



Concentração e conteúdo de Cu em *P. purpureum* cultivado em solo e lodo de esgoto ⁽¹⁾.

Mário Henrique Cardoso Barbosa⁽²⁾; Anarely Costa Alvarenga⁽³⁾; Paulo Henrique Cardoso⁽⁴⁾; Izabelle de Paula Souza; ⁽⁴⁾ Daniela Aparecida Freitas⁽⁵⁾; Regynaldo Arruda Sampaio⁽⁶⁾;

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais – Fapemig.

⁽²⁾ Estudante de graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Montes Claros, Minas Gerais, bolsista de Iniciação Científica CNPq - marioh.ufmg@gmail.com ⁽³⁾ Doutoranda em Produção vegetal da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, Espírito Santo, engatronoma@hotmail.com; ⁽⁴⁾ Estudante de graduação em Engenharia Agrícola e Ambiental da UFMG, Montes Claros, Minas Gerais; ⁽⁵⁾ Estudante de graduação em Engenharia Florestal da UFMG, Montes Claros, Minas Gerais, daniela13_ita@hotmail.com; ⁽⁶⁾ Professor da UFMG, Montes Claros, Minas Gerais, rsampaio@ufmg.br.

RESUMO: O lodo de esgoto é um resíduo que possui, geralmente, elevadas concentrações de nutrientes, mas a presença de metais pesados pode inviabilizar sua utilização agrícola. Objetivou-se avaliar o acúmulo de Cu nos tecidos orgânicos da gramínea *Pennisetum purpureum* Shum cultivada em canteiros de lodo de esgoto puro e solo. O experimento foi realizado em casa de vegetação no Instituto de Ciências Agrárias ICA/UFMG. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com 7 tratamentos, os quais corresponderam a 5 períodos do cultivo, 30; 60; 90; 120 e 150 dias, de *P. purpureum* Shum do grupo Merker em volumes de lodo de esgoto e 1 tratamento testemunha (plântio da gramínea em solo). Apesar da maior concentração de Cu no lodo de esgoto, plantas que se desenvolverem nesse, aos 150 dias, apresentaram mesma acumulação de Cu, quando comparadas a gramínea que se desenvolveu no solo no mesmo período. Não foram observadas, em nenhum tratamento, concentrações do elemento que pudesse causar fitotoxidez nas plantas. Esses resultados podem ter sido influenciados, pelas altas quantidades de matéria orgânica no lodo de esgoto. Os íons de Cu tem grande afinidade com os grupos carboxílicos presentes na matéria orgânica, formando complexos estáveis, dessa forma diminuindo biodisponibilidade e conseqüentemente absorção pelas plantas.

Termos de indexação: Acúmulo, disponibilidade, fitotoxidez.

INTRODUÇÃO

Na região do norte de Minas mais de 40 estações de tratamento de esgotos (ETEs) já foram ou estão sendo implantadas. Como essas ETEs geram um crescente volume de lodo de esgoto, há necessidade de dar-lhe um destino adequado. A utilização desses resíduos na recuperação de áreas degradadas e de sistemas agrícolas pode trazer

grandes benefícios econômicos e ambientais. Porém, a presença de níveis elevados de metais pesados no lodo pode limitar a sua utilização. Em geral, no Brasil, os elementos traços comumente detectados em teores elevados são As, Zn e Cu (Nogueira et al., 2013). Esse último é um micronutriente essencial para a nutrição das plantas, uma vez que, na sua ausência, os vegetais não são capazes de completar o seu ciclo de vida (Li et al., 2014). No entanto, em elevadas concentrações nas células, passa a ter efeito tóxico, inibindo o crescimento e desenvolvimento dos vegetais (Caspi et al., 1999).

Dentro desse contexto, a fitorremediação de Cu em lodo de esgoto por plantas da Família *Poaceae* (gramíneas) apresenta grande potencialidade para adequação do resíduo ao uso agrícola.

O objetivou-se avaliar o potencial de acúmulo de Cu nos tecidos orgânicos da gramínea *Pennisetum purpureum* Shum cultivada em canteiros de lodo de esgoto puro e solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na fazenda experimental Professor Hamilton de Abreu Navarro, no Instituto de Ciências Agrárias ICA/UFMG, no período de novembro de 2013 a março de 2014. O delineamento utilizado foi em blocos casualizados, com 7 tratamentos, os quais corresponderam a 5 períodos do cultivo de *P. purpureum* Shum do grupo Merker em volumes de lodo de esgoto (30; 60; 90; 120 e 150 dias a partir do plantio das estacas) e 1 tratamento testemunha (plântio da gramínea em solo). Cada tratamento teve cinco repetições, totalizando 35 unidades experimentais. Os volumes de lodo de esgoto ou de solo (no caso da testemunha) foram contidos lateralmente por lâminas plásticas, compreendendo as seguintes dimensões: 1,0 m de comprimento x 1,0 m de largura x 0,5 m de altura, sendo necessário 0,5 m³ de solo ou lodo de esgoto para o



preenchimento. Em cada uma dessas foram plantadas 25 gemas da referida gramínea.

O solo utilizado no experimento foi coletado em área de Argissolo Vermelho-Amarelo, localizada no próprio Campus da UFMG em Montes Claros, na camada de 0 a 20 cm, possuindo os seguintes atributos: textura franco silteoso, matéria orgânica = 5,22 dag kg⁻¹, pH em água = 6,1; P-Mehlich1 = 6,4 mg dm⁻³; P-remanescente = 16,7 mg L⁻¹; K = 320 mg dm⁻³; Ca = 4,8 cmol_c dm⁻³; Mg = 1,60 cmol_c dm⁻³; Al = 0,10 cmol_c dm⁻³; H+Al = 2,92 cmol_c dm⁻³; Soma de bases = 7,22 cmol_c dm⁻³; CTC efetiva = 7,32 cmol_c dm⁻³; m = 1,36%; CTC total = 10,14 cmol_c dm⁻³; V = 71,2 %, Si (solúvel) = 8,7 mg dm⁻³.

O lodo de esgoto utilizado foi coletado na Estação de Tratamento de Montes Claros (ETE Vieira), durante o mês de setembro de 2013. Apresentando os seguintes atributos: matéria orgânica = 42,5 dag kg⁻¹, pH em água = 6,2; P₂O₅ (total) = 25 g dm⁻³; K₂O (total) = 2,9 mg dm⁻³; Ca (total) = 75 g dm⁻³; Mg (total) = 26 g dm⁻³; S = 10,1 g dm⁻³; Si (solúvel) = 14,2 mg dm⁻³.

Para as análises de metais pesados sequestrados nos tecidos orgânicos da espécie em estudo, a cada mês 5 parcelas cultivadas eram coletadas, exceção para o quinto mês, no qual também foram coletados a testemunha, cultivo em solo. Em cada unidade experimental foram coletadas 4 plantas inteiras. Essas foram separadas em raiz, colmo e folha, e pesadas. Em seguida, foram submetidas a um processo de higienização, constituído de três lavagens em água de torneira abundante, seguido por três enxague em água destilada. Permanecendo em estufa a 65° C, até peso constante, sendo feita a maceração do material em almofariz de ágata. Para quantificação da concentração dos metais nas amostras, essas foram submetidas a digestão nítrica (metodologia EPA-3051), utilizando o aparelho Digestor de Microondas Mars 6. A mensuração das concentrações foram realizadas em aparelho espectrofotômetro de absorção atômica Varian, modelo AA 240.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, teste de médias e de regressão, da seguinte forma: Para comparação de cada testemunha com os períodos de crescimento da planta avaliados foi aplicado o teste de Dunnett a 5% de probabilidade, enquanto, para avaliação somente dos períodos, foram ajustadas equações de regressão, testando-se os coeficientes até 10% de probabilidade pelo teste t.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos tecidos orgânicos de *P. purpureum* as concentrações de Cu na folha e colmo foram

menores no cultivo em solo do que no cultivo em lodo no período de 30 dias, enquanto, nas raízes, as concentrações do cultivo em solo foram inferiores aos tratamentos com cultivo em lodo no período de 30 a 120 dias (**Tabela 1**). Todavia, as concentrações do Cu no tratamento com cultivo em lodo aos 150 dias não diferiram dos teores encontrados no cultivo em solo, para todos os órgãos da planta. Não foram observados sintomas visuais que indicasse intoxicação pelo referido micronutriente (**Figura 1**). De acordo com Kabata-Pendias (2011), a concentração de Cu na massa seca de uma planta é considerada excessiva ou tóxica a partir de 20 mg kg⁻¹, no entanto esses valores podem variar de acordo com a espécie e estágio vegetativo. Diante do exposto, considera-se que os níveis do elemento atingido nesta pesquisa não causaram nenhum problema de fitotoxicidade na planta.

Figura 1: Plantas de *P. purpureum* desenvolvendo em lodo de esgoto sem apresentar sintomas de fitotoxicidade ocasionada.



O conteúdo de Cu na massa seca do colmo do cultivo em solo foi superior aos dos tratamentos com cultivo em lodo nos períodos de 30 e 60 dias, enquanto, na raiz, o conteúdo de Cu do cultivo em solo foi maior apenas do que o cultivo em lodo no período de 30 dias (**Tabela-1**). No entanto, estas diferenças observadas estão relacionadas ao estágio vegetativo que a planta se encontrava em cada período, pois, aos 150 dias, os conteúdos de Cu no cultivo em solo foram iguais aos encontrados no tratamento com cultivo em lodo do último período, para todos os órgãos avaliados.

As concentrações de Cu nas folhas, colmos e raízes de *P. purpureum* cultivado em lodo de esgoto foram influenciadas pelos períodos de cultivo. Na



fase inicial a gramínea apresentou alta concentração do nutriente, no entanto, o acelerado crescimento vegetativo neste período acarretou na diluição do elemento na massa seca (**Figura 2- A, C e E**). O aumento na produção de biomassa ao longo do tempo fez com que aumentasse de forma linear conteúdo de Cu em folhas e colmos (**Figura-2- B e D**). Nas raízes, após 60 dias de cultivo, houve decréscimo no conteúdo do micronutriente (**Figura 2 - E**). No entanto, as concentrações de Cu encontradas no presente trabalhos estão muito abaixo do potencial de acumulação da gramínea. Liu et al. (2009) relataram que o *P. purpureum* é uma espécie promissora para descontaminação de áreas contaminadas com Cu. Segundo estes autores, esta gramínea tolera contaminações de Cu de até 1.500 mg kg⁻¹ de solo, sem ocorrer decréscimo na produção de massa seca. Na referida contaminação a planta acumulou em seus tecidos orgânicos 485,63 e 194,07 mg kg⁻¹, na parte área e raízes, respectivamente, demonstrando que, apesar das elevadas concentrações de Cu no lodo de esgoto, este não se encontrava disponível para absorção pelo *P. purpureum*.

CONCLUSÕES

Os resultados encontrados no presente trabalho, podem terem sido influenciados pelas elevadas concentrações de matéria orgânica presente no lodo de esgoto. Os íons Cu apresentam grande afinidade em estarem formado ligações estáveis com os grupos carboxílicos presentes na matéria orgânica. Dessa forma, há um decréscimo acentuado na biodisponibilidade desse elemento, refletindo diretamente na absorção dos íons Cu pelo *P. purpureum*.

AGRADECIMENTOS

FAPEMIG, ao CNPq e a CAPES, pelo apoio financeiro que possibilitou a realização deste trabalho e a Copasa pela disponibilização do lodo de esgoto.

REFERÊNCIAS

CASPI, V.; DROPPA, M.; HORVATH, G.; MALKIN, S.; MARDER, J. B.; RASKIN, V. I., The effect of copper on chlorophyll organization during greening of barley leaves. *Photosynthesis Research*, 62:165 -174, 1999.

EPA, Environmental Protection Agency. Microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soils, and oils. Method 3051, 1994.

KABATA-PENDIAS, H., Trace elements in Soils and Plants, 4° edition, CRC Press, Boca Ratón, Florida, 534p, 2011.

LI, J. H.; SUN, X. F.; YAO, Z. T.; ZHAO, X. Y., Remediation of 1,2,3-trichlorobenzene contaminated soil using a combined thermal desorption–molten salt oxidation reactor system. *Chemosphere*, 97:125–129, 2014.

LIU, X.; SHEN, Y.; LOU, L.; DING, C.; CAI, Q., Copper tolerance of the biomass crops Elephant grass (*Pennisetum purpureum* Schumach), *Vetiver grass* (*Vetiveria zizanioides*) and the upland reed (*Phragmites australis*) in soil culture. *Biotechnology Advances*, 27:633-640, 2009.

NOGUEIRA, T. A. R.; FRANCO, A.; HE, Z.; BRAGA, V. S.; FIRME, L. P.; ABREU-JUNIOR, C. H., Short-term usage of sewage sludge as organic fertilizer to sugarcane in a tropical soil bears little threat of heavy metal contamination. *Journal of Environmental Management*, 114:168-177, 2013.



TRAT. (DIAS)	150 DCST	30 DCLE	60 DCLE	90 DCLE	120 DCLE	150 DCLE	CV
FOLHA							
CCuMS (mg kg ⁻¹)	13,11 A	25,35 B	17,43 A	14,47 A	16,16 A	14,47 A	17,68
CoCuMS (mg/pta)	0,93 A	0,57 A	0,70 A	0,80 A	0,78 A	0,82 A	28,94
COLMO							
CCuMS (mg kg ⁻¹)	0,42 A	1,66 B	0,75 A	0,59 A	0,55 A	0,60 A	41,9
CoCuMS (mg/pta)	0,060 A	0,018 B	0,024 B	0,036 A	0,053 A	0,06 A	56,72
RAÍZ							
CCuMS (mg kg ⁻¹)	19,75 A	44,01 B	57,61 B	31,01 B	35,88 B	24,98 A	30,49
CoCuMS (mg/pta)	1,21 A	0,20 B	1,37 A	1,12 A	1,18 A	0,85 A	36,18

TABELA 1: Concentração e conteúdo de Cu na MS e em fitólitos de *P. purpureum*

Notas: DTCS = Dias de cultivo em solo testemunha; DCLE = Dias de Cultivo em Lodo de Esgoto. CCuMS = Concentração de cobre na massa seca; CoCuMS=Conteúdo de Cobre na massa seca. Médias dos tratamentos referentes à Concentração de Cu em plantas cultivadas em lodo de esgoto, em diferentes períodos, com a mesma letra da concentração de Cu em plantas cultivadas em solo, na horizontal, não diferem a 5% de probabilidade, pelo teste Dunnett.

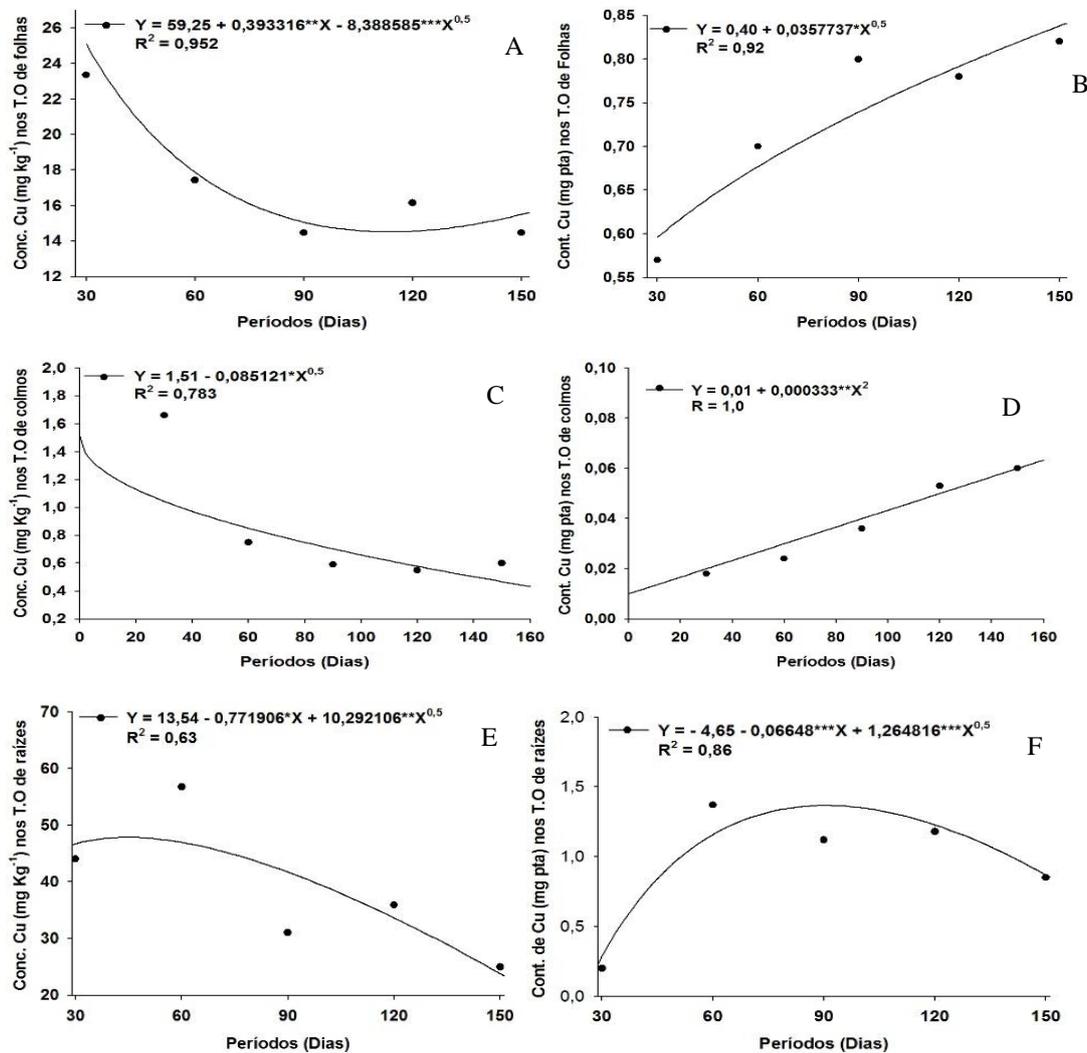


Figura-2: Equações de regressão referentes a concentração e conteúdo de Cu nos tecidos orgânicos *P. purpureum* cultivados em lodo de esgoto em diferentes períodos.

Notas: Notas: :°, *, **, ***= significativos a 10, 5, 1 e 0,1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.