

MECANISMOS DE TOLERANCIA DE PLANTAS FORRAGEIRAS TRATADAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE CÁDMIO (Cd)

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

Os mecanismos de tolerância e adaptação utilizados por determinadas plantas, envolvem processos e reações de natureza nutricional, fisiológica e bioquímica. Muitas espécies de plantas não apresentam mecanismos específicos para sobreviver em altas concentrações de metais pesados tendo intolerância a determinados elementos químicos ou compostos tóxicos. Nesse sentido objetivou-se no presente trabalho evidenciar mecanismos de tolerância em duas espécies de plantas forrageiras, *Arachis pintoi* (amendoim forrageiro) e *Trifolium pratense* (trevo-bravo). As plantas foram tratadas com concentrações de 0, 50, 100, 200, 300mg.kg⁻¹ de fertilizante mineral, contendo 5,33mg.L⁻¹ de cádmio, 5,33mg.L⁻¹ de zinco. O substrato utilizado para o experimento foi à mistura de terra, areia de construção e casca de arroz. Realizada a análise de fertilidade do solo, constatou inicialmente as seguintes características, respectivamente: pH em água: 5,5; teores de matéria orgânica (em g kg⁻¹): 24,0; Teores de P e de K disponíveis eram baixos. Dentre os resultados obtidos percebemos que das duas espécies utilizadas a *Trifolium pratense* (trevo-bravo) apresentou melhores resultados para tolerância de cádmio.

PALAVRAS-CHAVE: METAL PESADO, TOLERANCIA, FORRAGEIRAS, PLANTAS.

INTRODUÇÃO

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).

Os metais pesados afetam o crescimento, a distribuição e o ciclo biológico de inúmeros seres vivos, sensíveis e intolerantes a presença de metais pesados no meio ambiente. Estudos de plantas tolerantes como uma alternativa na utilização de técnica de fitorremediação, empregada a recuperação de áreas degradadas e contaminadas, são de extrema importância, para conhecermos quais espécies de plantas são tolerantes a essa condição adversa.

Em condições de estresse por metais pesados, as plantas podem adquirir tolerância devido ao desenvolvimento de mecanismos que as tornam adaptadas a este estresse, sendo que uma planta pode ter vários mecanismos fisiológicos e bioquímicos que auxiliam na manutenção e funcionamento bioquímico. Neste sentido, as respostas ao estresse variam amplamente dependendo das características intrínsecas da espécie, do elemento responsável pelo estresse, assim como das condições ambientais.

Dentre os elementos responsáveis pelo estresse em plantas estão o zinco (Zn), cromo (Cr), cádmio (Cd), níquel (Ni), chumbo (Pb), manganês (Mn) e alumínio (Al), sendo a compartimentalização, controle de pH na rizosfera, exsudação de ácidos orgânicos e quelação intracelular alguns dos mecanismos utilizados pelas espécies vegetais em condições de estresse por metais pesados.

Chandra et al. (2010), estudaram os efeitos fisiológico de duas espécies *Vigna radiata* e *Vigna unguiculata* sob estresse por Cd e Cr, constataram maior acúmulo desses elementos nas raízes, o que dificultam absorção dos demais elementos químicos, promove o encurtamento do sistema radicular, pouco acúmulo de matéria seca nas raízes, atuando diretamente no pouco vigor do sistema radicular. Alves et al. (2008) avaliaram a tolerância, absorção e distribuição de Pb em plantas de vetiver (*Vetiveria zizanioides* (L.) Nash), jureminha (*Desmanthus virgatus* (L.) Willd) e algaroba (*Prosopis juliflora* (SW) DC), verificando que o vetiver demonstrou maior tolerância à contaminação com Pb, em relação às demais espécies, em todas as estruturas anatômicas estudadas, raiz e parte aérea.

Estudos têm sido desenvolvidos com o intuito de elucidar os mecanismos de tolerância e o comportamento do crescimento vegetativo de algumas espécies, para compreendermos quais espécies de plantas são tolerantes a metais pesados e como eles interferem nos processos de absorção, transporte e utilização de nutrientes pelas plantas.

Coutinho & Barbosa (2007), citam que os processos de fitorremediação baseiam-se nos mecanismos que algumas espécies de plantas têm, naturalmente, em tolerar e acumular elevados teores de metais pesados em suas organelas celulares.

Taiz & Zeiger (2009) citam que as plantas quando submetidas a altas concentrações de Zn, Cd e Ni acabam acumulando estes elementos no vacúolo celular, que se ligam em grupos de ácidos orgânicos, sendo este processo um importante mecanismo de tolerância. Geralmente algumas espécies de plantas acumulam mais metais pesados no sistema radicular, estando este fato associado a ligação deste elementos a ácidos orgânicos presentes nos tecidos das raízes e a pouco mobilidade dos metais.

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é verificar o comportamento de duas espécies de plantas do cerrado Sul-Matrogrossense e sua tolerância a concentrações elevadas de cádmio (Cd) e seus efeitos fisiológicos.

METODOLOGIA

Para a realização do experimento, foi utilizado recipientes contendo substrato seco e peneirado, inerte, com o pH entre 5,5 e 6,0. Adicionamos pequenas doses de NPK, para todas as espécies testadas, seguindo as recomendações do Manual técnico de adubação da Embrapa/SP.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, As plantas foram tratadas com concentrações de 0, 50, 100, 200, 300mg.kg⁻¹ de fertilizante mineral, contendo 5,33mg.L⁻¹ de cádmio, 5,33mg.L⁻¹ de zinco. O substrato utilizado para o experimento foi à mistura de terra, areia de construção e casca de arroz. Realizada a análise de fertilidade do solo, constatou inicialmente as seguintes características, respectivamente: pH em água: 5,5; teores de matéria orgânica (em g kg⁻¹): 24,0; Teores de P e de K disponíveis eram baixos.

As espécies de plantas testadas foram *Arachis pintoi* (amendoim forrageiro) e *Trifolium pratense* (trevo-bravo) tolerantes a vários metais, possuindo um crescimento rápido. Pouco se sabe a respeito da tolerância com cádmio para estas plantas. Ambas foram semeadas em vasos com capacidade de 5L, sendo enterradas a uma profundidade média de 3cm separadamente. Após os 100 dias de germinação foram realizadas as análises de crescimento e nutricional.

O Fator de Bioacumulação (FB) do cádmio nas plantas foi obtido pela divisão entre a concentração do cádmio na parte aérea da planta e a concentração do cádmio disponível no solo, extraído pelo método Melich-1. O Índice de Transferência (IT) foi obtido pela divisão entre a concentração do cádmio 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 cádmio *Arachis pintoi*, 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 quando comparado as mudas do tratamento controle. Conforme podemos observar na Tabela 02, a *Arachis pintoi*, apresentou menores resultados para massa seca da parte aérea e massa seca do sistema radicular, na medida, em que houve aumento das concentrações de cádmio. A espécie *Trifolium pratense* foi mais resistente em todas as variáveis analisadas, quando observamos os resultados da *Arachis pintoi*. A espécie *Trifolium pratenses* na medida em que houve o aumento das concentrações os sistema radicular não diminuiu significativamente o comprimento das raízes e suas folhas não apresentam clorose acentuada (amarelamento das folhas), nem curvatura do limbo foliar. Os resultados para massa de matéria seca a parte aérea não foram tão expressivos.

Tabela 01: Análise de crescimento, altura da planta, diâmetro do caule e comprimento médio das raízes (cm) em mudas de *Arachis pintoi* e *Trifolium pratense* submetidas à presença de cádmio (Cd) após 100 dias da germinação. Campo Grande/MS. Unigran Capital.

Tratamentos	Espécies de plantas					
	<i>Arachis pintoi</i>			<i>Trifolium pratense</i>		
	ALT	DMT	CRM	ALT	DMT	CRM
Controle	25,75 a	3,25 a	8,50 a	22,55 a	3,50 a	7,55 a
50 mg kg ⁻¹	22,50 b	3,50 a	7,50 a	22,50 a	3,15 a	7,55 a
100 mg kg ⁻¹	18,75 c	2,75 b	7,00 a	22,25 a	3,15 a	7,00 b
200 mg kg ⁻¹	16,50 d	2,50 b	6,50 b	21,75 ab	3,00 a	6,75 b
300 mg kg ⁻¹	15,55 d	1,75 c	6,50 b	21,55 ab	2,75 b	6,25 b
CV (%):	0,65					

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

Legenda: ALT (altura da planta); DMT (diâmetro do caule); CMR (comprimento médio das raízes).

Tabela 02: Análise de crescimento, média massa seca da parte aérea e radicular (g) em mudas de *Arachis pintoi* e *Trifolium pratense* submetidas à presença de cádmio (Cd) após 100 dias da germinação. Campo Grande/MS. Unigran Capital.

Tratamentos	Espécies de plantas			
	<i>Arachis pintoi</i>		<i>Trifolium pratense</i>	
	MMSA	MMSR	MMSA	MMSR
Controle	4,55 a	0,855 a	4,85 a	0,758 a
50 mg kg ⁻¹	4,75 a	0,825 a	4,85 a	0,685 a
100 mg kg ⁻¹	3,00 a	0,755 b	4,55 a	0,675 a
200 mg kg ⁻¹	2,58 b	0,635 c	4,25 a	0,555 b
300 mg kg ⁻¹	2,45 c	0,545 d	4,00 a	0,585 b
CV (%):	0,95			

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

Legenda: MMSA (massa de matéria seca parte aérea); MMSR (massa de matéria seca parte raízes).

Já nos gráficos 01 e 02 podemos perceber o acúmulo de cádmio na parte aérea e radicular das espécies estudadas. Ambas as espécies acumularam maiores concentrações de cádmio interno nos tratamentos com 200 e 300mg.Kg⁻¹. Porém ambas as espécies tiveram maiores concentrações no sistema radicular, vindo de encontro com Chandra et al. (2010) e Alves et al. (2008).

Gráfico 01: Concentração de cádmio (mg) presentes nas folhas e caules de *Arachis pintoi* e *Trifolium pratense* submetidas à presença de cádmio (Cd) após 100 dias da germinação. Campo Grande/MS. Unigran Capital.

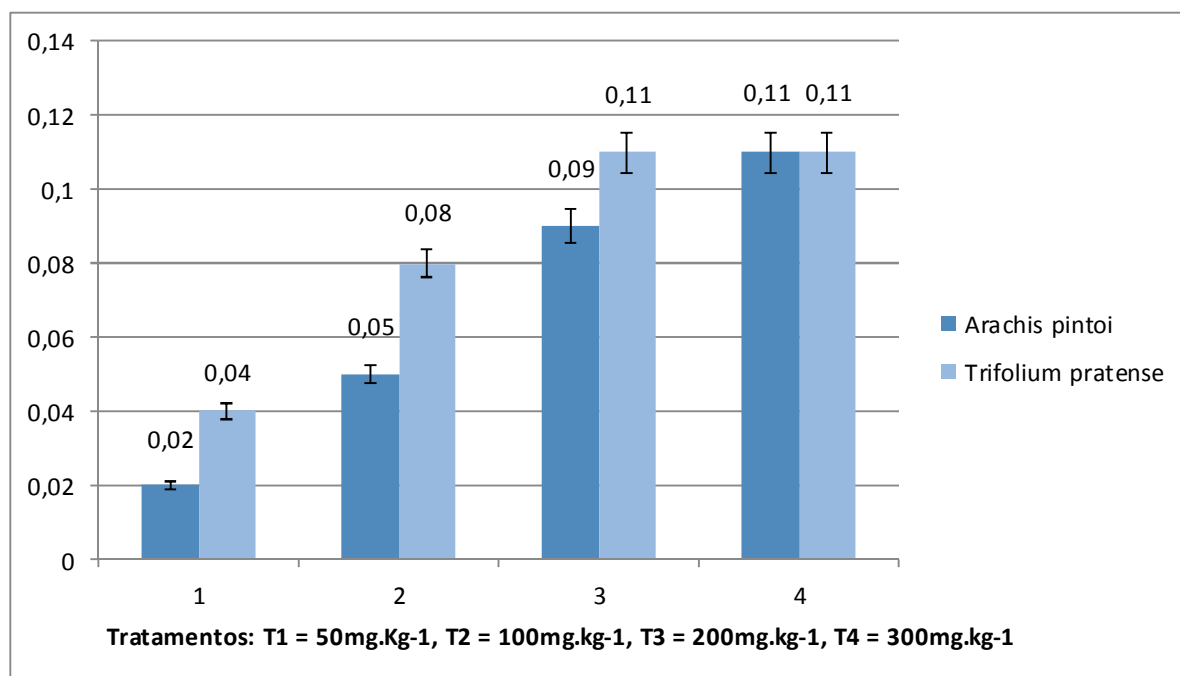
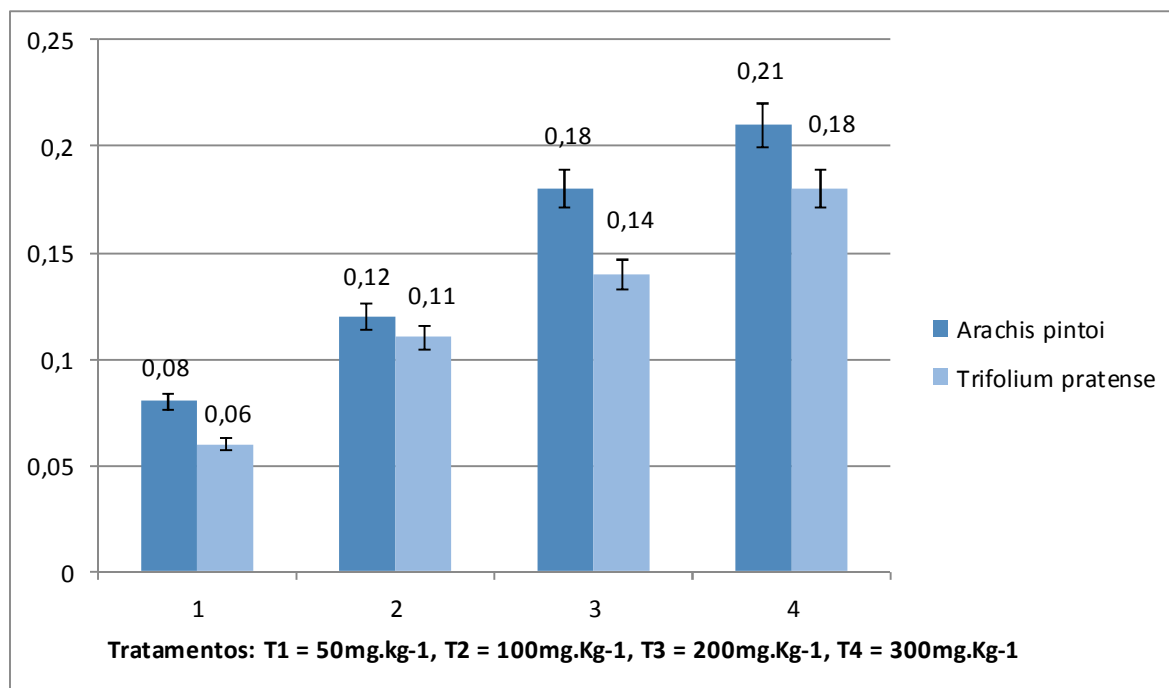


Gráfico 02: Concentração de cádmio (mg) presentes nas raízes de *Arachis pintoi* e *Trifolium pratense* submetidas à presença de cádmio (Cd) após 100 dias da germinação. Campo Grande/MS. Unigran Capital.



CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos conclui-se que a espécie *Arachis pintoi* foi menos tolerante quando comparada a *Trifolium pratense*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, J. C.; SOUZA, A. P.; PÔRTO, M. L. Absorção e distribuição de chumbo em plantas de vetiver, jureminha e algaroba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.32, n.3, p.1329-1336, 2008.
- CHANDRA, R. P.; ABDUSSALAM A.K.; SALIM, N. al. Distribution of bio-accumulated Cd and Cr in two *Vigna* species and the associated histological variations. **Journal of Stress Physiology & Biochemistry**, India, Vol. 6, n. 1, pg. 4-12, 2010.
- COUTINHO, H. D.; BARBOSA, A. R. Fitorremediação: Considerações Gerais e Características de Utilização. **Silva Lusitana**, Portugal, v.15, n.1, p. 103-117, 2007.
- 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.
- TAIZ, L.; ZEIG, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Editora Artemed, 848p. 2009.