

Produção de mudas de *Eucalyptus robusta* cultivadas em solução nutritiva, sob estresse salino

T. A. S. de Freitas¹; J. G. de A. Carneiro²; A. V. R. Mendonça¹; J. S. Souza¹; R. B. de Oliveira³; T. M. Lima³

¹Professores da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – UFRB, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas – CCAAB. Rua Rui Barbosa, 710 - Centro - Cruz das Almas/BA - 44.380-000.

²Professor Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF/CCTA/LFIT; Av. Alberto Lamego, 2000 – Parque Califórnia, Campos dos Goytacazes/RJ - 28013-602

³Estudantes de Engenharia Florestal da UFRB/CCAAB. Rua Rui Barbosa, 710 - Centro - Cruz das Almas/BA - 44.380-000.
andrea@ufrb.edu.br

(Recebido em 20 de novembro de 2011; aceito 20 de fevereiro de 2012)

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do aumento da concentração de NaCl sobre concentração de nutrientes e Na na parte aérea de mudas de *Eucalyptus robusta*. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, em vasos com capacidade para 11,5L, mediante solução nutritiva em areia. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo os tratamentos cinco níveis de salinidade (1,41; 2,50; 4,50; 6,45 e 8,22 dS.m⁻¹) com 5 repetições. As concentrações de N, S e B no tecido vegetal das mudas são favorecidas pelo aumento da concentração de NaCl no substrato. As mudas de *E. robusta* mantêm eficiência de uso para os nutrientes P, K e Ca mediante os níveis de salinização testados neste trabalho.

Palavras chaves: Cloreto de sódio, *Eucalyptus*, nutrição

The objective of this study was to evaluate the effect of increasing NaCl concentration on concentration of nutrients and Na in the shoots of seedlings of *Eucalyptus robusta*. The experiment was conducted in a greenhouse in pots with a capacity of 11.5 L, through the nutrient solution in sand. The experimental design was completely randomized and the treatments were five salinity levels (1.41, 2.50, 4.50, 6.45 and 8.22 dS.m⁻¹) with five repetitions. The seedlings of *E. robusta* feature inclusion strategy to tolerate salinity and maintain efficiency of use for the nutrients N, P, Ca and S by salinity levels tested in this work.

Keywords: Sodium Chloride, *Eucalyptus*, nutrition

1-INTRODUÇÃO

A salinidade pode resultar no déficit hídrico (estresse osmótico), toxidez (principalmente por Na e Cl) e desequilíbrio nutricional, sendo que não é possível avaliar a contribuição de cada um destes efeitos na inibição do crescimento da planta, pelo grande número de fatores envolvidos, tais como: concentração de íons no substrato, tempo de exposição, espécie de planta, cultivar, estágio de desenvolvimento da planta e condições ambientais [7].

Para realização de plantios em áreas com elevada concentração de sais, além de conhecer o grau de tolerância da espécie a ser utilizada é também necessário avaliar como esta cresce e utiliza os nutrientes nas diferentes fases de desenvolvimento, em tal condição. Este entendimento auxilia na definição de práticas de manejo para cultivo em ambiente salino. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do aumento da concentração de NaCl sobre a concentração de nutrientes e Na na parte aérea de mudas de *E. robusta*.

2- MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na casa de vegetação da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), localizada no município de Campos dos Goytacazes (RJ).

A semeadura foi tubetes de 50 cm³, preenchidos com substrato comercial Plantimax[®] e enriquecidos com osmocote 14-14-14 (6 g de osmocote por kg de substrato). As mudas foram transplantadas para os vasos, onde receberam os tratamentos, aos três meses de idade.

O experimento foi conduzido em vasos com capacidade para 11,5L. O substrato utilizado foi areia de rio lavada. A irrigação foi diária, com água desmineralizada, mantendo, aproximadamente, 60% da capacidade de campo, sendo que o monitoramento da necessidade de irrigação foi feito às 8, 12 e 17 horas.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com cinco níveis de salinidade (1,41, 2,50, 4,50, 6,45 e 8,22 dS.m⁻¹), 5 repetições e uma planta por repetição.

Cada vaso recebeu 1,8 L da solução nutritiva proposta por [1], considerando 60% da capacidade de campo. A solução nutritiva foi salinizada com adição de NaCl, conforme o nível de salinidade do tratamento (TABELA 1). Quinzenalmente foi realizada a renovação da solução nutritiva.

TABELA 1: Quantidade de solução de NaCl 2M necessária para promover o grau de salinidade proposto.

Grau de salinidade (dS.m ⁻¹)	ml de NaCl 2M por L de solução
1,41	0
2,50	5
4,50	15
6,45	25
8,22	35

Aos 75 dias as plantas foram seccionadas em folhas, caules e raízes, lavadas e submetidas a secagem em estufa a 72⁰ C, por 48 horas. As folhas foram moídas e submetidos às análises químicas para determinação do teor de nutrientes (N, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Cu, Mn, B) e Na, conforme [6] e [5].

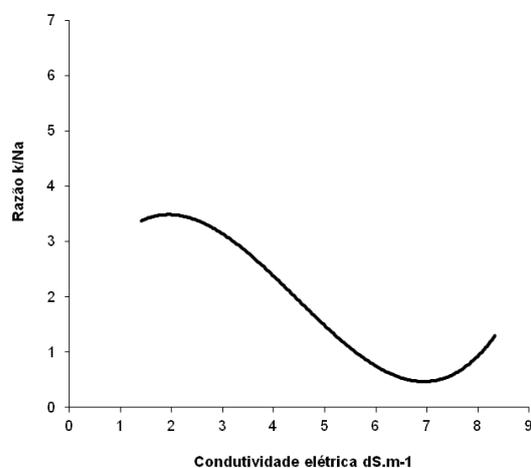
Para calcular o índice de eficiência uso (IEU) dos macronutrientes na parte aérea, utilizou-se a seguinte expressão: $IEU = (\text{massa seca da parte aérea})^2 / \text{nutriente acumulado na parte aérea em g}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ [11] e [12].

Os dados foram submetidos a análise de variância e ao teste de regressão sequencial.

3- RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de Na no galho não foi submetido à análise de variância, pois os dados não atenderam os pressupostos exigidos, mesmo mediante transformação. Para realização da análise de variância para os teores de N e P no caule, e de Fe e Zn nas folhas, foi necessário à realização de transformação de dados, conforme recomendado por [14].

A razão K/Na (cv=24,1%) tendeu a diminuir com o aumento da salinidade (FIGURA 1). Entretanto o *E. robusta* apresentou maior razão K/Na na condutividade elétrica de 2,5 dS.m⁻¹.



$$E. robusta \ y = 0,0484x^3 - 0,6453x^2 + 1,9609x + 1,7551 \ R^2 = 100$$

FIGURA 1: Razão K/Na nas folhas em função do aumento da concentração de NaCl, expresso pela condutividade elétrica.

Para o *E. robusta*, os teores de Na, K, Mg, S e B nas folhas e de P, K, Ca e S no caule foram influenciados pelo aumento da concentração de NaCl no substrato. Nas folhas, o Na apresentou uma relação cúbica em resposta a salinidade; o N e K apresentaram relações lineares de primeiro grau, positiva e negativa, respectivamente; o Mg apresentou comportamento quadrático com máximo teor na condutividade de 6dS m⁻¹ (FIGURA 2) e o S apresentou uma relação linear de terceiro grau. O teor de B aumentou com o aumento da salinidade segundo a equação: $B = 9,708 + 0,127 Ce$, $r^2 = 73,8$.

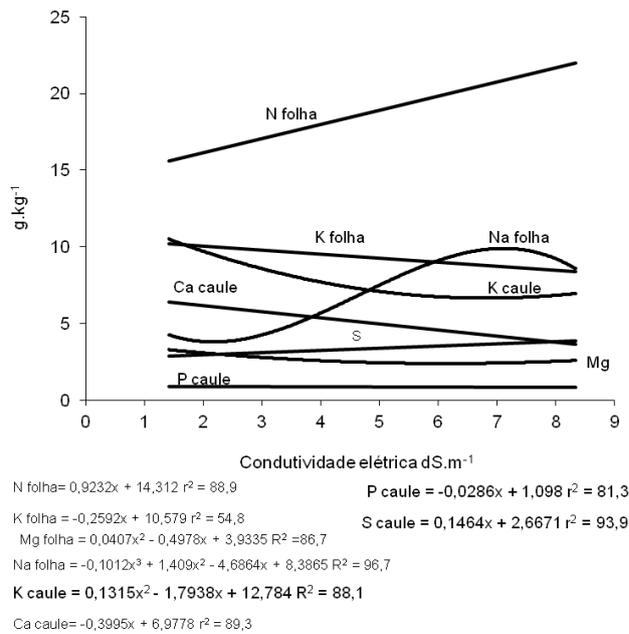


FIGURA 2: Teor dos elementos Na, N, P, K, Ca, Mg e S nas folhas e caules para *E. robusta* em função da condutividade elétrica.

Nos galhos os teores de P e Ca reduziram com o aumento da concentração de NaCl, enquanto o S aumentou. O K apresentou uma relação quadrática em resposta a salinidade, com mínimo teor na condutividade elétrica de 6,8 dS m⁻¹ (FIGURA 2).

A eficiência de uso do P, K e Ca não foi afetada pela salinidade, enquanto que para o N, Mg e S ela foi reduzida com o aumento da concentração de NaCl (FIGURA 3).

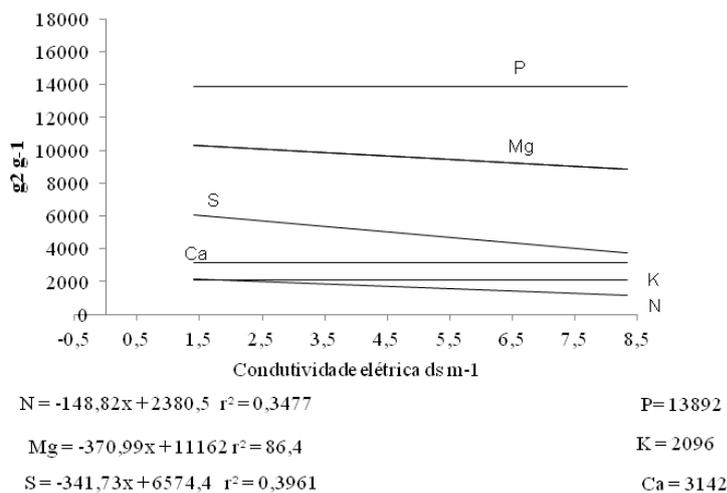


FIGURA 3: Eficiência de uso dos macronutrientes para *E. robusta* em função da condutividade elétrica.

Para as quatro espécies estudadas houve redução do teor de K e aumento do teor de Na em resposta ao aumento da concentração de NaCl, havendo redução na razão K/Na. Este comportamento geralmente é encontrado, independente da espécie [13]; [4]; [3]. Isto se deve ao fato do Na ser competidor do K, pois o mecanismo de absorção destes elementos é semelhante [16].

Uma das causas da redução do crescimento é a substituição do K pelo Na nas reações bioquímicas celulares [2]. Sendo a razão K/Na um critério importante para indicar tolerância a salinidade [10]. Espera-se, independente do grau de tolerância, que esta razão decresça, o que irá variar é a intensidade com que ocorre o decréscimo. Cada espécie, certamente apresentará um valor crítico para esta razão.

Ao aumentar a concentração de NaCl para o nível referente a $2,5 \text{ dS.m}^{-1}$ houve aumento da razão K/Na para *E. robusta*, o que leva a supor que a baixa concentração de NaCl ($\approx 0,25 \text{ mM}$) estas espécies são hábeis em evitar a absorção de Na.

O aumento da concentração de N nas folhas foi favorecido pelo aumento da salinidade do substrato. Para *Prosopis juliflora* também foi observado aumento da concentração de N nos tecidos com aumento da concentração de NaCl no substrato até a concentração de 50 mM ($\approx 5 \text{ dS.m}^{-1}$) [15]. Esta maior absorção de N mediante aumento de salinidade pode ser explicada por duas suposições. A primeira é que devido ao fato do transporte de N ser predominantemente por fluxo de massa, a maior transpiração, estimulada pela maior concentração de sais, pode ter facilitado a absorção de N. Outra suposição tem o embasamento do trabalho realizado por [9] onde a taxa média de absorção de N, por raízes de *Zostera marina*, foi maior na presença do que na ausência de Na, evidenciando que o Na pode estar envolvido no mecanismo de transporte de membrana de N em algumas espécies.

5-CONCLUSÕES

As concentrações de N, S e B no tecido vegetal das mudas são favorecidas pelo aumento da concentração de NaCl no substrato.

As mudas de *E. robusta* mantêm eficiência de uso para os nutrientes P, K e Ca mediante os níveis de salinização testados neste trabalho.

-
1. BOLLES JONES, E. W. Nutrition of *Hevea brasiliensis* I. Experimental methods. **J. Rubb. Res. Int. Malaya**, 14:183, 1954.
 2. CHINNUSAMY, V.; JAGENDORF, A.; ZHU, JIAN-KANG. Understanding and improving salt tolerance in plants. **Crop Science**, v. 45, p. 437, 2005.
 3. 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.
 4. LACERDA, C. F.; CMABRAIA, J.; OLIVA, M. A.; RUIZ, H. A. Osmotic adjustment in roots and leaves of two sorghum genotypes under NaCl stress. **Brazilian Journal Plant Physiology**, v. 15, p. 113-118, 2003.
 5. JONES JÚNIOR., J. B., WOLF, B., MILLS, H. A. **Plant analysis handbook: a practical sampling, preparation, analysis and interpretation guide**. Athens (USA): Micro – Macro Publishing., 213p., 1991.
 6. MALAVOLTA, E., VITTI, G. C., OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do Estado Nutricional das Plantas, Princípio e Aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafó, 319p., 1997.
 7. MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. Academic Press, San Diego, ed. 2, 889p., 1995.
 8. MENDONÇA, A.V.R.; CARNEIRO, J.G. A.; BARROSO, D. G.; SANTIAGO, A. R.; RODRIGUES, L.A.; FREITAS, T. A. Efeito da salinidade sobre quatro espécies de *Eucalyptus* Parte I: características biométricas. **Revista Árvore**, v.31, n.3, p.365 – 372, 2007.

9. RUBIO, L.; LINARES-RUEDA, A.; GARCIA-SANCHÉZ, M.J.; FERNÁNDEZ, J. A. Physiological evidence for a sodium-dependent high-affinity phosphate and nitrate transport plasma membrane of leaf and root cells of *Zostera marina* L. **Journal Experimental Botany**, v-56, n- 412, p. 613-622, 2005.
10. SAUR, E.; LAMBROT, C.; LOUSTAU, D.; ROTIVAL, N.; TRICHET, P. Growth and uptake of mineral elements in response to sodium chloride of three provenances of maritime pine. **Journal of Plant Nutrition**, v.18, p. 243-256, 1995.
11. SIDDIQI, M. T.; GLASS, A. D. M. Utilization index: a modified approach to the estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. **Journal of plant nutrition**, New York, v. 4, p. 289-302, 1981.
12. SILVA, F. A. M.; MELLONI, R.; MIRANDA, J. M. P.; CARVALHO, J. G. 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.
13. SILVA, J. V.; LACERDA, C. F.; COSTA, P. H. A.; ENEAS FILHO, J.; GOMES FILHO, E.; PRISCO, J. T. Physiological response of NaCl stressed cowpea plants grown in nutrient solution supplemented with CaCl₂. **Brazilian Journal Plant Physiology**, v.15, n. 2, p. 99-105, 2003.
14. SNEDECOR, G. W. COCHRAN, W. G. **Statistical methods**. 8 ed: Iowa State University Press, 502p., 1989.
15. VIÉGAS, R. A.; FAUSTO, M.J.M.; QUEIROZ, J. E.; ROCHA, I. M. A.; SILVEIRA, J. A. G.; VIÉGAS, P. R. A. Growth and total-N content of *Prosopis juliflora* (SW) D. C. are stimulated by low NaCl levels. **Brazilian Journal Plant Physiology**, v.16, n. 1, p. 165-168, 2004.
16. WATAB, A.A.; REUVENI, M.; BRESSAN, R. A.; HASEGAWA, P. M. Enhanced net K⁺ uptake capacity of NaCl-adapted cells. **Plant Physiology**, Rockville, v95, n. 4, p. 1265-1269, 1991.