

## Nível Crítico de Toxidez de Níquel em Forrageiras Gramíneas Cultivada em Solução Nutritiva <sup>(1)</sup>

**Alice Coelho Costa <sup>(2)</sup>; Francisco Wagner Pereira de Souza <sup>(3)</sup>; Enilson de Barros Silva <sup>(4)</sup>; Sandra Silva do Nascimento <sup>(3)</sup>; Felipe Galuppo Fonseca <sup>(3)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da CAPES e CNPq

<sup>(2)</sup> Graduanda de Agronomia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Rodovia MGT – Km 583 n° 5000, Bairro Alto da Jacuba, CEP 39100-000, Diamantina-MG; E-mail: [alicecoelho4@hotmail.com](mailto:alicecoelho4@hotmail.com); <sup>(3)</sup> Mestrando e Mestres em Produção Vegetal; UFVJM; E-mail: [francisco\\_wagner@hotmail.com](mailto:francisco_wagner@hotmail.com), [galuppo@hotmail.com](mailto:galuppo@hotmail.com), [sandrassn@gmail.com](mailto:sandrassn@gmail.com); <sup>(4)</sup> Professor Associado; Departamento de Agronomia, Universidade Federal dos vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) – Bolsista do CNPq – PQ2; Campus JK, Rodovia MGT 367 Km 583, n° 5000, Alto da Jacuba, Diamantina, MG, CEP: 39100-000, E-mail: [esilva@ufvjm.edu.br](mailto:esilva@ufvjm.edu.br).

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi obter a dose e nível crítico de toxidez de Ni para cinco forrageiras gramíneas cultivadas em solução nutritiva. O experimento foi realizado em casa de vegetação do Departamento de Agronomia da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Diamantina (MG). Foi usado um DIC, com três repetições. Foram utilizadas cinco forrageiras gramíneas *Panicum maximum* cv. Aruana e cv. Tanzânia, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e cv. Xaraés e, *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e quatro doses de Ni (0, 20, 40 e 100 mg L<sup>-1</sup>) na forma de cloreto de níquel p.a em solução nutritiva. O período experimental foi de 90 dias, com cortes a cada 30 dias. O material coletado foi analisado separadamente, obtendo o peso de massa seca de três cortes (MSTC), do coleto (MSC) e das raízes (MSR). Os resultados foram submetidos à análise de variância e estudos de regressão. Houve redução do crescimento das cinco forrageiras com aumento das doses de Ni. A dose e nível crítico de toxidez de Ni variaram de 0,38 a 0,77 mg L<sup>-1</sup> na solução nutritiva e de 0,03 a 0,18 mg kg<sup>-1</sup> na massa seca da parte aérea das forrageiras. A ordem decrescente de tolerância das forrageiras ao Ni é a seguinte Basilisk > Xaraés > Tanzânia > Marandu > Aruana.

**Termos de indexação:** Fitorremediação, tolerância, metal pesado.

### INTRODUÇÃO

Com o aumento da intensidade das atividades antrópicas, é cada vez maior o índice de contaminação ambiental por metais pesados tóxicos. Devido a este fato, existe também uma crescente preocupação da sociedade em virtude dos malefícios que estes contaminantes podem trazer para os ecossistemas e também para o homem. No Brasil têm-se ocorrido contaminações de áreas com metais pesados tóxicos com frequência, tornando-se motivo de preocupação.

O níquel (Ni) encontra-se entre os metais pesados mais comuns em solos. Estima-se que, em todo o mundo, anualmente são adicionadas aos solos 106 mil a 544 mil toneladas de Ni, com origem nas atividades metalúrgicas, na combustão de combustíveis fósseis e na adição de lodo de esgoto e de compostos industriais (Berton et al., 2006).

A fitotoxicidade do Ni é resultado de sua ação no fotossistema, causando distúrbios no ciclo de Calvin e inibição do transporte elétrico por causa das quantidades excessivas de ATP e NADPH acumuladas pela ineficiência das reações de escuro (Krupa et al., 1993).

Programas envolvendo a remediação de áreas contaminadas incluem: diagnóstico, análise de risco, estratégias da mitigação da fitotoxicidade e seleção de plantas tolerantes ao excesso de metais pesados (Ribeiro Filho et al., 2001). Neste contexto as forrageiras gramíneas poderiam ser usadas, podendo tolerar e acumular o Ni, de forma favorável ao interesse zootécnico.

Este estudo teve como objetivo de obter a dose e nível crítico de toxidez de Ni para cinco forrageiras gramíneas cultivadas em solução nutritiva.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de casa de vegetação do Departamento de Agronomia da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM), Diamantina (MG).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições. Foram utilizadas cinco forrageiras gramíneas *Panicum maximum* cv. Aruana e *Panicum maximum* Jacq cv. Tanzânia, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e cv. Xaraés e, *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e quatro doses de Ni (0, 20, 40 e 100 mg L<sup>-1</sup>) na forma de cloreto de níquel p.a em solução nutritiva. A solução nutritiva consistiu de reagentes puros, e a composição química da solução nutritiva de Hoagland & Arnon

(1950): 210,1 mg de N, 31 mg de P, 234,6 mg de K, 200,4 mg de Ca, 48,6 mg de Mg, 64,2 mg de S, 500 µg de B, 20 µg de Cu, 648 µg de Cl, 5.022 µg de Fe, 502 µg de Mn, 11 µg de Mo e 50 µg de Zn por litro.

Foram utilizadas sementes adquiridas em casa especializada do município de Diamantina (MG). As sementes foram semeadas em bandejas contendo areia lavada em sala de germinação e a irrigação com água destilada até o transplante definitivo nos vasos (20 dias após a semeadura). Após o transplante das plântulas, forneceu-se, inicialmente, 2,0 L de solução nutritiva. Utilizaram-se soluções com forças iônicas de 25, 50 e 100 %. As plântulas permaneceram por três dias em cada concentração, em sistema de aeração artificial contínuo, com uso de compressor de ar. As plântulas foram mantidas nessa solução durante 30 dias após o período de adaptação até o corte de uniformização. A solução nutritiva foi renovada a cada 15 dias.

O período experimental foi de 90 dias, com início após o corte de uniformização das plantas. O corte (uniformização) da massa seca da parte aérea (MSPA) foi efetuado a 0,03 m do colo da planta, deixando uma planta por vaso, com a finalidade de uniformizar todo o experimento. Nesta época, foram aplicadas as doses crescentes de Ni na solução nutritiva. Durante todo o período experimental, o pH foi ajustado para  $5,5 \pm 0,1$ ; por meio de correções diárias utilizando-se soluções diluídas de NaOH ou HCl, de acordo com a variação do pH da solução. O volume dos vasos foi completado, sempre que necessário, utilizando água deionizada. A renovação da solução nutritiva e das doses de Ni foi realizada a cada 15 dias.

Toda a massa vegetal coletada foi separada por tratamentos e repetições, lavadas na seguinte ordem: água de torneira, água destilada, detergente diluído, água destilada novamente, solução de HCl  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$  e finalizando em água deionizada, para retirada do excesso de metal que estava superficialmente em contato com a planta. Posteriormente, o material foi acondicionado em sacos de papel e seco em estufa com circulação forçada de ar, à temperatura de  $65 \text{ }^\circ\text{C}$ , durante 72 horas. Após a secagem, obteve-se o peso de massa seca da parte aérea (MSPA), que se refere ao somatório da produção de massa seca dos três cortes coletados após 90 dias do corte de uniformização. O material moído foi submetido à digestão nitroperclórica e, o teor de Ni foi determinado por espectrometria de absorção atômica (Malavolta et al., 1997).

Os resultados foram submetidos à análise de

variância conjunta que constaram do estudo de doses de Ni dentro de cada forrageira. As equações de regressão foram ajustadas para as variáveis em função das doses de Ni aplicadas. As doses críticas de toxidez (DCT) de Ni na solução que proporcionou a redução de 10 % (Davis et al., 1978) na produção da MSPA foram estimadas com base nas equações de regressão obtidas para cada forrageira. A partir das equações obtidas, estimaram-se a dose crítica de toxidez (DCT) de Ni que provocasse a redução de 10 % no crescimento relativo da massa seca da parte aérea (MSPA) das forrageiras. O nível crítico de toxidez (NCT) de Ni na MSPA das forrageiras foi estimado substituindo-se a DCT nas equações que relacionam as doses de Ni com o teor de Ni na MSPA.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O crescimento das forrageiras foi influenciado pelas doses crescentes de Ni em solução nutritiva ( $P < 0,01$ ), que houve redução do crescimento para todas as forrageiras com aumento das doses de Ni (**Figura 1**). Resposta semelhante analisando matéria seca de folhas, caule e raízes de mudas de umbuzeiro em solução nutritiva, onde houve resposta positiva às menores doses de Ni aplicadas, enquanto nas maiores concentrações houve menor acúmulo de matéria seca, indicando efeito tóxico do elemento (Neves et al., 2007). Apesar de os mecanismos de sua fitotoxidez ainda serem pouco estudados, sabe-se que altos teores de Ni nos tecidos vegetais inibem a fotossíntese e a respiração (Gupta, 2001).

As forrageiras Basilisk e Xaraés se mostram mais tolerantes as maiores concentrações de Ni na solução nutritiva (**Figura 1**). A MSPA é fortemente afetada sob as menores concentrações de Ni na solução nutritiva para todas as forrageiras testadas, porém Basilisk tolera uma DCT de  $0,77 \text{ mg L}^{-1}$  (**Figura 1**). De acordo com Taiz & Zeiger (2004), a concentração adequada de Ni em solução nutritiva para a maioria das culturas deve ficar em torno de  $0,03 \text{ mg L}^{-1}$ .

Os teores de Ni aumentaram na MSPA em função das doses crescentes de Ni aplicadas em solução nutritiva (**Figura 2**). Analisando os coeficientes das equações de regressão ajustadas, na MSPA, nota-se que a forrageira Marandu foi a que apresentou maior teor de Ni no tecido vegetal, enquanto, o menor teor foi observado na forrageira Aruana. Para todas as forrageiras, o maior teor de Ni foi observado na maior dose de Ni aplicada na solução



nutritiva ( $100 \text{ mg L}^{-1}$ ). O maior teor de Ni na mesma dose ( $100 \text{ mg L}^{-1}$ ) foi verificado na forrageira Marandu, com  $2,92 \text{ mg kg}^{-1}$ , esse comportamento pode estar associado a uma certa facilidade da Marandu em translocar o Ni das raízes para a parte aérea.

O nível crítico de toxidez (NCT) que corresponde à DCT e determina o teor de Ni nos tecidos vegetais das forrageiras foi diferentemente influenciado pelas doses crescentes de Ni na solução nutritiva (**Figura 2**). Seguindo a ordem de tolerância, observam-se na MSPA, as forrageiras mais tolerantes e mais sensíveis em relação ao NCT foram a Xaraés e Aruana. Essa diferenciada sensibilidade ao Ni pelas forrageiras é atribuída, a diferente na absorção do metal, e principalmente às diferentes bases genéticas e respostas fisiológicas à toxidez do Ni. Em estudos de manipulação genética, Guimarães et al. (2008) demonstra que pode haver contribuição para uma maior tolerância das plantas a metais pesados alterando a expressão de alguns poucos genes na planta. O teor alcançado na MSPA foi inferior ao teor considerado tóxico para muitas plantas, que está na faixa de  $10$  a  $100 \text{ mg kg}^{-1}$  de matéria seca (Kabata-Pendias & Pendias, 1984).

## CONCLUSÕES

Houve redução do crescimento das cinco forrageiras com aumento das doses de Ni. A dose e nível crítico de toxidez de Ni variaram de  $0,38$  a  $0,77 \text{ mg L}^{-1}$  na solução nutritiva e de  $0,03$  a  $0,18 \text{ mg kg}^{-1}$  na massa seca da parte aérea das forrageiras. A ordem decrescente de tolerância das forrageiras ao Ni é a seguinte Basilisk > Xaraés > Tanzânia > Marandu > Aruana.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ E CAPES

## REFERÊNCIAS

ABREU, C.A.; AMBROSANO, E.J.; SILVEIRA, A.P.D. Toxidade do Níquel em plantas de feijão e efeitos na microbiota do solo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 41(8): 1305-1312, 2006.

DAVIS, R.D.; BECKETT, P.H.T.; WOLLAN, E. Critical levels of twenty potentially toxic elements in young spring barley. Plant and Soil, 49:349-408, 1978.

GUIMARÃES, M.A.; SANTANA T.A.; SILVA E.V.; ZENZEN I.L.; LOUREIRO M.E. Toxicidade e tolerância ao cádmio em plantas. Revista Tropica: Ciências Agrárias e Biológicas, 1:58-68, 2008.

GUPTA, U.C. Micronutrientes e elementos tóxicos em plantas e animais. In FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P.; RAIJ, B. van; ABREU, C.A., eds. Micronutrientes e elementos tóxicos na agricultura. Jaboticabal, CNPq/Fapesp/Potafos, 2001. p.13-43.

HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. The water culture method of growing plants without soil. Berkeley, University. of California, 1950. 32p.

KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. Trace elements in soils and plants. Boca Raton: CRC Press, 1984. 315p.

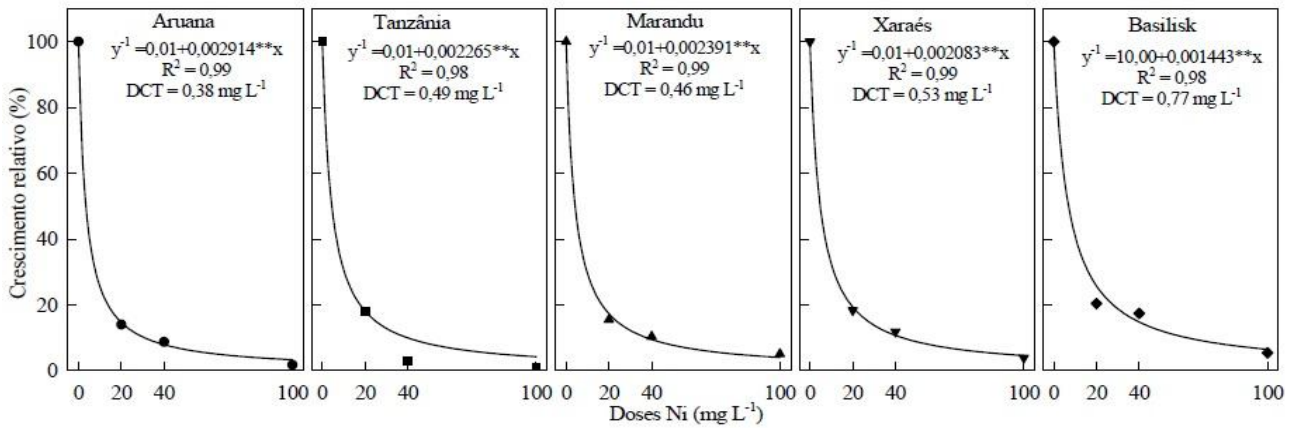
KRUPA, Z.; SIEDLECKA, A.; MAKSYMIEC, W.; BASZYNSKI, Y.T. In vivo response of photosynthetic apparatus of *Phaseolus vulgaris* L. to nickel toxicity. Journal of Plant Physiology, 142:664-668, 1993.

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

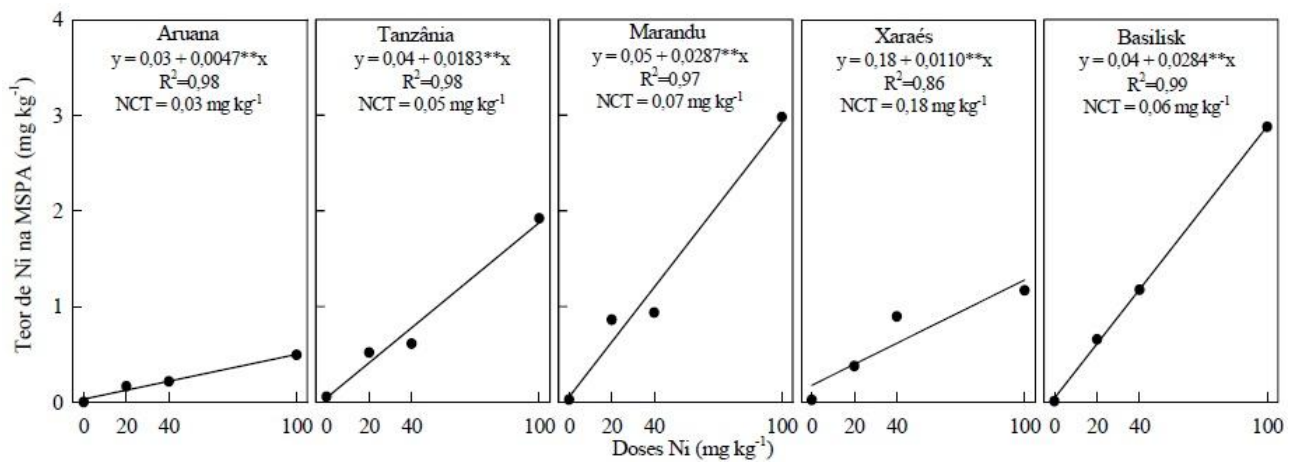
NEVES, O.S.C.; FERREIRA, E.V.O.; CARVALHO, J.G.; SOARES, C.R.F.S. Adição de níquel na solução nutritiva para o cultivo de mudas de umbuzeiro. Revista Brasileira Ciência do Solo, 31(3):485-490, 2007.

RIBEIRO FILHO, M.R.; SIQUEIRA, J.O.; CURTI, n; SIMÃO, J.B.P. Fracionamento e biodisponibilidade de metais pesados em solo contaminado, incubados com materiais orgânicos e inorgânicos. Revista Brasileira Ciência do Solo, 25:495-507, 2001.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 3.ed. Porto Alegre, Artmed, 2004. 719p.



**Figura 1.** Crescimento relativo da massa seca da parte aérea (MSPA) de cinco gramíneas forrageiras em função de doses de Ni em solução nutritiva num período de 90 dias de exposição após o corte de uniformização. (\*\* significativo a 1% pelo teste t).



**Figura 2.** Teor de Ni na massa seca da parte aérea (MSPA) de cinco gramíneas forrageiras em função de doses de Ni em solução nutritiva e nível crítico de toxidez (DCT) num período de 90 dias após o corte de uniformização. (\*\* significativo a 1% pelo teste t).