



A4-280 Avaliação do lodo de esgoto como alternativa para adubação orgânica em grama-esmeralda (*Zoysia japonica* Steud.).

Silva, E.R.¹; Hidalgo, A.F.²; Alfaia, S.S.³; Ayres, M.I.C.⁴; Coimbra, A.B.⁵; Barros, D.R.⁶

¹IFAM-CMZL, rodrigueseleano@yahoo.com.br; ²UFAM, afreitash@gmail.com; ³INPA, sonia@inpa.gov.br; ⁴INPA, marta.ayres@hotmail.com; ⁵Na Floresta, arturbicelli@yahoo.com.br; ⁶IFAM-CMZL, domingosbarros@hotmail.com.

Resumo

O lixo e o lodo de esgoto (LE) são os principais resíduos produzidos nas cidades, são ricos em material orgânico e nutrientes, sugerindo aplicação no solo. No LE encontram-se nutrientes e metais pesados. O LE na agricultura vem sendo mundialmente pesquisado. Dessa forma implantou-se um experimento em Manaus-AM para avaliar o LE como alternativa para adubação orgânica em grama-esmeralda (*Z. japonica* Steud.). Usou-se o Delineamento Inteiramente Casualizado, com 5 tratamentos e 5 repetições, sendo os tratamentos doses de LE: zero, 10, 20, 30 e 40 t/ha⁻¹, respectivamente, T1, T2, T3, T4 e T5. Foram avaliados os pesos da matéria seca (MS) da parte aérea e MS da raiz e cobertura do solo. A MS da parte aérea foi maior de forma gradativa, da menor dosagem para a maior dosagem, em todos os tratamentos. A cobertura da superfície do solo, visualmente, foi maior quanto maior foi a dose de LE, o maior percentual da biomassa da raiz em relação à biomassa total foi no T1 – Testemunha, com 41 %.

Palavras chave: quimiotropismo; gramados; adubação orgânica; agricultura urbana; agroecologia urbana.

Abstract: Garbage and sewage sludge (SS) are the main waste produced in cities are rich in organic matter and nutrients, suggesting soil application. In SS are nutrients and heavy metals. The SS in agriculture has been researched worldwide. Thus we implemented an experiment in Manaus-AM to assess the SS as an alternative to organic fertilization on grass emerald (*Z. japonica* Steud.). It used the completely randomized design, with five treatments and five repetitions, and the SS doses treatments: zero, 10, 20, 30 and 40 t/ha⁻¹, respectively, T1, T2, T3, T4 and T5. The weight of dry matter (DM) of shoot and root DM and land cover were evaluated. The DM of was higher gradually, the lowest dosage to the highest dosage, in all treatments. The coverage of the soil surface, visually, was greater the greater was the LE dose, the greatest percentage of root biomass to the total biomass was at T1 - Control with 41%

Keywords: chemotropism; lawns; organic fertilization; urban agriculture; urban agroecology.

Introdução

Dos 190.755.799 brasileiros, 160.925.792 (84,36%) formam a população urbana do Brasil (IBGE, 2015). Os principais problemas relacionados com a concentração urbana, principalmente quando o desenvolvimento é feito de forma pouco planejada, são os impactos ambientais (Guerra & Cunha, 2001). Nos grandes centros urbanos, dois resíduos têm causado preocupações especiais: o lixo e o lodo de esgoto - LE, os quais são ricos em material orgânico e nutrientes. Sugere-se assim, a aplicação do LE na agricultura, concedendo destino adequado para os resíduos gerados e uma economia no consumo de fertilizantes minerais (Melo et al., 2000).

Ademais, por conta de fatores como o aquecimento global, o movimento em prol do novo padrão de assentamento urbano – o Urbanismo Sustentável (US) – emerge no mundo (Farr, 2013). Berry (2009) afirma que um jardim de qualquer tamanho pode ser um paraíso natural e produzir alimentos, todavia o que tem sido observado é o processo de “desverdeamento” das cidades, tornando-as menos agradáveis, menos saudáveis e mais suscetíveis às chuvas fortes e ondas de calor.

O crescimento das demandas sociais por melhores condições do ambiente tem exigido das empresas públicas e privadas a definição de políticas ambientais mais avançadas, que geralmente iniciam pelo tratamento dos efluentes, gerando um resíduo sólido denominado de LE (PROSAB, 1999). O LE é um biossólido que em sua composição encontram-se nutrientes essenciais e metais pesados, além de grandes concentrações de agentes patogênicos, como vírus, enterobactérias, ovos de helmintos e cistos de protozoários (Andreoli et al., 1999). Experimentos de campo e laboratório realizado nos USA com uso sucessivo de LE por 30 anos demonstraram a ausência de degradação ambiental ou impactos desfavoráveis sobre a saúde humana, sendo plantas e animais melhorados devido ao aumento da fertilidade do solo (PROSAB, 1999). Além disso, possibilita o estabelecimento da estrutura de solo e facilita a proliferação da microflora, liberando nutrientes essenciais, contribuindo para recuperação de áreas degradadas (Ferreira et al., 1999).

Nos projetos de US de última geração realizados para algumas cidades do Canadá, China, USA e Inglaterra, o tratamento de esgoto *in loco* e, ou, ruas e redes permeáveis a pedestre são constantes na lista de elementos-chave para o US (Farr, 2013). É crescente a importância da agricultura urbana enquanto fenômeno socioeconômico, caracterizada pela opção por sistemas de produção agroecológica, como sendo o mais adequado à realidade dos agroecossistemas urbanos, principalmente, porque aproveita melhor os resíduos orgânicos urbanos (adubos) e o manejo de pragas e doenças vegetais é realizado com baixo custo e baixo impacto ambiental. Dessa forma, lixo orgânico (produção de composto), inorgânico (reciclagem) e produção orgânica, dentre outras (Boukharaeva et al., 2005; Aquino & Assis, 2007; Lovo, 2011).

Backes et al. (2009) e Backes et al. (2010) trabalharam com LE e grama-esmeralda, avaliando a produção de tapetes de grama e acúmulo e exportação de nutrientes, respectivamente. A grama-esmeralda, originária do Japão, é uma planta herbácea rizomatosa, reptante, perene, muito ramificada, de 10 a 15 cm de altura, com folhas estreitas, pequenas, dispostas em hastes curtas e densas, formando um tapete perfeito. Porém é menos resistente ao pisoteio, quando comparada com a grama-batatais (*Paspalum notatum* Flüggé) e menos resistente ao sombreamento quando comparada a grama-são-carlos (*Axonopus compressus* (Sw.) P. Beauv.) (Lorenzi & Souza, 2008).

Devido suas características, que foram melhoradas nos Estados Unidos, a grama-esmeralda adaptou-se bem em diferentes regiões do Brasil, passando a ser a mais cultivada e comercializada entre as principais espécies no mercado (Gramas Pardim, 2015). Dessa forma, o presente estudo objetivou avaliar o lodo de esgoto como alternativa para adubação orgânica em grama-esmeralda (*Zoysia japonica* Steud.).

Metodologia

O experimento foi realizado no ano de 2005, em casa de vegetação do setor de Produção Vegetal da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas – FCA/UFAM, localizada entre as coordenadas geográficas 3° 06' 03,32" S e 59° 58' 38,44" O, altitude de 73 m. Prepararam-se mudas da grama esmeralda (*Z. japonica* Steud), em bandejas de isopor com 124 células.

Utilizou-se como substrato o produto comercial plantmax HA, sendo que em cada célula foi colocado um estolhão ou um pedaço de colmo por célula. Aos 15 dias após o preparo, as mudas foram pulverizadas com NPK líquido (06-06-08), obedecendo à recomendação do fabricante, usou-se a dosagem recomendada para jardins. Passados 37 dias do plantio, as mudas foram transplantadas para baldes, com capacidade para sete litros, enchidos com seis litros de Latossolo Amarelo (tabela 1), nos quais foram postas 5 mudas, sendo uma central e 4 nas laterais, equidistantes entre si, por balde.

TABELA 1. Caracterização química do solo de enchimento dos baldes.

PROFUNDIDADE (cm)	pH		P	K	Na	Ca	Mg	Al ³⁺	H + Al
	H ₂ O	KCl							
0 - 20	4,0	3,7	1,5	27	10	0,2	0,1	1,8	7

Laboratório do DEAS/UFAM

Três dias após o transplante, efetuou-se a adubação com o LE, espalhando-o na superfície do solo no balde, com leve incorporação, seguindo o croqui do delineamento. O LE foi obtido de estação de tratamento, secado ao ambiente e peneirado com malha de 5 mm. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado – DIC, com cinco tratamentos e cinco repetições, sendo os tratamentos doses de LE (t/ha), onde: T1 = zero; T2 = 10; T3 = 20; T4 = 30 e T5 = 40 t/ha. Correspondendo, por conversão para kg/m², respectivamente a 0; 1; 2; 3 e 4 kg/m². Calculou-se a área do balde ($A = \pi \times d^2/4$) = 0,036 m², assim, aplicaram-se 36, 72, 108 e 144 g de LE/balde, respectivamente para T2, T3, T4 e T5. No decorrer do experimento, foram efetuados tratamentos culturais: a) Irrigação – Sempre que necessário, evitando a lixiviação com o excesso e o estresse hídrico com a falta; b) Monda – Fez-se necessário, principalmente nos tratamentos de maiores concentrações de LE; c) Controle de pragas – Presenciou-se ataque de pragas, Lepidópteros e Ortópteros, facilmente combatidos com controle mecânico (catação).

Após 45 dias da adubação, executaram-se os seguintes procedimentos: a) Lavagem do sistema radicular (no campo); b) Corte das plantas visando a separação das partes, aérea e raízes (no laboratório), para serem avaliadas. Posteriormente, colocou-se o material separado e devidamente identificado para secar em ambiente de laboratório. Após quatro horas, embalou-se em saco de papel, levando-se em seguida para estufa devidamente aquecida, e com temperatura regulada em 75°C, por período de 24 horas, para obter o peso seco das partes. Foram avaliados os pesos da matéria seca da parte aérea e matéria seca da raiz e cobertura da superfície do solo (pela observação visual). A significância dos efeitos dos tratamentos foi determinada pela análise de variância (ANOVA), e as comparações entre as médias das variáveis foram realizadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O programa estatístico utilizado foi o Estat versão 2.0.

Resultados e discussão

Os dados obtidos foram processados e formatados em uma única tabela para facilitar a visualização das informações, proporcionando um panorama completo do trabalho, de forma que todos os dados discutidos emanaram dessa formatação (tabela 2).

TABELA 2. Médias do peso, em gramas, da matéria seca da parte aérea e matéria seca da raiz da grama-esmeralda com 45 dias após a adubação. Biomassa total, razão entre parte aérea e raiz e o percentual da biomassa da raiz em relação à biomassa total.

TRATAMENTO	PARTE AÉREA Média (g)	RAIZ Média (g)	BIOMASSA TOTAL	RAZAO: PARTE AÉREA / RAIZ	PERCENTUAL DA RAIZ/ BIOMASSA TOTAL (%)
T5	12,18 A	5,98 A	18,16	2,04	32,93
T4	10,20 B	5,28 B	15,48	1,93	34,11
T3	8,38 C	4,90 BC	13,28	1,71	36,90
T2	6,68 D	4,56 C	11,24	1,46	40,57
T1	5,64 D	3,92 D	9,56	1,44	41,00
CV %	7,22	6,38			

Médias seguidas por letras maiúsculas e distintas na coluna diferem entre si, ao nível de 1 % de probabilidade pelo teste de Tukey.

A matéria seca (MS) da parte aérea foi maior de forma gradativa, da menor dosagem para a maior dosagem, em todos os tratamentos e, com exceção da testemunha e da aplicação de 10 t/ha⁻¹, apresentou diferenças significativas entre eles. Esse resultado pode ser reflexo da maior disponibilidade de nutrientes pelo LE. Backes et al. (2010) demonstraram que com a aplicação de LE a grama-esmeralda absorveu os nutrientes na seguinte ordem decrescente: N > K > S > Ca > P > Mg. A produção de biomassa da parte aérea quando da aplicação de 40 t/ha⁻¹ de LE foi significativamente superior a todos os outros, demonstrando que a grama-esmeralda respondeu satisfatoriamente a aplicação de LE. Isso também foi observado no trabalho de Backes et al. (2010), em que afirmam que a grama-esmeralda é mais uma opção para a utilização do LE. O mesmo comportamento foi observado para a raiz, embora T2 não tenha diferido do T3 e este não diferiu do T4.

A cobertura da superfície do solo, visualmente, foi maior quanto maior foi a dose de LE aplicado. Esses dados se assemelham aos de Backes et al. (2009) que aplicando 31 t de LE/ha⁻¹ permitiu o fechamento completo do tapete de grama-esmeralda enquanto que a testemunha não formou tapete. Com o aumento das doses de LE houve aumento da razão da MS da parte aérea / uma parte MS da raiz da grama-esmeralda. Inversamente, com a diminuição das doses de LE aconteceu diminuição da razão da MS da parte aérea / MS da raiz. Isso ocorreu, possivelmente, pela maior disponibilidade de nutrientes nas proximidades das raízes, uma vez que o LE foi superficialmente incorporado, não necessitando, portanto, que o sistema radicular se desenvolvesse muito para buscar nutrientes e água. Segundo Raven et al. (2001), as raízes respondem a diferenças no conteúdo de umidade do solo, crescendo em direção a regiões de maior potencial hídrico (hidrotropismo), além disso, a extensão do sistema radicular, tanto para o crescimento em profundidade, quanto para o crescimento lateral, depende de outros fatores, incluindo temperatura e composição do solo.

A maior razão entre a MS parte aérea para uma parte da MS da raiz foi de 2,04, observada no tratamento em que foi aplicada a dosagem equivalente a 40 t de LE/ha⁻¹, isso sucedeu, possivelmente, porque a grama-esmeralda é uma planta que responde bem as adubações tanto químicas (Godoy et al. 2007; Mateus & Castilho, 2012) quanto orgânicas (Salvador & Minami, 2002, Backes et al. 2009; Backes et al. 2010). Ademais, pode-se deduzir que, por causa da aplicação do LE na superfície do solo, e por causa do quimiotropismo, não houve estímulo para que as raízes se aprofundassem em busca de água e conseqüentemente nutrientes (GE, 2015). Uma vez que o LE atua nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (Ferreira et al., 1999).

O maior percentual da biomassa da raiz em relação à biomassa total foi na Testemunha, com 41 %. Acredita-se que nesse caso tenha ocorrido, principalmente, o hidrotropismo, estimulando o sistema radicular crescer mais em detrimento a parte aérea. Todavia, Backes et al. (2010) afirmam que é necessário que haja equilíbrio na adubação da grama-esmeralda, pois se a adubação for excessiva, aumentarão as aparas e comprometerão o desenvolvimento de rizomas + estolões e raízes, permitindo o desenvolvimento de tapetes com menor resistência. Assim, recomendam a aplicação de 20 a 30 t/ha⁻¹.

Conclusões

As dosagens equivalentes a 30 e 40 t/ha⁻¹ de LE promoveram os melhores resultados quanto à produção de matéria seca da parte aérea de grama-esmeralda. Sendo que a última foi significativamente maior entre todos os tratamentos estudados.

Respeitando-se os fatores limitantes ao seu uso, o lodo de esgoto demonstrou ser uma alternativa eficaz como adubo orgânico para gramados. Permitindo assim, o cultivo orgânico da grama-esmeralda e contribuindo para a produção de um instrumental tecnológico adequado para a agricultura urbana na cidade de Manaus-AM.

Referências bibliográficas

- Andreoli CV, Al Lara & F Fernandes (1999) Reciclagem de biossólidos: transformando problemas rurais, Santa Maria, v.29, n.3: 415-421.
- Aquino AM & RL Assis (2007) Agricultura orgânica em áreas urbanas e periurbanas com base na agroecologia. Ambiente & Sociedade, Campinas, v.X, n.1, 137-150.
- Backes C, CP Lima, LJG Godoy, AJM Santos, RL Villas Bôas & LT Büll (2010) Produção, acúmulo e exportação de nutrientes em grama esmeralda adubada com lodo de esgoto. Bragantia, Campinas, v.69, n.2: 413-422.
- Backes C, LT Büll, LJG Godoy, RL Villas Bôas, CP Lima & EC Pires (2009) Uso de lodo de esgoto na produção de tapetes de grama esmeralda. Ciência Rural, Santa Maria, v.39, n.4: 1045-1050.
- Berry S (2009) 50 formas inteligentes de preservar o planeta: como usar água e energia sem desperdício. Tradução: Clara Allain. Revisão técnica: Marcelo Leite. São Paulo – Brasil: Publifolha. 128p.
- Boukharaeva LM; GK Chianca, M Marloie, AT Machado & CTT Machado (2005) La agricultura urbana como un componente del desarrollo humano sostenible: Brasil, Francia y Rusia. Sección de Ciencia y Tecnología, Brasília, v 22, n.2: 413-425.
- Farr D (2013). Urbanismo sustentável: desenho urbano com a natureza. Tradução: Alexandre Salva Terra. Porto Alegre – Brasil: Bookman. 326p.
- Ferreira AC, CV Andreoli & D Jurgensen (1999) Programa de pesquisa em saneamento básico. Uso e Manejo do Lodo de Esgoto na Agricultura. Rio de Janeiro - Brasil. 97p.
- GE - Glosario Ecología / Término (2015) Disponível em: <http://glosarios.servidor-alicante.com/ecologia/quimiotropismo>. Acesso: 30 maio 2015.
- Godoy LJG, RL Villas Bôas, C Backes & CP Lima (2007) Doses de nitrogênio e potássio na produção de grama esmeralda. Ciênc. agrotec., Lavras, v.31, n.5: 1326-1332.
- Gramas Pardim (2015) Grama esmeralda. Disponível em: <http://www.gramaspardim.com.br/grama-esmeralda>. Acesso: 29 maio 2015.
- Guerra AJT & SB Cunha (organizadores) (2001) Impactos ambientais urbanos no Brasil. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. 416p.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2015) Censo 2010. Disponível em: <http://www.censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?dados=11&uf=00>. Acesso: 29 maio 2015.
- Lorenzi H & HM Souza (2008) Plantas ornamentais no Brasil: arbustivas, herbáceas e trepadeiras. 4 ed. Nova Odessa – SP, Brasil: Plantarum. 1088p.
- Lovo IC (2011) Agricultura Urbana [tesis]: un vínculo entre el medio ambiente y la ciudadanía. Florianópolis - Brasil. 292p.
- Mateus CMDA & GMM Castilho (2012) Adubação e manutenção em grama-esmeralda. Tecnol. & Ciên. Agropec., João Pessoa, v.6, n.2: 11-16.



- Melo WJ, MO Marques, VP Melo & AAD Cintra (2000) Uso de resíduos em hortaliças e impacto ambiental. Revista Horticultura Brasileira, v.18: 67-81.
- PROSAB – Programa de pesquisa em saneamento básico (1999) Uso e manejo do lodo de esgoto na agricultura. Curitiba - Brasil. Disponível em: http://www.finep.gov.br/images/apoio-e-financiamento/historico-de-programas/prosab/uso_manejo_lodo_agricultura.pdf. Acesso: 29 maio 2015.
- Raven PH, FR Evert & SE Eichhorn (2001) Biología vegetal. 6 edición. Guanabara Koogan SA, Rio de Janeiro - Brasil. 906p.
- Salvador ED & K Minami (2002) Avaliação de diferentes substratos no cultivo de grama-esmeralda (*Zoysia japônica* Steud.) em bandejas. Ciênc. agrotec., Lavras, v.26, n.2: 237-243.