

ESPÉCIES DE PLANTAS DO CERRADO SUL-MATOGROSSENSE TOLERANTES A PRESENÇA DE METAIS PESADOS EM SUBSTRATOS

Cristiano Pereira da Silva (*), Frida Maciel Pagliosa, Gislaíne Guimarães Prado, Marcia Cristina de Souza Campos.

* Unigran Capital, Curso Superior de Tecnologia em Gestão Ambiental. e-mail: gestaoambientalcapital@unigran.br

RESUMO

A fitorremediação é uma técnica que usa plantas e a microbiota para extrair e ou reduzir a toxicidade de poluentes no solo. O objetivo deste trabalho foi verificar os efeitos fisiológicos da presença de cobre e cromo nas espécies de plantas *Crotalaria spectabilis* (crotalária), *Stilozobium aterrinum* (mucuna-preta) e *Avena sativa* (aveia preta), tratadas com concentrações de 0, 50, 100, 200, 300 e 400mg.kg⁻¹. Os tratamentos foram conduzidos em casa de vegetação, em vasos com capacidade de 5L. O substrato utilizado foi a mistura de terra, areia de construção e palha de arroz. Esta mistura de substrato apresentavam inicialmente as seguintes características principais, respectivamente: pH em água: 5,4; teores de matéria orgânica (em g kg⁻¹): 22,0; teores de argila (em g kg⁻¹) 240. Os teores de P e de K disponíveis eram baixos. Dentre as fontes de cobre e cromo utilizados destacamos os adubos minerais, sulfato de cobre e lodo de curtume. Para os vasos contendo lodo de curtume foi necessário realizar a correção do solo, com calagem. Dentre os resultados obtidos percebemos que as três espécies apresentam tolerância a altas concentrações de cobre e cromo, pois as concentrações não interferiram na germinação, no crescimento e desenvolvimento das plantas, porém tendo maior destaque a *Stilozobium aterrinum* (mucuna-preta) e *Avena sativa* (aveia preta).

PALAVRAS-CHAVE: METAIS PESADOS, TOLERANCIA, CRESCIMENTO, PLANTAS, CERRADO.

INTRODUÇÃO

A Fitorremediação é definida como o processo que utiliza as plantas como agentes de purificação de ambientes aquáticos ou terrestres, contaminados ou poluídos pelo depósito de substâncias inorgânicas como elementos químicos e poluentes químicos, como o zinco, cobre, ferro, cádmio, chumbo, pesticidas e demais organoclorados (VENDRUSCULO, 2013).

Dentro da biorremediação, a fitorremediação é uma das técnicas mais estudadas, envolvendo o emprego de plantas que apresentam a capacidade de absorção de elementos químicos e substâncias químicas consideradas tóxicas ao meio ambiente, removendo e imobilizando ou tornam os contaminantes inofensivos para o ecossistema (MARQUES et al., 2011).

A técnica de fitorremediação no Brasil é ainda incipiente, porém muito difundida nos EUA e na Europa, principalmente na remediação de metais pesados e têm sido identificadas espécies de plantas com ação comprovada com eficiência e tolerância a toxicidade de alguns metais pesados. Os estudos de fitorremediação nos países citados, têm utilizados marcadores moleculares como RFLP (*Random Fragments of Length Polymorphism*), RAPD (*Random Amplified Polymorphism DNA*), AFLP (*Assimetric Fragments of Length Polymorphism*) e SSR (*Simple Sequence Repeat*) para verificar e acompanhar as modificações genéticas em plantas com intuito de torná-las fitorremediadoras (MANTOVANI, 2008).

Espécies de plantas adequadas para fitorremediação devem ser tolerantes às condições de solos contaminados, crescer rapidamente para estabelecer densa cobertura vegetal, ter sistemas radiculares densos, absorver grandes quantidades do metal mantendo-o nas raízes (baixa translocação raiz-parte aérea), serem fáceis de estabelecer e manter em condições de campo, e ter ciclos de vida longos ou serem capazes de auto-propagar (VENDRUSCULO, 2013).

Segundo o mesmo autor, a existência de poucos estudos de seleção de plantas para fitoestabilização e fitoextração de cobre e cromo nos solos do Brasil, aliado ao baixo número de espécies, que reconhecidamente, sejam tolerantes às altas concentrações de metais pesados e contaminantes no solo, dificultam a implantação de programas de fitorremediação.

Os metais pesados diferem de outros elementos químicos porque não são sintetizados nem destruídos por todas as espécies de plantas e microorganismos, mas para grupos específicos que apresentam certa tolerância a presença destes elementos químicos em concentrações elevadas (OLIVEIRA et al., 2009).

Dentro deste contexto, a biotecnologia oferece a fitorremediação como alternativa capaz de empregar sistemas vegetais fotossintetizantes e sua microbiota com o fim de desintoxicar ambientes degradados ou poluídos.

OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é verificar quais espécies de plantas do cerrado Sul-Matogrossense apresentam tolerância a concentrações de metais pesados no solo, destacando seus efeitos fisiológicos.

METODOLOGIA

Para a realização do experimento, foi utilizado recipientes contendo substrato seco e peneirado, com o pH entre 5,4. Adicionamos pequenas doses de NPK, para todas as espécies testadas, seguindo as recomendações do Manual técnico de adubação da Embrapa/SP.

A contaminação crescentes de cobre e cromo foi realizada na forma de solução de sulfato de cobre (48,75%) e lodo de curtume (Cr 51,25%) perfazendo os tratamentos 0 (testemunha), 50, 100, 200, 300 e 400 mg kg⁻¹. O substrato utilizado foi mistura de terra, areia de construção e palha de arroz. Esta mistura de substrato apresentavam inicialmente as seguintes características principais, respectivamente: pH em água: 5,4; teores de matéria orgânica (em g kg⁻¹): 22,0; teores de argila (em g kg⁻¹).

Dentre as fontes de cobre e cromo utilizados destacamos os adubos minerais, sulfato de cobre e lodo de curtume. Para os vasos contendo lodo de curtume foi necessário realizar a correção do solo, com calagem. As espécies de plantas testadas foram *Crotalaria spectabilis* (crotalária), *Stilozobium aterrinum* (mucuna-preta) e *Avena sativa* (aveia preta), tolerantes a vários metais, como cádmio e zinco, possuindo um crescimento rápido. Pouco se sabe a respeito da tolerância com cobre e zinco.

O Fator de Bioacumulação (FB) de cobre nos genótipos foi obtido pela divisão entre a concentração do cobre na parte aérea da planta e a concentração do cobre disponível no solo, extraído pelo método Melich-1. O Índice de Transferência (IT) foi obtido pela divisão entre a concentração do cobre na parte aérea e a concentração no sistema radicular.

Os dados foram submetidos à análise de variância, por meio do uso do programa estatístico Sisvar.

RESULTADOS

Dentre os resultados obtidos podemos perceber na tabela 01 que dentre as espécies estudadas a menos tolerante as altas concentrações de cobre (Cu) e cromo (Cr) foi a *Crotalaria spectabilis*, apresentando efeitos e sintomas visíveis da presença dos metais pesados na concentração de 300 e 400 mg kg⁻¹. Dentre os sintomas destacamos a clorose e amarelamento das folhas, menor área foliar (folhas retorcidas nas pontas), menor altura das plantas, menores diâmetros do caule, menor comprimento radicular e menor massa de matéria seca das raízes, quando comparado às mudas do tratamento testemunha ou controle. Já as espécies de *Stilozobium aterrinum* (mucuna-preta) e *Avena sativa* (aveia preta) apresentaram melhores resultados mesmo em altas concentrações, para as variáveis (altura e diâmetro), quando comparado ao tratamento controle, demonstrando mais tolerância ao cobre e cromo. Porém, percebeu-se que *Stilozobium aterrinum* (mucuna-preta) e *Avena sativa* (aveia preta) apresentaram menor altura das mudas.

Tabela 1. Análise de crescimento (altura da planta e diâmetro do caule - cm) em mudas de *Crotalaria spectabilis*, *Stilozobium aterrinum* e *Avena sativa*, submetidas à presença de cobre (Cu) e cromo (Cr) após 60 dias da germinação. Campo Grande/MS. Unigran Capital

Tratamentos	Espécies de Plantas					
	<i>Crotalaria spectabilis</i>		<i>Stilozobium aterrinum</i>		<i>Avena sativa</i>	
	Altura (Planta)	Diâmetro (Caule)	Altura (Planta)	Diâmetro (Caule)	Altura (Planta)	Diâmetro (Caule)
Controle	38,75 a	3,50 a	22,75 a	2,75 a	25,50 a	1,82 a
50 mg kg ⁻¹	37,50 a	3,25 a	20,50 a	2,25 a	24,50 a	1,75 a
100 mg kg ⁻¹	32,75 bc	2,75 b	20,50 a	2,00 ab	22,75 b	1,50 ab
200 mg kg ⁻¹	35,25 b	2,25 bc	18,75 ab	1,75 b	22,25 b	1,25 b
300 mg kg ⁻¹	25,50 cd	1,75 c	18,50 ab	1,50 b	20,50 c	1,00 b
400 mg kg ⁻¹	18,75 d	1,25 c	17,50 b	1,50 b	20,25 c	1,00 b
CV (%):	1,45					

*medias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na tabela 02, pode-se observar que nas três espécies estudada, na medida em que houve aumento da concentração do cobre (Cu) e cromo (Cr), ocorreu a diminuição do comprimento médio das raízes. Indo de encontro com o observado por VENDRUSCULO (2013) e MARQUES (2011). Já para a massa seca das raízes pode-se observar que ocorreu a diminuição dos valores das médias, quando comparado com o controle, porém a média não distanciou do resultado do controle.

Tabela 02: Análise de crescimento, comprimento médio das raízes (cm) e massa seca das raízes (g) em mudas de *Crotalaria spectabilis*, *Stilozobium aterrinum* e *Avena sativa*, submetidas à presença de cobre (Cu) e cromo (Cr) após 60 dias da germinação.

Tratamentos	Espécies					
	<i>Crotalaria spectabilis</i>		<i>Stilozobium aterrinum</i>		<i>Avena sativa</i>	
	CMR	MMSR	CMR	MMSR	CMR	MMSR
Controle	7,75 a	6,50 a	5,75 a	3,75 a	5,50 a	2,82 a
50 mg kg ⁻¹	7,50 a	5,25 b	5,50 a	3,25 a	5,50 a	2,75 a
100 mg kg ⁻¹	5,75 bc	4,75 b	5,50 a	3,00 ab	4,75 b	2,50 ab
200 mg kg ⁻¹	5,55 b	4,25 bc	4,75 ab	2,75 b	4,25 b	2,25 b
300 mg kg ⁻¹	5,20 cd	3,75 c	4,50 b	2,50 b	4,00 c	2,00 b
400 mg kg ⁻¹	4,75 d	3,25 c	4,50 b	2,50 b	4,00 c	2,00 b
CV (%):	2,75					

*medias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Legenda: CMR (comprimento médio raízes); MMSE (massa da matéria seca sistema radicular)

Na tabela 03, apresentam os valores do fator de bioacumulação e índice de transferência nas folhas, caules e raízes das plantas. As diferenças entre as médias de concentrações de cobre e cromo nos resultados para os fatores de bioacumulação evidenciam as distintas capacidades das plantas em absorver os metais no substrato. PAIVA et al., 2004, desenvolveram um estudo com mudas de ipê-roxo, planta nativa do Cerrado, para verificar sua ação como acumuladora de Cádmio e observou-se que a aplicação de Cd promove redução no teor de P, K, Ca e Mg na raiz de mudas de ipê-roxo; ao passo que o teor foliar de macronutrientes não é afetado pela presença desse metal pesado.

Tabela 03: Índice de transferência em mudas de *Crotalaria spectabilis*, *Stilozobium aterrinum* e *Avena sativa*, submetidas à presença de 400mg.kg⁻¹, cobre (Cu) e cromo (Cr) após 120 dias da germinação.

	Espécies		
	<i>Crotalaria spectabilis</i>	<i>Stilozobium aterrinum</i>	<i>Avena sativa</i>
Folhas	0,07 b	0,05 b	0,03 b
Caules	0,05 b	0,07 b	0,07 a
Raízes	0,11 a	0,09 a	0,07 a
CV (%)	0,02		

*medias com letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Figura 01. Experimento em casa de vegetação. Campo Grande/MS. Fonte: EMBRAPA.



CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos conclui-se que as espécies *Stilozobium aterrinum* e *Avena sativa* apresentam tolerância a presença de cobre e cromo até a concentração de 400 mg.Kg⁻¹ em substratos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. MANTOVANI, A. **Composição química de solos contaminados por cobre: formas, sorção e efeito no desenvolvimento de espécies vegetais.** (Tese de doutorado). Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 165p. 2009.
2. MARQUES, M. et al. Desafios técnicos e barreiras sociais, econômicas e regulatórias na fitorremediação de solos contaminados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 1-11, 2011.
3. OLIVEIRA, D. L; ROCHA, C; MOREIRA, P.C; MOREIRA, S. O. L. Plantas Nativas do Cerrado: uma alternativa para fitorremediação. **Revista Estudos**. v.36, n.11, p. 1141-1159, 2009
4. PAIVA, H. N. de et al. Absorção de Nutrientes por mudas de ipê-roxo (*Tabebuia impetiginosa* em solução nutritiva contaminada por cádmio, **Revista Árvore**, v. 28, n. 2, p. 189-197, 2004.
5. VENDRUSCULO, D. **Seleção de plantas para fitorremediação de solo contaminado com cobre.** (Dissertação de Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria/RS. 57p. 2013.