

POTENCIAL DE *Mimosa acutistipula* (MART.) BENTH. E *Senegalia paraensis* (DUCKE) SEIGLER & EBINGER PARA REVEGETAÇÃO DE ÁREAS CONTAMINADAS POR ARSÊNIO

Roberto Junio Gomes¹; Henrique Nery Cipriani²; Luiz Eduardo Dias³

RESUMO: O arsênio (As) é encontrado naturalmente em diversos minérios. Tendo em vista o impacto que o arsênio pode causar no ambiente é de grande importância o desenvolvimento de técnicas para a descontaminação de áreas com elevadas concentrações deste elemento, sendo a fitorremediação, uma opção. A exposição de espécies vegetais ao As pode promover significativa redução na produção de matéria seca sem, contudo, para algumas espécies, apresentar outros sintomas visuais de toxidez. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento de *Mimosa acutistipula* (Mart.) Benth. e *Senegalia paraensis* (Ducke) Seigler & Ebinger cultivadas em solo com diferentes concentrações de arsênio. Os ensaios foram conduzidos em casa de vegetação em blocos casualizados com quatro repetições. Amostras de uma mistura 3/1 (v/v) de um Latossolo Vermelho distrófico com areia, respectivamente, foram incubadas com diferentes doses de As 0; 50; 100; 200 e 400 mg kg⁻¹ de As. Após a incubação procedeu-se o plantio das sementes. Aos 120 dias de cultivo as plantas foram submetidas a uma análise visual de toxidez e coletadas para se avaliar o desenvolvimento de raiz e parte aérea. Os resultados demonstraram que ambas as espécies estudadas apresentam alta sensibilidade ao arsênio, indicando serem inviáveis para a revegetação de áreas contaminadas por arsênio. Não obstante, a *S. paraensis* aparenta ser menos sensível ao arsênio que a *M. acutistipula*.

Palavras chave: Fitorremediação; Arsenato; Toxidez.

INTRODUÇÃO

O arsênio (As) está presente naturalmente em solos e rochas, onde ocorre em baixas concentrações, não representando, em condições naturais, riscos para os seres humanos e a vida selvagem. No entanto, ações antropogênicas, como a mineração de ouro, vêm, ao longo dos anos, gerando áreas extensas com elevadas concentrações de As. O arsenato, principal forma do As encontrado nos solos, é facilmente absorvido pelos vegetais devido à sua similaridade com o fosfato (PO₄³⁻). Esses ânions competem entre si por sítios de ligação nas enzimas transportadoras das raízes (WANG et al., 2002). A exposição de espécies vegetais ao As pode promover significativa redução na produção de matéria seca sem, contudo, para algumas espécies, apresentar outros sintomas visuais de toxicidade, como lesões foliares. Isso porque, estrategicamente, em algumas plantas, o transporte do As para a parte aérea é limitado, concentrando-se no sistema radicular (CARBONELL-BARRACHINA et al., 1994).

¹Eng, Agr., estudante de pós-graduação, Universidade Federal de Viçosa - MG, e-mail: robertojgomes@yahoo.com.br

²Eng. Flor., Embrapa Rondônia, e-mail: henrique.cipriani@embrapa.br

³Professor Associado, Departamento de Solos – UFV, Pesquisador CNPq, e-mail: ledias@ufv.br

A legislação ambiental vigente exige que áreas degradadas por atividades antrópicas sejam recuperadas. O processo de recuperação geralmente envolve a revegetação da área, sendo que leguminosas fixadoras de nitrogênio vêm sendo empregadas com sucesso na revegetação de áreas contaminadas com As (DIAS et al., 2007). O crescimento é um fator importante a ser considerado na escolha de espécies para a recuperação de áreas contaminadas com arsênio, pois o processo de recuperação consiste, inicialmente, em adicionar mais matéria orgânica ao sistema (FRANCO, 2000). Destarte, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento de *Mimosa acutistipula* (Mart.) Benth. e *Senegalia paraensis* (Ducke) Seigler & Ebinger em substrato com diferentes concentrações de arsênio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação em vasos contendo 2,5 kg de substrato. O substrato consistiu de amostras destorroadas e peneiradas (2 mm) da camada superficial de um Latossolo Vermelho distrófico, misturadas com areia, na proporção de 3/1 (v/v), respectivamente..

Trinta e cinco dias antes do plantio foi feita calagem visando elevar a saturação por bases a 50 % utilizando-se uma mistura de três partes de CaCO_3 para uma de MgCO_3 (p/p). A partir desse momento até o plantio, o solo permaneceu incubado com quantidade de água deionizada correspondente a 80 % do equivalente de umidade (EU). Nove dias antes do plantio foi aplicado $0,30 \text{ g kg}^{-1}$ de CaHPO_4 anidro (p.a.).

Sete dias antes do plantio, o substrato foi contaminado com cinco doses de arsênio (0, 50, 100, 200 e 400 mg dm^{-3}) fornecidas na forma de trióxido de arsênio (As_2O_3), dissolvido em solução de KOH e H_2O_2 , de modo a garantir que o arsênio estivesse na forma de arsenato. Após correções aplicação dos tratamentos, o substrato foi submetido à análise química para a caracterização do substrato (Tabela 1), seguindo-se a metodologia descrita em Embrapa (1997). Os teores de As disponível, avaliados pelo extrator Mehlich-3, foram de 0,00; 0,76; 3,63; 8,82 e $29,65 \text{ mg dm}^{-3}$ nas amostras que receberam 0, 50, 100, 200 e 400 mg kg^{-1} As, respectivamente.

Tabela 1 - Propriedades químicas e físicas do substrato após a aplicação dos tratamentos

pH- H ₂ O	P	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al	SB	t	T	V	m	MO	P-rem
	mg dm ⁻³		-----cmol _c dm ⁻³ -----							----%----		dag kg ⁻¹	mg L ⁻¹
6,2	12,2	207	2,80	0,65	0,00	4	3,98	3,98	7,98	49,9	0,0	4,27	33,2
Areia grossa	Areia fina		Silte		Argila			Classe textural	Densidade aparente	Equivalente de umidade			
	-----%-----												
34	6		5		56			Argilosa	kg dm ⁻³ 1,14	kg kg ⁻¹ 0,209			

As sementes de *Mimosa acutistipula* e *Senegalia paraensis* foram desinfestadas por imersão em hipoclorito de sódio 2,5 % por cinco minutos. Em seguida, dez sementes foram distribuídas em cada vaso, sendo mantidas duas plantas por vaso trinta dias após a emergência das plântulas, procurando-se escolher as que apresentaram melhor crescimento.

Dos 30 aos 90 dias de cultivo foram feitas adubações de cobertura com aplicação de 3 mL de solução de Hoagland quinzenalmente em cada vaso. Aos 120 dias de cultivo as plantas passaram por uma análise visual de toxidez e foram coletadas para as medições do comprimento de raiz (CR), de parte aérea (CPA), total (CR+CPA) e relação raiz/parte aérea (CR/CPA).

O experimento foi montado em esquema fatorial completo 2 x 5, sendo duas espécies vegetais e cinco doses de As, utilizando-se um delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão para descrever o comportamento das variáveis em função dos tratamentos com auxílio do programa estatístico Sisvar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ambas as espécies tiveram seu crescimento afetado pela exposição ao arsênio. Visualmente, pôde ser observada redução de tamanho e de quantidade de folhas. A emissão de raízes laterais também foi prejudicada, sendo que, na dose mais alta de As, praticamente não se encontram raízes laterais (Figura 1). Cipriani (2011), estudando o comportamento de *Acacia mangium* Willd. e *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth. em condições experimentais similares, também verificou esses sintomas. Porém ao contrário do observado naquele estudo para *M. caesalpiniaefolia*, não foi observada clorose nas folhas de *M. acutistipula* e *Senegalia paraensis*.

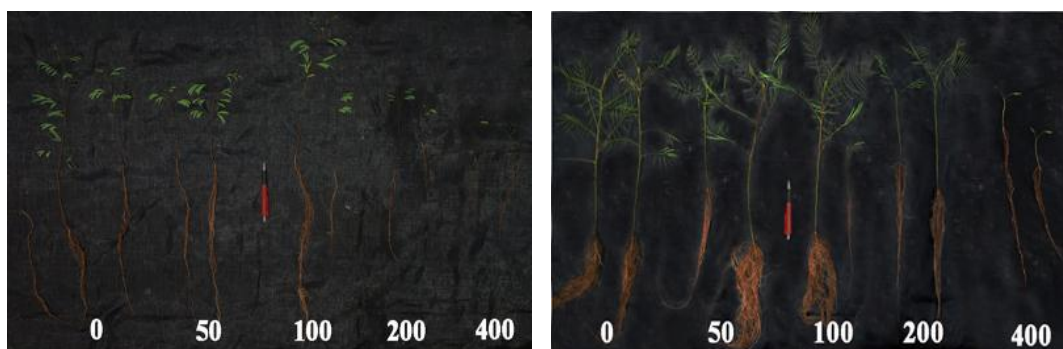


Figura 1 - Aspecto geral das plantas de *Mimosa acutistipula* (à esquerda) e *Senegalia paraensis* (à direita) logo após a coleta. Os números correspondem às doses de As (mg kg^{-1}).

O comprimento da parte aérea de ambas as espécies decresceu linearmente com o aumento das doses de As (Figura 2B e 3B), mostrando a susceptibilidade ao As. Já o crescimento de raiz foi negativamente afetado ($p < 0,05$) somente para a *M. acutistipula*, ajustando-se ao modelo linear (Figura 2A). O comprimento de raiz médio para *S. paraensis* foi de 43,8 cm (Figura 3A).

O comprimento total seguiu o comportamento do comprimento da parte aérea, decrescendo linearmente para ambas as espécies (Figura 2D e 3D). O menor coeficiente angular observado na equação da *M. acutistipula* (Figura 2D) indica que esta espécie é relativamente mais sensível ao arsênio que a *S. paraensis*, embora, na média, não tenha sido observada diferença significativa ($p > 0,05$) de crescimento entre as espécies. O arsênio possui diversos efeitos deletérios na morfologia e no metabolismo dos vegetais, interrompendo processos metabólicos, como a fotossíntese, divisões celulares e a replicação do DNA, entre outros (COSTA, 2007; SILVA, 2008; CIPRIANI, 2011), que ocorrem simultaneamente, culminando em severa redução do crescimento.

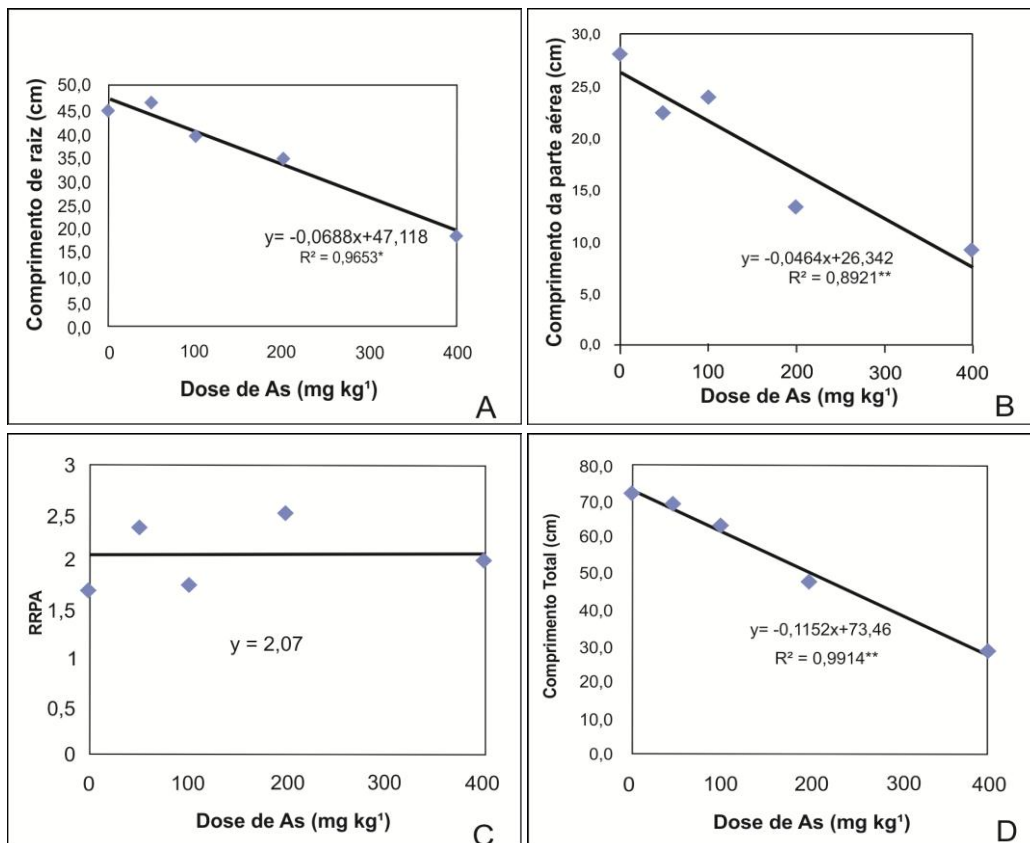


Figura 2 – Comprimento de raiz (A), comprimento de parte aérea (B), relação raiz/parte aérea (C) e comprimento total (D) de *Mimosa acustistipula* em função das doses de arsênio no substrato.

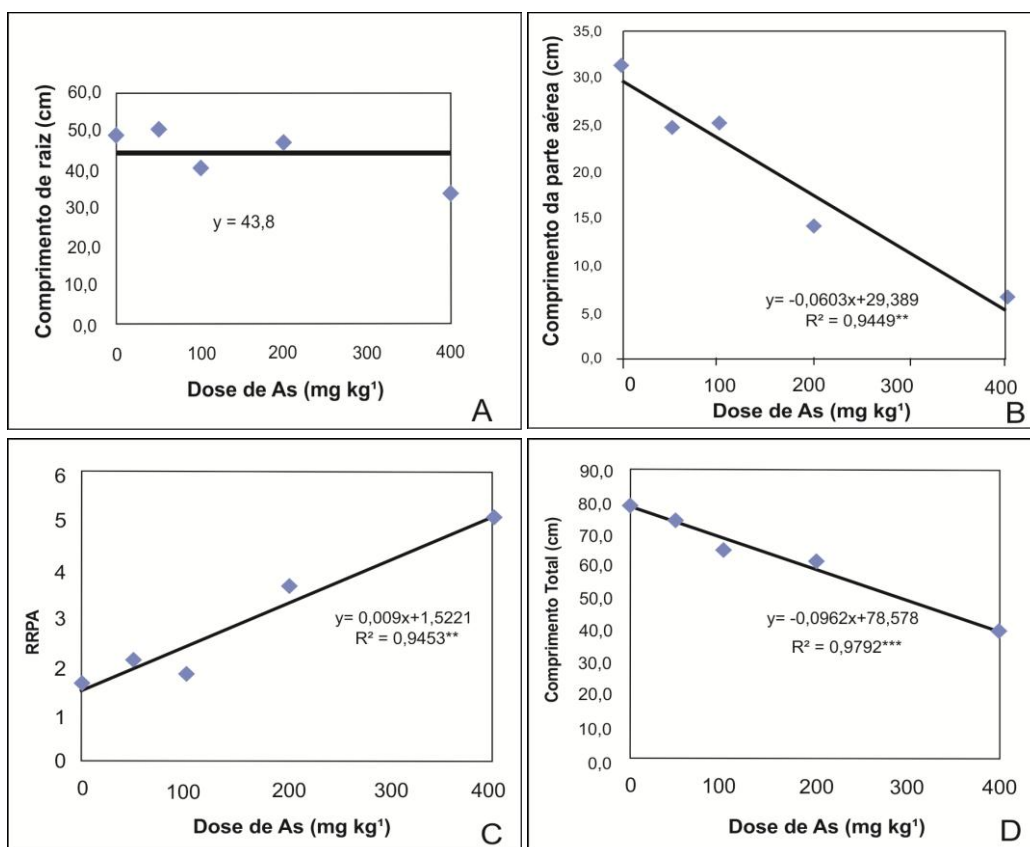


Figura 3 – Comprimento de raiz (A), comprimento de parte aérea (B), relação raiz/parte aérea (C), e comprimento total (D) de *Senegalia paraensis* em função das doses de arsênio no substrato.

A relação raiz/parte aérea da *S. paraensis* apresentou crescimento linear com o aumento das doses de As (Figura 3C), indicando que o crescimento da parte aérea foi relativamente mais afetado que o da raiz. O principal mecanismo de defesa das espécies não hiperacumuladoras à toxidez por As envolve o sequestro do elemento nos vacúolos das células radiculares, com participação de fitoquelatinas (ZHAO et al., 2009). Dessa forma, pode ser que a maior produção de raiz em relação à parte aérea seja uma resposta de defesa, garantindo maior sequestro de As e menor translocação para as folhas, evitando maiores danos ao aparato fotossintetizante. Porém, a relação raiz/parte aérea da *M. acutistipula* não foi influenciada pelo As, apresentando valor médio igual a 2,07 (Figura 2C), resultado do decréscimo linear observado no comprimento de raiz e parte aérea.

CONCLUSÕES

Ambas as espécies estudadas apresentam alta sensibilidade ao arsênio, indicando serem inviáveis para a revegetação de áreas contaminadas por arsênio. Não obstante, a *S. paraensis* aparenta ser menos sensível ao arsênio que a *M. acutistipula*.

REFERÊNCIAS

- CARBONELL-BARRACHINA, A. A.; BURLO, F.; MATAIX BENEYTO, J. Effect of arsenite on the concentrations of micronutrients in tomato plants grown in hydroponic culture. **Journal of Plant Nutrition**, v. 17, p. 1887-1903, 1994.
- CIPRIANI, H. N. **Respostas morfofisiológicas de plantas de *Acacia magium* Willd. e *Mimosa caesalpiniaefolia* Benth., inoculadas com rizóbio e micorriza arbuscular, sob efeito de arsênio.** 2011. 68 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- COSTA, A. C. **Bases fisiológicas da ação do arsênio em algumas espécies de cerrado.** 2007. 78 f. (Tese Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA- EMBRAPA. **Manual de métodos de análises de solo.** 2. ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e Abastecimento, 1997; p. 212
- DIAS, L. E.; FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C. Fertilidade do solo e seu manejo em áreas degradadas. In: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (Ed.). **Fertilidade do solo.** Viçosa: SBCS, 2007. 955-990.
- FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F. C.; FARIA, S. M. de; DIAS, L. E. The Importance of biological nitrogen fixation on land rehabilitation. In: PEDROSA, F. O.; HUNGRIA, M.; YATES, G.; NEWTON, W. E. (Ed.). **Nitrogen fixation: from molecules to crop productivity.** Dordrecht: Kluwer, 2000. p. 569-570.
- SILVA, K. L. F. **Avaliações de biomarcadores anatômicos e fisiológicos em plantas expostas ao arsênio.** 2008. 109 f. Tese (Doutorado em Botânica) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- WANG, J.; ZHAO, F.-J.; MEHARG, A. A.; RAAB, A.; FELDMANN, J.; MCGRATH, S. P. Mechanisms of arsenic hyperaccumulation in *Pteris vittata*: Uptake kinetics, interactions with phosphate, and arsenic speciation. **Plant Physiology**, v. 130, p. 1552-1561, 2002.
- ZHAO, F. J.; MA, J. F.; MEHARG, A. A.; MCGRATH, S. P. Arsenic uptake and metabolism in plants. **New Phytologist**, v. 181, p. 777-794, 2009.