se que as taxas do efluente da ETE-UFLA aplicadas no solo forneceram suprimento de potássio adequado para o bom desenvolvimento da grama Esmeralda.

Não foram encontradas evidências de diferenças significativas entre os tratamentos em relação à concentração de cálcio e magnésio na grama Esmeralda durante o período experimental (Tabela 3).

Conforme observado na Tabela 3, o teor foliar de sódio da grama Esmeralda aumentou significativamente com o aumento da taxa de aplicação do efluente.

Mesmo não sendo considerado nutriente para as plantas, considera-se que no esgoto doméstico, tal como verificado por Silva et al. (2012), o sódio deva ser o elemento químico de referência, tendo em vista que o aumento de sua concentração no solo, como consequência da irrigação, é responsável por sua acumulação na planta. Porém, quanto às grandes quantidades aplicadas no presente trabalho, a grama Esmeralda não apresentou concentrações de sódio que prejudicassem o seu desenvolvimento.

Na Tabela 4 estão apresentadas as equações de regressão ajustadas para a estimativa da PMS e das concentrações de elementos químicos na grama Esmeralda, em função da taxa de aplicação do efluente, e, posteriormente, na Figura 3 estão apresentados os seus respectivos gráficos.

Tabela 4: Equações de regressão ajustadas para a PMS e concentrações de elementos químicos na grama Esmeralda, em função da taxa (T) de aplicação do efluente.

Variável	Equação de regressão	R ²
PMS	$PMS = 7,6336T + 1,990$	0,9552
N	$N = 6,6221T + 11,750$	0,9025
P	$P = 2,9008T + 1,435$	0,9599
K	$K = 12,8820T + 10,380$	0,9029
Na	$Na = 2,0992T + 0,055$	0,9507

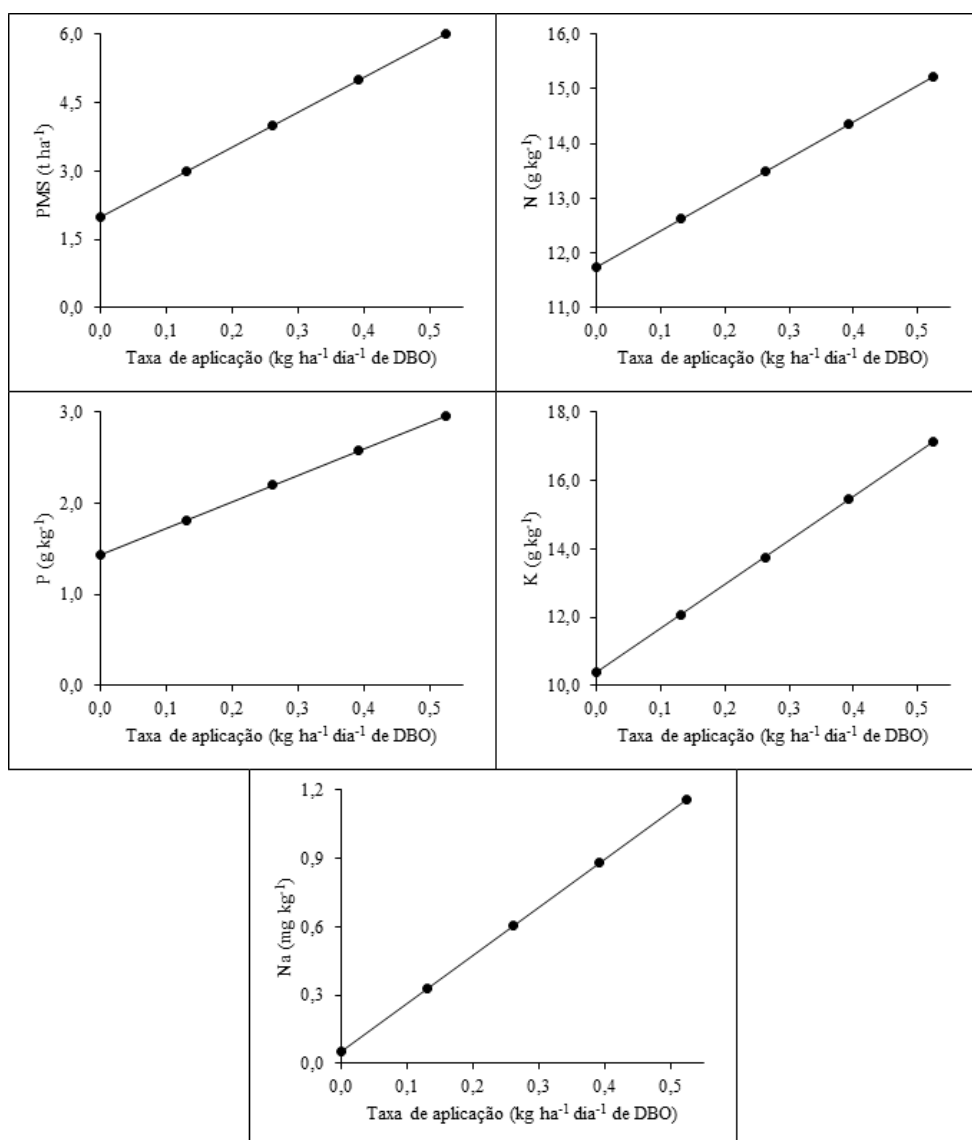


Figura 3: Gráficos das equações de regressão ajustadas para a estimativa da PMS e das concentrações de elementos químicos na grama Esmeralda, em função da taxa de aplicação do efluente.

CONCLUSÕES

A aplicação do efluente proporcionou aumento significativo na produtividade de matéria seca e nas concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio e sódio da grama Esmeralda.

No entanto, recomenda-se que a aplicação do efluente seja avaliada por períodos de monitoramento superiores ao realizado neste trabalho, visto que é importante observar as variações climáticas, as condições do solo e o efeito da aplicação do efluente em longo prazo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG e ao CNPq pelo apoio financeiro concedido.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AKPONIKPÈ, P.B.I.; WIMA, K.; YACOUBA, H.; MERMOUD, A. *Reuse of domestic wastewater treated in macrophyte ponds to irrigate tomato and eggplant in semi-arid West-Africa: Benefits and risks. Agricultural Water Management*, v. 98, p. 834-840, 2011.
2. ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. *Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements*. Rome, IT: FAO, Irrigation and Drainage paper 56, 2006.
3. APHA; AWWA; WEF. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 22th ed. Washington, DC: American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environmental Federation, 2012.
4. BATISTA, R.O. et al. O efeito da água residuária da suinocultura no desenvolvimento e qualidade de mudas de *Eucalyptus urophylla*. *Ciência Florestal*, v. 24, n. 1, p. 127-135, 2014.
5. COSTA, K.A.P.; OLIVEIRA, I.P.; SEVERIANO, E.C.; SAMPAIO, F.M.T.; CORRIJO, M.S.; RODRIGUES, C.R. Extração de nutrientes pela fitomassa de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob doses de nitrogênio. *Ciência Animal Brasileira*, v. 11, n. 2, p. 307-314, 2010.
6. COSTA, F.G.B.; OLIVEIRA, A.F.M.; CARVALHO, M.A.B.; FERNANDES, M.B.; BATISTA, R.O. Desenvolvimento inicial de cultivares de melão fertirrigadas com distintas proporções de esgoto doméstico em Mossoró-RN. *Revista Caatinga*, v. 27, n. 2, p. 116-123, 2014.
7. DEON, M.D.; GOMES, T.M.; MELFI, A.J.; MONTES, C.R.; SILVA, E. Produtividade e qualidade da cana-de-açúcar irrigada com efluente de estação de tratamento de esgoto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 45, n. 10, p. 1149-1156, 2010.
8. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. *Manual de métodos de análise de solo*. 2. ed. Embrapa Solos: Rio de Janeiro. 2011. 225p.
9. FERREIRA, D.F. *Sisvar: A computer statistical analysis system*. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
10. GODOY, L.J.G.; VILLAS BOAS, R.L. Tecnologias para auxiliar o manejo da adubação na produção de gramas. In: SIMPÓSIO SOBRE GRAMADOS, Botucatu, 2010. Tópicos atuais em gramados II: Anais... Botucatu: UNESP, Faculdade de Ciências Agrônômicas, p. 92-102, 2010.
11. KUMMER, A.C.B.; SILVA, I.P.F.; LOBO, T.F.; GRASSI FILHO, H. Qualidade da água residuária para irrigação de trigo. *Irriga, edição especial*, p. 297-308, 2012.
12. LIMA, C.P. et al. Quantidade de nutrientes extraídos pela grama Bermuda em função de doses de Nitrogênio. *Bioscience Journal*, v. 31, n. 5, p. 1432-1440, 2015.
13. NOBRE, R.G.; GHEYI, H.R.; SOARES, F.A.L.; ANDRADE, L.O.; NASCIMENTO, E.C.S. Produção do girassol sob diferentes lâminas com efluentes domésticos e adubação orgânica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 14, n. 7, p. 742-746, 2010.
14. OLIVEIRA, P.C.P.; GLOAGUEN, T.V.; GONÇALVES, R.A.B.; SANTOS, D.L. Produção de moranga irrigada com esgoto doméstico tratado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, n.8, p.861-867, 2013.
15. PIEDADE, A.R. Desenvolvimento vegetativo de quatro espécies de grama irrigadas com efluente de estação de tratamento de esgoto doméstico. 2004. 79 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, SP, 2004.
16. PIEDADE, A.R. et al. Desenvolvimento vegetativo de quatro espécies de grama irrigadas com efluente doméstico. *Irriga*, v. 14, n. 3, p. 268-275, 2009.
17. RIBEIRO, M.C.F.; ROCHA, F.A.; SANTOS, A.C.; SILVA, J.O.; PEIXOTO, M.F.S.P.; PAZ, V.P.S. Crescimento e produtividade da mamoneira irrigada com diferentes diluições de esgoto doméstico tratado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 16, n. 6, p. 639-646, 2012.
18. RODRIGUES, L.N.; NERY, A.R.; FERNANDES, P.D.; BELTRÃO, N.E.M.; GHEYI, H.R. Crescimento e produção de bagas de mamoneira irrigada com água residuária doméstica. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 13, Suplemento, p. 825-835, 2009.
19. SILVA, F.C. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009.
20. SILVA, R.J.; GAVAZZA, S.; FLORENCIO, L.; NASCIMENTO, C.W.A.; KATO, M.T. Cultivo de mudas de eucalipto irrigadas com esgoto doméstico tratado. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v.20, n.2, p.323-330, 2015.
21. SOUSA NETO, O.N.; ANDRADE FILHO, J.; DIAS, N.S.; REBOUÇAS, J.R.L.; OLIVEIRA, F.R.A.; DINIZ, A.A. Fertirrigação do algodoeiro utilizando efluente doméstico tratado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, n.2, p.200-208, 2012.