

POTENCIAL DA CEREJEIRA NA FITOEXTRAÇÃO DE SAIS

*Roberta Santos Souza¹,
Cristiane Ramos Vieira²,
Oscarlina Lúcia dos Santos Weber³,
José Fernando Scaramuzza³*

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo avaliar a tolerância ao estresse salino por meio da caracterização da influência da salinidade no desenvolvimento vegetativo, concentração e distribuição dos nutrientes em mudas de *Amburana acreana* ((Ducke) A. C. Smith). O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e dezesseis repetições. As mudas foram produzidas no substrato Plantmax® e ao atingirem 15 cm de altura foram transplantadas para tubos de PVC preenchidos com areia. Em seguida, foram submetidas à solução nutritiva completa para adaptação durante 15 dias, com renovação da solução a cada cinco dias. Após o período, foram submetidas aos tratamentos completo, completo + 5 mL de NaCl, completo + 15 mL de NaCl, completo + 20 NaCl e completo + 35 mL e de NaCl. Após 90 dias, verificou-se altura, diâmetro de colo e, os sintomas de toxidez. As mudas foram secas em estufa, pesadas e, moídas para posterior análise dos macro e micronutrientes. Concluiu-se que o crescimento das mudas foi limitado pelo aumento da salinidade, que também afetou negativamente as concentrações de N, K, Ca, Mg, Fe, Mn e Zn e dificultou a distribuição de P e de K para a parte aérea das mudas de *A. acreana*.

Palavras-chave: *Amburana acreana*; Fitorremediação; Nutrição.

¹Universidade de Mato Grosso

²Programa pós-graduação em Agricultura Tropical. Universidade de Mato Grosso

³Departamento de Solos e Engenharia Rural. Universidade de Mato Grosso
e-mail: cris00986@hotmail.com

POTENTIAL OF CHERRY TREE ON SALT PHYTOEXTRACTION

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the tolerance to salt stress through the characterization of the influence of salinity on plant growth, nutrient concentration and distribution in seedlings of *Amburana acreana* ((Ducke) A. C. Smith). The experiment was conducted in a completely randomized design with five treatments and sixteen repetitions. The seedlings were grown on the substrate Plantmax® and, when reached 15 cm in height, were transplanted to PVC pipes filled with sand. After, they were submitted to a complete nutritive solution for adaptation during 15 days, with renewal of the solution every five days. Then, they were submitted to the treatments: complete, complete + 5 mL of NaCl, complete + 15 mL of NaCl, complete + 20 mL of NaCl, complete + 35 mL of NaCl. After 90 days, height, diameter and symptoms of toxicity were verified. The seedlings were dried, weighed and milled for analysis of macro and micronutrients. The conclusion was that the growth of *A. acreana* seedlings was limited with salinity increase, which also affected negatively the concentration of, N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn and Zn, making it difficult to distribute P and K on the aerial part of *A. acreana* seedlings.

Keywords: *Amburana acreana*; Phytoremediation; Nutrition.

INTRODUÇÃO

O processo de salinização pode ocasionar a desertificação e, a agricultura desempenha o papel principal nesse fenômeno, causando o alto consumo e degradação química da água, impactando, conseqüentemente, o setor econômico. Uma vez nessa situação, as espécies vegetais presentes, porém, não adaptadas, passam a apresentar sintomas de deficiências decorrentes do desequilíbrio osmótico, que reduz a disponibilidade de água para as plantas e assim, a de nutrientes essenciais e, portanto o crescimento e desenvolvimento das espécies.

O processo de salinização das áreas é preocupante porque o excesso de sais de Na afetam as propriedades físicas e químicas do solo, pois o Na⁺ reduz a atração eletrostática entre as partículas do solo, aumenta a espessura da dupla camada iônica difusa, proporcionando a fragmentação das partículas causando a expansão e dispersão das argilas e, conseqüentemente, reduzindo a porosidade, a permeabilidade do mesmo e instabilidade dos agregados, modificando a estrutura do solo (SANTOS, 1995; MEURER, 2006; MARTINS, 2007; QADIR et al., 2007; GHEYI et al., 2010).

Dessa forma, recuperar essas áreas é extremamente importante, pois, uma vez que se inicia o processo de desertificação a reversão é extremamente cara ou impraticável. Com a intenção de retornar o equilíbrio destas áreas tornando-as novamente produtivas, busca-se sua recuperação através da utilização de espécies capazes de tolerar o ambiente, bem como de melhorar as características físicas e químicas do solo. Nesse sentido cita-se a utilização de espécies arbóreas.

As espécies arbóreas possuem sistema radicular profundo, podendo aumentar a permeabilidade do solo, a lixiviação dos sais e controlar o nível do lençol freático (QADIR et al., 2003). Na fitoextração, as plantas removem, armazenam, transferem e assim, estabilizam o contaminante na parte aérea. E a taxa de retirada do composto do solo depende da biomassa produzida ao final do ciclo do vegetal (ROMEIRO et al., 2007). Os efeitos

imediatos da salinidade sobre as plantas podem ser resumidos em: seca fisiológica provocada pela redução do potencial osmótico; desbalanço nutricional devido à elevada concentração iônica e à inibição da absorção de outros cátions pelo sódio e efeito tóxico dos íons sódio e cloreto (JEFFREY & IZQUIERDO, 1989).

Isso porque, as práticas de recuperação envolvem alto custo e não resolvem, efetivamente, o problema. Técnicas alternativas baseiam-se na utilização de espécies tolerantes à salinidade, tanto para reabilitação do solo quanto para produção (GARG, 1998; SINGH et al., 1998; GARG, 1999; MISHRA et al., 2003; SU et al., 2005).

Amburana acreana é uma espécie florestal nativa, pertencente à família Fabaceae, que, segundo Carvalho (1994) ocorre naturalmente nas matas altas e fechadas da Amazônia ocidental do Brasil (Amazônia, Acre, Roraima e Mato Grosso) e da Bolívia. É uma espécie de valor econômico e madeireiro, cuja madeira é lisa e de aspecto agradável, estimada como excelente na construção civil e procurada pelas indústrias nacionais, principalmente para a produção de móveis de luxo. A casca da cerejeira pode ainda, ser utilizada para fins medicinais. Pode ainda, ser utilizada em rodapés, molduras, cordões, esquadrias, portas, batentes, folhas faqueadas decorativas, peças torneadas, etc. Ocorrendo naturalmente em Argissolo Vermelho-Amarelo eutroférico, solo ácido e de fertilidade química baixa (CARVALHO, 2007).

Alguns autores estudaram a capacidade de crescimento de espécies florestais em substrato salino com a finalidade de avaliar seu potencial fitoextrator. Silva et al. (2000), Silva et al. (2005) e Freire & Rodrigues (2009) observaram redução do crescimento de mudas de espécies florestais em ambientes salinos.

Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar a capacidade de fitoextração da *Amburana acreana* em ambiente de estresse salino por meio da caracterização da influência da salinidade no desenvolvimento vegetativo, teor e distribuição dos nutrientes nas mudas da espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na casa de vegetação da Faculdade de Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia (FAMEVZ) da Universidade Federal de Mato Grosso- UFMT, campus Cuiabá, com sementes coletadas de 10 árvores matrizes pertencentes ao campus, no final do período de frutificação. Tendo sido armazenadas em sacos plásticos a temperatura ambiente sem iluminação. As sementes foram ainda, selecionadas a fim de se obter uniformidade quanto à coloração, tamanho e exclusão das danificadas.

A semeadura ocorreu em tubetes com capacidade para 50 cm³, contendo substrato comercial Plantmax®. Ao atingirem cerca de 20 cm as mudas foram selecionadas quanto à uniformidade e transplantadas para tubos de PVC com 20 cm, vedados com tela e sob pratinhos, preenchidos com areia de piscina de granulometria média e previamente lavados com água corrente, e água desmineralizada. No momento do transplante foram adicionados 50 mL de solução nutritiva a cada vaso, prática que se repetiu em intervalos de cinco dias até o 15º dia, constituindo no período de adaptação das mudas.

Sendo que, a irrigação se deu diariamente com 50 mL de água desmineralizada, exceto no dia das aplicações da solução.

Após o período de adaptação iniciou-se as aplicações das demais soluções nutritivas. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com cinco tratamentos segundo a solução de Sarruge (1975), sendo os seguintes níveis de NaCl: 1,41; 2,50; 4,50; 6,45 e 8,33 dS.m⁻¹, e dezesseis repetições. Cada repetição foi composta por uma muda, totalizando oitenta parcelas. As soluções estoques foram preparadas com reagentes puros para análise (P.A.), na composição (em mg.L⁻¹): N – 120; P – 31, K – 234 ; Ca – 200 ; Mg – 48 ; S – 64 ; B – 0,5 ; Cu – 0,02 ; Fe – 5,0 ; Mn – 0,5 ; Zn – 0,05 e Mo – 0,01.

A solução nutritiva adicionou-se NaCl em diferentes quantidades para obtenção de distintos níveis de salinidade (Tabela 1), baseado no valor de 4 dS.m⁻¹ de condutividade elétrica, pois, segundo Shannon (1994), valores superiores a esse podem reduzir a produtividade da maioria das espécies vegetais.

Tabela 1. Volume de NaCl, na concentração de 2 Molar, necessário para promover os níveis de salinidade estudadas

Condutividade elétrica (dS m ⁻¹)	mL de NaCl (2M)/L	Concentração (mol/L)	Concentração de Na (g)
0,173	0	0	0
0,24	5	0,01	0,23
0,411	15	0,03	0,69
0,649	25	0,05	1,15
0,837	35	0,07	1,65

Solução de NaCl (2M) = 117 g de NaCl diluídos em 1 L de água

As sintomatologias foram registradas semanalmente, durante 90 dias. Enquanto que, a análise biométrica foi realizada ao final do experimento, verificando-se: parte aérea, com régua graduada, medindo a parte acima do substrato até a gema apical; diâmetro de colo, com paquímetro digital PROFIELD®.

Para a determinação da biomassa seca, as mudas foram retiradas, levadas ao Laboratório de Fertilidade do Solo, seccionadas em parte aérea e parte radicular, secas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até peso constante e, pesadas em balança analítica com precisão de 0,0005g. Após essas determinações foi possível aplicar o índice de qualidade de Dickson et al. (1960).

As mudas secas foram moídas e o material resultante foi submetido, conforme Malavolta et al. (1997), às digestões em solução nitro-perclórica e sulfúrica e, posteriormente determinou-se os teores de N total por semi-micro Kjeldahl; P por colorimetria do metavanadato; S por turbidimetria do sulfato de bário; K fotometria de chama de emissão; Ca e Mg por quelatometria com EDTA; B por colorimetria da Azometina H e; demais micronutrientes por espectrofotometria de absorção atômica.

Para o processamento e análises dos dados foi utilizado o Assistat 7.6 beta, e a análise estatística foi realizada aplicando-se a técnica de análise de variância e comparação múltiplas de médias pelo método de Tukey considerando significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de desenvolvimento das mudas de *A. acreana* estão apresentados na Tabela 2, observando-se diferença entre os níveis de salinidade em relação ao crescimento das mudas.

O crescimento em altura das mudas de *A. acreana* foi superior na menor dose de NaCl (29,67 cm), reduzindo com o aumento do efeito salino. Isso pode evidenciar intolerância a níveis mais altos de salinidade do solo. Segundo Tobe et al. (2000), isso se deve tanto ao efeito osmótico, ou seja, à seca fisiológica produzida, como ao efeito tóxico, resultante da concentração de íons no protoplasma, desencadeando danos às membranas e redução da atividade de enzimas hidrolíticas (ESSA, 2008). Para Larcher (2000) essa característica é adaptativa para a sobrevivência sob estresse permitindo que as plantas contenham múltiplos recursos para resistir em condições adversas. A redução no crescimento em altura das mudas também foi observado por Silva et al. (2005), Silva et al. (2009), Freitas et al. (2010), Freire et al. (2010) e Nogueira et al. (2012).

Tabela 2. Altura (H, em cm), diâmetro (DC, em mm), massa úmida parte aérea (MUPA em g), massa úmida parte radicular (MUPR em g), massa seca parte aérea (MSPA em g), massa seca parte radicular (MSPR em g) e índice de qualidade de Dickson (IQD) das mudas de *A. acreana* submetidas a diferentes níveis de salinidade

Trat. (dS.m ⁻¹)	H	DC	MUPA	MUPR	MSPA	MSPR	IQD
1,41	29,67 a	3,12 a	3,87 ab	1,08 ab	1,33 ab	0,22 ab	0,09 ab
2,50	29,35 ab	3,23 a	4,25 a	1,36 a	1,46 a	0,28 a	0,12 a
4,50	24,32 c	3,04 a	3,12 b	0,92 bc	1,07 b	0,19 b	0,09 ab
6,45	24,11 c	2,95 a	3,15 b	0,74 c	1,08 b	0,21 ab	0,08 b
8,33	25,60 bc	2,97 a	3,17 b	0,74 c	1,09 b	0,15 b	0,08 b
CV(%)	14,66	9,47	27,87	32,32	27,87	35,80	31,15
F	7,72**	2,60*	4,52**	10,89**	4,52**	6,10**	5,41**

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey 5%.

Apesar da redução no crescimento em altura, as mudas se apresentaram aptas ao plantio no campo em todos os tratamentos testados, segundo recomendação de Gonçalves et al. (2000), entre 15 e 30 cm.

Não houve diferença no crescimento em diâmetro das mudas de *A. acreana*. No entanto, Gonçalves et al. (2000) recomendam valores entre 5 e 10 mm para que estas estejam aptas ao plantio no campo, o que não foi observado em nenhum dos tratamentos. Isso ocorre porque, segundo Nery et al. (2009) o caule é mais sensível que a parte aérea das plantas. Silva et al. (2005) também não observaram significância no crescimento em diâmetro ao estudar o crescimento de *Cnidoscylus phyllacanthus* Pax E K. Hoffm em diferentes níveis de salinidade da água.

A produção de massa úmida (parte aérea e radicular) (Tabela 2) foi limitada pela salinidade do substrato utilizado na produção das mudas de *A. acreana*. Observando-se tolerância até o nível de 2,50 dS.m⁻¹ e, redução com o aumento da salinidade a partir de 4,50 dS.m⁻¹, de 26,6% na parte aérea e, de 25,8% na parte radicular (em relação ao nível de 2,50 dS.m⁻¹). Isso ocorre porque, a presença de sais na solução do solo reduz o seu potencial osmótico, afetando a capacidade de absorção radicular da planta e consequentemente o seu metabolismo, além do efeito direto dos íons, causando perturbação nutricional da planta, dificultando dessa forma o seu desenvolvimento (VIEIRA, 1989).

A produção de massa seca das mudas de *A. acreana* também foi limitada pelo aumento da salinidade, tanto na parte aérea quanto na parte radicular. Observando-se tolerância até o nível de 2,50 dS.m⁻¹ e, redução com o aumento da salinidade a partir de 4,50 dS.m⁻¹, de 26,7% na parte aérea e, de 32,1% na parte radicular (em relação ao nível de 2,50 dS.m⁻¹). Além da perturbação na absorção radicular, o crescimento sob estresse afeta a fotossíntese, devido ao fechamento dos estômatos, para evitar a perda excessiva de água, a qual é absorvida de maneira limitada pelas raízes, devido à redução no potencial osmótico na solução do solo. Em virtude do fechamento estomático, a aquisição e fixação de CO₂ no processo fotossintético são reduzidas. Além disso, o estresse pode inibir diretamente a expansão e divisão celular (LARCHER, 2000). Essa redução promove o decréscimo na produção de massa seca das plantas, comprometendo o desenvolvimento adequado das mesmas. Silva et al. (2000), Silva et al. (2005), Freire et al. (2010), Nogueira et al. (2012) e Souza (2013) também observaram redução na produção de massa seca.

Observou-se tolerância até o nível de 2,50 dS.m⁻¹ e, redução com o aumento da salinidade a partir de 4,50 dS.m⁻¹ nos valores do índice de qualidade de Dickson. Portanto, a salinidade limita o crescimento e desenvolvimento das mudas de *A. acreana* em níveis maiores que 2,50 dS.m⁻¹. O que demonstra que a espécie não tolera níveis maiores de salinidade no solo.

Nutrição das mudas de *A. acreana*

Concentração de macronutrientes

Os diferentes níveis de salinidade influenciaram nas concentrações de macronutrientes nas partes aérea (Tabela 3) e radicular (Tabela 4) das mudas de *A. acreana*.

Tabela 3. Concentração de macronutrientes, em g/kg, nas folhas de mudas de *Amburana acreana*, submetidas a diferentes níveis de salinidade

Trat. (dS.m ⁻¹)	N	P	K	Ca	Mg	S
1,41	9,17 c	1,16 ab	3,11 b	1,12 a	1,07 ab	2,81 ab
2,50	9,41 c	0,61 d	4,27 a	1,08 a	1,12 a	1,21 c
4,50	10,17 bc	0,98 c	4,32 a	0,91 ab	1,01 ab	2,29 b
6,45	10,94 ab	1,31 a	3,64 ab	0,84 b	0,86 bc	3,21 a
8,33	11,43 a	1,10 bc	4,02 a	0,99 ab	0,72 c	2,52 b
CV	10,54	17,61	22,64	22,73	26,92	22,38
F	12,82**	33,33**	5,30**	4,11**	6,36**	31,33**

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey 5%.

As maiores concentrações de N foram observadas na parte aérea das mudas de *A. acreana*, destacando-se em 8,33 dS.m⁻¹, maior nível de NaCl aplicada, tanto na parte aérea quanto na radicular. No entanto, as concentrações foram menores que as recomendadas por Malavolta et al. (1997), entre 12 a 35 g/kg, para a parte aérea de espécies florestais, em todos os tratamentos. Considerando que o N é constituinte estrutural de aminoácidos e proteínas e constituinte ou ativador de enzimas, além de participar dos processos de absorção iônica, fotossíntese, respiração, sínteses, multiplicação e nas diferenciações celulares e herança (Malavolta et al., 1989), concentrações menores que as recomendadas podem acarretar em deficiências, limitando o crescimento da planta. Segundo Grattan & Grieve (1999) isso ocorre porque a alta concentração de Na e de Cl compete com outros íons nutrientes, como K⁺, Ca²⁺, N e P, resultando em prejuízo nutricional e eventualmente, redução na qualidade e produtividade vegetal. Ou ainda, segundo Van Hoorn et al. (2001) porque a salinidade afeta, indiretamente, o processo de nitrificação devido à diminuição do conteúdo de água decorrente do efeito osmótico ocasionado pelo excesso de sais.

Tabela 4. Concentração de macronutrientes, em g/kg, na parte radicular de mudas de *Amburana acreana*, submetidas a diferentes níveis de salinidade

Trat. (dS.m ⁻¹)	N	P	K	Ca	Mg	S
1,41	5,88 b	1,82 a	10,67 a	0,87 ab	1,18 a	5,91 a
2,50	6,37 ab	1,80 a	9,20 a	0,87 ab	1,02 ab	4,60 a
4,50	6,37 ab	2,03 a	7,06 b	0,80 b	0,80 b	5,45 a
6,45	6,58 ab	2,00 a	4,80 c	1,20 a	0,80 b	5,28 a
8,33	7,07 a	2,20 a	4,59 c	1,15 ab	0,70 b	5,09 a
CV	6,26	15,13	12,41	23,18	23,00	15,09
F	4,52*	1,86ns	52,93**	3,95*	5,38**	2,1937ns

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey 5%.

Freire & Rodrigues (2009), comparando os teores de Na mantidos nas plantas de *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Vit. em solo salino e não salinos, constatou que a espécie não apresenta eficiência em regular a absorção de Na, a salinidade reduziu a nodulação estirpes inoculadas prejudicando a fixação biológica de N causando decréscimo na produção da nitrogenase. Costa et al. (2007), Miranda et al. (2007), Freire et al. (2010) também verificaram redução nas concentrações de N em mudas submetidas à salinização.

As maiores concentrações de P foram observadas em T4 (6,45 dS.m⁻¹), porém, os tratamentos 1 (1,41 dS.m⁻¹) e 5 (8,33 dS.m⁻¹) também obtiveram concentrações adequadas de P na parte aérea das mudas, segundo Malavolta et al. (1997), que recomendam entre 1,0 e 2,3 g.kg⁻¹. No entanto, contrariamente ao verificado com as concentrações de N, as de P foram maiores na parte radicular das mudas, evidenciando possível dificuldade na absorção do macronutriente, já que se trata de elemento móvel na planta e, portanto, deveria estar em maior quantidade na parte aérea das mudas. Silva et al. (2000) concluíram que, nos tecidos foliares de *Myracrodruon urundeuva*, o aumento das doses de NaCl provocou uma redução substancial nas quantidades acumuladas de Ca, Mg, P e K, provavelmente associada ao decréscimo na produção de matéria seca. Ferreira et al. (2007) atribuíram a redução na concentração de P nas plantas com o aumento na salinidade do solo aos efeitos de força iônica que reduzem a atividade do fosfato e da diminuição da solubilidade deste mineral com o aumento dos níveis de NaCl no solo.

As maiores concentrações de K foram observadas na parte radicular das mudas de *A. acreana*, tendo sido maiores nos tratamentos 1 (1,41 dS.m⁻¹) e 2 (2,50 dS.m⁻¹). Podendo, assim como ocorrido com as concentrações de P, evidenciar dificuldade na disponibilidade e absorção do macronutriente provocado pelo estresse salino, já que o K é móvel nas plantas e deveria estar em maiores concentrações na parte aérea das mudas. Devitt et al. (1993) verificaram em plantas de *Cynodon dactylon* que a redução no transporte de K para a parte aérea diminuiu com o aumento do Na. Na parte aérea, as maiores concentrações foram observadas em T1 (1,41 dS.m⁻¹), T2 (2,50 dS.m⁻¹) e T5 (8,33 dS.m⁻¹), porém, menores que as recomendadas por Malavolta et al. (1997), entre 10 e 15 g/kg, em todos os tratamentos. Segundo Fernandes et al. (2002) a diminuição das concentrações de K pode ser atribuída ao antagonismo entre K e Na, sugerindo assim, uma competição entre esses íons pelos sítios de absorção no plasmalema, ou um possível aumento do efluxo de K das raízes no meio de desenvolvimento, em função de distúrbios na integridade das membranas.

As concentrações de Ca foram semelhantes ao verificar as partes aérea e radicular. Sendo que, as maiores concentrações na parte aérea foram observadas em T1 (1,41 dS.m⁻¹) e T2 (2,50 dS.m⁻¹), porém, todas menores que as recomendadas por Malavolta et al. (1997), entre 3,0 e 12,0 g/kg. Enquanto que, na parte radicular as maiores concentrações foram em T4 (6,45 dS.m⁻¹). Costa et al. (2007), Miranda et al. (2007) e Freire et al. (2010), também verificaram redução nas concentrações de Ca em mudas submetidas à salinização.

As maiores concentrações de Mg na parte aérea foram observadas em T2 (2,50 dS.m⁻¹), enquanto que, na parte radicular, foram em T1 (1,41 dS.m⁻¹). No entanto, as concentrações de Mg foram consideradas menores que as recomendadas por Malavolta et al. (1997), entre 1,5 e 5,0 g/kg. Freire et al. (2010), também verificaram redução nas concentrações de Mg em mudas submetidas à salinização. Segundo Garcia et al. (2008) em condições normais do solo, a quantidade de cátions adsorvidos na micela está em equilíbrio com a fração, que permanece na solução. Com o aumento da salinidade do solo, os cátions anteriormente adsorvidos, como Ca⁺² e Mg⁺² podem ser substituídos por outros cátions, introduzidos na solução do solo, em especial o Na⁺.

As maiores concentrações de S foram observadas na parte radicular das mudas de *A. acreana*, porém, sem diferença significativa. Na parte aérea, as maiores concentrações foram observadas em T4 (6,45 dS.m⁻¹), no entanto, maiores que as recomendadas por Malavolta et al. (1997), entre 1,4 e 2,0 g.kg⁻¹ em T1 (1,41 dS.m⁻¹), T3 (4,50 dS.m⁻¹), T4 e T5 (8,33 dS.m⁻¹). Em T2 (2,50 dS.m⁻¹) as concentrações foram consideradas menores que as adequadas.

Portanto, o aumento da salinidade do solo limita a absorção de macronutrientes essenciais ao crescimento adequado das mudas de *A. acreana* em quantidade, ou impedindo sua translocação até as folhas.

Concentrações de micronutrientes

Os diferentes níveis de salinidade influenciaram nas concentrações de micronutrientes nas partes aérea (Tabela 5) e radicular (Tabela 6) das mudas de *A. acreana*. Porém, sem diferença significativa para as concentrações de Fe na parte aérea e de Mn na parte radicular. Miranda et al. (2007) também observaram que o NaCl exerceu influência sobre o acúmulo de micronutrientes em todas os componentes analisados, sendo negativa nas raízes e folhas.

Tabela 5. Concentração de micronutrientes, em mg/kg, nas folhas de mudas de *Amburana acreana*, submetidas a diferentes níveis de salinidade

Trat. (dS.m ⁻¹)	Cu	Fe	Mn	Zn	B	Na
1,41	4,42 b	20,45 a	23,80 a	6,61 b	550,60 a	787,50 d
2,50	5,90 b	18,26 a	8,80 b	7,56 b	501,59 a	2671,87 d
4,50	6,78 ab	18,26 a	5,74 c	7,71 b	320,96 b	5737,50 c
6,45	12,09 a	20,45 a	1,70 d	11,09 a	392,23 b	10321,88 b
8,33	5,30 b	22,37 a	1,70 d	10,80 a	393,25 b	15553,13 a
CV	78,80	23,77	31,94	34,81	21,19	30,39
F	4,96**	2,14ns	188,01**	7,20**	16,41**	125,9897**

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey 5%.

As maiores concentrações de Cu foram observadas na parte radicular das mudas de *A. acreana*, destacando-se os tratamentos 1 (1,41 dS.m⁻¹) e 5 (8,33 dS.m⁻¹), os outros foram considerados iguais. Na parte aérea, as maiores concentrações foram no T4 (6,45 dS.m⁻¹), sendo que, somente neste tratamento se observou concentrações de Cu dentro da faixa adequada segundo Malavolta et al. (1997), entre 10 e 70 mg/kg.

As maiores concentrações de Fe foram verificadas na parte radicular das mudas de *A. acreana*, tendo sido maior no tratamento 1 (1,41 dS.m⁻¹). Na parte aérea não houve diferença significativa entre os tratamentos, além disso, nenhum proporcionou concentrações adequadas de Fe segundo recomendação de Malavolta et al. (1997), entre 25 e 200 mg/kg. O que é interessante ressaltar devido às funções do Fe nos processos metabólicos da planta, como a fotossíntese.

Tabela 6. Concentração de micronutrientes, em mg/kg, na parte radicular de mudas de *Amburana acreana*, submetidas a diferentes níveis de salinidade

Trat. (dS.m ⁻¹)	Cu	Fe	Mn	Zn	B	Na
1,41	18,87 a	77,78 a	115,65 a	14,49 a	651,12 a	4.725,00 d
2,50	10,22 b	27,34 b	105,51 a	3,33 b	380,45 b	28.050,00 c
4,50	12,58 b	22,95 b	91,01 a	1,96 b	279,55 b	43.858,33 b
6,45	9,43 b	28,80 b	73,62 a	1,37 b	368,16 b	43.200,00 b
8,33	21,23 a	36,84 b	89,56 a	2,35 b	191,89 b	55.100,00 a
CV	24,11	42,50	28,28	55,19	27,04	7,76
F	13,8110**	11,09**	2,15ns	27,17**	11,61**	308,2864**

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey 5%.

Como ocorrido com as concentrações de Cu e de Fe, as maiores concentrações de Mn foram observadas na parte radicular das mudas de *A. acreana* sem diferença estatística entre os tratamentos. Enquanto que, na parte aérea, as maiores concentrações de Mn foram observadas em T1 (1,41 dS.m⁻¹), porém, todos os tratamentos apresentaram valores abaixo do ideal segundo Larcher (2000) que recomenda entre 30 a 50 mg/kg. No entanto, T1 estaria dentro da faixa de Mills & Jones (1996) entre 10 e 200 mg/kg de Mn. Essa

adequação nutricional se torna importante pelo fato de que o Mn está presente na clorofila e participa do metabolismo energético respiratório (Taiz & Zeiger, 2004), por isso, está ligado ao crescimento e desenvolvimento iniciais das plantas.

As concentrações de Zn foram maiores na parte aérea das mudas de *A. acreana*, contrariamente ao ocorrido com Fe, Cu e Mn, com os maiores valores nos tratamentos 4 (6,45 dS.m⁻¹) e 5 (8,33 dS.m⁻¹). No entanto, segundo Malavolta (1980), a concentração de Zn está adequada quando alcançar 20 mg/kg. Nesse caso, nenhum tratamento proporcionou concentrações adequadas de Zn. Na parte radicular as maiores concentrações foram verificadas em T1 (1,41 dS.m⁻¹).

As maiores concentrações de B na parte aérea das mudas foram observadas nos tratamentos 1 (1,41 dS.m⁻¹) e 2 (2,50 dS.m⁻¹). Segundo Mills e Jones (1996) as concentrações de B devem ser de 20 mg/kg, porém, todos os tratamentos proporcionaram concentrações acima da recomendada. Enquanto que, na parte radicular as maiores concentrações de B foram verificadas no T1.

As concentrações de Na aumentaram com o aumento da salinidade, como também observado por Freire et al. (2010) e Souza (2013), tendo sido maiores na parte radicular das mudas de *A. acreana*. Silva et al. (2000) também observaram aumento nas concentrações de Na. O que sugere que a espécie *A. acreana* não apresenta mecanismo de exclusão de Na após sua absorção mediante o antiporte Na⁺/H⁺ no plasmalema das células radiculares. Tampouco mecanismos que evitem o transporte desse cátion para as folhas. Porém, parece apresentar mecanismo de compartimentalização no sistema radicular, reduzindo a translocação de Na⁺ para a parte aérea. Assim como observado em mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. e *Swietenia macrophylla* King, por Souza (2013).

Portanto, a adição de NaCl no substrato influenciou negativamente na absorção e distribuição de nutrientes em mudas de *A. acreana*, principalmente N, K, Ca, Mg, Fe, Mn e Zn. Observando-se ainda, dificuldades na redistribuição

de P e de K para a parte aérea das mudas. Enquanto que, houve aumento nas concentrações de S e de B. E, concentrações adequadas de P, dependendo do nível de NaCl.

CONCLUSÃO

Teores salinos superiores a 2,50 dS.m⁻¹ limitam o crescimento e desenvolvimento das mudas de *Amburana acreana*.

A salinidade afeta negativamente a disponibilidade e distribuição do nutriente em mudas de *Amburana acreana*. Reduzindo as concentrações de N, K, Ca, Mg, Fe, Mn e Zn e dificultando a distribuição de P e de K para a parte aérea das mudas.

Os resultados obtidos sugerem que a *Amburana acreana* não apresenta mecanismo de exclusão ao Na.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, P. E. R. Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Embrapa - CNPF/SPI. Colombo: 1994. 640p.

CARVALHO, P. E. R. Cerejeira-da-amazônia: *Amburana acreana*. Embrapa Colombo: PR, 2007. 6p. (Circular Técnica nº 134)

COSTA, D. M. A. Impactos do estresse salino e da cobertura morta nas características químicas do solo e no desenvolvimento do amarantho. 2007. 124f. Tese (Doutorado em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2007.

DEVITT, D. A.; BOWMAN, D. C.; SCHULTE, P. J. Response of *Cynodon dactylon* to prolonged water deficits under saline conditions. *Plant and Soil*, Dordrecht, v. 148, n. 2, p. 239-251, jan., 1993.

DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white

pine seedlings stock in nurseries. *The Forestry Chronicle*, v. 36, n. 1, p. 10-13, mar., 1960.

ESSA, T. A. Effect of salinity stress on growth and nutrient composition of three soybean (*Glycine max* L. Merrill) cultivars. *Journal of Agronomy Crop Science*, v. 188, n. 2, p. 86-93, apr., 2008.

FERNANDES, A. R.; CARVALHO, J. G.; CURI, N.; PINTO, J. E. B. P.; GUIMARÃES, P. T. G. Nutrição mineral de mudas de pupunheira sob diferentes níveis de salinidade. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 37, n.11, p. 1613-1619, nov., 2002.

FERREIRA, P. A.; GARCIA, G. O.; NEVES, J. C. L.; MIRANDA, G. V.; SANTOS, D. B. Produção relativa do milho e teores foliares de nitrogênio, fósforo, enxofre e cloro em função da salinidade do solo. *Ciência Agrônômica*, v. 38, n. 1, p. 7-16, 2007.

FREIRE, A. L. O.; RODRIGUES, T. J. D. A. salinidade do solo e seus reflexos no crescimento, nodulação e teores de N, K e Na em leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Vit.). *Engenharia Ambiental*, v.6, n.2, p.163-173, mai/ago, 2009.

FREIRE, A. L. O.; SOUSA FILHO, G. M.; MIRANDA, J. R. P.; SOUTO, P. C.; ARAÚJO, L. V. C. Crescimento e nutrição mineral do nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) e cinamomo (*Melia azedarach* Linn.) submetidos à salinidade. *Ciência Florestal*, v.20, n.2, p.207-215, abr./jun., 2010.

FREITAS, R. M. O.; NOGUEIRA, N. W.; OLIVEIRA, F. N.; COSTA, E. M.; RIBEIRO, M. C. C. Efeito da irrigação com água salina na emergência e crescimento inicial de plântulas de Jucá. *Revista Caatinga*, v. 23, n. 3, p. 54-58, jul./set., 2010.

GARCIA, G. O.; MARTINS FILHO, S.; REIS, E. F.; MORAES, W. B.; NAZÁRIO, A. A. Alterações químicas de dois solos irrigados com

água salina. *Revista Ciência Agrônômica*, v. 39, n. 1, p. 7-18, Jna./mar., 2008.

GARG, V. K. Interaction of tree crop with sodic soil environment: Potential for rehabilitation of degraded environments. *Land Degradation & Development*, v. 9, n. 1, p. 81-93, jan./febr., 1998.

GARG, V. K. Leguminous trees for rehabilitation of sodic wasteland in northern India. *Restoration Ecology*, v. 7, n. 3, p. 281-287, sept., 1999.

GHEYI, H. R.. Problemas de salinidade na agricultura irrigada. In: OLIVEIRA, T, ASSIS JR., R.N. ROMERO, R. E.; SILVA, J. R. C. *Agricultura, sustentabilidade e o semi-árido*. Viçosa: SBCS, 2000, p. 329-345.

GONÇALVES, J. L. M; SANTARELLI, E. G; MORAES NETO, S. P; MANARA, M. P. Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. *Nutrição e fertilização florestal*. Piracicaba: IPEF, 2000. cap. 11, p. 309-350.

GRATTAN, S. R.; GRIEVE, C. M. Salinity-mineral nutrient relations in horticultural crops. *Scientia Horticulturae*, v. 78, n. 1-4, p. 127-157, nov., 1999.

JEFFREY, W. D.; IZQUIERDO, J. Frijol: fisiología del potencial del rendimiento y la tolerancia al estresé. Santiago: FAO, 1989. 91p.

LARCHER, W. *Ecofisiologia Vegetal*. São Carlos: Rima, 2000. 531p.

MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: CERES, 1980. 251p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, A. S. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. Piracicaba: POTAFOS. 1989. 201p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S.A. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

MARTINS, C. P. Cultivo hidropônico de bananeiras (*Musa sp.*) submetidas ao estresse salino: aspectos fisiológicos e bioquímicos. 2007. 48f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2007.

MIRANDA, J. R. P.; CARVALHO, J. G.; FERNANDES, A. R.; PAIVA, H. N. Produção de massa seca e acúmulo de nutrientes e Na por plantas de moringa (*Moringa oleifera* Lam.) cultivadas em solução nutritiva com diferentes níveis de NaCl. *Revista Ciência Agrária*, n. 47, p. 187-198, jan./jun., 2007.

MEURER, E. J. *Fundamentos de química do solo*. Porto Alegre: EVANGRAF, 2006. 285p.

MILLS, H. A.; JONES JUNIOR, J. B. *Plant analysis handbook II*. 2nd ed. Athens: Micro-Macro, 1996. 422p.

MISHRA, A.; SHARMA, S. D.; KHAN, G. H. Improvement in physical and chemical properties of sodic soil by 3, 6 and 9 years old plantations of *Eucalyptus tereticornis*: Bio rejuvenation of sodic soil. *Forest Ecology and Management*, v. 184, n. 1-3, p. 115-124, oct., 2003.

NERY, A. R.; RODRIGUES, L. N.; SILVA, M. B. R.; FERNANDES, P. D.; CHAVES, L. H. G.; DANTAS NETO, J.; GHEYI, H. R. Crescimento do pinhão-mansão irrigado com águas salinas em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 13, n. 5, p. 551-558, set./out., 2009.

NOGUEIRA, N. W.; LIMA, J. S. S.; FREITAS, R. M. O.; RIBEIRO, M. C. C.; LEAL, C. C. P.;

PINTO, J. R. S. Efeito da salinidade na emergência e crescimento inicial de plântulas de flamboyant. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 34, n. 3, p. 466-472, 2012.

QADIR, M.; STEFFENS, D.; YAN, F.; SCHUBERT, S. Sodium removal from a calcareous saline-sodic soil through leaching and plant uptake during phytoremediation. *Land Degradation and Development*, v. 14, n. 3, p. 301-307, may/jun., 2003.

QADIR, M.; OSTER, J. D.; SCHUBERT, S.; NOBLE, A. D.; SAHRAWAT, K. L. Phytoremediation of sodic and saline-sodic soils. *Advance in Agronomy*, n. 96, p. 197-247, 2007.

ROMEIRO, S.; LAGÔA, A. M. M. A.; FURLANI, P. R.; ABREU, C. A.; PEREIRA, B. F. F. Absorção de chumbo e potencial de fitorremediação de *Canavalia ensiformes* L. *Bragantia*, v. 66, n. 2, p. 327-334, 2007.

SANTOS, R. V. Correção de um solo salino-sódico e absorção de nutrientes pelo feijoeiro (*Vigna unguiculata* (L.) WALD). 1995. 120f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1995.

SARRUGE, J. R. Soluções nutritivas. *Summa Phytopathologica*, v. 1, n. 3, p. 231-233, 1975.

SHANNON, M. C.; CRIEVE, C. M.; FRANCOIS, L. E. Whole Plant Response to Salinity. In: WILKIMAN, R. E. *Plant Environment Interactions*. New York: Marcel Dekker, 1994. p.199-244.

SILVA, F. A. M.; MELLONI, R.; MIRANDA, J. R. P.; CARVALHO, J. G. Efeito do estresse salino sobre a nutrição mineral e o crescimento de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) cultivadas em solução nutritiva. *Cerne*, v. 6, n. 1, p. 52-59, 2000.

SILVA, M. B. R.; BATISTA, R. C.; LIMA, V. L. A.; BARBOSA, E. M.; BARBOSA, M. F. N. Crescimento de plantas jovens da espécie florestal favela (*Cnidiosculus phyllacanthus* Pax & K. Hoffm.) em diferentes níveis de salinidade da água. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v.5, n.2, sp., jul./dez., 2005.

SILVA, M. B. R.; VIÉGAS, R. A.; DANTAS NETO, J.; FARIAS, S. A. R. Estresse salino em plantas da espécie florestal sabiá. *Caminhos de Geografia*, v. 10, n. 30, p. 120-127, jun., 2009.

SINGH, G.; SINGH, T.; BHOJVAID, P. P. Amelioration of sodic soils by tree for wheat and oat production. *Land Degradation & Development*, v. 9, n. 5, p. 453-462, sept./oct., 1998.

SOUZA, R. S. Potencial de espécies florestais nativas na fitoextração de sais. 2013. 63f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) - Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2013.

SU, N.; BETHUNE, M.; MANN, L.; HEUPERMAN, A. Simulating water and salt movement in tile drained fields irrigated with saline water under a Serial Biological Concentration Management Scenario. *Agricultural Water Management*, v. 78, n. 3, p. 165-180, dec., 2005.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Fisiologia vegetal*. 3.ed. Porto Alegre: ARTMED, 2004. 719p.

TOBE, K.; LI, X.; OMASA, K. Seed germination and radicle growth of a halophyte, *Kalidium capsicum* (Chenopodiaceae). *Annals of Botany*, v. 85, n. 3, p. 391-396, 2000.

VAN HOORN, J. W.; KATERJI, N.; HAMDY, A.; MASTRORILLI, M. Effect of salinity on yield and nitrogen uptake of four legumes and on biological nitrogen contribution from the soil. *Agricultural Water Management*, v. 51,

n. 2, p. 87-98, oct., 2001.

VIEIRA, D. B. *As técnicas de irrigação*. São Paulo: Globo, 1989. 283p.

IDENTIFICAÇÃO DE FUNGOS TOXIGÊNICOS E SUAS RESPECTIVAS TOXINAS EM UVAS PASSAS ESCURAS COMERCIALIZADAS EM VOTUPORANGA-SP

Ana Fernandes Santos¹

Yasmim Martins Silva¹

Cátia Rezende¹

Christiane de Oliveira Jordão¹

RESUMO

As micotoxinas são metabólitos secundários produzidos por alguns fungos filamentosos que possuem propriedades tóxicas. A principal via de exposição a essa toxina é normalmente através da ingestão de alimentos contaminados, mesmo que sejam em pequenas quantidades, mas de forma contínua podem levar ao seu acúmulo no organismo podendo causar uma intoxicação e afetando muitos órgãos e sistemas, principalmente o fígado, rins e sistema nervoso. As micotoxinas mais frequentemente detectadas são produzidas por fungos dos gêneros *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*. As uvas passas são produtos obtidos a partir da perda parcial da água da fruta madura por secagem, apresentando alto teor de açúcar e baixa atividade de água, fato que favorece o crescimento de fungos, principalmente *A. niger* e *A. carbonarius* que produzem esporos resistentes ao processamento das mesmas. Este estudo teve por objetivo realizar o isolamento e identificação de fungos produtores de micotoxinas e suas respectivas toxinas em uvas passas escuras a granel e embaladas no próprio estabelecimento comercial, utilizando os métodos de microcultivo e cromatografia em camada delgada comparativa. Foram detectadas a presença de *A. niger*, *Penicillium* spp e *A. flavus*, os primeiros, produtores de ocratoxinas e o último de aflatoxinas. Portanto, a pesquisa demonstrou a contaminação por fungos toxigênicos nas amostras coletadas em 82% dos estabelecimentos avaliados.

Palavras-chave: Uvas Passas; Intoxicação; Micotoxinas.

¹Departamento de Biomedicina. Centro Universitário de Votuporanga – UNIFEV
e-mail: fernandes.anaah@yahoo.com.br