



## Concentração de macronutrientes e de sódio em mudas de mogno submetidas ao estresse salino

Roberta Santos SOUZA<sup>1\*</sup>, Oscarlina Lúcia dos Santos WEBER<sup>2</sup>,  
José Fernando SCARAMUZZA<sup>2</sup>, Edilene Silva RIBEIRO<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa Pós-Graduação em Ciências Florestais, Universidade de Brasília, Campus Darcy Ribeiro, Brasília, DF, Brasil.

<sup>2</sup> Departamento de Solos e Engenharia Rural, Universidade Federal de Mato Grosso - UFMT, Cuiabá, Mato Grosso, Brasil.

\*E-mail: robertasantoz@gmail.com

Recebido em novembro/2016; Aceito em dezembro/2016.

**RESUMO:** Objetivo deste estudo foi de avaliar o efeito do estresse salino na morfologia, na produção de massa seca, no acúmulo de macronutrientes, de sódio e identificar a sintomatologia visual em mudas de *Swietenia macrophylla*. O experimento foi realizado em casa de vegetação, onde as mudas foram submetidas a 5 níveis de salinidade (1,73; 2,40; 4,11; 6,49 e 8,37 dS m<sup>-1</sup>). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com 5 tratamentos e 5 repetições. Os resultados foram submetidos a análise de variância e as médias submetidas ao teste de Dunnett à 5%. As mudas de *Swietenia macrophylla* apresentaram sintomas de salinidade semelhante ao encontrado na literatura e facilmente caracterizado. O aumento do nível de salinidade até a condutividade elétrica de 6,49 dS m<sup>-1</sup> não prejudicou o crescimento em altura, em diâmetro do colo das mudas, a produção de massa seca da parte aérea e radicular e o IQD da espécie. As mudas de *Swietenia macrophylla*, tendem a aumentar os teores de Na<sup>+</sup> sem reduzir os teores de macronutrientes.

**Palavras-chave:** salinidade, nutrição mineral, características biométricas.

### Concentration of sodium and macronutrients mahogany dumb submitted to salt stress

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the effect of saline stress on morphology, dry mass production, macronutrient accumulation, sodium and to identify visual symptomatology in *Swietenia macrophylla*. The experiment was carried out in greenhouse, where the seedlings were submitted to 5 salinity levels (1.73, 2.40, 4.11, 6.49 and 8.37 dS m<sup>-1</sup>). The experimental design was completely randomized with 5 treatments and 5 replicates. The results were submitted to analysis of variance and the means submitted to the Dunnett test at 5%. The seedlings of *Swietenia macrophylla* showed salinity symptoms similar to those found in the literature and easily characterized. The increase in the salinity level up to the electrical conductivity of 6.49 dS m<sup>-1</sup> did not affect the growth in height, diameter of the colon of the seedlings, dry mass of shoot and root and IQD of the species. The seedlings of *Swietenia macrophylla* tend to increase Na<sup>+</sup> contents without reducing macronutrient contents.

**Keywords:** salinity, mineral nutrition, biometric characteristics.

## 1. INTRODUÇÃO

A expansão das fronteiras agrícolas associada a técnicas que não visam, aplicação suficiente de água na irrigação, conservação da capacidade produtiva do solo em conjunto com excessiva fertilização podem provocar o surgimento de áreas afetadas por sais.

O aumento dos níveis de sais nas camadas superficiais do solo pode afetar negativamente o crescimento das plantas, e sua produtividade ao ponto de levá-la à morte. Os sais acumulam-se na zona radicular, em concentrações elevadas, suficientes para restringir a absorção de água pela planta. Isso pode provocar estado de deficiência hídrica, e sintomas muito semelhantes aos provocados pela estiagem (LANNETTA e COLONNA, 2006; AYERS e WESTCOT, 1999). Além dos problemas

hídricos, o acúmulo de sais no tecido vegetal produz efeitos deletérios ao metabolismo vegetal (MUNNS e TESTER, 2008). A salinidade pode inibir o crescimento das plantas através do acúmulo excessivo do íon no tecido vegetal, ocasionando toxicidade iônica, desequilíbrio nutricional e mudanças nas relações hídricas, essa por sua vez, pode causar dois tipos de estresse nos tecidos das plantas: osmótico e iônico (ZHU, 2007; PESSARAKLI, 2010;). O componente osmótico – resultante da elevada concentração de solutos na solução do solo, provoca déficit hídrico pela redução do potencial osmótico; o componente iônico – decorrente dos elevados teores de Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup>, e da alterada relação Na<sup>+</sup>/ K<sup>+</sup> (MENDES, 2009).

Para a utilização de solos com excesso de sais, com vistas à produção agrícola ou florestal, é necessária a aplicação de práticas de correção, que podem se constituir na lixiviação de

sais e/ou, uso de corretivos químicos (MENDONÇA, 2007). Essas práticas envolvem alto custo e não resolvem, efetivamente, o problema. Alternativas baseiam-se na utilização de espécies tolerantes à salinidade, tanto para reabilitação do solo quanto para produção (SU et al., 2005). Dessa maneira, conhecer como diferentes espécies vegetais respondem à salinidade nas distintas fases de crescimento é crucial para garantir o sucesso dos plantios em áreas afetadas por sais.

O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito do estresse salino na morfologia, na produção de massa seca, nos teores de macronutrientes, de sódio e identificar a sintomatologia visual de estresse salino em Mogno (*Swietenia macrophylla*).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na casa de vegetação da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMEV) da universidade Federal de Mato Grosso (Cuiabá-MT), de março a outubro de 2012.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizados com cinco níveis de salinidade (1,73; 2,40; 4,11; 6,49 e 8,37 dS m<sup>-1</sup>) e cinco repetições. Cada repetição foi constituída por uma muda.

As mudas foram produzidas com sementes adquiridas no campus UFMT- Cuiabá. A semeadura foi realizada em tubetes de 50 cm<sup>3</sup>, preenchidos com substrato comercial Plantimax®. Aos 30 dias, realizou-se o transplante das mudas para tubos de PVC de 10 cm diâmetro por 20 cm de altura, preenchidos com areia de piscina. Após o transplantio as mudas foram submetidas por 90 dias a aplicação de 50 mL de solução com diferentes de níveis de salinidade.

À solução nutritiva utilizada conforme Sarruge (1975) foi adicionado NaCl, em diferentes quantidades para obtenção dos níveis de salinidade (Tabela 1). Como base no valor de 4 dS m<sup>-1</sup> de condutividade elétrica, pois, segundo Shannon et al. (1994), valores maiores podem reduzir a produtividade da maioria das espécies vegetais.

Os sintomas de salinidade foram verificados diariamente e descritos semanalmente. Aos 90 dias, final do experimento, foi realizada a medição das mudas, sendo verificados: altura da parte aérea (H), em cm, com régua graduada, diâmetro do coleto (DC), em mm, com paquímetro digital, medida realizada rente ao substrato; e biomassa da parte aérea (MSPA) e radicular (MSR).

Aos 90 dias, as mudas foram removidas dos tubos de PVC, lavadas com água destilada, seccionadas em parte aérea e radicular, colocadas em sacos de papel e secas em estufa de circulação de ar forçado a 65°C, até atingir peso constante. O material seco foi pesado em balança analítica, após a pesagem foram moídas no moinho do tipo Wiley e acondicionadas em sacos plásticos. Após obtenção da altura e diâmetro do coleto e massa aérea e radicular, calculou-se o índice de qualidade de Dickson et al. (1960).

Tabela 1. Volume de NaCl, na concentração 2 M, necessário para promover os níveis de salinidade nos tratamentos.

Table 1. Volume of NaCl, in the concentration 2 M, necessary to promote the salinity levels studied.

Condutividade elétrica (dS m <sup>-1</sup> )	mL de NaCl (2M)/L	Concentração (mmol L <sup>-1</sup> )	Concentração de Na (g L <sup>-1</sup> )
1,73 (Testemunha)	0	0	0
2,40	5	0,01	0,23
4,11	15	0,03	0,69
6,49	25	0,05	1,15
8,37	35	0,07	1,61

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

As amostras moídas foram submetidas à digestões em solução nitro-perclórica e sulfúrica, conforme Malavolta et al. (1997), e posteriormente determinaram-se os teores de N por semi-micro Kjeldahl; P por colorimetria do metavanadato; S por turbidimetria do sulfato de bário; Na e K fotometria de chama de emissão; Ca + Mg por titulação complexométrica e EDTA, e os teores dos mesmos foram obtidos por diferença ao separar o cálcio do magnésio

Os resultados foram submetidos aos testes de normalidade e de homogeneidade. Quando os dados atenderam, o pressuposto da normalidade, foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Dunnet a 5 % de probabilidade, utilizando-se o Assistat 7.5 Beta.

## 3. RESULTADOS

### 3.1. Atributos morfológicos

A altura, o diâmetro do coleto e a produção de massa seca de mudas de mogno submetidas a diferentes concentrações de NaCl em solução nutritiva são apresentados na Tabela 2. De acordo com as avaliações, não houve diferença no crescimento em altura, provavelmente porque, essa não foi uma característica sensível à salinidade. Por outro lado, na MSPA, na MSR e no diâmetro do coleto houve diferença significativa ao nível de 95% de probabilidade. A redução no crescimento em altura em relação á condutividade de 1,73 dS m<sup>-1</sup> nas condutividades de 2,40; 4,11; 6,49; 8,37 dS m<sup>-1</sup>, foi de 3,0%; 5,8%; 6,0% e 18,0%, respectivamente.

Na produção de massa seca da parte aérea e radicular houve diferenças em relação ao tratamento controle com a maior concentração de NaCl. Na condutividade de 8,37 dS m<sup>-1</sup>, maior nível de salinidade, houve redução de 58,0% na massa seca da parte aérea e 35% na da raiz.

Tabela 2. Altura, diâmetro de coleto (DC), produção de massa seca nas partes aérea (MSPA) e radicular (MSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) em mudas de *Swietenia macrophylla* em solução com diferentes níveis de salinidade.

Table 2. Height, stem diameter (DC), production of dry mass in aerial parts (MSPA) and root dry mass (MSR) and Dickson quality index (IQD) production in *Swietenia macrophylla* seedlings in solution with different levels of salinity.

Cond. (dS m <sup>-1</sup> )	Atributos morfológicos				
	Altura (cm)	DC (mm)	MSPA (g)	MSR (g)	IQD
1,73	23,10	4,10	3,63	1,26	0,58
2,40	22,40	4,38	3,48	1,14	0,56
4,11	21,76	3,74	2,60	0,91	0,40
6,49	21,70	3,76	2,71	0,96	0,42
8,37	18,92	3,32*	1,52 *	0,82*	0,30*
CV%	25,56	25,52	13,95	8,67	24,54

\*Médias estatisticamente diferentes do tratamento de referência (1,73 dS m<sup>-1</sup>) pelo teste de Dunnet a 5%.

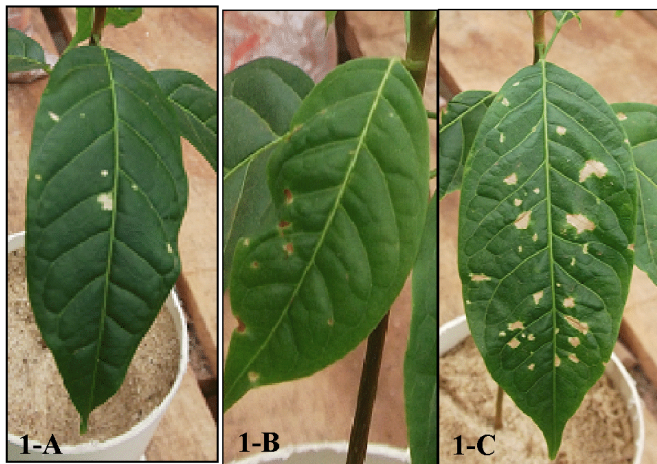
O IQD apresentou diferença entre as condutividades de 1,70 dS m<sup>-1</sup> (tratamento de referência) e 8,37 dS m<sup>-1</sup>, havendo redução de 48,3% em relação ao tratamento de 1,70 dS m<sup>-1</sup>.

### 3.2. Descrição da Sintomatologia Visual

Aos 10 dias de aplicação da solução salina observaram-se, em todas as mudas de mogno independentemente do nível salino, pontos esbranquiçados (Figura 1-A) que foram elevando-se a pontos amarronzados (Figura 1-B) tornando-se necrosado no limbo foliar (Figura 1-C) nas folhas mais velhas.

Aos 30 dias as folhas mais novas apresentaram formação irregular do limbo foliar (Figura 2-A) e retração do limbo foliar com manchas avermelhadas na nervura central (Figura 2-B) e em alguns casos apresentaram a lamina foliar encarquilhada (Figura 1-C).

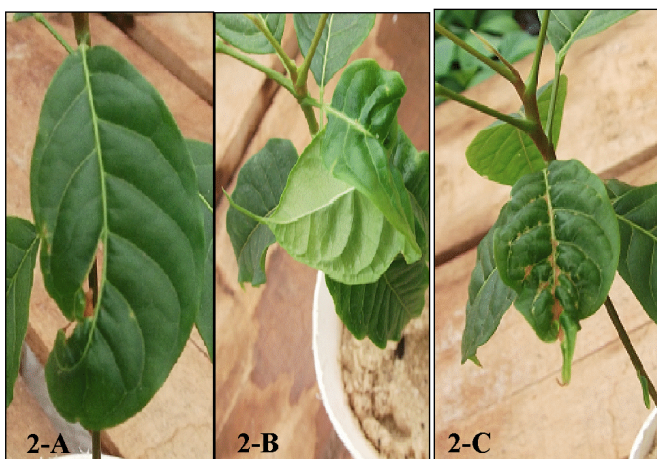
Aos 60 dias, as folhas apresentaram retração do limbo foliar (Figura 3-A), coloração verde claro e verde escuro internerval



Fonte: Autor.

Figura 1. Sintomas de estresse salino no mogno nas diferentes condutividades testadas, 1-A: 1,73 dS m<sup>-1</sup>, 1-B:4,11 dS m<sup>-1</sup>, 1-C: 6,49 dS m<sup>-1</sup>.

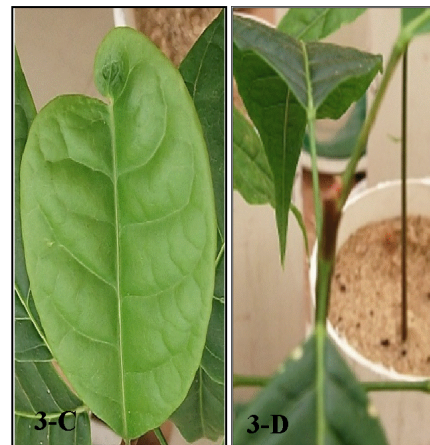
Figure 1. Symptoms of saline stress in mahogany in the different conductivities tested, 1-A: 1.73 dS m<sup>-1</sup>, 1-B: 4.11 dS m<sup>-1</sup>, 1-C: 6.49 dS m<sup>-1</sup>.



Fonte: Autor.

Figura 2. Sintomas de estresse salino no mogno nas diferentes condutividades testadas, 2-A: 2,40 dS m<sup>-1</sup>, 2-B:4,11 dS m<sup>-1</sup>, 2-C: 8,37 dS m<sup>-1</sup>.

Figure 2. Symptoms of salt stress in mahogany in the different conductivities tested, 2-A: 2.40 dS m<sup>-1</sup>, 2-B: 4,11 dS m<sup>-1</sup>, 2 C: 8,37 dS m<sup>-1</sup>.



Fonte: Autor.

Figura 3. Sintomas de estresse salino no mogno nas diferentes condutividades testadas, 3-A: 6,49 dS m<sup>-1</sup>, 3-B:8,37 dS m<sup>-1</sup>, 3-C: 1,73 dS m<sup>-1</sup>, 3-D: 2,40 dS m<sup>-1</sup>.

Figure 3. Symptoms of salt stress in mahogany in the different conductivities tested, 3-A: 6,49 dS m<sup>-1</sup>, 3-B:8,37 dS m<sup>-1</sup>, 3-C: 1,73 dS m<sup>-1</sup>, 3-D: 2,40 dS m<sup>-1</sup>.

(Figura 3-B), formação abaloada com retração da ponta (Figura 3-C), algumas apresentaram morte da gema terminal (Figura 3-D).

### 3.3. Concentração de macronutrientes e de sódio em mudas de mogno

Os valores médios das concentrações dos macronutrientes e de sódio na parte aérea e radicular encontram-se na Tabela 3. Na parte aérea a concentração de N foi semelhante ao encontrado na parte radicular, não diferindo da testemunha.

A salinidade não afetou os teores de Mg mantendo-se quase constante.

## 4. DISCUSSÃO

### 4.1. Atributos morfológicos

As mudas de mogno podem ter minimizado a entrada de sódio na planta e a concentração no citoplasma, promovendo o ajustamento osmótico de suas folhas pelo acúmulo de solutos, garantindo assim a turgescência celular e, conseqüentemente, o crescimento (FREIRE et al., 2010).

Observou-se diferença significativa no diâmetro do coleto com o aumento da concentração de NaCl a 8,37 dS m<sup>-1</sup>. Segundo Sun et al., (2009) e Yao et al. (2010) é possível haver diferença

Tabela 3. Concentrações de macronutrientes: nitrogênio (N), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P), enxofre (S) e sódio (Na) em  $\text{g kg}^{-1}$ , nas partes aérea e radicular de mudas de *Swietenia macrophylla*, sob diferentes concentrações de NaCl.

Table 3. Concentrations of macronutrients: nitrogen (N), potassium (K), calcium (Ca), magnesium (Mg), phosphorus (P), sulfur (S) and sodium (Na) in  $\text{g kg}^{-1}$ , the aerial and root portions of *Swietenia macrophylla* seedlings under different concentrations of NaCl.

Cond. (dS m <sup>-1</sup> )	Concentração na parte aérea (g kg <sup>-1</sup> )						
	N	K	Ca	Mg	P	S	Na
1,73	14,45	11,38	4,74	13,20	20,36	4,39	3,91
2,40	14,33	11,51	4,80	12,00	20,19	4,59	6,66*
4,11	14,22	10,66	4,82	10,80	21,74	4,53	8,54*
6,49	12,99	10,46	4,78	10,80	22,85	3,66	10,51*
8,37	13,21	10,33	4,80	9,80	23,86	2,37*	9,85*
CV%	23,08	14,99	1,02	22,57	12,62	25,91	19,92

Cond. (dS m <sup>-1</sup> )	Concentração na parte radicular (g kg <sup>-1</sup> )						
	N	K	Ca	Mg	P	S	Na
1,73	14,56	11,20	4,72	3,60	16,95	4,49	5,89
2,40	14,89	9,90	4,68	3,60	20,28	3,23	11,83*
4,11	11,64	9,05	4,60	3,30	20,02	4,17	11,50*
6,49	14,56	13,47	4,78	3,60	15,85	2,92	11,44*
8,37	14,56	14,34	4,68	3,60	16,35	3,41	11,83*
CV%	23,56	19,46	1,59	26,12	19,02	29,19	23,63

\*Médias estatisticamente diferentes do tratamento de referência (1,73 dS m<sup>-1</sup>) pelo teste de Dunnett a 5%.

do efeito da salinidade entre espécies de plantas, e entre estádios desenvolvimento de um mesmo genótipo. Conforme Nery et al. (2009) decréscimo no diâmetro do coleto, em relação ao crescimento, o caule é mais sensível que o crescimento em altura.

Sudério et al. (2011) observaram correlações entre crescimento do caule com as variações das atividades galactosidásicas, essas enzimas atuam sobre os componentes da parede celular, promovendo o afrouxamento, seguido do alongamento celular, o estresse salino retarda as atividades  $\alpha$ - e  $\beta$ -galactosidásicas da parede celular ou afetando diretamente a expressão gênica dessas enzimas, inibindo sua atividade na parede celular, desse modo inibe ou retarda o crescimento do caule.

Silva et al. (2005) observaram em mudas de favela, que o nível mais alto de salinidade 6 dS m<sup>-1</sup> reduziu a produção 45,40% da MSPA e de 66,80% na MSR, tendência essas semelhantes a este estudo. De acordo com Azevedo Neto e Tobosa (1998), o excesso de salinidade é capaz de promover decréscimos significativos na produção de matéria seca da parte aérea e raiz.

O índice de qualidade de Dickson indicou que a produção de mogno pode ser feita tanto na condutividade elétrica de 1,70 dS m<sup>-1</sup> quanto na 8,37 dS m<sup>-1</sup>. Os valores do IQD variaram de 0,58 a 0,30, estabelecendo como valor mínimo de 0,20, conforme recomendado por Hunt (1990). Assim as mudas de mogno para todos os níveis de salinidade estudados tiveram a qualidade necessária para serem plantadas.

A redução no crescimento do diâmetro do coleto, na produção de MSPA e de MSR, segundo Larcher (2000) sob estresse salino, como em muitos outros estresses abióticos, o crescimento torna-se lento. Essa característica é adaptativa para a sobrevivência sob estresse permitindo que as plantas contenham múltiplos recursos para resistir em condições adversas.

#### 4.2 Descrição da Sintomatologia Visual

Ferreira-Silva et al. (2009), observaram que as folhas de cajueiro sob estresse salino tiveram clorose e pontos necróticos no limbo foliar. Fernandes et al. (2003), avaliando a fitoxidez de NaCl em mudas de pupunheira, verificaram presença de injúrias, como clorose e necrose nas pontas e margens das folhas.

Silva et al. (2000), observaram em mudas de aroeira manchas avermelhadas ao longo das nervuras foliares, inicialmente nas folhas mais velhas, evoluindo para amarelecimento/avermelhamento do limbo foliar, queima das bordas e ápice do limbo e queda da folha em estágio mais avançado.

A morte da gema terminal assemelha-se ao sintoma encontrado por Neves et al. (2004) em mudas de umbuzeiro. De acordo com Munns e Tester (2008). Esses efeitos são devido ao excessivo aumento e translocação dos íons Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> no tecido foliar que proporcionam alterações no potencial osmótico.

#### 4.3 Concentração de macronutrientes e de sódio em mudas de mogno

O efeito da salinidade sobre a concentração de N depende dos níveis de salinidade e o tempo de exposição da planta a salinidade, e da fonte de N empregada, a presença de NaCl afeta a absorção de NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, provavelmente devido ao efeito antagônico com Cl<sup>-</sup>, mas não afeta a absorção de NH<sub>4</sub><sup>+</sup> (FREIRE et al., 2010).

Em relação ao tratamento controle, a absorção de K na parte aérea não foi afetada, o Na por apresentar raio iônico semelhante ao do K é transportado ao interior da membrana plasmática, mesmo ocorrendo sua absorção em valores abaixo do K (CASTRO, 2005). Isso demonstra que o mogno estabeleceu melhor ajuste osmótico no sentido de reduzir os danos às folhas, apresenta mecanismo de controle do transporte de sal, carregando para o xilema mais K<sup>+</sup> do que Na<sup>+</sup>, ocorrendo a compartimentalização do Na no sistema radicular (ALVES et al., 2009).

A salinidade não influenciou os teores Ca na parte aérea e radicular, sugerindo-se que a absorção de N e de Ca contribuíram para minimizar os efeitos da salinidade.

Observou-se maior concentração de P na parte aérea em relação raiz, indicando que o Mg atua também como provável carregador desse nutriente (MALAVOLTA et al., 1997). Segundo Fernandes et al. (2004), os menores teores de P nas folhas estão associados a um balanço mais adequado de cátions e com a omissão de sódio na solução, em função do estresse provocado pelo desbalanço dos cátions na solução, ocorre maior requerimento de P nas folhas para a realização dos processos metabólicos ou maior consumo energético na planta no ajuste osmótico.

O mecanismo de controle do Na<sup>+</sup> apresentado pelo mogno reduziu o efeito antagônico entre o Mg<sup>2+</sup> e Na<sup>+</sup>.

A concentração de S na parte aérea foi alterada no nível mais alto de estresse salino, podendo ter ocorrido devido à competição exercida entre os ânions Cl<sup>-</sup> e o SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, ou pela produção de precipitado insolúvel entre Ca<sup>2+</sup> e SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, influenciando na absorção, consequentemente no transporte de S das raízes para a parte aérea.

As mudas de mogno não conseguiram excluir a absorção do Na. No entanto, sua translocação foi baixa na condutividade de 1,70 e 4,11 dS m<sup>-1</sup>, demonstrando que mesmo a planta não conseguindo excluí-lo totalmente, teve mecanismos de

compartimentalização nas raízes para reduzir os danos nas folhas. Quando o mogno foi submetido a níveis baixos de NaCl, primeiramente concentrou o Na nas raízes, translocando pequenas quantidades para a parte aérea. Com o aumento da salinidade, a planta não conseguiu excluí-lo da parte aérea.

## 5. CONCLUSÕES

As mudas de *Swetenia macrophylla* apresentaram sintomas de salinidade semelhante ao encontrado na literatura e facilmente caracterizado.

O aumento do nível de salinidade até a condutividade elétrica de 6,49 dS m<sup>-1</sup> não prejudicou o crescimento em altura, em diâmetro do coleto, a produção de massa seca da parte aérea e o IQD das mudas *Swetenia macrophylla*.

As mudas de *Swetenia macrophylla* tendem a aumentar os teores de Na<sup>+</sup> em sua estrutura sem reduzir os teores dos macronutrientes.

## 6. AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Capacitação de Profissionais de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro no fornecimento de bolsa de pesquisa;

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais/ UFMT;

A Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária.

## 7. REFERÊNCIAS

- ALVES, F.A.L.; SILVA, S. L. F. da; SILVEIRA, J. A. G. da; PEREIRA, V.L.A. Mecanismos fisiológicos envolvidos com a diminuição de K<sup>+</sup> em raízes de cajueiro causada por NaCl. **Rev. Ciênc. Agron.**, Fortaleza, v. 40, n. 4, p. 588-595, out-dez, 2009.
- AZEVEDO NETO, A.D.; TABOSA, J.N. Avaliação de tolerância à salinidade em cultivares de milho na fase de plântula. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22, Recife, 1998. Resumos. Recife: Associação Brasileira de Milho e Sorgo, 272 p., 1998.
- AYERS, R.S.; WESTCOT, D.W. **A qualidade da água na agricultura**. 2.ed. Campina Grande: UFPB, 1999. 153p. (Estudos FAO. Irrigação e Drenagem, 29). Tradução de H.R. Gheyi, J. F. de Medeiros e F. A. V. Damasceno.
- CASTRO, P.R.C. **Manual de fisiologia: teoria e prática**. Piracicaba, Editora Ceres, 2005, 650 p.
- DICKSON, A.; LEAF, A.L.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. 1960. **The Forestry Chronicle**. Disponível em <pubs.cif-ifc.org>. Acesso em 02 mar 2012.
- FERNANDES, A. R.; CARVALHO, J. G. de; CURI, N; GUIMARÃES, P. de T. G.; PINTO, J. E. B. P. Crescimento de mudas de pupunheira (*Bactris gasipaes* h.b.k) sob diferentes níveis de salinidade. **Ciência Agroecônica**, Lavras, v. 27, n. 2, p. 278-284, mar./abr., 2003.
- FERNANDES, A. R.; CARVALHO, J. G. de; VITORINO, A.C.T.; MIRANDA, J.R.P. de; PAIVA, H.N. de. Absorção de macronutrientes por mudas de pupunheira em função de proporções de variáveis do K, Ca e Na em solução nutritiva. **Rev. Ciênc. Agr.** Belém, n.41, p. 9-23. 2004. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/74808525/Revista-de-Ciencia-Agraria-41>. Acesso em: 20 out 2012.
- FREIRE, A. L. de O.; FILHO, G. M. de S.; MIRANDA, J. R. P. de; SOUTO, P. C.; ARAÚJO, L. V. C. de. Crescimento e nutrição mineral do nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) e cinamomo (*Melia azedarach* Linn.) submetidos à salinidade. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 20, n. 2, p. 207-215, abr.-jun 2010.
- FERREIRA-SILVA, S. L.; VOIGT, E. L.; VIÉGAS, R. A.; PAIVA, J. R. de; SILVEIRA, J. A. G. Influência de porta-enxertos na resistência de mudas de cajueiro ao estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, n.4, p.361-367, abr. 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pab/v44n4/a05v44n4.pdf>. Acesso em: 21 set 2012.
- GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza, INCTsal, 2010, 472 p.
- HUNT, G.A. Effect of Styroblock Design and Copper Treatment on Morphology of Conifer Seedlings. In: Target Seedling Symposium: Proceedings, **Combined Meeting of the Western Forest Nursery Associations**. Roseburg, Oregon. p. 218- 222. 1990.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 531 p. 2000.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2ªed. Piracicaba: POTAFOS, 319 p.1997.
- LANNETTA, M.; COLONNA, M. **Salinisation**. ENEA. Série B. folheto 3. Italia.18 p. 2006.
- MENDES, B.S da S. **Efeitos fisiológicos e bioquímicos do Estresse salino em *Ananas porteanus* Hort Veitch ex C. Koch**. 2009. 50f. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco. Faculdade de Química. Pós-Graduação em Química. 2009.
- MENDONÇA, A. V. R.; CARNEIRO, J. G. de A.; BARROSO, D. G.; SANTIAGO, A. R.; RODRIGUES, L.A.; FREITAS, T. A. S. de. Características biométricas de mudas de *Eucalyptus* sp. sob estresse salino. **R. Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 365-372, 2007.
- MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of Salinity Tolerance. **Rev. Plant Biology**, v.59, p. 651-681. 2008. Disponível em: <http://www.annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911>. Acesso em: 21 jun 2012.
- NEVES, O.S.C.; CARVALHO, J.G. de; RODRIGUES, C.R. Crescimento e nutrição mineral de mudas de umbuzeiro (*spondias tuberosa* arr. cam.) submetidas a níveis de salinidade em solução nutritiva. **Ciência agrotécnica**, Lavras, v. 28, n. 5, p. 997-1006. 2004. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/cagro/v28n5/v28n5a05.pdf> acesso em: 21 set 2012.
- NERY, A.R.; RODRIGUES, L. N.; SILVA, M. B. R.; FERNANDES, P. D.; CHAVES, L. H. G.; NETO, J. D.;
- SARRUGE, J. R. Soluções nutritivas. **Summa Phytopathologica**, Jaguariúna, v.1, n.3, p. 231-233, 1975.
- SHANNON, M.C.; CRIEVE, C.M.; FRANCOIS, L.E. Whole Plant Response to Salinity. In: **Plant Environment Interactions**. Edited by Robert E. Wilkiman. Ed. Marcel Dekker, Inc., New York, p. 199-244, 1994.
- SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. Principal Components Analysis in the Software Assistat-Statistical Attendance. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno, Nevada: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.
- SILVA, M.B.R; MELLONI, R.; MIRANDA, J.R. P. de; Carvalho, J. G. de. Efeito do estresse salino sobre a nutrição mineral e o crescimento de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) cultivadas em solução nutritiva. **Cerne**, Lavras, v. 6, núm. 1, p. 52-59, 2000.

- SILVA, M. B. R.; BATISTA, R. C.; LIMA, V. L. A. de; BARBOSA. E. M.; BARBOSA, M. de F. N. Crescimento de plantas jovens da espécie florestal favela (*Cnidoscopus phyllacanthus* Pax & K. Hoffm) em diferentes níveis de salinidade da água. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 5, n. 2 - 2º Semestre 2005.
- SUDÉRIO, F.B; BARBOSA, G. K. da C.; GOMES-FILHO, E.; ENÉAS-FILHO, J. O estresse salino retarda o desenvolvimento morfofisiológico e a ativação de galactosidases de parede celular em caules de *Vigna unguiculata*. **Acta Botânica Brasilica**, v. 25, n. 1, p. 17-24. 2011. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010233062011000100004&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010233062011000100004&script=sci_abstract&tlng=pt)> acesso em 20 set 2012.
- SUN, J.; DAI, S.; WANG, R.; CHEN, S.; ZHOU, X.; SHEN, X.; ZHENG, X.; ZHANG, Z.; SONG, J.; XU, Y. Calcium mediates root K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> homeostasis in poplar species differing in salt tolerance. **Tree Physiology**, v.29, p. 1175-1186, 2009.
- SU, Y.H.; NORTH, H.; GRIGNON, C.; THIBAUD, J.B.; SENTENAC, H.; VERY, A.A. Regulation by external K<sup>+</sup> in a maize inward shaker channel targets transport activity in the high concentration range. **Plant Cell**, v.17, p.1532-1548. 2005.
- PESSARAKLI, M. **Handbook of Plant and Crop Stress**, 3rd Edition, Revised and Expanded, CRC Press, Taylor & Francis Publishing Company, Florida, 2010. 1215p.
- YAO, X.; HORIE, T.; XUE, S.; LEUNG, H. Y.; KATSUHARA, M.; BRODSKY, D. E.; SCHROEDER, J. I. Differential sodium and potassium transport selectivities of the rice OsHKT2;1 and OsHKT2;2 transporters in plant cells. **Plant Physiology**, Rockville, v. 1, p. 341-355, 2010.
- ZHU, J.K. **Plant Salt stress**. In: **ENCYCLOPEDIA OF LIFE SCIENCES**, John Wiley & Son. 2007. Disponível em: <<http://www.faculty.ucr.edu/~jkzhu/articles/2007/ELS%20Zhu.pdf>>. Acesso em: 14 jun 11.