

## Crescimento de *Pinus taeda* clonal influenciado pela fertilização e aplicação de resíduo de celulose

Ana Elisa Lyra Brumat<sup>1</sup>, Antonio Carlos Vargas Motta<sup>2</sup>, Shizuo Maeda<sup>3</sup>

<sup>1</sup>. Engenheira Agrônoma, Doutoranda em Ciências Do Solo na Universidade Federal do Paraná – Curitiba-PR. E-mail: [anaelisalbrumat@gmail.com](mailto:anaelisalbrumat@gmail.com)

<sup>2</sup>. Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor na Universidade Federal do Paraná – Curitiba-PR. E-mail: [mottaufpr@gmail.com](mailto:mottaufpr@gmail.com)

<sup>3</sup>. Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Colombo-PR. E-mail: [sizuo.maeda@embrapa.br](mailto:sizuo.maeda@embrapa.br)

### Resumo

Avaliou-se o uso de resíduo da indústria de papel reciclável, calcário e adubo no crescimento de mudas clonais de *P. taeda* em região de baixa fertilidade em Santa Catarina. O experimento está localizado em Rio Negrinho, cultivo clonal de 3 anos, conduzido em DBC e cinco tratamentos (T1- Controle; T2- RAPR= 25 t/ha de resíduo alcalino de papel reciclado (RAPR); T3- CALC= 2 t/ha de calcário dolomítico; T4- RAPR+CALC= 25 t/ha de RAPR + 2 t/ha de calcário dolomítico; T5- Completo= 25 t/ha de RAPR + 2 t/ha de calcário dolomítico + 100 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 90 kg/ha de K<sub>2</sub>O) e quatro repetições. Determinou-se DAP, altura, área basal, volume de tronco, ICA e IMA. Maior crescimento foi obtido na aplicação do tratamento completo e indicam carência de um ou mais elementos. A aplicação isolada de calcário não proporcionou aumento no crescimento.

Palavras-chave: clones, fertilização, resíduo de celulose.

### Introdução

A silvicultura do *Pinus*, espécie utilizada nos setores madeireiro, moveleiro, de papel e celulose é um sistema socioeconômico que contribui na manutenção do desenvolvimento no Sul do Brasil (Lagemann, 2020), cultivados em área de baixa fertilidade em decorrência de sua rusticidade e adaptabilidade a essas condições naturais. Com a crescente demanda por produtos florestais como madeira e celulose, melhorar a qualidade do plantio, seja em fertilidade quanto em qualidade de plantas, se torna necessário.

A fertilização em povoamento de *Pinus* em idades iniciais demonstra grandes respostas. Embora o uso de fertilizantes e corretivos gerem custos que podem ser limitantes (Rabel, 2020), os resíduos industriais passam a apresentar-se como uma alternativa (Sass et al., 2020). Maeda, Gomes e Bognola (2018) relataram que o resíduo da fabricação de papel reciclável proporciona aumento do pH, CTC e da quantidade de Ca no solo e diminuição do Al tóxico, podendo atingir até as camadas mais profundas, gerando efeitos como o da calagem. Esses efeitos positivos vêm sendo amplamente observados em áreas do estado do Paraná (Pereira, 2022 e Rodriguez, 2018), porém em menor proporção foi observado em solos de Santa Catarina (Rabel et al., 2020).

Como os efeitos do uso de resíduos industriais na silvicultura sobre as características biométricas e nutrição de plantas são ainda inconclusivos, segundo Maeda et al. (2011), a ausência de resposta à aplicação do resíduo pode estar relacionada a fatores como: falta de incorporação do produto, o que não favoreceu o contato dos nutrientes nele presente com as raízes, condições químicas do solo adequadas para o desenvolvimento das árvores e competição de plantas voluntárias pelos nutrientes liberados pelo resíduo aplicado, portanto faz-se necessário mais estudos.

Avaliou-se o uso de Resíduo Alcalino de Papel Reciclado, calcário dolomítico como fontes de Ca e Mg e adubo (P e K), no crescimento de mudas clonais de *P. taeda* em região de baixa fertilidade natural do estado de Santa Catarina como forma de identificar se a oferta fertilização proporciona melhora no desenvolvimento inicial da cultura.

### Material e Métodos

#### Área experimental

O experimento está localizado nas coordenadas 26°30'08"S e 49°38'41"W no município de Rio Negrinho, Santa Catarina, em cerca de 935 m de altitude, clima Cfb, temperatura média de 17,2 °C e pluviosidade de 1760 mm por ano. A área foi cultivada com *P. taeda* L. por aproximadamente 40 anos sem o uso de corretivos ou fertilizantes. Atualmente o cultivo na área é clonal com plantas transplantadas em abril de 2018.

#### Delineamento

O experimento foi conduzido em blocos ao acaso (DBC), com cinco tratamentos (T1- Controle; T2- RAPR= 25 t/ha de resíduo alcalino de papel reciclado (RAPR); T3- CALC= 2 t/ha de calcário dolomítico; T4- RAPR+CALC= 25 t/ha de RAPR + 2 t/ha de calcário dolomítico; T5- Completo= 25 t/ha de RAPR + 2 t/ha de calcário dolomítico + 100 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 90 kg/ha de K<sub>2</sub>O) e quatro repetições, totalizando 24 parcelas. O RAPR tem em sua composição baixo teor de Ca. O calcário dolomítico foi utilizado como fonte de Ca e Mg. Cada parcela foi composta por 25 plantas. A coleta para avaliações foi realizada em abril de 2021, três anos após a implantação do experimento.

TABELA 1 - Caracterização química de resíduo alcalino de papel reciclado (RAPR) utilizado no município de Rio Negrinho – Santa Catarina.

Parâmetros	Valores	Parâmetros	Valores
pH <sub>H2O</sub>	8,6	Ca (g kg <sup>-1</sup> )	150,0
Cinzas (g kg <sup>-1</sup> )	555	K (g kg <sup>-1</sup> )	0,14
C total (g kg <sup>-1</sup> )	238	Mg (g kg <sup>-1</sup> )	1,7
N total (g kg <sup>-1</sup> )	0,3	Fe (mg kg <sup>-1</sup> )	2480
S total (g kg <sup>-1</sup> )	0,4	Mn (mg kg <sup>-1</sup> )	44,3
P total (g kg <sup>-1</sup> )	2,3	Cu (mg kg <sup>-1</sup> )	49,1
Al (g kg <sup>-1</sup> )	13,3	Zn (mg kg <sup>-1</sup> )	265,2

#### Dados de crescimento e produção vegetal

Foram determinados diâmetro na altura do peito (DAP), altura total, área basal, volume de tronco, incremento corrente anual (ICA) e incremento médio anual (IMA).

O DAP (cm) foi mensurado a 1,30 m de altura do solo com trena métrica e altura (m) com régua extensível de todas as árvores da parcela durante os três anos de condução do experimento.

A área basal foi calculada pela fórmula  $AB = \frac{\pi \cdot DAP^2}{4}$ , onde AB= área basal (m<sup>2</sup>);  $\pi = 3,1416$ ; DAP=

diâmetro na altura do peito (m); O volume foi calculado por  $V = \frac{\pi \cdot DAP^2}{4} \cdot Ht \cdot f$ , onde V= volume

(m<sup>3</sup>);  $\pi = 3,1416$ ; DAP= diâmetro na altura do peito (cm); Ht= altura; F= fator de forma considerado para a cultura de 0,33; O incremento corrente anual (ICA) determinado por  $ICA = Vf - Vi$ , onde ICA= (m<sup>3</sup>)

Vf= volume final; Vi= volume inicial; Incremento médio anual (IMA) determinado por  $IMA = \frac{Vf}{I}$ , onde

IMA= (m<sup>3</sup>); Vf= volume final; I= idade da floresta. Os valores calculados por árvore foram extrapolados para hectare multiplicando por 1600, número de plantas por hectare.

#### Dados de acícula

Foram coletadas acículas do primeiro e segundo lançamento do ano de pontos distintos de seis plantas por parcela. As amostras foram acondicionadas em sacos de papel, encaminhadas à Universidade Federal do Paraná (UFPR) onde foram secas em estufa de ventilação forçada a 65° até peso constante. Foram determinados peso de acículas e de 100 acículas.

#### Análise estatística

Os dados do experimento foram submetidos a teste de normalidade e homogeneidade das variâncias e analisados por ANOVA e posteriormente teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### Resultados e Discussão

#### Dados de crescimento e produção vegetal

Houve efeito apenas para as variáveis volume de tronco, incremento médio anual (IMA), Massa de acículas e de 100 acículas onde o tratamento completo destacou-se de forma muito superior aos demais (TABELA 2). O volume de tronco e IMA aumentaram cerca de 25% em relação ao tratamento controle.

Esses valores indicam o bom desenvolvimento cultural quando há oferta de nutrientes, principalmente em fases iniciais, o crescimento em diâmetro se dá pelo bom uso dos recursos proporcionando maior uniformidade e homogeneidade do plantio (Lagemann 2020). Corroborando com resultados aqui obtidos, Moro (2014) constatou que o uso da fertilização até 1 ano do plantio aumentou em até 26% o volume da madeira, até 40% o IMA e 37% no ICA.

Tabela 2. Desenvolvimento de *P. taeda* com três anos, submetido à adubação com resíduo de celulose, calcário, P e K no município de Rio Negrinho, Santa Catarina.

Tratamento	Altura (m)	DAP (cm)	Área Basal (m <sup>2</sup> /ha)	Volume (m <sup>3</sup> /ha)	ICA (m <sup>3</sup> /ha)	IMA (m <sup>3</sup> /ha)	Massa de Acícula (g)	100 Acículas (g)
Controle*	5,33A	8,00A	8,58A	16,27B	12,15A	5,42B	158,62B	4,60B
RAPR*	5,08A	7,75A	8,51A	15,96B	12,71A	5,32B	198,04AB	6,01A
CALC*	5,34A	8,28A	9,42A	18,13AB	14,40A	6,04AB	242,43A	5,0AB
RAPR+CALC*	5,17A	7,67A	8,67A	16,92AB	13,00A	5,64AB	213,40A	5,08AB
Completo*	5,65A	8,60A	10,04A	20,35A	14,95A	6,78A	234,63A	6,68A
CV (%)	28,61	32,50	47,74	58,46	62,78	58,46	23,61	15,64

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey a de 5% de probabilidade. \*(T1- Controle; T2- RAPR; T3- CALC; T4- RAPR+CALC; T5- Completo).

Tendência de maiores valores de volume com uso de calcário dolomítico em relação ao resíduo possivelmente indica carência de Mg. O uso isolado do resíduo ao aumentar Ca, apenas prejudica o suprimento de Mg.

A massa de acículas total e de 100 acículas apresentou tendência de acréscimo pela fertilização, até mesmo com a aplicação isolada do resíduo. A biomassa de plantas fertilizadas é superior à de plantas não fertilizadas (Munhoz, 2015) e a manutenção da biomassa da copa é um importante reservatório de nutrientes a longo prazo, disponibilizado na ciclagem biogeoquímica (Lagemann, 2020).

## Conclusões

A fertilização proporciona melhoria no desenvolvimento da cultura do *Pinus*.

A aplicação isolada de calcário dolomítico como fonte de Ca e Mg não proporcionou aumento no crescimento, enquanto a aplicação do tratamento completo proporciona maior desenvolvimento da cultura, indicando que há a carência de algum elemento, no entanto este não foi investigado.

## Referências Bibliográficas

LAGEMANN, M. P., **Efeito da uniformidade de plantio e fertilização na produtividade de um clone de *Pinus taeda* L.** 2020. 63p. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, Santa Maria, RS, 2020.

MAEDA, S.; GOMES, J. B.; BOGNOLA, I. A. Efeitos da aplicação de lodo celulósico e de cinza de caldeira em área de produção de *Pinus taeda*. *Comunicado técnico*, 324, Colombo, 28p., 2018. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1101252/efeitos-da-aplicacao-de-lodo-celulosico-e-de-cinza-de-caldeira-em-area-de-producao-de-pinus-taeda>> Acesso em: 15 de maio de 2022.

MAEDA, S.; SILVA, H. D.; COSTA, E. R. O.; BOGNOLA, I. A. Aplicação de resíduo alcalino de papel reciclado em plantios de pinus. *Comunicado Técnico* 283. Embrapa Florestas, Colombo, 2011. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/24482/1/Doc202.pdf>> Acesso em: 15 de maio de 2022.

MORO, L. et al. Resposta de *Pinus taeda* com diferentes idades à adubação NPK no Planalto Sul Catarinense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 38, n. 4 p. 1181-1189, jul./ago. 2014.

MUNHOZ, J. S. B. **Influência dos fatores edafoclimáticos na produtividade e na eficiência do uso dos recursos naturais do *Pinus taeda* L. sob distintos manejos no sul do Brasil.** 2015.

142p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.

PEREIRA, M., BASSACO, M. V. M., MOTTA, A. C. V., MAEDA, S., PRIOR, S. A., MARQUES, R., MAGRI, E., BOGNOLA, I. A., GOMES, J. B. V. Influence of industrial forest residue applications on *Pinus taeda*: soil, litter, growth, nutrition, and wood quality characteristics. **New Forests**, v. 53, p. 1-25, 2022.

RABEL, D. de O., MAEDA, S., ARAUJO, E. M., GOMES, J. B. V., BOGNOLLA, I. A., PRIOR, S. A., ; MAGRI, E., FRIGO, C., BRASILEIRO, B. P., DOS SANTOS, M. C., PEDREIRA, G. Q., MOTTA, A. C.V. Recycled alkaline paper waste influenced growth and structure of *Pinus taeda* L. forest. **New Forests**, v. 51, p. 1-22, 2020.

RODRIGUEZ, D. R. O; CARVALHO, H. W. P. DE; TOMAZELLO-FILHO, M. Nutrient concentrations of 17- year-old *Pinus taeda* annual tree-rings analyzed by X-ray fluorescence microanalysis. **Dendrochronologia**. 52: 67–79p, 2018.

SASS, A. L.; MAEDA, S.; BOGNOLA, I. A.; BASSACO, M. V. M.; BARBOSA, J. Z.; PRIOR, S.; GOULARTE, G. D.; MOTTA, A. C. V. Cellulosic industrial waste to enhance *Pinus taeda* nutrition and growth: a study in subtropical Brazil. **Scientia Forestalis**, v. 48, n. 126, 16p. 2020.