

CARACTERÍSTICAS BIOMÉTRICAS DE MUDAS DE *Eucalyptus* sp SOB ESTRESSE SALINO¹

Andrea Vita Reis Mendonça², José Geraldo de Araújo Carneiro³, Deborah Guerra Barroso³, Anderson Ribeiro Santiago⁴, Luciana Aparecida Rodrigues⁵ e Teresa Aparecida Soares de Freitas⁶

RESUMO – Para a reabilitação e utilização de áreas afetadas por excesso de sais, é necessário avaliar como as espécies vegetais respondem à salinidade. Assim, o objetivo deste trabalho foi analisar o efeito do aumento da concentração de NaCl sobre características biométricas da parte aérea e sistema radicular de mudas de *E. camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. pellita* e *E. robusta*. O experimento, em casa de vegetação, foi conduzido em vasos de 11,5 L, contendo areia, e irrigados com solução nutritiva. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial com quatro espécies e cinco níveis de salinidade (1,41; 2,50; 4,50; 6,45; e 8,33 dS m⁻¹), em cinco repetições. Avaliaram-se as características biométricas (massa seca, comprimento e diâmetro) da parte aérea e do sistema radicular das mudas. O aumento no nível de salinidade até a condutividade elétrica de 8,33 dS m⁻¹ não prejudicou o crescimento inicial de mudas de *E. tereticornis*, mas causou redução na massa seca de raízes grossas dessa espécie. O crescimento das mudas de *E. camaldulensis*, *E. pellita* e *E. robusta* foi reduzido em resposta ao aumento do nível de salinidade. O *E. tereticornis*, na fase de crescimento inicial, apresenta resistência à salinidade, considerando-se a condutividade elétrica testada de até 8,33 dS m⁻¹. As características comprimento e área de raízes, nas quatro espécies estudadas, não responderam ao aumento do nível de salinidade.

Palavras-chave: NaCl, *Eucalyptus* e sistema radicular.

BIOMETRIC CHARACTERISTICS OF *Eucalyptus* sp. SEEDLINGS UNDER SALINITY STRESS

ABSTRACT – The rehabilitation and use of areas affected by salt excess require to evaluate how plant species respond to salinity. The objective of this work was to evaluate increasing NaCl concentrations on stem and root biometric characteristics of *Eucalyptus camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. pellita* and *E. robusta* seedlings. The experiment was carried out in a greenhouse using containers with 11.5 L of sand irrigated with nutrient solution. The experiment was arranged in a complete randomized and factorial design with the four species and increasing levels of NaCl (1.41; 2.50; 4.50; 6.45; e 8.33 dS.m⁻¹), with five replications. The evaluated biometric characteristics were dry mass, length and diameter of the stems and root systems of the seedlings. The increase in salt level up to 8.33 dS.m⁻¹ electric conductivity did not impair the initial growth of *E. tereticornis* seedlings but decreased dry mass of thick roots. Increasing salt levels reduced growth of *E. camaldulensis*, *E. pellita* and *E. robusta* seedlings. In the initial growth phase, seedlings of *E. tereticornis* showed resistance to salinity up to 8.33 dS.m⁻¹. Length and root areas of the four studied species showed no response to increasing salt levels.

Keywords: NaCl, root system and electric conductivity.

¹ Recebido em 17.02.2006 e aceito para publicação em 31.01.2007.

² Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas-BA. E-mail: <avrmendonca@hotmail.com>.

³ Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes-RJ. E-mail: <carneiro@uenf.br>; <deborah@uenf.br>.

⁴ Instituto Natureza do Tocantins, Araguaína-TO. E-mail: <asantiago@naturantins.to.gov.br>.

⁵ Fundação de Apoio a Escola Técnica do Estado do Rio de Janeiro, Instituto Superior de Tecnologia, Campos dos Goytacazes-RJ. E-mail: <lucianaaparecidarodrigues@gmail.com.br>.

⁶ Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da UENF, Campos dos Goytacazes-RJ. E-mail: <tfreitas@uenf.br>.

1. INTRODUÇÃO

Salinidade do solo, resultante de processos naturais e do mau uso da terra, ocorre em aproximadamente 10% da superfície terrestre (SZABOLCS, 1994). De acordo com Shannon et al. (1994), geralmente concentrações de sal maiores do que 2.600 mg L^{-1} , o que corresponde a cerca de 4 dS m^{-1} , podem diminuir a produtividade de muitas espécies vegetais. Para Chinnusamy et al. (2005), a maioria das culturas agrícolas é altamente susceptível à salinidade, mesmo em solo com condutividade elétrica inferior a 4 dS m^{-1} .

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

Plantios de espécies do gênero *Eucalyptus* têm sido efetuados em áreas salinas, principalmente na Austrália (MARCAR, 1993; MARCAR et al., 2002). Estudos comprovam a tolerância do *E. camaldulensis* à salinidade (SU et al., 2005; SUN e DICKINSON, 1995a; RAWAT e BANERJEE, 1998; MARCAR, 1993; SUN e DICKINSON, 1993). O *E. tereticornis* também tem sido apontado como tolerante (TOMAR et al., 2003; MARCAR, 1993; SUN e DICKINSON, 1995b), e mostrou-se eficiente em melhorar as condições físicas e químicas de um solo com elevado teor de sódio, na Índia (MISHRA et al., 2003).

Com relação ao *E. robusta*, não se observou um consenso quanto ao seu grau de tolerância ao excesso de sais: Sun e Dickinson (1993) consideram essa espécie como altamente tolerante; Marcar (1993), como moderadamente tolerante; e Greenwood et al. (1994), de baixa tolerância. Para o *Eucalyptus pellita* há pouca informação quanto à sua tolerância à salinidade, porém Sun e Dickinson (1993) verificaram que essa espécie mostrou-se moderadamente tolerante à salinidade.

Apesar do potencial das espécies de *E. tereticornis*, *E. pellita* e *E. robusta* para plantios de produção ou recuperação de áreas degradadas, os estudos sobre essas espécies ainda são insipientes no Brasil. Como exemplo de estudos realizados com essas espécies, pode-se citar o trabalho de Coutinho et al. (2004) sobre introdução de espécies na Zona da Mata pernambucana e o de Peralta et al. (2004) a respeito da resistência de madeira ao ataque de térmitas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do aumento da concentração de NaCl sobre características biométricas (peso de matéria seca, comprimento e diâmetro) da parte aérea e do sistema radicular de mudas de *E. camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. pellita* e *E. robusta*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

No período de maio a novembro de 2004, foi conduzido um experimento em casa de vegetação, na Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), localizada no Município de Campos dos Goytacazes, RJ, cujo clima, pela classificação de Köppen, é tropical chuvoso (AW), com temperatura média mensal variando nos últimos 10 anos, conforme dados fornecidos pela unidade meteorológica daquela municipalidade, pertencente à Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (PESAGRO), entre $21,4 \text{ }^{\circ}\text{C}$ e $27,7 \text{ }^{\circ}\text{C}$ e com precipitação média anual de 852 mm .

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4×5 , quatro espécies (*E. camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. pellita* e *E. robusta*) e cinco níveis de condutividade elétrica ($1,41$; $2,50$; $4,50$; $6,45$; e $8,33 \text{ dS.m}^{-1}$), com cinco repetições constituídas por uma muda.

As mudas foram produzidas com sementes adquiridas no Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF). A semeadura foi em tubetes de 50 cm^3 , preenchidos com substrato comercial Plantimax® e enriquecidos com osmocote 14-14-14 (6 g kg^{-1}). O período de produção, nesse recipiente, foi de três meses, com irrigação diária.

Paralelamente a essa atividade, preparou-se o substrato, constituído por areia de rio, para ser usado no preenchimento de vasos cilíndricos com capacidade para $11,5 \text{ L}$. Após preenchidos os vasos, a areia foi lavada com 100 L de água corrente, fornecida pela empresa de tratamento de água da localidade e, posteriormente, com mais 10 L de água desmineralizada.

Em casa de vegetação, esperou-se a completa secagem ao ar desse substrato até peso constante. Na seqüência, as mudas foram transplantadas dos tubetes para os vasos. No momento do transplante, cada vaso recebeu 1,8 L de solução nutritiva (BOLLES JONES, 1954), quantidade suficiente para atingir aproximadamente 60% da capacidade de campo. Para quantificar a quantidade de água necessária até alcançar essa capacidade de campo, cinco amostras do substrato secaram em estufa a 105 °C até peso constante. Em seguida, quantificou-se a quantidade de água suficiente para saturar as amostras, sendo 60% desse valor considerado como 60% da capacidade de campo. A cada 15 dias, foi realizada a aplicação de solução nutritiva.

Adicionou-se à solução nutritiva solução de NaCl (2 M), em diferentes quantidades, para a obtenção de diferentes níveis de salinidade (Quadro 1). A definição desses níveis teve como base o 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.

Durante a condução do experimento foi realizada a irrigação diária, às 8, 12 e 17 horas, com água desmineralizada, mantendo-se aproximadamente 60% da capacidade de campo. Para monitorar essa capacidade, um vaso de cada tratamento era pesado, verificando-se, assim, a quantidade de água necessária para a irrigação.

Realizaram-se medições de altura e do diâmetro do colo (D) das mudas no dia do plantio e aos 75 dias, obtendo o incremento dessas características no período avaliado.

Quadro 1 – Volume de NaCl, na concentração de 2 Molar, necessário para promover os diferentes níveis de salinidade

Table 1 – NaCl volume, in the concentration 2 Molar, needed for creating the different salinity levels

Grau de salinidade (dS m ⁻¹)	ml de NaCl (2 M) por L de solução
1,41	0
2,50	5
4,50	15
6,45	25
8,33	35

No sistema radicular foram feitas medidas de comprimento, área e diâmetro de raízes finas (≤ 2 mm). Aos 75 dias, coletaram-se amostras do sistema radicular, em todas as unidades experimentais, por meio de um trado cilíndrico de 2,5 cm de diâmetro e 18 cm de altura, a 2 cm do colo da muda. As amostras foram acondicionadas em sacolas plásticas e armazenadas em “freezer”. As raízes foram separadas do substrato por meio de lavagem e colocadas, aleatoriamente, entre duas placas de vidro de 2 mm de espessura, 21 cm de largura e 30 cm de comprimento. Em seguida, obteve-se a imagem pelo “scanner”, que foi processada por meio do programa QuantRoot, desenvolvido pela Universidade Federal de Viçosa, determinando o comprimento, área e diâmetro das raízes.

Após retiradas as amostras para quantificação do comprimento e área de raízes finas, todas as mudas foram cuidadosamente arrancadas e seccionadas em parte aérea e raízes. As raízes foram lavadas com água desmineralizada e a parte aérea, separada em folhas e caules. As raízes foram classificadas em grossas (raízes pivotantes + raízes de primeira ordem) e finas (a partir da segunda ordem). A massa seca da parte aérea e do sistema radicular foi obtida por secagem em estufa a 72 °C, por 48 horas.

Antes de serem submetidos à análise de variância, os dados foram analisados quanto à homocedasticidade, pelo teste de Cochran; e à distribuição normal dos resíduos, pelo teste de Lilliefors. Os dados foram submetidos à análise de variância ($\alpha = 0,05$) e ao teste de Tukey de médias, no mesmo nível de probabilidade (tratamentos de natureza qualitativa) e regressão seqüencial (tratamentos de natureza quantitativa). Para verificar a validade dos modelos ajustados por regressão, foi realizado o teste de Durbin-Watson, sendo observada a distribuição gráfica dos resíduos padronizados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O incremento em diâmetro foi superior ($\alpha = 0,05$) nas mudas de *Eucalyptus pellita* e *E. robusta*, em relação às outras espécies. O incremento em altura foi menor em mudas de *E. pellita*, mas não diferiu do incremento das mudas de *E. robusta* (Quadro 2). O aumento da concentração de NaCl não influenciou o incremento em altura (Figura 1) e em diâmetro (Figura 2) das mudas de *E. tereticornis*. O incremento em altura das mudas de *E. camaldulensis* e *E. pellita* apresentou relação

linear negativa de primeiro grau, em resposta à salinidade, e o das mudas de *E. robusta* foi representado por uma regressão linear de quarto grau (Figura 1). O incremento em diâmetro das mudas foi representado por uma regressão linear negativa de primeiro grau, em relação ao aumento da condutividade elétrica do substrato (Figura 2), exceto para o *E. tereticornis*, que não foi afetado pelos tratamentos.

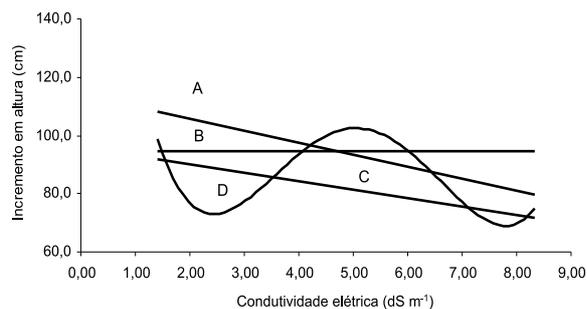
A massa seca de raízes finas (a partir da segunda ordem) foi maior ($\alpha = 0,05$) para o *E. robusta*, sendo representada por uma regressão linear de segundo grau em resposta à salinidade, com o ponto de mínimo na condutividade elétrica de 6 dS m⁻¹ (Figura 3). Para as mudas de *E. camaldulensis*, essa característica apresentou relação linear simples em resposta à salinidade. O aumento na concentração de NaCl não afetou a massa seca de raízes finas do *E. tereticornis* e do *E. pellita* (Figura 3).

Quadro 2 – Incremento em diâmetro do colo e altura das mudas, aos 75 dias após o transplântio

Table 2 – Root collar diameter increment of the seedlings, 75 days after the transplanting

Espécie	Incremento diâmetro (mm)	Incremento altura (cm)
<i>E. camaldulensis</i>	5,90 B	94,87 a
<i>E. tereticornis</i>	6,09 B	94,42 a
<i>E. pellita</i>	7,70 A	82,48 b
<i>E. robusta</i>	7,82 a	87,37 ab
Coefficiente de variação%	20,5	16,4

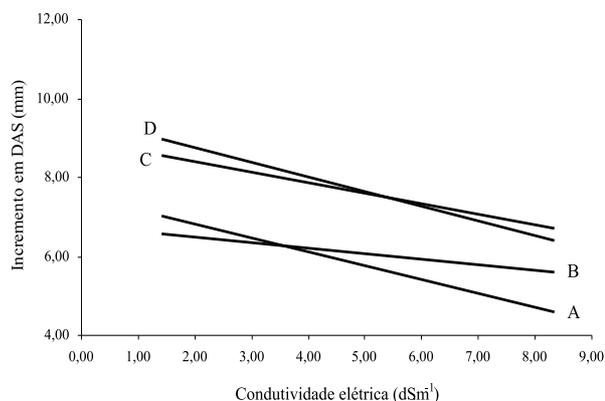
Médias na coluna, seguidas por letras iguais, não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).



A- *E. camaldulensis* $y = -4,0781x + 113,78$ $r^2 = 84,03$
 B- *E. tereticornis* $y = 94,42$
 C- *E. pellita* $y = -2,8849x + 95,864$ $r^2 = 78,5$
 D- *E. robusta* $y = 0,613x^4 - 12,5x^3 + 86,78x^2 - 235,77x + 291,5$ $R^2 = 100$

Figura 1 – Incremento em altura das mudas de eucalipto, aos 75 dias após o transplântio, em função da condutividade elétrica do substrato.

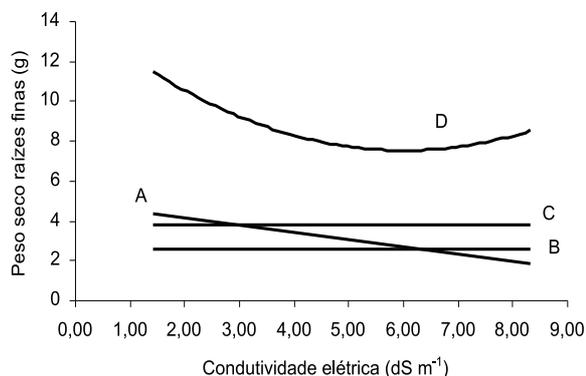
Figure 1 – Seedling height increment, after 75 days, as a function of substrate electric conductivity.



A- *E. camaldulensis*: $y = -0,3504x + 7,5272$ $r^2 = 93,4$
 C- *E. pellita*: $y = -0,2687x + 8,944$ $r^2 = 43,2$
 B- *E. tereticornis*: $y = 6,05$
 D- *E. robusta*: $y = -0,1402x + 6,7628$ $r^2 = 72,3$

Figura 2 – Incremento em diâmetro das mudas, aos 75 dias, em função da condutividade elétrica do substrato (DAS = diâmetro ao nível do solo).

Figure 2 – Seedling diameter increment, after 75 days, as a function of substrate electric conductivity (DAS = ground level diameter).



A- *E. camaldulensis* $= -0,3572x + 4,8424$ $r^2 = 0,3273$
 B- *E. tereticornis* $y = 2,55$
 C- *E. pellita* $y = 3,79$
 D- *E. robusta* $y = 0,186x^2 - 2,2375x + 14,271$ $R^2 = 78,7$

Figura 3 – Massa seca de raízes finas, em função da condutividade elétrica do substrato (CV% = 47,9).

Figure 3 – Dry matter weight of fine roots, after 75 days, as a function of substrate electric conductivity (CV% = 47,9).

A massa seca de raízes finas do *E. robusta* aumentou a partir da condutividade elétrica de 6 dS m⁻¹ (Figura 3). De acordo com Waisel e Eshel (1991), condições de elevada salinidade favorecem a produção de raízes finas.

As quatro espécies estudadas não diferiram com relação à massa seca das raízes grossas (raiz pivotante+raízes de primeira ordem). A massa seca dessas raízes apresentou tendência de redução nos maiores níveis de salinidade (Figura 4).

A massa seca da parte aérea foi superior em mudas de *E. pellita* e *E. robusta*, em relação às demais espécies. As mudas de *E. camaldulensis* e *E. robusta* apresentaram redução linear de massa seca da parte aérea com o aumento da salinidade. Para o *E. pellita*, até a condutividade elétrica de 6,3 dS m⁻¹ o aumento da salinidade reduziu a massa seca da parte aérea, e a partir desse ponto essa característica exibiu valores elevados com o incremento da salinidade. Nas mudas de *E. tereticornis*, a massa seca da parte aérea não foi afetada pela salinidade (Figura 5).

O aumento da massa seca da parte aérea nos maiores níveis de salinidade observado no *E. pellita* (Figura 5) pode estar relacionado ao acúmulo de sacarose na folha. Pojakoff-Mayber e Lerner (1994) apresentaram exemplos em que se observaram, em diferentes culturas, decréscimos da exportação de fotoassimilados das folhas para outros órgãos da planta em resposta ao estresse salino, resultando no acúmulo de sacarose nas folhas, o que pode causar aumento da massa seca de folhas e decréscimo na fotossíntese.

Há consenso de que a salinidade afeta o crescimento devido ao estresse osmótico, toxicidade por excesso de íons, principalmente de Na e Cl e desequilíbrio nutricional (FERNANDES et al., 2003; RAMOLIYA e PANDEY, 2002; MARSCHNER, 1995; SAUR et al., 1995). A redução no crescimento causado pelo estresse salino pode também estar relacionada ao custo energético envolvido na síntese de compostos orgânicos osmoticamente ativos, necessários nos processos de compartimentação e na regulação do transporte de íons.

De maneira geral, a maioria das características biométricas do *Eucalyptus camaldulensis*, *E. pellita* e *E. robusta* foi reduzida em resposta ao aumento da salinidade. Resultados similares aos constatados neste estudo são relatados com relação a diferentes espécies e níveis de salinidade: *Annona muricata*

e *A. squamosa* (PASSOS et al., 2005), *Bactris gasipaes* (FERNANDES et al., 2003), *Sesbania rostrata* (JUNGKLANG et al., 2003), *Salvadora oleioides* (RAMOLIYA e PANDEY, 2002), *E. grandis* (MARCAR et al., 2002), *E. globulus* (MARCAR et al., 2002), *Psidium guajava* (FERREIRA et al., 2001), *Myracrodruon urundeuva* (SILVA et al., 2000), *M. urundeuva* (MELLONI et al., 2000), *E. microtheca* (MORABITO et al., 1996), *E. pellita* e *E. robusta* (SUN e DICKINSON, 1993).

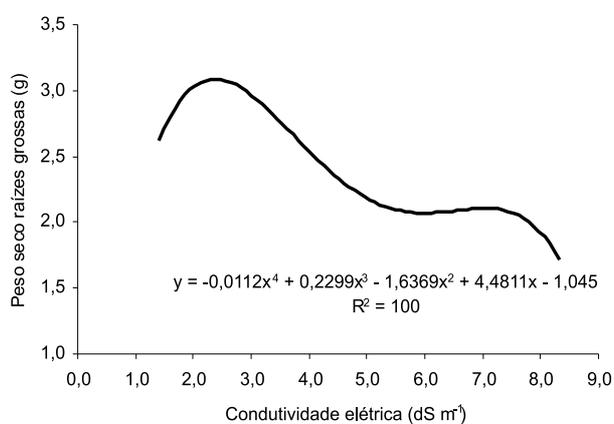
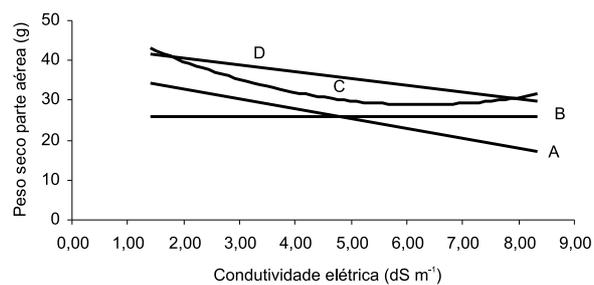


Figura 4 – Massa seca de raiz pivotante e de primeira ordem, em função da condutividade elétrica do substrato (CV% = 32,52).

Figure 4 – Dry matter weight of the tap and first order roots, after 75 days, as a function of substrate electric conductivity (CV% = 32,52).



A- *E. camaldulensis* $y = -2,4983x + 37,932$ $r^2 = 93,2$

B- *E. tereticornis* $y = 26,10$

C- *E. pellita* $y = 0,5985x^2 - 7,4892x + 52,357$ $R^2 = 91,6$

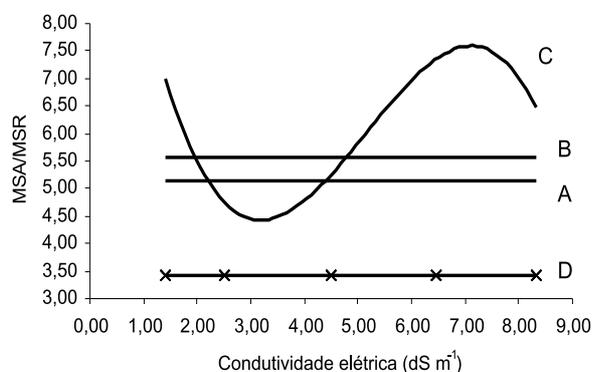
D- *E. robusta* $y = -1,7381x + 44,142$ $r^2 = 94,2$

Figura 5 – Massa seca da parte aérea, aos 75 dias após o transplante das mudas, em função da condutividade elétrica do substrato (CV% = 20,2).

Figure 5 – Dry matter weight of shoots, after 75 days, as a function of substrate electric conductivity.

O aumento da salinidade até a condutividade elétrica de $8,33 \text{ dS m}^{-1}$ não afetou o incremento em altura e diâmetro, a massa seca da parte aérea e de raízes finas (a partir da segunda ordem) das mudas de *E. tereticornis*, embora a maioria das espécies vegetais seja sensível a níveis de condutividade elétrica superiores a 4 dS m^{-1} (SHANNON, 1994). Esses resultados induzem à suposição que essa espécie apresenta mecanismos de resistência à salinidade. Em estudos realizados por Mendonça (2006), observou-se que mudas de *E. tereticornis* tiveram aumento na eficiência quântica do fotossistema II em resposta ao aumento da salinidade.

A razão entre massa seca da parte aérea e raiz (MSA/MSR) é, freqüentemente, avaliada em estudos de estresse salino. A salinidade causa redução na razão MSA/MSR, o que representa melhor exploração do solo para aquisição de água e nutrientes (MELONI et al., 2004; SILVA et al., 2003; RAMOLIYA e PANDEY, 2002; FERREIRA et al., 2001). Neste estudo, apenas a razão MSA/MSR do *E. pellita* respondeu ao aumento da concentração de NaCl (Figura 6), e, apesar de reduzida até a condutividade elétrica de 3 dS m^{-1} , entre 3 e 7 dS m^{-1} houve aumento dessa razão, que voltou a diminuir a partir de 7 dS m^{-1} .



A- *E. camaldulensis* : $y = 5,15$

B- *E. tereticornis* $y = 5,58$

C- *E. pellita* $y = -0,105x^3 + 1,636x^2 - 7,21x + 14,21$ $R^2 = 94,8$

D- *E. robusta* $y = 3,43$

Figura 6 – Razão entre massa seca da parte aérea (MAS) e massa seca da raiz (MSR), aos 75 dias após o transplântio das mudas, em função da condutividade elétrica ($CV\%=26,66$).

Figure 6 – Shoot/Root dry matter weight ratio (MSA/MSR), after 75 days, as a function of electric conductivity.

O comprimento e área superficial de raízes não foram afetados pelo aumento do grau de salinidade. As mudas de *E. pellita* e de *E. robusta* apresentaram maior comprimento e área superficial de raiz (Quadro 3).

O comprimento e área de raízes são características mais representativas da atividade radicular, em comparação com massa seca, mas neste trabalho, não foram responsivas ao aumento da salinidade.

Quadro 3 – Comprimento e área de raízes finas ($\leq 2\text{mm}$), aos 75 dias após o transplântio

Table 3 – Length and area of Fine roots ($\leq 2\text{mm}$), 75 days after the transplanting

Espécie	Comprimento raiz (cm dm^{-3})	Área de raiz ($\text{cm}^2 \text{dm}^{-3}$)
<i>E. camaldulensis</i>	694,7 b	17,6 b
<i>E. tereticornis</i>	694,0 b	17,6 b
<i>E. pellita</i>	1496,3 a	37,1 a
<i>E. robusta</i>	1771,8 a	44,4 a
CV%	46,7	48,6

Médias na coluna, seguidas por letras iguais, não diferem estatisticamente, pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

4. CONCLUSÕES

O aumento no nível de salinidade até a condutividade elétrica de $8,33 \text{ dS m}^{-1}$ não prejudicou o crescimento inicial de mudas de *E. tereticornis*, mas causou redução na massa seca de raízes grossas.

O crescimento das mudas de *E. camaldulensis*, *E. pellita* e *E. robusta* foi reduzido em resposta ao aumento do nível de salinidade.

O *E. tereticornis*, na fase de crescimento inicial, apresenta resistência à salinidade, considerando-se a condutividade elétrica testada de até $8,33 \text{ dS m}^{-1}$.

As características comprimento e área de raízes, nas quatro espécies estudadas, não responderam ao aumento no nível de salinidade.

5. REFERÊNCIAS

- BOLLES JONES, E. W. Nutrition of *Hevea brasiliensis* I. Experimental methods. **Journal of Rubber Research**, v.14, p.183, 1954.
- CHINNUSAMY, V.; JAGENDORF, A.; ZHU, JIAN-KANG. Understanding and improving salt tolerance in plants. **Crop Science**, v.45, p.437, 2005.

- COUTINHO, J. L. B. et al. Avaliação do comportamento de espécies de *Eucalyptus* spp na zona da mata Pernambucana. I: Resultados do primeiro ano-2001. **Revista Árvore**, v.28, n.6, p.771-775, 2004.
- FERREIRA, R. G.; TAVORA, F. J. A. F.; HERNANDEZ, F. F. F. Distribuição da matéria seca e composição química das raízes, caule e folhas de goiabeira submetida a estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.1, p.79-88, 2001.
- FERNANDES, A. R. et al. Crescimento de mudas de pupunheira (*Bactris gasipaes* H. B. K) sob diferentes níveis de salinidade. **Ciência Agrotécnica**, v.27, n.2, p.278-284, 2003.
- 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, 1998.
- GARG, V. K. Leguminous trees for rehabilitation of sodic wasteland in northern India. **Restoration Ecology**, v.7, n.3, p.281-287, 1999.
- GREENWOOD, E. A.N. et al. The influence of ground water levels and salinity on a multi species tree plantation in the 500 mm rainfall region of south western Australia. **Agricultural Water Management**, v.25, n.2, p.185-200, 1994.
- JUNGKLANG, J.; USUI, K.; MATSUMOTO, H. Differences in physiological responses to NaCl between salt-tolerant *Sesbania rostrata* Brem. & Oberm and non-tolerant *Phaseolus vulgaris* L. **Weed Biology and Management**, v.3, n.1, p.21-27, 2003.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. San Diego: Academic Press, 1995. 889p.
- MARCAR, N. E et al. Genetic variation among and within provenances and families of *E. grandis* W. Hill and *E. globulus* Labil, subsp. *globulus* seedlings in response to salinity and waterlogging. **Forest Ecology and Management**, v.162, n.2-3, p.231-249, 2002.
- MARCAR, N. E. Waterlogging modifies growth, water use and ion concentration in seedlings of salt treated *Eucalyptus camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. robusta* and *E. globulus*. **Australian Journal of Plant Physiology**, v.20, p.1-13, 1993.
- MELONI, D. A. et al. The effects of salt stress on growth, nitrate reduction and proline and glycinebetaine accumulation in *Prosopis alba*. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.16, n.1, p.39-46, 2004.
- MELLONI, R.; SILVA, F. A. M.; CARVALHO, J. G. Cálcio, magnésio e potássio como amenizadores dos efeitos da salinidade sobre a nutrição mineral e o crescimento de mudas de aroeira (*Myracrodruon urundeuva*). **Cerne**, v.6, n.2, p.35-40, 2000.
- MENDONÇA, A. V. R. **Reabilitação de cavas de extração de argila e tolerância de espécies florestais à salinidade**. 2006. 112f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, 2006.
- 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*: Biorejuvenation of sodic soil. **Forest Ecology and Management**, v.184, n.1-3, p.115-124, 2003.
- MORABITO, D. et al. Differences in the physiological response of two clones of *Eucalyptus microtheca* selected for their salt tolerance. **Plant Science**, v.114, n.2, p.129-139, 1996.
- PASSOS, V.M. et al. Growth and ion uptake in *Annona muricata* and *A. squamosa* subjected to salt stress. **Biologia Plantarum**, v.49, n.2, p.285-288, 2005.
- PERALTA, R. C. G. et al. Wood consumption rates of forest species by subterranean termites (Isoptera) under field conditions. **Revista Árvore**, v.28, n.2, p.283-289, 2004.
- RAMOLIYA P. J.; PANDEY A. N. Effect of increasing salt concentration on emergence, growth and survival of seedlings of *Salvadora oleoides* (Salvadoraceae) **Journal of Arid Environments**, v.51, n.1, p.121-132, 2002.

- RAWAT, J. S.; BANERJEE, S. P. The influence of salinity on growth biomass production and photosynthesis of *Eucalyptus camaldulensis*. Dehnh and *Dalbergia sissoo* Roxb seedlins. **Plant and Soil**, v.205, n.2, p.163-169, 1998.
- SAUR, E. et al. Growth and uptake of mineral elements in response to sodium chloride of three provenances of maritime pine. **Journal of Plant Nutrition**, v.18, n.2, p.243-256, 1995.
- SHANNON, M. C.; CRIEVE, C. M.; FRANCOIS, L. E. **Whole Plant Response to Salinity**. In: WILKIMAN, R. E. (Ed.) *Plant Environment Interactions*. New York: Marcel Dekker, 1994. p.199-244.
- SILVA, F. A. M. et al. Efeito do estresse salino sobre a nutrição mineral e o crescimento de mudas de aroeira (*Myracrodouon urundeuva*) cultivadas em solução nutritiva. **Cerne**, v.6, n.1, p.52-59, 2000.
- SILVA, J. V. et al. Physiological response of NaCl stressed cowpea plants grown in nutrient solution supplemented with CaCl₂. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v.15, n.2, p.99-105, 2003.
- 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, 1998.
- SU, N. et al. 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, 2005.
- SUN, D.; DICKINSON, G. Response to salt stress of 16 *Eucalyptus* species, *Grevillea robusta*, *Lophosternon confertus* and *Pinus caribaea*. **Forest Ecology and Management**, v.60, n.1-2, p.1-14, 1993.
- SUN, D.; DICKINSON, G. R. Salinity effects on to growth root distribution and transpiration of *Casuarina cunninghamiana* and *Eucalyptus camaldulensis* planted on a saline site in tropical north Australia. **Forest Ecology and Management**, v.77, n.1-3, p.127-138, 1995a.
- SUN, D.; DICKINSON, G. R. Survival and growth responses of a number of Australian tree species planted on saline site in tropical north Australia. **Australian Journal Applied of Ecology**, v.32, p.817-826, 1995b.
- SZABOLCS, I. **Soil and salinization**. Handbook of plant and crop stress. New York: Marcel Deckker, 1994. p.3-11.
- TOMAR, O. S. et al. Performance of 31 tree species and soil conditions in plantation established with saline irrigation. **Forest Ecology and Management**, v.177, n.1-3, p.333-346, 2003.
- WASEL, Y.; ESHEL, A. Multifform behavior of various constituents of one root system In: WASEL, Y.; ESHEL, A.; KAFKAFI, U. **Plant roots- The hidden half**. New York: Marcel Dekker, 1991. p.39-52.