



AVALIAÇÃO MORFOANATÔMICA DE *TRIDAX PROCUMBENS* L. (ASTERACEAE) SUBMETIDA AO EXCESSO DE COBRE

ISABELLE A. DE M. VIEIRA^{1,2*}, NESSANA

DARTORA^{2,3}, MARLEI VEIGA^{2,3}, FABIANO CASSOL^{2,4}, CARLA M. G. DE
PELEGRIN^{2,5}

1 Introdução

O cobre (Cu) é um nutriente essencial às plantas, fazendo parte de vários compostos orgânicos vitais ao metabolismo vegetal e participa de processos como fotossíntese, respiração e distribuição de carboidratos (KABATA-PENDIAS, 2011). As principais fontes de contaminação ambiental por Cu estão relacionadas aos rejeitos de mineração e a intensa utilização de fungicidas cúpricos na agricultura, tendo-se como alternativa para amenizar esse problema a utilização de técnicas de fitorremediação (GIROTTO et al., 2016).

Essa metodologia explora a capacidade das plantas de extrair ou estabilizar altas concentrações de metais pela presença de estratégias de tolerância a toxidez causada pelos níveis tóxicos do metal nos tecidos. Dessa forma, compreender as respostas morfoanatômicas de plantas expostas a altas concentrações de Cu pode fornecer informações úteis na seleção e identificação de espécies com potencial para serem utilizadas em programas de fitorremediação.

Espécies que crescem de forma natural em ambientes contaminados têm contribuído na compreensão dos mecanismos de tolerância e acúmulo de metais em níveis tóxicos, devido as suas adaptações a esses ambientes. *Tridax procumbens* tem ocorrência de forma espontânea em diversos ambientes, incluindo aterros sanitários abandonados e áreas urbanas contaminadas (GAUTAM; AGRAWAL, 2019). Além disso, amostras da espécie coletadas em ambientes contaminados com resíduos industriais, revelaram sua capacidade de fitoacumular diversos metais, incluindo o Cu (KUMAR et al., 2013)

1 Acadêmica do curso de Agronomia, UFFS, *campus* Cerro Largo, Bolsista FAPERGS do Subprojeto "Avaliação morfoanatômica de *Tridax procumbens* L. (Asteraceae) submetida ao excesso de cobre" –EDITAL N° 121/GR/UFFS/2021UFFS/2020 contato: isabelle.vieira@estudante.uffs.edu.br

2 Grupo de Pesquisa: Biociências

3 Prof.^a Dr.^a, Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Cerro Largo. **Colaboradora**

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

5 Prof.^a Dr.^a, Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Cerro Largo. **Orientadora**



2 Objetivos

Avaliar os efeitos do excesso de Cu na morfoanatomia de folhas e raízes de *Tridax procumbens*.

3 Metodologia

O experimento foi realizado em uma sala de cultivo em laboratório na UFFS/ Campus Cerro Largo. As mudas de *T. procumbens* foram obtidas a partir de cipselas coletadas na área experimental do Campus. Estas foram selecionadas e posteriormente germinadas com vermiculita umedecida, em câmara de germinação com temperatura de 25°C. Após a germinação, foram irrigadas com solução nutritiva até atingirem cerca de 12 cm.

O solo foi coletado na área experimental do Campus, peneirado e contaminado com sulfato de cobre em diferentes concentrações. Para o experimento com delineamento inteiramente casualizado, foram utilizadas mudas de *T. procumbens* uniformes, cultivadas de forma individual em vasos de 1,5 L em cinco tratamentos, sendo: T0 (controle) = sem adição de cobre, T1= 70 mg kg⁻¹ de Cu, T2= 140 mg kg⁻¹ de Cu, T3= 210 mg kg⁻¹ de Cu e T4= 420 mg kg⁻¹ de Cu. Cada tratamento com cinco repetições e com quatro plantas por repetição. Após 95 dias de experimento, realizou-se a coleta e processamento das amostras vegetais.

Para a análise anatômica das folhas, foram coletados fragmentos de 2 mm da porção mediana de folhas de duas plantas por repetição. Os fragmentos foram fixados em glutaraldeído 1% e formaldeído 4% (em tampão fosfato de sódio, 0,1 M e pH 7,2), desidratados em série etílica crescente e incluídos em hidroxietilmetacrilato. O seccionamento foi realizado em micrótomo, com navalha descartável de aço de alto perfil. Os cortes de 5 µm de espessura foram corados com Azul de Toluidina 0,05% e pH 4,0, e com solução de Lugol para verificar a presença de grãos de amido. As lâminas foram analisadas em microscópio ótico com câmera digital acoplada.

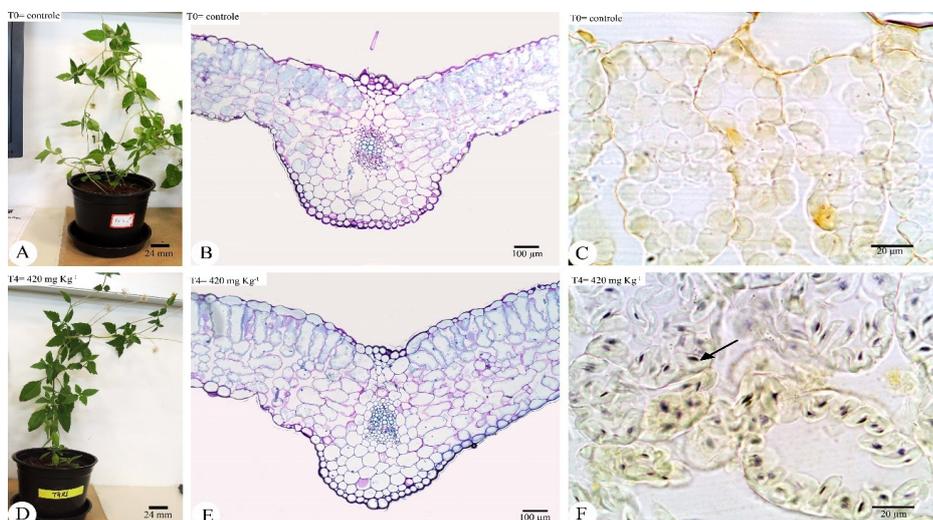
Os sintomas visíveis da toxicidade na morfologia externa das folhas foram verificados a olho nu ao final do experimento e registrados com câmera fotográfica. Para a análise do sistema radicular, raízes de uma planta por repetição foram separadas da parte aérea, lavadas em água corrente e fotografadas com câmera fotográfica para análise do volume (mm³) e diâmetro ponderado (mm) utilizando o software SAFIRA® (Sistema de Análise de Fibras e Raízes) (CASTRO; RODRIGUES, 2008). Os resultados foram

submetidos a análise de variância pelo teste de Tukey com $p < 0,05$.

4 Resultados e Discussão

Os sintomas de fitotoxicidade nas folhas são comuns em plantas expostas a metais em níveis tóxicos, e no caso do cobre incluem clorose entre as nervuras, lesões necróticas nas pontas e margem, murcha foliar e o aparecimento de coloração arroxeadada (REICHMAM, 2002). Após os 95 dias de cultivo de *Tridax procumbens* em solo com excesso de cobre, não foram verificados sintomas de toxicidade visíveis na parte aérea em nenhum dos tratamentos com adição de Cu (Fig. 1A e 1D). Também não foram observadas alterações na organização dos tecidos foliares (Fig. 1B e 1D). Porém, analisando de forma mais detalhada as células de parênquima clorofiliano, observa-se que no T0 as células possuem cloroplastos que reagem negativamente para a presença de amido (Fig. 1C), enquanto nos demais tratamentos, os cloroplastos reagem positivamente a presença de amido, sendo essa reação mais intensa em T4 (Fig. 1F). Várias modificações na estrutura dos cloroplastos têm sido associadas à exposição aos níveis tóxicos de metais. Zappala et al. (2014) sugerem que a deficiência de potássio provocada pelo excesso de Cu pode afetar a quebra de grão de amido, ocasionando seu acúmulo em estruturas aéreas.

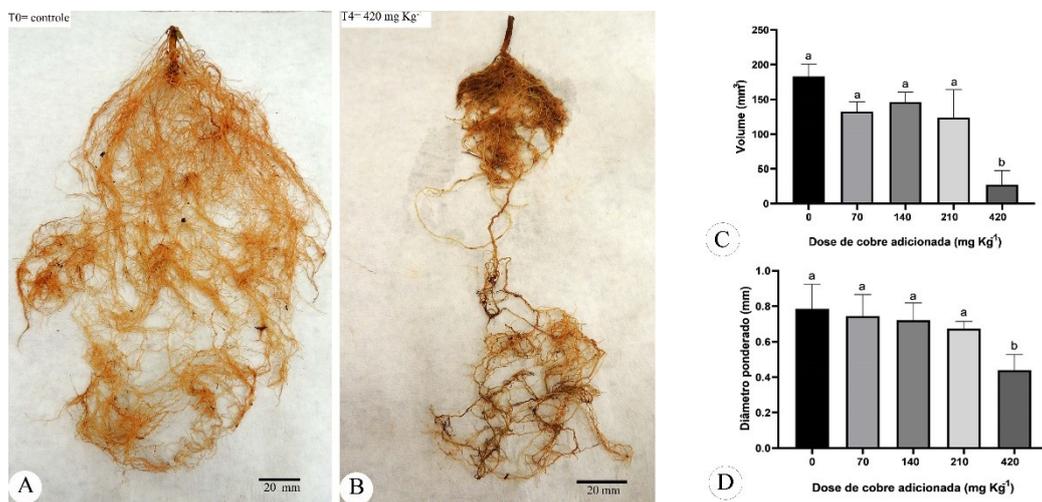
Figura 1- Morfoanatomia das folhas de *Tridax procumbens* submetida aos tratamentos com cobre. A e D- aspecto geral das plantas; B e E- cortes transversais da folha corados com Azul de Toluidina; C e F- cortes transversais da folha corados com solução de Lugol. Seta indica reação positiva para a presença de amido.



A absorção de metais em quantidades tóxicas pelas plantas pode ocasionar

uma série de alterações morfoanatômicas, conseqüentemente funcionais em diversos órgãos das plantas, particularmente os danos são mais pronunciados nas raízes. Em *T. procumbens*, o tratamento com a concentração de 420 mg kg⁻¹ de Cu provocou significativa diminuição do volume do sistema radicular (Fig. 2A-C), assim como do diâmetro ponderado (Fig. 2D). De maneira geral, a ação inibitória do Cu no crescimento das raízes pode ser ocasionada pela redução na divisão celular e retardo do desenvolvimento normal das células radiculares (LEQUEUX et al., 2010). As alterações no sistema radicular provocadas pelo excesso de Cu, quando muito pronunciadas, podem acabar afetando o crescimento e o acúmulo de biomassa de *T. procumbens*, como já verificado na literatura para várias espécies vegetais.

Figura 2: Parâmetros da morfologia das raízes de *Tridax procumbens* submetida aos tratamentos com cobre. A e B- Aspecto geral da arquitetura radicular. C- Volume do sistema radicular. D- Diâmetro ponderado. Para cada variável, letras diferentes indicam médias que são significativamente diferentes com p<0,05 de acordo com o teste de Tukey.



5 Conclusão

Os tratamentos com Cu não causaram sintomas visíveis de toxicidade nas partes aéreas e nem alterações no padrão de organização dos tecidos foliares em *T. procumbens*, porém em todos os tratamentos adição de cobre observou-se reação positiva para amido nos cloroplastos das células de parênquima clorofiliano. Apenas o tratamento com 420 mg kg⁻¹ de Cu ocasionou alteração no volume do sistema radicular e diâmetro ponderado das raízes.



Referências Bibliográficas

CASTRO J. L. A; RODRIGUES, A. F. O. Safira: Sistema de Análise de Fibras e Raízes, **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, n. 24, Embrapa, São Carlos, SP, 21p. 2008.

GAUTAM, M.; AGRAWAL, M. Identification of metal tolerant plant species for sustainable phytomanagement of abandoned red mud dumps. **Applied Geochemistry**. v. 104, p. 83-92, 2019.

GIROTTO, E. et al. Biochemical changes in black oat cultivated in vineyard soils contaminated with copper. **Plant Physiol. Biochem.** v. 103, p. 199-207, 2016.

KABATA-PENDIAS, A. **Trace Elements in Soils and Plants**. 4 ed. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 2011.

KUMAR N. et al. Accumulation of metals in weed species grown on the soil contaminated with industrial waste and their phytoremediation potential. **Ecological Engineering**. v. 61, p. 491- 495, 2013.

LEQUEUX, H. et al. Response to copper excess in *Arabidopsis thaliana*: Impact on the root system architecture, hormone distribution, lignina accumulation and mineral profile. **Plant Physiol. Biochem.** v. 48, p. 673-682, 2010.

REICHMAN, S. M. **The Responses of Plants to Metal Toxicity. A Review Focusing on Copper, Manganese and Zinc**. Australian Minerals & Energy Environment Foundatio, Australia, p.54. 2002.

ZAPPALA, M. N. et al. Effects of copper sulfate on seedlings of *Prosopis pubescens* **Int. J. Phytoremediation**. v.16, p. 1031-1041, 2014.

Palavras-chave: Morfologia radicular; fitorremediação; metais pesados.

Nº de Registro no sistema Prisma: PES-2021-0229.

Financiamento: FAPERGS.