



XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas
XIII Reunião Brasileira sobre Micorrizas
XI Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Solo
VIII Reunião Brasileira de Biologia do Solo
Guarapari – ES, Brasil, 13 a 17 de setembro de 2010.
Centro de Convenções do SESC

Características biométricas de mudas de *Pinus taeda* L. sob estresse salino em CAMBISSOLO HÚMICO Distrófico típico

Shizuo Maeda(1); Helton Damim da Silva(2); Antonio F. J. Bellote(3); Vinicius Grígolo(4)

- (1) Pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR, CEP: 83411-000 maeda@cnpf.embrapa.br (apresentador do trabalho);
(2) Pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR, CEP: 83411-000, heltonCc@cnpf.embrapa.br; (3) Pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR, CEP: 83411-000 [belloteC\(i\).cnpf.embrapa.br](mailto:belloteC(i).cnpf.embrapa.br); (4) Acadêmico do curso de Agronomia da Pontifícia Universidade Católica do PR, Campus São José dos Pinhais, PR, CEP: 83010-500, vinicius.grigoloCU@hotmail.com

RESUMO - O resíduo gerado no tratamento de efluentes, resultantes do processamento da madeira para extração de celulose, necessita de alternativa à disposição em aterros que seja adequada em termos ambiental e financeiro. A aplicação em plantios florestais pode ser uma forma de disposição para resolver o problema de descarte. No entanto, seus efeitos no solo e na planta necessitam ser avaliados para dar segurança para essa forma de descarte. Assim, avaliamos o efeito da salinidade do solo em *Pinus taeda* L. em casa de vegetação utilizando um CAMBISSOLO HÚMICO Distrófico típico coletado na camada 10 a 30 em, Os tratamentos foram doses, equivalentes a 0; 90; 730; 1460 e 2920 mg de NaCl kg⁻¹ de terra, o que resultaram em valores para a condutividade elétrica no extrato de saturação, respectivamente de: 0,20; 0,50; 2,44; 3,94 e 9,24 dS m⁻¹. Exceto o crescimento relativo do diâmetro do caule e a razão da relação entre as massas secas da parte aérea com a MSR, as demais variáveis foram significativamente influenciadas pelo aumento da salinidade, sendo os efeitos diferenciados entre as mesmas.

Palavras-chave: cloreto de sódio; salinidade; pinus

INTRODUÇÃO - A atividade industrial resulta na geração de resíduos. Um dos grandes desafios das indústrias de produção de celulose e papel bem como da sua reciclagem é a destinação final dos resíduos, hoje dispostos em aterros industriais, cuja construção é onerosa para as indústrias. Essa alternativa pode eternizar a responsabilidade pela sua guarda resultando num, custo permanente.

Fundamentado nos elevados teores de carbono e de alguns nutrientes para as plantas, os resíduos podem ter potencial de utilização como

condicionador do solo e como fertilizante, porém, é necessário o pleno conhecimento de suas características, para a sua aplicação segura. O lodo celulósico, resultante do processo de tratamento de efluentes das indústrias de celulose e papel apresenta teores consideráveis de N, Ca e P. Esses teores potencializam esse resíduo como sucedâneo de fertilizantes industrializados. No entanto, dados preliminares de pesquisa avaliando o efeito desse resíduo em *Pinus taeda* (0, 40, 80 e 160 Mg ha⁻¹), em condições de vaso, mostraram efeitos prejudiciais, sendo apontado como uma das possíveis causas a salinidade, 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 novembro de 2008 utilizando mudas de *Pinus taeda* com cinco meses de idade, cujas sementes foram originadas de árvores clonais de primeira geração. Utilizou-se um CAMBISSOLO HÚMICO Distrófico típico (Santos et al., 2006), textura argilosa, cujas amostras foram coletadas na camada de 10 a 30 em no município de Piraí do Sul, PR, e que apresentava as seguintes características (SILVA, 1997): pH em CaCh = 3,92; C = 22,58 g dm⁻³; P = 1,60 mg dm⁻³; K = 0,05 cmol, dm⁻³; Ca = 0,18 cmol,

Tabela 1. Altura e crescimento relativo - CR em altura, diâmetro do caule - DC final e CR 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 da condutividade elétrica (CE)*.

CE dS m,l	Altura final em	CR altura r %	DC final mm	CRDC %	----- g -----			MSR/MSPA
					MSR	MSPA	MST	
0,20	39,4 b	56,0 b	5,97 a	101,0	2,01 a	6,51 a	8,53 a	0,31
0,50	42,4 a	70,5 a	5,78 a	119,0	1,66 a	6,43 a	8,09 a	0,26
2,44	47,6 a	89,7 a	5,71 a	114,0	1,76 a	6,92 a	8,68 a	0,25
3,94	36,7 b	43,7 b	5,90 a	118,0	1,77 a	6,23 a	8,00 a	0,31
9,24	31,5 c	24,6 c	4,95 b	75,0	1,19 b	3,75 b	4,94 b	0,31
P	0,00	0,00	0,05	0,22	0,09	0,00	0,00	ns
CY-%	9,14	25,89	8,08	27,19	22,36	16,71	16,73	30,20

* Valores, nas colunas, seguidas por letras iguais não diferem significativamente pelo teste de Scott Knott 10%

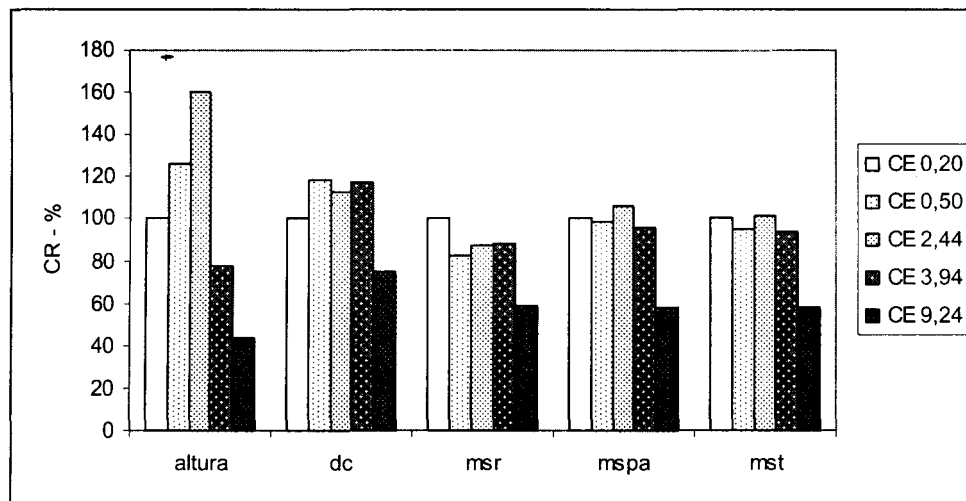


Figura 1. Resposta relativa de mudas de *Pinus taeda* à alteração na salinidade, medida pela condutividade elétrica (CE em $dS m^{-1}$), promovida pela aplicação de doses de NaCl, avaliadas pelo incremento relativo à CE 0,20 $dS m^{-1}$, observada na dose 0 mg de NaCl kg^{-1} de terra, nas variáveis altura, diâmetro do colo (DC), matérias secas da raiz (MSR), da parte aérea (MSPA) e total (MST).

dm³; Mg = 0,19 cmol, drrr³; AI = 2,95 cmol, dm³; H + AI = 11,26 cmol, dm³; V = 3,6%; m = 87,6 %; areia = 312 g kg⁻¹; silte = 96 g kg⁻¹ e argila = 592 g kg⁻¹. Após secagem, peneiramento e homogeneização, porções da amostra do solo de 4,35 kg foram colocadas em sacos plásticos, os quais constituíram na parcela experimental.

Os tratamentos, constituídos de doses de NaCl p.a. equivalentes a 0; 90; 730; 1460 e 2920 mg kg⁻¹ de terra, foram aplicados sob delineamento estatístico inteiramente ao acaso com quatro repetições. 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 0,20; 0,50; 2,44; 3,94 e 9,24 dS m⁻¹, respectivamente, determinada pelo método do extrato de 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, do diâmetro do caule e as massas secas da parte aérea e da raiz das mudas. Com base nas avaliações de altura inicial e final e dos diâmetros do caule, inicial e final, foram determinados os respectivos crescimentos relativos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO - Todas as características biométricas avaliadas foram influenciadas pelo aumento da salinidade provocada pela aplicação de NaCl, à exceção do crescimento relativo do diâmetro do caule e a razão da relação entre as massas secas da raiz e parte aérea. A altura final e o seu crescimento relativo sofreram elevação na segunda e terceira doses seguidas por decréscimo que se acentuou na maior dose. A altura final e o incremento em altura sofreram aumento nas condutividades elétricas (CE) 0,50 e 2,44 dS m⁻¹ seguido por uma redução nessas características biométricas com o aumento da CE (Tabela 1). As massas das matérias secas da raiz (MSR), parte aérea (MSPA) e total (MST) não foram influenciadas pelo aumento da CE até 3,94 dS m⁻¹. aumento da CE para 9,24 dS m⁻¹ promoveu a redução na produção das matérias secas. No caso da MSR a redução foi superior a 65% do obtido no tratamento onde não foi aplicado NaCl, enquanto na MSPA e MST houve redução de 40% e 50%, respectivamente (Figura 1).

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

Diversos autores estudaram o efeito da salinidade promovido pela aplicação de NaCl sobre plantas (Silva et al., 2000; Santos & Souza, 2003; Marinho et al., 2006; Mendonça et al., 2007; Nunes et al., 2008). A inibição do crescimento é atribuída à redução do potencial osmótico da solução do solo, promovida pelo excesso de sais ou mesmo pelo seu efeito. 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 na maior CE, observou-se redução em todas as variáveis analisadas.

CONCLUSÕES Plantas de *Pinus taeda* apresentaram sensibilidade à salinidade a partir da condutividade elétrica 3,94 dS m⁻¹. As variáveis biométricas avaliadas apresentam sensibilidade diferenciada ao aumento da salinidade do solo.

REFERÊNCIAS

- MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2 ed. San Diego: Academic Press, 1985. 674 p.
- MARINHO, F.J.L.; GHEVY, H.R.; FERNANDES, P.D.; HOLANDA, I.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.
- MENDONÇA, AV.R.; CARNEIRO, J.G.de A; BARROSO, D.G.; SANTIAGO, AR.; RODRIGUES, L.AR.; FREITAS, T.A.S. de. Características biométricas de mudas de *Eucalyptus* sp. sob estresse salino. *Revista Arvore*, Viçosa, MG, v.31, n.3, p. 365-372, 2007.
- NUNES, W.A.G.de A.; KER, F.C.; NEVES, J.c.L.; RUIZ, H.A; BEIRIGO, R.M.; BONCOMPANI, AL.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.

RAIL, B. van; GHEYI, H.R.; BATAGLIA, O.c. Determinação da condutividade elétrica e de cátions solúveis em extratos aquosos de solos. 2001. In: RAIL, B. van; ANDRADE, J.c. de; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, I.A. (EDs.) *Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais*, Campinas, Instituto Agrônomo, p. 277-284.

SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. *Plant physiology*. Belmont, CA, EUA, Wadsworth Publishing Company, 1999. 682p.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, I. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. I. F. da (Ed.). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SANTOS, I.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.

SILVA, H.D. da; FERREIRA, C.X., ANDRADE, G. de C. MAGALHÃES, W.L.E.; DEDECEK, R.A.; CORREA, R. S.; TREVISAN, 'I'; FERRARI, M.A. Relatório de pesquisas realizadas no âmbito do contrato de cooperação técnica Embrapa Iguazu Celulose. 2005. 25p. Não publicado

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