

Características biométricas de mudas de *Pinus taeda* L. sob estresse salino em NEOSSOLO LITÓLICO húmico

SHIZUO MAEDA¹, HELTON D. DA SILVA² & ANTONIO F. J. BELLOTE³

RESUMO – Com o objetivo de avaliar a resposta de *Pinus taeda* L. à doses de NaCl, instalou-se, em casa de vegetação um experimento utilizando um NEOSSOLO LITÓLICO húmico coletado na camada 10 a 30 cm. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com os tratamentos constituídos por doses de Na, na forma de NaCl p.a., equivalentes a 0; 0,1; 0,2; 0,8; 1,6 e 3,2 Mg ha⁻¹, o que resultaram nos seguintes valores para a condutividade elétrica – CE no extrato de saturação, respectivamente: 0,18; 0,55; 1,03; 3,28; 6,00 e 12,3 dS m⁻¹. No plantio das mudas, foram avaliadas a sua altura e diâmetro do caule e, aos 120 dias de cultivo, as plantas foram colhidas e avaliados o diâmetro do caule, a altura, as massas secas da raiz e da parte aérea. Exceto a razão da relação entre as massas secas da parte aérea - MSPA com a raiz - MSR, as demais variáveis foram significativamente influenciadas pelo aumento da salinidade provocada pela aplicação de NaCl, sendo os efeitos diferenciados entre as mesmas. Enquanto o diâmetro do caule e o seu incremento e a MSPA foram reduzidas apenas no tratamento com a maior CE, a altura das mudas e o seu incremento apresentaram tendência de redução a partir da CE 3,28 dS m⁻¹ e a MSR e a matéria seca total a partir da CE 0,55 dS m⁻¹.

Palavras-Chave: sódio; salinidade; pinus

Introdução

O desenvolvimento sócio-econômico do Brasil tem tido expressiva contribuição do setor florestal. Em 2006 o setor foi responsável pela geração de um PIB superior a US\$ 37,3 bilhões, o que equivale a 3,5 % do PIB nacional. O setor propiciou a geração de quase dois milhões de empregos (680 mil diretos) e divisas anuais de US\$ 8,2 bilhões, o que representa 6% do das exportações do Brasil (SBS, 2006). Dentro do setor florestal, a produção de papel e celulose ocupa lugar de destaque, colocando o país entre os principais produtores mundiais.

A geração de resíduos é consequência dos processos de transformação de matérias-primas sendo que, atualmente, um dos grandes desafios das indústrias de celulose e papel é a destinação final dos resíduos, hoje dispostos em aterros industriais. Esta

alternativa gera uma responsabilidade *ad eternum* pela sua guarda resultando num custo permanente.

Os resíduos podem ter potencial de utilização comercial, porém, é necessário o pleno conhecimento de suas características, principalmente de seus efeitos no ambiente. O lodo celulósico, resultante do processo de tratamento de resíduos das indústrias de celulose e papel apresenta teores consideráveis de N e P. Esses teores potencializam esse resíduo como sucedâneo de fertilizantes industrializados. No entanto, dados preliminares de pesquisa avaliando o efeito de doses desse resíduo em *Pinus taeda* (0, 40, 80 e 160 Mg ha⁻¹), em condições de vaso, mostraram efeitos prejudiciais do lodo, sendo apontado como uma das possíveis causas a presença de Na, remanescente da fonte utilizada na digestão da madeira para extração da celulose (Silva, et al., 2005). Nesse estudo, o sintoma inicial apresentado pelas plantas foi a seca das acículas a partir do seu ápice, com posterior morte das plantas nas doses mais elevadas do resíduo.

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de doses de NaCl sobre o desenvolvimento de mudas de *Pinus taeda*.

Material e Métodos

O estudo foi conduzido em casa de vegetação da *Embrapa Florestas*, em Colombo, PR. A implantação foi feita em 03/11/2008 utilizando mudas de *P. taeda* com cinco meses de idade, cujas sementes foram originadas de árvores clonais de primeira geração. Foram utilizados sacos plásticos preenchidos com 4,35 kg de um NEOSSOLO LITÓLICO Húmico, coletado na camada de 10 a 30 cm, no município de Pirai do Sul, PR, com as seguintes características (SILVA, 1997): pH em CaCl₂ = 3,88; CO = 15,94 g dm⁻³; P = 1,65 mg dm⁻³; K = 0,04 cmol_c dm⁻³; Ca = 0,10 cmol_c dm⁻³; Mg = 0,20 cmol_c dm⁻³; Al = 2,63 cmol_c dm⁻³; H + Al = 8,36 cmol_c dm⁻³; V = 3,9%; m = 88,8 %; areia = 75,9 %; silte = 5,5% e argila = 18,6 %. Após secagem, peneiramento e homogeneização, porções da amostra do solo foram colocadas nos recipientes.

Os tratamentos constituídos de doses de Na, na forma de NaCl p.a. foram equivalentes a 0; 0,1; 0,2; 0,8; 1,6 e 3,2 Mg ha⁻¹ de Na, aplicados sob delineamento estatístico inteiramente ao acaso com quatro repetições.

⁽¹⁾ Primeiro Autor é Pesquisador do Centro Nacional de Pesquisas Florestais da Embrapa – Embrapa Florestas. Estrada da Ribeira, km 111, Colombo, PR, CEP 83411-000. e-mail: maeda@cnpf.embrapa.br.

⁽²⁾ ⁽³⁾ Segundo e terceiro autores são Pesquisadores do Centro Nacional de Pesquisas Florestais da Embrapa – Embrapa Florestas. Estrada da Ribeira, km 111, Colombo, PR, CEP 83411-000.

Avaliadas com base na incubação prévia durante 20 dias, em umidade correspondente a 80% da capacidade de campo, as doses aplicadas resultaram em condutividade elétrica de 0,18; 0,55; 1,03; 3,28; 6,00 e 12,3 dS m⁻¹, respectivamente, determinada pelo método do extrato saturação (Raij et al., 2001). As alíquotas de NaCl, equivalentes às doses estudadas, foram dissolvidas em água destilada, em volume suficiente para atingir 80% da capacidade de campo, sendo o teor de água mantido nesse nível até o final do período de condução do estudo pela aplicação de água destilada.

A avaliação do ensaio foi realizada 120 dias após a implantação, sendo tomadas medidas da altura das mudas, do diâmetro do caule e as massas secas da parte aérea e da raiz. Com base nas avaliações de altura inicial e final e dos diâmetros do caule, inicial e final, foram determinados os crescimentos relativos e os incrementos em altura e diâmetro.

Resultados

Todas as características biométricas avaliadas foram influenciadas pelo aumento da salinidade provocada pela aplicação de NaCl (Tabela 1). No entanto, o efeito em cada variável dependeu da condutividade elétrica - CE resultante da aplicação do produto utilizado. A altura final e o incremento em altura não foram influenciados até a CE de 1,03 dS m⁻¹, proporcionada pela aplicação de 0,2 Mg ha⁻¹ de Na. Na CE 3,28 dS m⁻¹, resultante da aplicação de 0,8 Mg ha⁻¹ de Na, a altura final e o incremento em altura foram significativamente reduzidos. Nesse tratamento a redução no crescimento em altura, em relação à dose 0 foi de 10% (Figura 1). A menor altura e o menor incremento em altura foram observados na maior CE, o que correspondeu a uma redução de 35 % na altura e 80 % no incremento. O comportamento observado no incremento em altura foi linear e decrescente como pode ser observado na Figura 2.

Com relação ao diâmetro do caule - DC final e ao incremento no DC, o efeito da salinidade foi significativo apenas na maior CE, indicando, possivelmente, uma menor sensibilidade dessa característica ao aumento da salinidade. O comportamento em termo de DC foi representado por uma regressão quadrática negativa, em relação ao aumento da CE do solo (Figura 3).

A massa da matéria seca das raízes apresentou tendência de redução a partir da CE 0,55 dS m⁻¹, resultante da aplicação de 0,1 Mg ha⁻¹ de Na. As reduções foram crescentes com o aumento da CE (Tabela 1), sendo essa característica a mais influenciada pelo aumento da CE. A massa seca da parte aérea foi reduzida apenas na maior CE, enquanto a massa seca total mostrou tendência de redução a partir da segunda dose, como resultado do efeito observado na massa seca da raiz. Na maior CE, a massa seca total correspondeu a 62 % do observado no tratamento onde não foi aplicado o Na.

Apesar dos efeitos observados nas massas secas da raiz e da parte aérea, a razão entre essas variáveis não foi influenciada pelo aumento da salinidade promovida pela aplicação de NaCl.

As acículas não apresentaram sintomas visuais de danos provocados pela aplicação de Na no período estudado.

Discussão

O efeito da salinidade promovido pelo NaCl sobre as plantas tem sido o objetivo de diversos estudos (Silva et al., 2000; Santos & Souza, 2003; Marinho et al., 2006; Mendonça et al., 2007; Nunes et al., 2008). A inibição do crescimento deve-se à redução do potencial osmótico da solução do solo, promovida pelo excesso de sais ou mesmo pelo efeito tóxico dos mesmos. Conforme Tomé Jr. (1997), o excesso de sais na zona radicular pode prejudicar a germinação, o desenvolvimento e a produtividade das plantas, como consequência do maior gasto energético para absorver água, energia essa desviada de processos metabólicos essenciais. Além disso, o aumento da concentração salina pode promover um desequilíbrio nutricional devido ao aumento da concentração iônica e à inibição da absorção de outros cátions pelo Na e mesmo o efeito tóxico dos íons sódio e cloreto (Salisbury & Ross, 1991).

Embora o efeito salino seja prejudicial ao crescimento de muitas espécies de plantas, existem aquelas classificadas como halófilas, para as quais o Na tem efeito benéfico (Marschner, 1985). Tais espécies apresentam a capacidade de promover o equilíbrio osmótico com a solução do solo acumulando os íons absorvidos no vacúolo das células, o que parece não ser o caso do *Pinus taeda*, uma vez que com CE de 0,55 dS m⁻¹, observou-se uma tendência de redução nas massas secas da raiz e total.

Considerando que para efeitos pedológicos a partir da CE de 4,0 dS m⁻¹ até 7 dS m⁻¹, o solo seria considerado como salino (EMBRAPA, 1999), com base na resposta observada, o cultivo de *Pinus taeda* nas condições de um solo salino seria inviável.

Conclusões

- plantas de *Pinus taeda* mostraram sensibilidade à aplicação de Na;
- as variáveis biométricas avaliadas mostraram sensibilidade diferenciada ao aumento da salinidade do solo e,
- a aplicação de Na não provocou os mesmos sintomas resultantes da aplicação do lodo celulósico.

Referências

- [1] CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. (Eds.). *Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais*, Campinas: Instituto Agronômico. p. 277-324.
- [2] MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2 ed. San Diego: Academic Press, 1985. 674 p.

- [3] MARINHO, F.J.L.; GHEVY, H.R.; FERNANDES, P.D.; HOLANDA, J.S.de; FERREIRA NETO, M. Cultivo de coco "Anão Verde" irrigado com águas salinas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 41, n. 8, p. 1277-1284, 2006.
- [4] MENDONÇA, A.V.R.; CARNEIRO, J.G.de A.; BARROSO, D.G.; SANTIAGO, A.R.; RODRIGUES, L.A.R.; FREITAS, T.A.S. de. Características biométricas de mudas de *Eudalyptus sp.* Sob estresse salino. *Revista Árvore*, Viçosa, MG, v.31, n.3, p. 365-372, 2007.
- [5] NUNES, W.A.G.de A.; KER, J.C.; NEVES, J.C.L.; RUIZ, H.A.; BEIRIGO, R.M.; BONCOMPANI, A.L.P. Características químicas de solos da região de Janaúba, MG, irrigados com água de poços tubulares e do rio Gorutuba. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, n.1, p. 227-236, 2008.
- [6] RAIJ, B. van; GHEYI, H.R.; BATAGLIA, O.C. Determinação da condutividade elétrica e de cátions solúveis em extratos aquosos de solos. 2001. In: RAIJ, B. van; ANDRADE, J.C. de; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A. (EDs.) *Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais*, Campinas, Instituto Agronômico, p. 277-284.
- [7] SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. *Plant physiology*. Belmont, CA, EUA, Wadsworth Publishing Company, 1999. 682p.
- [8] SANTOS, J.R. dos; SOUZA, R.F. Efeito do estresse salino no desenvolvimento inicial de mangueira (*Mangifera indica L.*). *Magistra*, Cruz das Almas, BA, v. 15, n.1, p. 2003.
- [9] SILVA, H.D. da; FERREIRA, C.A.; ANDRADE, G. de C.; MAGALHÃES, W.L.E.; DEDECEK, R.A.; CORREA, R. S.; TREVISAN, T.; FERRARI, M.A. Relatório de pesquisas realizadas no âmbito do contrato de cooperação técnica Embrapa Iguazu Celulose. 2005. 25p. Não publicado
- [10] SILVA, F.A. de M.; 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 urundeuira*) cultivado em solução nutritiva. *Cerne*, v. 6, n. 1, p. 52-59, 2000.
- [11] SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. Fatos e números do Brasil florestal, 2006. Disponível em <http://www.sbs.org.br/cdrom.html>. Consultado em 16/04/2009.

Tabela 1. Altura e incremento em altura, diâmetro do caule – DC final e incremento no DC e massas da matéria seca da raiz - MSR, parte aérea - MSPA e total - MST de mudas de *Pinus taeda* avaliada aos 120 dias após plantio, em função dos tratamentos aplicados*. Colombo, PR, 2009.

CE	Altura final	Incremento em altura	DC final	Incremento DC	MSR	MSPA	MST	MSPA/MSR
dS m ⁻¹	cm	cm	mm	mm	g	g	g	-
0,18	44,8 a	19,7 a	5,93 a	3,1 a	2,27 a	7,12 a	9,39 a	3,17 a
0,55	43,0 a	18,0 a	5,90 a	3,2 a	2,01 ab	6,94 a	8,95 ab	3,46 a
1,03	43,9 a	18,8 a	5,86 a	3,2 a	1,63 bc	6,20 a	7,83 ab	3,86 a
3,28	41,3 ab	16,3 ab	5,85 a	3,3 a	1,56 bc	6,28 a	7,83 ab	4,09 a
6,00	35,0 bc	9,4 bc	5,77 a	2,6 a	1,33 c	5,58 a	6,91 b	4,18 a
12,30	29,6 c	4,0 c	4,06 b	1,1 b	0,65 d	2,88 b	3,53 c	4,48 a
CV - %	9,26	24,77	17,87	14,44	15,70	12,81	12,22	15,50

* Valores, nas colunas, seguidas por letras iguais não diferem significativamente pelo teste de Tukey 5%

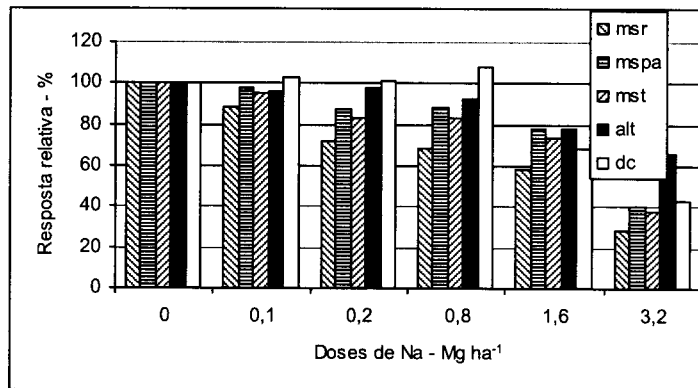


Figura 1. Resposta relativa de mudas de *Pinus taeda* submetidas a diferentes doses de Na avaliadas pelas matérias secas da raiz – msr, da parte aérea – mspa e total – mst, altura da planta – alt e diâmetro do caule – dc. Colombo, PR, 2009.

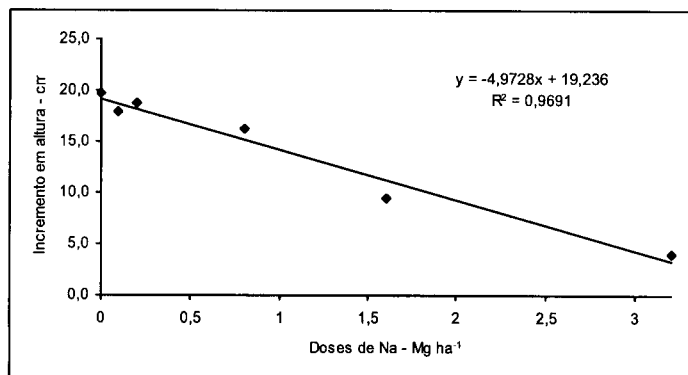


Figura 2. Incremento em altura de mudas de *Pinus taeda* em resposta a doses de Na. Colombo, PR, 2009.

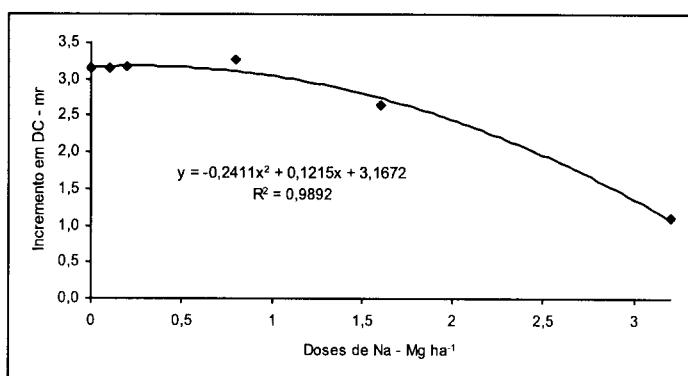


Figura 3. Incremento em diâmetro do caule – DC de mudas de *Pinus taeda* em resposta a doses de Na. Colombo, PR, 2009.