

## Crescimento de Cinco Forrageiras Gramíneas em Solo Contaminado com Zinco<sup>(1)</sup>

**Macella Regina Mendes Silva<sup>(2)</sup>; Bárbara Olinda Nardis<sup>(3)</sup>; Enilson de Barros Silva<sup>(4)</sup>; Sandra Silva Nascimento<sup>(5)</sup>; Felipe Galuppo Fonseca<sup>(6)</sup>; Julia Beatrice Lima Brito<sup>(7)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos de CNPQ.

<sup>(2)</sup> Discente curso de Engenharia Florestal na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM); Rodovia MGT 367 – Km 583, Nº 5000, Bairro Alto da Jacuba, Diamantina/MG CEP 39100-000; [maengflo@gmail.com](mailto:maengflo@gmail.com); <sup>(3)</sup> Discente do curso de agronomia; [barbara.olinda@yahoo.com.br](mailto:barbara.olinda@yahoo.com.br); <sup>(4)</sup> Professor do Departamento de Agronomia, UFVJM, [ebsilva@ufvjm.edu.br](mailto:ebsilva@ufvjm.edu.br); <sup>(5)</sup> Discente de Mestrado em Produção Vegetal, UFVJM, [sandrassn@gmail.com](mailto:sandrassn@gmail.com); <sup>(6)</sup> Discente de Mestrado em Produção Vegetal, UFVJM, [galuppo@hotmail.com](mailto:galuppo@hotmail.com); <sup>(7)</sup> Estudante Engenharia Florestal – UFVJM, [juliabeatrice@yahoo.com.br](mailto:juliabeatrice@yahoo.com.br).

**RESUMO:** Práticas de redução de teores de poluentes do solo são conhecidas como biorremediação onde a utilização de plantas com intuito de minimizar dosagens de metais pesados é denominado fitorremediação. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o crescimento de cinco forrageiras gramíneas em solo contaminado com zinco. 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 (*Brachiaria decumbens* 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 dm<sup>-3</sup> de solo) na forma de cloreto de zinco p.a. O período experimental foi de 90 dias, com início após o corte de uniformização das plantas e foi avaliado o total de massa seca produzida nos três cortes a cada 30 dias e o total de matéria produzida na raiz e coleto. As variáveis avaliadas foram submetidas à análise de variância e estudo de regressão em função das doses de Zn para cada forrageira. As doses de Zn aplicadas interferiram no crescimento das cinco forrageiras gramíneas. Para as variáveis MSTC e MSR a forrageira que apresentou maior dose crítica foi a Aruana e para a MSC foi a Xaraés. A sequência de tolerância das forrageiras ao Zn foram Aruana > Xaraés > Basilisk > Tanzânia > Marandu

**Termos de indexação:** Biorremediação, fitoextração, tolerância.

### INTRODUÇÃO

O processo de exploração dos recursos naturais, atividades industriais e urbanas e suas consequências como deposição de resíduos, uso constante e indiscriminado de agroquímicos, vazamentos em dutos e tanques, falhas em

processos industriais, problemas no tratamento de efluentes e acidentes no transporte de substâncias químicas apresentam algum risco de se tornarem fonte de contaminação do solo e da água. Dentre os contaminantes podemos falar dos metais pesados. Atividades como metalurgia e reciclagem de chumbo geram como resíduo o zinco (Nascentes, 2012), que é um elemento essencial aos animais, seres humanos e vegetais, porém se absorvidos em quantidades superiores ao necessário podem se tornar um contaminante em potencial, causando problemas no metabolismo (NASCENTES et. al., 2009). Segundo Kabata-Pendias & Pendias (1992), a concentração crítica nas plantas para o Zn situa-se na faixa de 1 a 400 mg.kg<sup>-1</sup>, e a partir desses valores, o elemento se torna tóxico às plantas. Para tanto de acordo com Marques (2000) espécies arbóreas na fase de muda obtiveram desenvolvimento com dosagens entre 3878 e 14.461, indicando assim menor sensibilidade da espécie a dosagens de Zn.

O Zn atua nos processos metabólicos como componente de algumas enzimas: desidrogenases, proteinases, peptidases. Uma função básica do Zn está relacionada ao metabolismo de carboidratos e proteínas, é indispensável para a síntese do triptofano, que é o precursor do AIA, participa da expressão gênica uma vez que o nutriente possui importante papel em sua regulação. Existem evidências de que o Zn tem influência na permeabilidade de membranas e é estabilizador de componentes celulares (Lindsa, 1972); Price et al., 1972).

Para a recuperação de solos contaminados por metais pesados como o Zn, técnicas que utilizam vegetais com propósito de minimizar a ação do metal, chamada também fitorremediação, onde a fitoextração tem sido a técnica mais estudada, sobretudo pode ter uma boa absorção e acúmulo de metais pesados nos tecidos das plantas, e ainda ter elevada eficiência e possível valorização econômica (Fernando & Oliveira, 2004).

A escolha da espécie a ser implantada depende de sua sensibilidade aos metais pesados, a sua alta

taxa de crescimento, a capacidade de produção de biomassa e sistema radicular abundante (garbisu & alkorta, 2001). Além de ter boa adaptabilidade às condições edafoclimáticas locais e a própria natureza e nível de contaminação da área (Monteiro, 2005). Podendo então ser usado as gramíneas forrageiras por possuírem tais características.

O objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento de cinco forrageiras gramíneas em solo contaminado com zinco.

## 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 ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ), 1,5 mg Cu ( $\text{CuCl}_2$ ), 5,0 mg Fe ( $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ -EDTA) e 4 mg Zn ( $\text{ZnCl}_2$ ) por kg de solo com incubação por 15 dias.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições. Foram utilizadas cinco forrageiras gramíneas (*Brachiaria decumbens* 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 900mg kg de solo) na forma de cloreto de zinco 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  $\text{dm}^3$  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<sup>a</sup>) corte de avaliação, a 0,03 m do colo das plantas, o segundo (2<sup>o</sup>) corte ocorreu 30 dias após o primeiro, enquanto o terceiro (3<sup>o</sup>) 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 coleteo (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 0,1mol L<sup>-1</sup> 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), do coleteo (MSC) e das raízes (MSR).

Os resultados foram submetidos à análise de variância e estudos de regressão. A dose crítica de toxidez (DCT) de Zn no solo que proporcionou redução de 10% do crescimento relativo da MSTC, MSC e MSR; que foi estimada com base nas equações de regressão obtidas para cada forrageira.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o zinco não houve resposta das forrageiras às doses aplicadas, como demonstradas na figura 1, demonstrando uma maior sensibilidade das mesmas ao metal, reduzindo seu crescimento com o aumento das doses de Zn.

Para as forrageiras Aruana e Tanzânia a redução no crescimento com o aumento da dose de Zn foi de 100% para MSTC, MSC e MSR, seguida por Basilisk, Marandu e Xaraés que apresentaram para a MSTC redução de 100%, 100% e 90%, para MSC 100%, 80% e 55% e para MSR 98%, 85% e 75% respectivamente.



A dose crítica de toxidez (DCT) foi à dose que correspondeu redução de 10% do crescimento relativo máximo da MSTC, MSC e MSR das forrageiras e são apresentadas na Figura 1. Para a MSTC, a forrageira Aruana apresentou maior dose crítica de toxidez ( $42,33 \text{ mg kg}^{-1}$ ), seguida de Xaraés, Basilisk, Marandu e Tanzânia. Para a variável MSC a forrageira que apresentou maior dose crítica foi a Xaraés ( $59,61 \text{ mg kg}^{-1}$ ), seguida de Aruana, Basilisk, Tanzânia e Marandu. Já para a MSR, a cultivar Aruana apresentou maior dose crítica de toxidez ( $32,38 \text{ mg kg}^{-1}$ ), seguida de Xaraés, Basilisk, Tanzânia e Marandu.

Na literatura, Santos (2005), encontrou valores tóxicos de Zn entre 264 e  $1.106 \text{ mg kg}^{-1}$ , para *Amaranthus crentus*, *Brassica juncea*, *Raphanus sativus L.* e *Hybiscus cannabinu*.

Em trabalhos de Leite et.al. (2003) com plantas de milho encontrou-se que o maior crescimento da parte aérea para o Zn na dose de  $8,04 \text{ mg kg}^{-1}$  e o menor crescimento quando não houve adubação com Zn, mostrando um crescimento diferenciado do milho quando comparado as gramíneas estudadas.

Segundo Kabata-Pendias & Pendias (1992), a concentração crítica nas plantas para o Zn situa-se na faixa de 1 -  $400 \text{ mg.kg}^{-1}$ , e a partir desses valores, o elemento se torna tóxico às plantas, sendo que no presente trabalho as forrageiras apresentadas mostraram-se sensíveis ao metal em concentrações bem menores que as citadas.

Em plantas de capim vetiver (*Vetiveria zizanioides L.*) Tavares (2009), encontrou que as mesmas obtiveram baixíssima produção de biomassa na presença deste metal e com isso o stand de plantas não se estabelecerá em campo e, conseqüentemente não se obterá sucesso com o uso deste vegetal em um programa de descontaminação com este elemento, devido a altíssima fitotoxicidade apresentadas até hoje desse metal para com o capim vetiver, confirmando a sensibilidade das gramíneas a altas doses de Zn.

## CONCLUSÃO

As doses de Zn aplicadas interferiram no crescimento das cinco forrageiras gramíneas. Para as variáveis MSTC e MSR a forrageira que apresentou maior dose crítica foi a Aruana e para a MSC foi a Xaraés. A seqüência de tolerância das forrageiras ao Zn foram Aruana > Xaraés > Basilisk > Tanzânia > Marandu.

## AGRADECIMENTOS

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

## REFERÊNCIAS

FERNANDO, A.L., OLIVEIRA, J.F.S. (2004) Fitorremediação de solos contaminados com metais pesados – Mecanismos, vantagens e limitações, *Biologia Vegetal e Agro-Industrial*, 1, 103-114

FONSECA, J. A. & MEURER, E. J. Inibição da absorção de magnésio pelo potássio em plântulas de milho em solução nutritiva. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 21:47-50, 1997.

KABATA-PENDIAS, A. & PENDIAS, H., *Trace elements in soils and plants*. BocaRaton: CRR Press, 2º Ed. 1992, 365pp.

LEITE, U.T, AQUINO, B.F, ROCHA, R.N.C., SILVA, J., Níveis críticos de boro, cobre, manganês e zinco em milho, *Bioscience Journal*, Uberlândia - MG, v. 19, n. 2, p.112-125, 2003.

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.

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.

NASCENTES, C., *Poluição ambiental por metais*, 2012. Disponível em: <<http://ambientalsustentavel.org/2012/poluiacao-ambiental-por-metais/>>, Acesso em: 25 de abril de 2013.

NASCENTES, R.; AZEVEDO, I. C. D.; MATOS, A. T.; AZEVEDO, R. F.; POSSATO, E. L. JESUS, S. C., Parâmetros de transporte do manganês e do zinco em solo residual compactado - método da massa acumulada, *I Congresso Internacional de Meio Ambiente Subterrâneo*, 2009.

PRICE, C.A.; CLARK, H.E. & FUNKHOUSER, E.A. Functions of micronutrients in plants. In: MORTVED, J.J.; GIORDANO, P.M. & LINDSAY, W.L. ed. *Micronutrients in agriculture*. Madison, *Soil Science Society of America*, 1972. p.231-242

SANTOS, G.C.G. Comportamento de B, Zn, Cu, Mn, Pb em solo contaminado sob cultivo de plantas e adição de fontes de matéria orgânica como amenizantes do efeito tóxicos. Tese de Doutorado. ESALQ, Piracicaba, 2005, 150p.

TAVARES, S.R.L., Fitorremediação em solo e água de áreas contaminadas por metais pesados provenientes da disposição de resíduos perigosos, Tese de Doutorado, UFRJ, Rio de Janeiro, 2009, 415p.

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 <sup>-3</sup> -----			----- cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----				----- % -----		g dm <sup>-3</sup>	----- g kg <sup>-1</sup> -----		
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<sup>-1</sup>. 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.

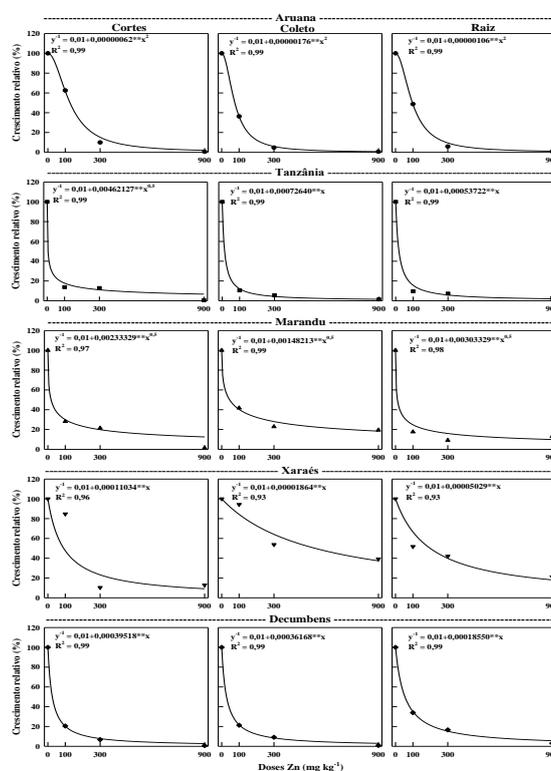


Figura 1. Crescimento relativo do total dos cortes, do coletos e das raízes de cinco forrageiras em função de doses de Zn no solo num período de 90 dias após o corte de uniformização. (\*\* significativo a 1% pelo teste de t)

Tabela 2. Dose crítica de toxidez (DCT) de Zn correspondente a redução de 10% do crescimento relativo máximo da massa seca dos cortes (MSTC), do coletos (MSC) e das raízes (MSR) de cinco forrageiras num período de 90 dias após o corte de uniformização.

-Forrageira	MSTC	MSC	MSC
	----- Zn mg kg <sup>-1</sup> solo -----		
Aruana	42,33	25,13	32,38
Tanzânia	0,06	1,52	2,03
Marandu	0,23	0,56	0,13
Xaraés	10,07	59,61	22,09
Basilisk	2,81	3,07	5,09