

**AValiação da Tolerância, Distribuição e Acúmulo de Cobre em  
*TRIDAX PROCUMBENS* L. (ASTERACEAE)**

**JÚNIOR EUGÊNIO BORKOWSKI<sup>1,2</sup>, MARLEI VEIGA<sup>3</sup>, CARLA MARIA GARLET  
DE PELEGRIN<sup>3</sup>, FABIANO CASSOL<sup>3</sup>, NESSANA DARTORA<sup>2,4</sup>**

## **1 Introdução**

O cobre (Cu) é um importante nutriente para as plantas pois atua em inúmeros processos fisiológicos, seja compondo metaloproteínas responsáveis pelo transporte de elétrons nos cloroplastos ou como cofator de várias enzimas ligadas a fotossíntese (YRUELA, 2009). Entretanto, quando em altas concentrações no solo tem o potencial de gerar distúrbios, devido a sua capacidade de causar estresse oxidativo a células e se acumular ao longo dos níveis tróficos (ANNING & AKOTO, 2018). Desta forma, o uso da fitorremediação vem sendo uma alternativa para diminuir a carga destes contaminantes. Esta técnica consiste na aplicação de espécies de plantas que conseguem se desenvolver em solos contaminados, além de serem capazes de absorver, translocar para a parte aérea, volatilizar em formas menos tóxicas ou acumular em suas raízes quantidades significativas do metal, possibilitando a redução deste no solo com alguns ciclos de cultivo de forma barata e ambientalmente segura (LIN et al., 2018; ALI, et al., 2013).

A *Tridax procumbens* é uma planta herbácea, da família Asteraceae e, apesar de não ser nativa do Brasil, ocorre naturalmente em todas as regiões do país. Esta espécie foi encontrada por Kumar e colaboradores (2013), crescendo espontaneamente em áreas contaminadas com diferentes metais, dentre eles o Cu, e foi observado um elevado acúmulo destes em seus tecidos. O fato de esta espécie ter a capacidade de se desenvolver em uma área contaminada e acumular metais em seus tecidos indica que há um potencial para ser usada em programas que buscam recuperar áreas contaminadas com metais a nível tóxico (KUMAR et al., 2013). Tendo em vista que não existem muitos dados sobre o seu comportamento quando cultivada sob estresse por excesso de Cu, propôs-se investigar o seu potencial fitorremediador para este metal.

---

1 Graduando em Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), *Campus* Cerro Largo, **Bolsista IC-UFFS**, contato: [juniorborkowski1@gmail.com](mailto:juniorborkowski1@gmail.com)

2 Grupo de pesquisa: Biociências.

3 Prof. Dr., Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Cerro Largo. **Colaborador.**

4 Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>, Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Cerro Largo. **Orientadora.**

## 2 Objetivos

Avaliar a tolerância, a distribuição e o acúmulo de cobre em mudas de *Tridax procumbens*, cultivadas em solo com adição crescente deste metal.

## 3 Metodologia

O solo utilizado para o cultivo das plantas foi coletado na área experimental da UFFS/ Cerro Largo – RS. As concentrações de Cu total nos tratamentos foram as seguintes: 8,91 (apenas o Cu presente no solo), 70, 140, 210 e 420 mg kg<sup>-1</sup> de Cu, denominados de TC, T1, T2, T3 e T4, respectivamente.

As mudas de *T. procumbens* foram obtidas a partir da germinação de cipselas na BOD, em caixas *gerbox* e usando como substrato a vermiculita. Após a emergência, as plântulas foram transplantadas para copos plásticos contendo solo, sem a adição de Cu, e irrigadas com água destilada e solução nutritiva de Hoagland & Arnon (1950) para estimular o seu crescimento. Tanto na fase de germinação, quanto na de crescimento, elas permaneceram na BOD a uma temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas.

Quando as mudas atingiram cerca de 12 cm de altura, foram transplantadas para potes de 1,5L, contendo 0,7 Kg de solo seco. As plantas foram cultivadas por 95 dias e irrigadas manualmente com água destilada, com fotoperíodo de 12 horas e temperatura de 25°C. O experimento foi realizado em DIC com 5 tratamentos, 5 repetições e 4 plantas por repetição (uma por vaso), totalizando 20 vasos por tratamento e 100 vasos ao todo.

No ato da coleta, as plantas foram divididas em parte aérea (PA) e sistema radicular (SR). A PA foi lavada por enxágue triplo com água destilada, enquanto o SR foi submerso em água destilada em banho ultrassônico por 15 minutos para a remoção do Cu possivelmente adsorvido a sua superfície. Após a lavagem as amostras foram secas em estufa de circulação forçada por 72 horas a 65 °C, determinando-se a massa seca. As amostras foram trituradas e digeridas em bloco digestor com uma mistura dos ácidos, nítrico (HNO<sub>3</sub>) e perclórico (HClO<sub>4</sub>) na proporção de 4:1 (v/v). O cobre foi determinado em espectrômetro de absorção atômica com chama (SavantAA, GBC). O índice de tolerância (IT) e o fator de translocação (FT), foram calculados com base nas seguintes equações:

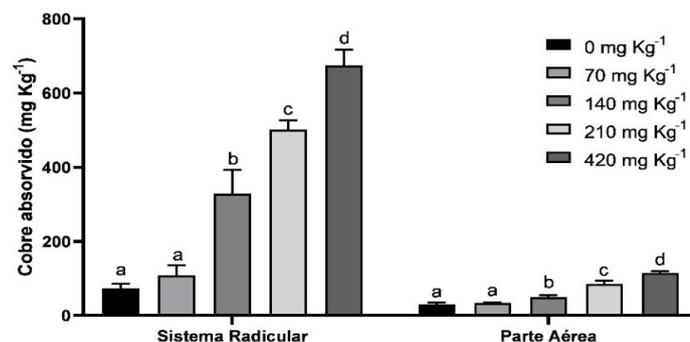
$$FT(\%) = \frac{Cu\text{ acumulado na PA}}{Cu\text{ acumulado na planta inteira}} \times 100 \quad IT(\%) = \frac{Massa\text{ seca das plantas do Tn}}{Massa\text{ seca das plantas do TC}} \times 100$$

Os resultados foram avaliados estatisticamente, através da análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de comparação múltipla de *Tukey*, assumindo um nível de significância de 5%.

#### 4 Resultados e discussão

A maior parte do Cu absorvido pelas plantas ficou contido no SR, sendo mais expressivo nos tratamentos de maiores concentrações (140, 210 e 420 mg kg<sup>-1</sup>) que diferiram entre si (Figura 1). Já no cultivo com até 70 mg kg<sup>-1</sup> não houve diferença significativa em relação ao controle. Em todos os tratamentos, a concentração de Cu no SR (mg kg<sup>-1</sup>) foi maior do que a encontrada no solo, indicando que a *T. procumbens* é capaz de absorver e acumular este metal em suas raízes. O comportamento do Cu acumulado na PA nos diferentes tratamentos foi muito similar ao do SR, entretanto, ocorreu em um nível muito menor, indicando uma baixa capacidade de translocação do metal do SR para a PA. Borkowski e colaboradores (2021), obtiveram resultados semelhantes ao cultivar a *T. procumbens* sob crescentes concentrações de Cu em hidroponia, indicando que este acúmulo do Cu no SR é uma resposta desta espécie a altas concentrações do metal no meio e um mecanismo para evitar a toxicidade na PA.

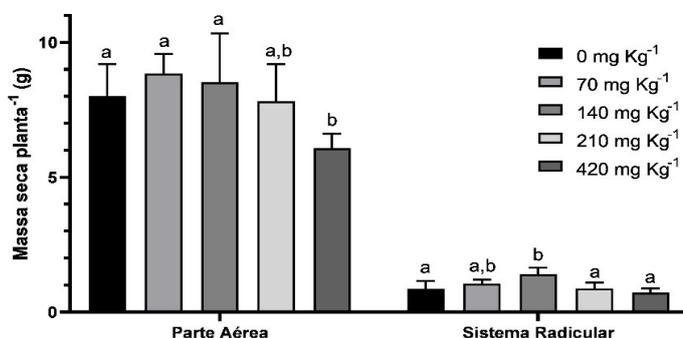
Figura 1 – Concentração de cobre na parte aérea e sistema radicular.



Os dados representam as médias  $\pm$  desvio padrão e os índices resultantes do teste *Tukey*, nos quais letras diferentes indicam que há diferença significativa entre os valores médios. Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

O acúmulo de massa seca da PA foi afetado apenas no maior tratamento (420 mg kg<sup>-1</sup>), enquanto os demais não diferiram do controle (Figura 2). Dessa forma, pode-se considerar que esta espécie é capaz de se desenvolver em solos com até 210 mg kg<sup>-1</sup> de Cu sem que este parâmetro seja afetado significativamente. Por outro lado, o acúmulo de massa seca do SR não foi prejudicado pelo Cu em excesso no solo, tendo inclusive uma massa seca superior nas concentrações de 70 e 140 mg kg<sup>-1</sup> em relação ao maior tratamento (420 mg kg<sup>-1</sup>).

Figura 2 – Massa seca da parte aérea (PA) e sistema radicular (SR) após o cultivo.

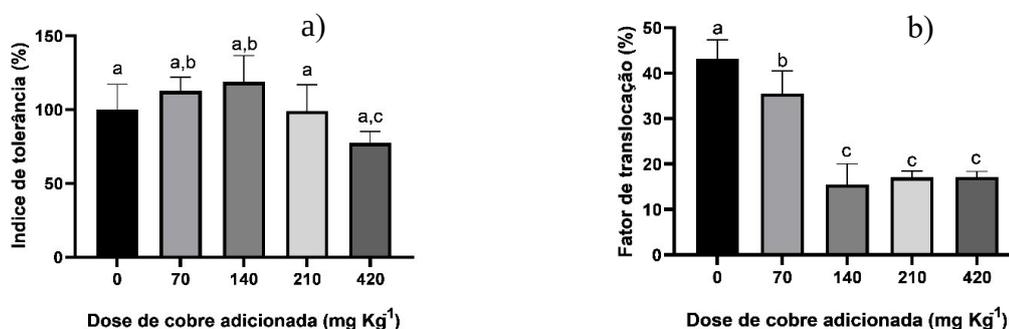


Os dados representam as médias  $\pm$  desvio padrão e os índices resultantes do teste *Tuckey*, nos quais letras diferentes indicam que há diferença significativa entre os valores médios. Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

O índice de tolerância (IT) pode ser definido como a comparação da massa seca total entre um determinado tratamento e o controle (onde o IT é 100%). Em todas as concentrações de Cu utilizadas não houve diferença no IT quando comparado ao controle, mas sim entre alguns tratamentos (Figura 3 a). É possível observar que o no T1 e T2, o IT foi maior do que no T4, efeito esse causado pelo menor acúmulo de massa seca da parte aérea do T4 (Figura 2).

Já o fator de translocação (FT), é o quanto do Cu que a planta absorveu em sua totalidade, ficou contido na PA (Figura 3b). Neste parâmetro, nem mesmo no TC o FT ultrapassou os 50%, indicando baixa mobilidade do Cu na planta, que foi ainda menor nas concentrações acima de 140 mg kg<sup>-1</sup>. Este controle da translocação do Cu ocorre pela ligação do metal com ligantes duros que o torna imóvel nas raízes, e é um mecanismo fundamental em espécies sensíveis, nas quais concentrações de 15-20 mg kg<sup>-1</sup> de Cu na PA podem causar uma redução significativa no crescimento das plantas (AMBROSINI et al., 2016).

Figura 3 – Índice de tolerância (a) e fator de translocação (b).



Os dados representam as médias  $\pm$  desvio padrão e os índices resultantes do teste *Tuckey*, nos quais letras diferentes indicam que há diferença significativa entre os valores médios. Fonte: Elaborado pelos autores, 2022.

Em hidroponia, a *T. procumbens* também apresentou baixo FT em tratamentos com maiores concentrações de Cu, além de uma redução significativa na sua massa seca e, consequentemente no IT (BORKOWSKI, et al., 2021), o que não foi observado ao ser cultivada no solo. Essa diferença ocorre em função das interações que o Cu sofre com o solo, a matéria orgânica, o pH e os microrganismos, que o tornam menos disponível para ser absorvido pelas plantas (SHABBIR, et al., 2020), ao contrário do que ocorre em hidroponia.

## 5 Conclusão

A *T. procumbens* acumulou maiores quantidades de Cu no SR do que na PA, o que é considerado uma estratégia da planta para tolerar o metal, indicando baixa fitoextração, dados comprovados pelos FT calculados. O IT demonstrou que essa espécie manteve seu crescimento mesmo quando cultivada com 420 mg kg<sup>-1</sup> de Cu, indicando boa tolerância a altas concentrações.

## Referências bibliográficas

- ALI, H.; KHAN, E.; SAJAD, M. A. Phytoremediation of heavy metals-Concepts and applications. **Chemosphere**. 91, 869–881, 2013.
- AMBROSINI, V. G.; et al. Impacto do excesso de cobre e zinco no solo sobre videiras e plantas de cobertura. In: MELO, G. W. B., et al. Calagem, adubação e contaminação em solos cultivados com videiras 1. ed. Bento Gonçalves: Embrapa uva e vinho, 2016. p. 87-101.
- ANNING, A. K. & AKOTO, R. Assisted phytoremediation of heavy metal contaminated soil from a mined site with *Typha latifolia* and *Chrysopogon zizanioides*. **Ecotoxicology and Environmental Safety**. 148, 97-104, 2018.
- BORKOWSKI, J. E., et al. Avaliação da tolerância, distribuição e acúmulo de cobre em *Tridax procumbens* L. (Asteraceae). **XI Jornada de Iniciação Científica e tecnológica**, v. 1, n. 11, 2021.
- HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.T. **The water culture method for growth plants without soil**. California Agriculture Experiment Station, Berkeley. 1950.
- KUMAR N.; et al. Accumulation of metals in weed species grown on the soil contaminated with industrial waste and their phytoremediation potential. **Ecological Engineering**. 61, 491-495, 2013.
- LIN, H.; et al. Phytoremediation potential of *Leersia hexandra* Swartz of copper contaminated soil and its enhancement by using agronomic management practices. **Ecological Engineering**. 0925-8574, 2018.
- SHABBIR, Z.; et al. Copper uptake, essentiality, toxicity, detoxification and risk assessment in soil-plant environment. **Chemosphere** v. 259, p. 0-28, 2020.
- YRUELA, I. Copper in plants: Acquisition, transport and interactions. **Functional Plant Biology**, v. 36, n. 5, p. 409–430, 2009.

**Palavras-chave:** Excesso de cobre no solo; Metais a nível tóxico; Fitorremediação de metais.

**Nº de Registro no sistema Prisma:** PES 2021-0157.

**Financiamento:** IC-UFFS.