

Crescimento de grama missioneira gigante (*Axonopus catharinensis*) em solo contendo doses crescentes de cobre

*Growth of giant missiongrass (*Axonopus catharinensis*) in soil containing increasing doses of copper*

Annanda Gabriely Moura de Souza¹, Natacha Madruga Farias^{1*}, Renata Neto Duarte¹, Beatriz Rodrigues Bagnolin Muniz¹, Caroline Aparecida Matias Pierezan¹, Mari Lucia Campos¹

¹Laboratório de Levantamento e Análise Ambiental, Departamento de Solos e Recursos Naturais, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, Santa Catarina, Brasil.

*Autora para correspondência: madruganatacha@gmail.com

RESUMO

A grama missioneira gigante (*Axonopus catharinensis*) apresenta rápido crescimento, alta capacidade de perfilhamento e produção significativa de biomassa, tornando-se uma opção promissora para a recuperação de áreas degradadas. No entanto, pouco se sabe sobre seu desempenho em solos contaminados por elementos-traço, como o cobre. O objetivo deste estudo consistiu em avaliar o crescimento da grama missioneira gigante em solos contendo doses crescentes de cobre e seu potencial de acúmulo de cobre nas raízes e parte aérea. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, utilizando um delineamento inteiramente casualizado. Foram analisados, *in vivo*, o índice SPAD, e após a colheita, os teores de CuSO₄ nas raízes e parte aérea. Os teores de cobre na parte aérea e raiz foram utilizados para calcular os fatores de translocação e bioconcentração do cobre nas plantas. Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão ao nível de 5% de significância, e à análise multivariada através do teste dos componentes principais (PCA) utilizando o software Minitab. A grama missioneira gigante apresenta desempenho como fitoestabilizadora, uma vez que acumula altas quantidades de cobre nas raízes, sendo promissora para projetos de recuperação de áreas contaminadas com metal.

Palavras-chave: *Axonopus catharinensis*; elementos-traço; fitorremediação.

ABSTRACT

The giant missioneira grass (*Axonopus catharinensis*) exhibits rapid growth, high tillering capacity, and significant biomass production, making it a promising option for the recovery of degraded areas. However, little is known about its performance in soils contaminated with trace elements such as copper. The aim of this study was to evaluate the growth of giant missioneira grass in soils containing increasing doses of copper and its potential to accumulate copper in its roots and aerial parts. The experiment was conducted in a greenhouse using a completely randomized design. The SPAD index was analyzed *in vivo*, and after harvest, the CuSO₄ concentrations in the roots and aerial parts were determined. The copper concentrations in the aerial part and roots were used to calculate the translocation and bioconcentration factors of copper in the plants. The data were subjected to analysis of variance and regression at a 5% significance level, as well as multivariate analysis through the principal component analysis (PCA) test using Minitab software. The results indicate that the giant missioneira grass functions as a phytostabilizer, as it accumulates high amounts of copper in its roots, making it a promising candidate for projects aimed at the remediation of metal-contaminated areas.

Keywords: *Axonopus catharinensis*; trace elements; phytoremediation.

1 INTRODUÇÃO

A contaminação do solo por metais pesados, como o cobre (Cu), representa uma significativa ameaça ambiental global, comprometendo a funcionalidade dos ecossistemas terrestres e a qualidade das fontes de água subterrâneas. No estado de Santa Catarina, atividades como viticultura (uso da calda bordalesa), mineração e suinocultura contribuem para a contaminação do solo por Cu (Gasparin, 2023).

Embora essencial em baixas concentrações, o excesso de Cu pode ser fitotóxico, afetando negativamente o ciclo de vida das plantas, incluindo a morfologia e arquitetura radicular, e conseqüentemente a absorção de água e nutrientes (Zórtea *et al.*, 2016). A fitorremediação, técnica que emprega plantas tolerantes para remover ou acumular poluentes, emerge como uma alternativa promissora, econômica e ambientalmente segura para a recuperação de áreas contaminadas (Daniel *et al.*, 2025).

As gramíneas forrageiras apresentam potencial significativo para a fitorremediação, devido ao seu rápido crescimento, sistema radicular extenso e alta produção de biomassa (Rosniecek *et al.*, 2020). Estudos prévios demonstraram a adaptabilidade e capacidade de acúmulo de Cu em diversas gramíneas tropicais, como marandu, piatã e missioneira gigante, cultivadas em soluções nutritivas com diferentes concentrações do metal (Daniel *et al.*, 2018a). Neste contexto, o objetivo deste estudo foi avaliar o crescimento e a capacidade de bioacumulação de cobre da missioneira gigante (*Axonopus catharinensis*).

2 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na casa de vegetação do Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC), localizada no município de Lages, Santa Catarina. O experimento seguiu um delineamento inteiramente casualizado (DIC), envolvendo sete concentrações de CuSO₄ (0, 40, 120, 160, 200, 240 e 300 mg kg⁻¹), uma espécie forrageira (*Axonopus catharinensis*), com três repetições (n=21).

O solo utilizado, classificado como Cambissolo Háptico, foi coletado na profundidade de 20 cm, caracterizado quimicamente, seco, peneirado (4 mm) e corrigido para atingir pH 6,0. As diferentes doses de Cu foram aplicadas na forma de CuSO₄ e incubadas por 15 dias, após uma pré-incubação do corretivo por 30 dias. A concentração de Cu no solo foi determinada por espectrometria de absorção atômica (USEPA, 1996), obtendo-se um valor médio de 47,68 mg kg⁻¹.

As mudas de *Axonopus catharinensis* foram aclimatizadas por sete dias antes do transplante para os vasos. As avaliações *in vivo* incluíram perfilhamento a partir de 15 dias e mensuração do índice SPAD aos 30 e 60 dias. A colheita foi realizada 60 dias após o transplante, envolvendo a lavagem das amostras, pesagem da biomassa fresca (parte aérea e raízes) e secagem a 65°C por 72 h para determinação da massa seca (MS). Após a secagem, o material foi moído (20 mesh) e submetido à análise para quantificação do Cu presente nas diferentes partes da planta, utilizando espectrofotometria de absorção atômica após digestão ácida (USEPA 3050B).

O fator de translocação e o fator de bioconcentração foram calculados, e a quantificação do acúmulo de Cu nas plantas foi obtida pelo produto da MS e da concentração de Cu nos tecidos. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão, considerando um nível

de significância de 5%, além da análise multivariada por meio do teste de componentes principais (PCA) no software Minitab.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados expressam que não há diferença significativa para peso fresco, peso seco, concentração de Cu, índice SPA, número de perfilhos e acúmulo de Cu na parte aérea (Tabela 1).

Tabela 1 - Efeito do cobre no crescimento e acúmulo de *Axonopus catharinensis*.

Dose	PF	PS	Concentração de Cu	Índice SPAD	Nº de Perfilhos	Acúmulo de Cu
mg kg ⁻¹	g/vaso		mg kg ⁻¹			
0	214 ns	50,7 ns	6,9 ns	41,4 ns	0,7 ns	0,35 ns
40	178 ns	43,9 ns	8,0 ns	52,4 ns	1,7 ns	0,35 ns
120	148 ns	38,9 ns	7,0 ns	42,9 ns	1,3 ns	0,27 ns
160	154 ns	39,8 ns	9,1 ns	45,2 ns	1,0 ns	0,36 ns
200	192 ns	48,0 ns	7,9 ns	42,6 ns	3,0 ns	0,38 ns
240	158 ns	40,3 ns	8,0 ns	45,0 ns	2,0 ns	0,32 ns
300	147 ns	37,9 ns	9,4 ns	44,8 ns	1,7 ns	0,36 ns

ns: não significativo a 5% de nível de significância. PF: Peso Fresco. PS: Peso Seco.

Quanto ao índice SPAD, que mede a absorção de luz vermelha e infravermelha pelas folhas e reflete o teor de clorofila da planta, observou-se que as doses de cobre no solo não influenciaram significativamente esse parâmetro. Isso indica que a translocação do cobre ocorreu apenas na quantidade necessária para o crescimento da parte aérea da gramínea. O teor de Cu na parte aérea confirma essa observação e corrobora os dados apresentados por Kabata-Pendias (2010), que afirma que concentrações superiores a 20 mg kg⁻¹ são necessárias para causar efeitos tóxicos nas plantas. Os baixos teores de Cu na parte aérea (variando entre 6,91 mg kg⁻¹ e 9,45 mg kg⁻¹) também explicam o comportamento da massa fresca e seca da parte aérea e o número de perfilhos.

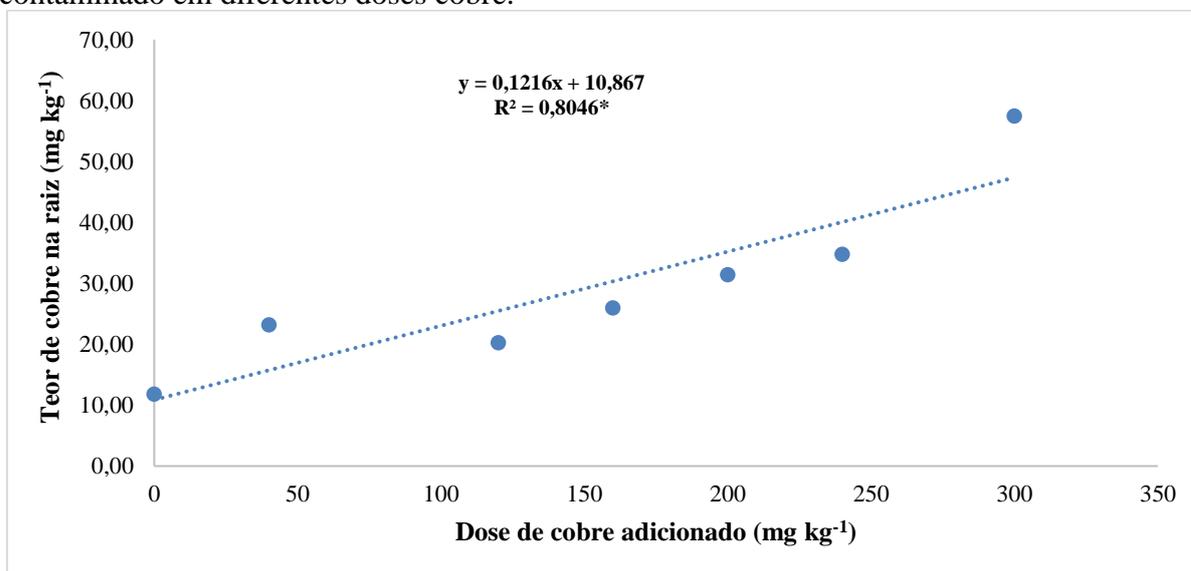
Essa resposta difere do observado por Daniel *et al.* (2018b) em *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés, cultivada em solo (Cambissolo Háplico) contaminado com doses crescentes de Cu (0 a 200 mg kg⁻¹). Nesse estudo, o aumento da concentração de cobre no solo levou à redução da massa seca da parte aérea e do índice SPAD, com teores de Cu na parte aérea variando entre

8,24 mg kg⁻¹ e 12,70 mg kg⁻¹.

Os teores médios de cobre nas raízes aumentaram conforme a adição de cobre ao solo (Gráfico 1), atingindo um valor médio de 57,5 mg kg⁻¹ na maior dose aplicada, ou seja, cinco vezes o teor observado nas raízes das testemunhas. Esse resultado corrobora os achados de Daniel *et al.* (2018b) para as raízes de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés. Plantas tolerantes a metais podem se desenvolver em solos contaminados ao acumular esses elementos no apoplasto, impedindo sua entrada no simplasto, o que protege suas funções vitais e mantém a integridade celular (Meychik *et al.*, 2016).

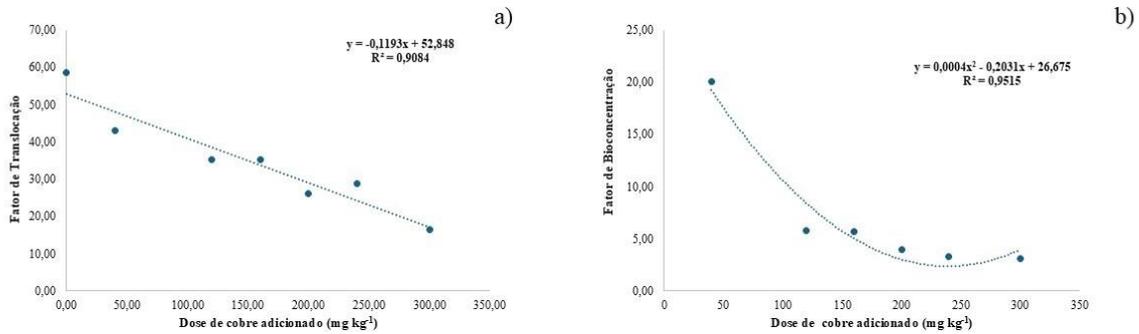
O aumento do teor de Cu na raiz (gráfico 1) e a ausência de aumento de cobre na parte aérea resultaram em redução do Fator de Translocação (FT) (gráfico 2) com o aumento da dose de cobre adicionada ao solo. Esses resultados indicam que a grama missioneira gigante é espécie planta fitoestabilizadora de cobre. Sobre isso Lange *et al.* (2017) explica que quando o FT < 1 indica que a planta não faz translocação de metais para a parte aérea, acumulando metais nas raízes, se comportando como fitoestabilizadora.

Gráfico 1 - Teores médios de cobre na raiz da *Axonopus catharinensis* cultivada em solo contaminado em diferentes doses cobre.



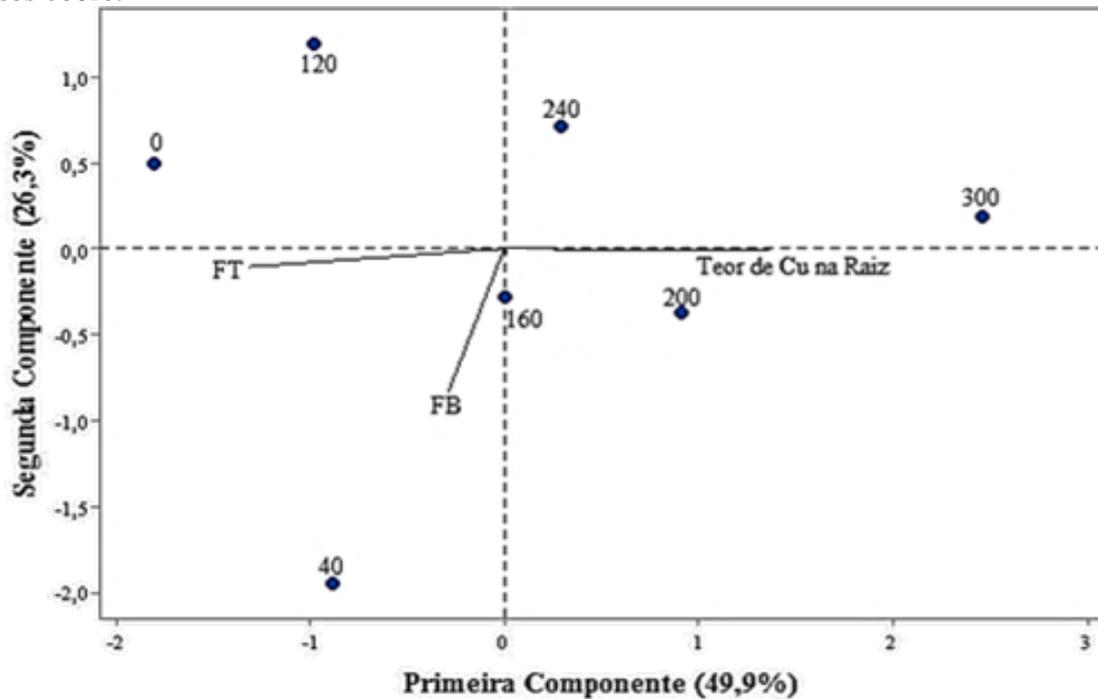
A redução do Fator de bioconcentração (FB) (gráfico 2) com o aumento da dose de Cu aplicada ao solo está relacionado ao mecanismo de tolerância da planta a metais, imobilizando-os e fazendo sua retenção nas raízes, conseqüentemente reduzindo seu transporte para a parte aérea (Zancheta *et al.*, 2011).

Gráfico 2 - Fator de translocação e Fator de bioconcentração de cobre em *Axonopus catharinensis* cultivada em solo contaminado em diferentes doses cobre.



Ainda, têm-se que a primeira componente e a segunda componente são suficientes para explicar 76,2% das associações, as quais apresentam cargas positivas e negativas (Figura 4).

Figura 4 - Determinação do teor de cobre na raiz, fator de translocação e fator de bioconcentração da *Axonopus catharinensis* cultivada em solo contaminado em diferentes doses cobre.



As doses de Cu inferiores a 200 mg kg⁻¹ resultaram em maiores valores de FT e FB, enquanto o oposto foi observado para concentrações acima desse limite, o que explica a posição dos vetores FT e FB. Esses resultados indicam que a Gramma Missioneira Gigante acumula Cu predominantemente em suas raízes, sem afetar a parte aérea da planta. Consequentemente,

mesmo na dose mais elevada (300 mg kg⁻¹), não foram observados efeitos tóxicos significativos.

Além disso, essa espécie apresenta características favoráveis, como alta produtividade, resistência a pragas, tolerância ao frio e ao sombreamento, crescimento acelerado, excelente capacidade de cobertura do solo e adaptabilidade a sistemas silvipastoris. Essas qualidades reforçam seu potencial como uma gramínea fitorremediadora eficiente para áreas contaminadas por cobre (Hanisch *et al.*, 2022).

5 CONCLUSÃO

A grama missioneira gigante (*Axonopus catharinensis*) revelou-se uma forrageira promissora para a recuperação de solos contaminados por cobre. Seu crescimento manteve-se estável mesmo em ambientes com concentrações elevadas do metal, demonstrando alta tolerância ao elemento-traço. Além disso, a espécie apresentou eficiência tanto na fitoextração quanto na fitoestabilização do cobre, acumulando-o predominantemente nas raízes e translocando para a parte aérea apenas o necessário para seu desenvolvimento, minimizando potenciais efeitos tóxicos.

REFERÊNCIAS

DANIEL, E. S. **Aplicação de cobre, crescimento, morfogênese e nutrição mineral em gramíneas tropicais**. 2018. 109 p. Tese (doutorado) – Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2018.

DANIEL, E. S. *et al.* Growth, gas Exchange and mineral nutrition of *Xaraés grass (Brachiaria Brizantha cv Xaraés)* in haplic cambisol with increasing cooper doses. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 26, p. 1-13, 2018b.

DANIEL, E. S. *et al.* Potencial de fitorremediação de gramíneas forrageiras em ambientes contaminados com cobre. **Poluição da Água, do Ar e do Solo**, v. 236, n. 4, p. 1-14, 2025.

GASPARIN, A. **Contaminação de solos por cobre no Brasil: revisão sobre fontes, riscos ecológicos e mitigação**. 2023. 60 p. Dissertação (mestrado) – Programa de Pós-graduação em Tecnologias Ambientais. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2023.

HANISCH, A. L. *et al.* SCS315 Catarina-gigante: cultivar de gramínea perene de verão produtiva e adaptada às condições de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, v.35, n.2, p.74-77, 2022.

ROSNIECEK, K. S. *et al.* Germinação para espécies forrageiras na presença de cádmio, cobre e chumbo. **Revista Ciências Agroveterinárias**, v. 19, n. 3, p. 270-277, 2020.

Realização

**SIMPÓSIO
INTER
NACIONAL**



Financiamento



fapesc
Fundação de Amparo à
Pesquisa e Inovação do
Estado de Santa Catarina

Apoio

