

Teor de zinco na matéria seca da parte aérea de cinco forrageiras gramíneas⁽¹⁾

Mariana Costa Silva⁽²⁾, Bárbara Olinda Nardis⁽³⁾, Enilson de Barros Silva⁽⁴⁾, Sandra Silva do Nascimento⁽⁵⁾, Felipe Galuppo Fonseca⁽⁶⁾, Júlia Beatrice Brito⁽⁷⁾

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do Cnpq.

⁽²⁾ Estudante Agronomia, Universidade federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM; Rodovia MGT 367, km 583, nº 5000, Alto da Jacuba, Diamantina-MG, CEP 35020-220, Diamantina - MG, marianacostamcs@hotmail.com; ;

⁽³⁾ Discente do curso de agronomia; barbara.olinda@yahoo.com.br ; ⁽⁴⁾ Professor do Departamento de Agronomia, UFVJM, ebsilva@ufvjm.edu.br ; ⁽⁵⁾ Discente de Mestrado em Produção Vegetal, UFVJM, sandrassn@gmail.com ;

⁽⁶⁾ Discente de Mestrado em Produção Vegetal, UFVJM, galuppo_@hotmail.com ; ⁽⁷⁾ Estudante Engenharia Florestal – UFVJM, juliabeatrice@yahoo.com.br.

RESUMO: Fitorremediação é uma técnica onde se emprega o uso de plantas para extração de resíduos contaminantes do solo e da água. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o teor de zinco na parte aérea de cinco forrageiras gramíneas cultivadas em solo contaminado. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, utilizando-se um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições. Foram utilizadas cinco forrageiras gramíneas (*Brachiariadecumbens* cv. Basilisk, *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés e cv. Marandu, *Panicum maximum* Jacq cv. Tanzânia e *Panicum maximum* cv. Aruana) e quatro doses de Zn (0, 100, 300 e 900 mg kg⁻¹ de solo) na forma de cloreto de zinco p.a. O período experimental foi de 90 dias. Os materiais coletados foram moídos e submetidos à análise química para determinação dos teores de Zn na massa seca da parte aérea de cada corte. Os resultados foram submetidos à análise de variância conjunta que constaram do estudo de doses do metal pesado dentro de cada forrageira. As equações de regressão foram ajustadas para as variáveis em função das doses do metal pesado e foi obtido no nível crítico de toxidez (NCT) substituindo a dose crítica de toxidez (DCT) nas equações. O teor de zinco na parte aérea aumenta com o aumento das doses de Zn aplicadas no solo. A sequência de tolerância das forrageiras pelo nível crítico de toxidez em ordem decrescente foi Basilisk, Aruana, Tanzania, Marandu e Xaraés respectivamente.

Termos de indexação: Metal pesado, *Panicum* spp. E *Brachiaria* spp.

INTRODUÇÃO

Técnicas inadequadas de uso e manejo do solo têm trazido diversas conseqüências negativas para o meio ambiente, dentre elas a contaminação por metais pesados do solo e da

água. O zinco é um metal pesado que pode se tornar um contaminante em potencial quando encontrado em grandes quantidades. Em pequenas concentrações é um elemento essencial ao metabolismo da planta, ele desempenha importante papel no processo metabólico de carboidratos, proteínas, fosfato e formação de auxinas (LINDSAY, 1972). Apesar de ser um elemento essencial as plantas, a absorção de zinco pelo organismo humano pode causar dores estomacais, náuseas e vômitos e a intoxicação pela ingestão causa anemia, danos pancreáticos e diminuição do HDL no sangue (ATSDR, 2005).

Várias atividades contribuem para o aumento dos teores de zinco e outros metais no solo, as principais são: a mineração, a aplicação de fertilizantes e a utilização e disposição inadequada de resíduos domésticos, industriais e agrícolas no solo (CQFS, 2004). Uma alternativa para a descontaminações dessas áreas é a fitorremediação que é uma estratégia de bioremediação que envolve o emprego de plantas e práticas agrônômicas que, se aplicadas em conjunto, removem, imobilizam ou tornam os contaminantes inofensivos ao ecossistema. Sua concepção funcional é baseada na fisiologia vegetal, na bioquímica do solo e na química dos contaminantes (ANDRADE et al., 2007).

Por apresentarem características como rápido crescimento, baixa exigência em fertilidade do solo, alta capacidade de perfilhamento, e seu sistema radicular proporcionar melhor suporte mecânico para o solo (PEREIRA, 2006), as gramíneas podem ser consideradas promissoras para recuperação de áreas contaminadas com metais pesados. As gramíneas do gênero *Brachiaria* se destacam por serem mais rústicas, por sua capacidade de adaptação a situações adversas, facilidades de manejo e aceitação econômica. Enquanto as do gênero *Panicum maximum* Jacq. apresentam boa produtividade e valor nutritivo porém tem o manejo mais

trabalhoso e maior exigência em fertilidade do solo (SOUZA et al., 1996).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o teor e de zinco na matéria seca da parte aérea em cinco forrageiras gramíneas cultivadas em solo contaminado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), em Diamantina/MG. O solo utilizado foi um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (EMBRAPA, 2006), coletado na camada subsuperficial (0,20-0,40 m) no município de Diamantina/MG, que foi destorroado, secado ao ar e passado em peneira de 5 mm de abertura. Foi tomada uma subamostra e passada em peneira de 2 mm de abertura, constituindo-se, assim, terra fina seca ao ar para análises químicas (SILVA, 2009) e de textura do solo (EMBRAPA, 1997) (Tabela 1).

A calagem foi para elevar a saturação por bases para 45% conforme recomendação de Alvarez V. e Ribeiro (1999) com calcário dolomítico. Permaneceu incubado por 30 dias, sob condição de umidade equivalente a 60% do volume total de poros (VTP) (FREIRE et al., 1980), controlada por pesagem diária. A adubação básica de plantio foi conforme recomendação de Malavolta (1980) para experimento de vaso. Os nutrientes foram aplicados na forma de reagentes p.a. e misturados totalmente ao solo. As doses aplicadas consistiram de: 100 mg N ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$); 200 mg P ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$); 150 mg K (KCl); 50 mg S ($(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$); 1 mg B (H_3BO_3), 1,5 mg Cu (CuCl_2), 5,0 mg Fe ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ -EDTA) e 4 mg Zn (ZnCl_2) por kg de solo com incubação por 15 dias.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições. Foram utilizadas cinco forrageiras gramíneas (*Brachiariadecumbens* cv. Basilisk, *Brachiariabrizantha* cv. Xaraés e cv. Marandu, *Panicummaximum* Jacq cv. Tanzânia e *Panicummaximum* cv. Aruana) e quatro doses de Zn (0, 100, 300 e 900 mg kg^{-1} de solo) na forma de cloreto de manganês p.a. O metal pesado foi aplicado após a calagem e a adubação básica de plantio com incubação do solo por 15 dias sob condição de umidade equivalente a 60% do VTP (FREIRE et al., 1980), controlada por pesagem diária.

O plantio das forrageiras foi realizado com semeadura direta nos vasos plásticos contendo 3 dm^3 do solo. A umidade do solo foi mantida em torno de 60% do VTP, aferida diariamente

através de pesagem, completando-se o peso com água deionizada.

As plantas para avaliação foram cultivadas em três períodos de crescimento. Aos 30 dias do corte de uniformização, foi efetuado o primeiro (1^a) corte de avaliação, a 0,03 m do colo das plantas, o segundo (2^o) corte ocorreu 30 dias após o primeiro, enquanto o terceiro (3^o) aos 30 dias após o segundo corte. Foram feitas três adubações de cobertura com 50 mg N (uréia) por kg de solo a cada 10 dias, após o corte de uniformização no primeiro período de crescimento e cinco adubações de N com 60 mg N (uréia) por kg de solo para os dois últimos períodos de crescimento das forrageiras. Após efetuar o último corte, aos 90 dias do corte de uniformização, foi coletado o colete (material de 0,03 m restante que recebeu os três cortes da parte aérea) e as raízes.

O material vegetal coletado foi separado por tratamentos e repetições, lavadas em água de torneira, solução de detergente neutro, solução de HCl 0,1 mol L^{-1} e posteriormente em água deionizada e acondicionado em sacos de papel armazenados em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de 65 C, durante 72 horas. Após a secagem, o material foi pesado em balança analítica, obtendo o peso de massa seca de três cortes (MSTC) Os materiais foram moídos e submetidos à análise química para determinação dos teores de Zn na massa seca da parte aérea de cada corte. O material moído foi submetido à digestão nitroperclórica e determinações segundo metodologia descrita por Malavolta et al. (1997).

Os resultados foram submetidos à análise de variância conjunta que constaram do estudo de doses do metal pesado dentro de cada forrageira. As equações de regressão foram ajustadas para as variáveis em função das doses do metal pesado.

O nível crítico de toxidez (NCT) do metal pesado na MSPA das forrageiras foi estimado substituindo-se a dose crítica de toxidez (DCT) que se referem à dose que provocasse a redução de 10 % no crescimento relativo da massa seca da parte aérea (MSPA) das forrageiras, nas equações que relacionam as doses do metal pesado com essas variáveis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de Zn aumentaram na MSPA em função das doses crescentes de Zn aplicadas no solo (Figura 1). Analisando os coeficientes das equações de regressão ajustadas, na MSPA, nota-se que a forrageira Basilisk foi a que apresentou maior teor de Zn no tecido vegetal, enquanto, o menor teor foi observado na

forrageira Xaraés. Para todas as forrageiras, o maior teor de Zn foi observado na maior dose de Zn aplicada ao solo (900 mg kg^{-1}). O menor teor de Zn na mesma dose (900 mg kg^{-1}) foi verificado na forrageira Xaraés, com $1.182,0 \text{ mg kg}^{-1}$, esse comportamento pode estar associado a uma certa dificuldade da Xaraés em translocar o Zn das raízes para a parte aérea. Os resultados dos teores de Zn na MSPA no presente estudo foram superiores a faixa adequada de Zn para gramíneas forrageiras que segundo Martinez et al., (1999) deve estar entre 20 a 50 mg kg^{-1} na massa seca.

Quanto ao nível crítico de toxidez (NCT) na MSPA, os valores variaram de 32,6 a $235,3 \text{ mg kg}^{-1}$ de Zn, para as cultivares Marandu e Tanzânia, respectivamente, o que demonstra para esta última maior tolerância ao metal pesado (Figura 1). Estes resultados estão de acordo com os observados na DCT para estas forrageiras pelo crescimento relativo da MSPA (Figura 1). As diferentes espécies de vegetais submetidas a condições semelhantes de crescimento e de exposição a metais pesados reagem de forma diferente em função de suas especificidades na absorção, acumulação e tolerância aos elementos (MARTIN et al., 2006).

Em estudos com espécies arbóreas, Marques 2000 verificou que o nível crítico de toxidez (NTC) para as espécies estudadas variou de 70 a 270 mg kg^{-1} de Zn enquanto nas gramíneas estudadas no presente trabalho foi de 32,6 a $235,3 \text{ mg kg}^{-1}$ de Zn, indicando que as gramíneas forrageiras podem ser mais sensíveis a maiores concentrações de zinco no solo.

CONCLUSÕES

O teor de zinco na parte aérea aumenta com o aumento das doses de Zn aplicadas no solo.

A sequência de tolerância das forrageiras pelo nível crítico de toxidez em ordem decrescente foi Basilisk, Aruana, Tanzania, Marandu e Xaraés respectivamente

AGRADECIMENTOS

A Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ V., V. H.; RIBEIRO, A. C. Calagem. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (ed.). Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. Viçosa: CFSEMG, 1999. p.43-60.

ANDRADE, J.C.M.; TAVARES, R.S.L.; MAHLER, C.F. Fitorremediação: o uso de plantas na melhoria da qualidade ambiental. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 176p.

ATSDR - AGENCY FOR TOXIC SUBSTANCES AND DISEASE REGISTRY. Toxicological profile of copper. Georgia: U.S. Department of health and human services, 2004. Disponível em: < www.atsdr.cdc.gov > . Acesso em: 20 abril. 2013.

CQFS - COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO RS/SC. Manual de Adubação e de Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. 10.ed. Porto Alegre, 2004. 394p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: SPI, 2006. 306p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Manual de métodos de análise do solo. Brasília: Produção de Informação, 1997. 212p

FREIRE, J. C.; RIBEIRO, M. A. V.; BAHIA, V. G.; LOPES, A. S.; AQUINO, L. H. Resposta do milho cultivado em casa de vegetação a níveis de água em solos da região de Lavras (MG). Revista Brasileira de Ciência do Solo, 4:5-8, 1980.

LINDSAY, W.L. Inorganic phase equilibrium of micronutrients in soil. In: MORTVED, J.J.;GIORDANO, P.M. & LINDSAY, W.L., ed. Micronutrients in Agriculture. Madison, Soil Science Society of America, 1972b. p.41-57.

PEREIRA, A.R. Como selecionar plantas para áreas degradadas e controle de erosão. Belo Horizonte: FAPI, 2006. 150p.

SILVA, F. C. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2.ed. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2009. 627p.

SOUZA, A.G. SOARES FILHO, C.V., MELLA, S.C. Espécies forrageiras recomendadas para o Paraná. In: MONTEIRO, A.L.G., MORAES, A., CORRÊA, E.A.S. et al. (Eds.). Forragicultura no Paraná. Londrina: CPAF. 1996. p.196-205.

MALAVOLTA, E. Elementos de nutrição mineral de plantas. Piracicaba: Ceres, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.

MARQUES, T.C.L.L.S.M., MOREIRA, F.M.S., SIQUEIRA, J.O., Crescimento e teor de metais de mudas de espécies arbóreas cultivadas em solo contaminado com metais pesados, Pesquisa agropecuária Brasileira, Brasília – DF, v. 35, n. 1, p. 121-132, 2000.

MARTINEZ, H.E.P.; CARVALHO, J. G.; SOUZA, R. B. Diagnóstico foliar. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G., ALVAREZ V., V.H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. Viçosa: CFSEMG, 1999. p. 143-168.

MARTIN, D.; VOLLENWEIDER, P., BUTTLER, A.; GÜNTHARDT-GOERG, M. Bioindication of heavy metal contamination in vegetable gardens. Forest, Snow and Landscape Research, Suíça, v.2, n.80, p.169-180, 2006.

Tabela 1. Análise de química e de textura do solo antes da aplicação dos tratamentos.

pH _{água}	P	K	Zn	Ca	Mg	Al	T	m	V	MO	Areia	Silte	Argila
	----- mg dm ⁻³ -----			----- cmol _c dm ⁻³ -----				---- %-----		g dm ⁻³	----- g kg ⁻¹ -----		
5,9	0,4	6	0,04	0,7	0,1	0,1	8,1	11	10	0,4	730	700	200

pH_{água} - Relação solo-água 1:2,5. P, K e Zn- Extrator Mehlich-1. Ca, Mg e Al - Extrator KCl 1 mol L⁻¹. T - Capacidade de troca de cátions a pH 7,0. m - Saturação de alumínio. V - Saturação por bases. MO - Matéria orgânica determinado através da multiplicação do resultado do carbono orgânico pelo método *Walkley-Black* por 1,724. Areia, silte e argila - Método da pipeta.

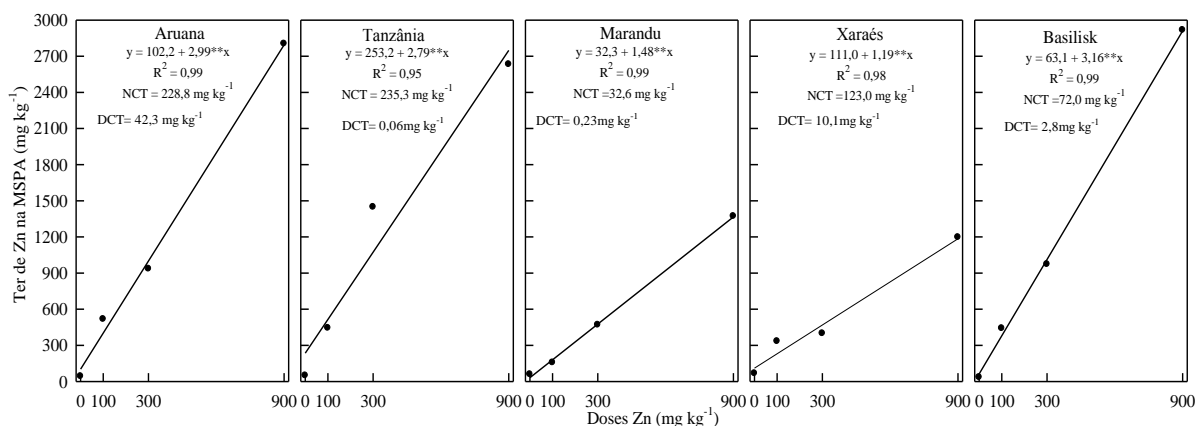


Figura 1. Teor de Zn na massa seca da parte aérea (MSPA) de cinco gramíneas forrageiras em função de doses de Zn aplicadas no solo e nível crítico de toxidez (DCT) num período de 90 dias após o corte de uniformização. (** significativo a 1% pelo teste t).