



## Diagnose nutricional de plantio clonal de *Pinus taeda* após fertilização em Santa Catarina

Ana Elisa Lyra Brumat<sup>1</sup>  
Antonio Carlos Vargas Motta<sup>2</sup>  
Shizuo Maeda<sup>3</sup>  
João Bosco Vasconcelos Gomes<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Paraná ([anaelisalbrumat@gmail.com](mailto:anaelisalbrumat@gmail.com)), <sup>2</sup> Universidade Federal do Paraná ([mottaufpr@gmail.com](mailto:mottaufpr@gmail.com)), <sup>3</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária ([shizuo.maeda@embrapa.br](mailto:shizuo.maeda@embrapa.br)), <sup>4</sup> Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária ([joao.bv.gomes@embrapa.br](mailto:joao.bv.gomes@embrapa.br))

**RESUMO:** *Objetiva-se com este trabalho promover diagnose nutricional após fertilização em clone de P. taeda com três anos de idade. Experimento localizado em Rio Negrinho, SC, conduzido em blocos ao acaso, com seis tratamentos (T1- Controle; T2- 2 Mg/ha de calcário dolomítico; T3- 100 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; T4- 2 Mg/ha de calcário dolomítico + 100 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; T5- 2 Mg/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; T6- 2 Mg/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 + 2 kg/ha Cu + 3 kg/ha Zn) e quatro repetições. Determinou-se pH, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, P, K<sup>+</sup>, Al<sup>3+</sup>, Cu, Mn, Fe e Zn do solo e os teores de Ca, Mg, P, K, Al, Fe, Cu, Mn e Zn das acículas. Os dados foram analisados por ANOVA e teste de Tukey a 5%. A aplicação dos tratamentos promoveu alteração na concentração dos nutrientes com efeito para Ca, P, K, Fe, Mn, Zn e Cu. Os teores de Mg e Al não sofreram efeito, efetivando a elevação destes a níveis requeridos pela cultura.*

*Palavras-chave:* acículas, calcário dolomítico, fertilizar

### Introdução

*Pinus taeda* L. é amplamente cultivado no sul do Brasil em áreas com características de baixa fertilidade e de elevada acidez devido sua boa adaptabilidade e rusticidade a essas condições (Lagemann, 2020). Dado ao maior potencial de desenvolvimento dos clones, que pode permitir aumento da possibilidade de resposta ressalta-se que a genética pode ser limitada pela implantação de clones com altas taxas de crescimento, enquanto a disponibilidade de recursos pode ser aumentada por meio da fertilização (Trazzi et al., 2019).

A adubação no momento do plantio de uma floresta, juntamente com outras técnicas silviculturais, garantirá um desenvolvimento satisfatório desta, com boa produtividade a longo prazo (Lagemann, 2020; Batista et al, 2015; Vogel et al., 2005). Objetivou-se com este trabalho realizar a diagnose nutricional de clone de *P. taeda* com três anos após fertilização com calcário dolomítico, P, K, Cu e Zn no município de Rio Negrinho – SC.



## Material e métodos

### *Área experimental*

O experimento era localizado nas coordenadas 26°30'05.4" S e 49°38'43.9"W no município de Rio Negrinho, SC. O local tem altitude aproximada de 935 m, relevo ondulado, solo do tipo Cambissolo húmico distrófico, clima Cfb conforme classificação de Koppen, temperatura média de 17,2 °C e pluviosidade de 1760 mm por ano. Compreende uma área de terceira rotação cultivada a 40 anos com *P. taeda* sem uso de corretivos e/ou fertilizantes. O experimento foi implantado em abril de 2018 com o plantio das mudas seguida da aplicação dos tratamentos. A avaliação do experimento foi realizada em julho de 2021 com a coleta de amostras de solo e acículas.

### *Delineamento*

O experimento foi conduzido em blocos ao acaso, com seis tratamentos (T1- Controle; T2 - 2 Mg/ha de calcário dolomítico; T3 - 100 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; T4 - 2 Mg/ha de calcário dolomítico + 100 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; T5- 2 Mg/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; T6- 2 Mg/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 + 2 kg/ha Cu + 3 kg/ha Zn) e quatro repetições. As parcelas experimentais foram compostas por 6 fileiras com 8 plantas cada, espaçadas em 2,5 m x 2,5m. A área útil das parcelas foi composta por 24 árvores centrais.

### *Dados de solo*

Coletou-se amostras compostas de solo em cada parcela na profundidade de 0-30 cm, acondicionadas em sacos plásticos e encaminhadas à UFPR para análise química. As amostras foram secas em estufa a 65 °C por 48h, trituradas e peneiradas em malha de 2 mm. No laboratório de Química e Fertilidade do Solo determinou-se pH em 0,01 mol L<sup>-1</sup> de CaCl<sub>2</sub>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, P, K<sup>+</sup>, Al<sup>3+</sup>, Cu, Mn, Fe e Zn. Os elementos P, K<sup>+</sup>, e microelementos foram extraídos por Mehlich-1, P obtido por espectroscopia UV-Vis e o K<sup>+</sup> em fotômetro de chama; os níveis de micronutrientes foram lidos em um aparelho de espectrometria de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP-OES); Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e Al<sup>3+</sup> extraídos por KCl a 1 mol L<sup>-1</sup>, onde Ca e Mg obtidos por absorção atômica e Al por titulometria com azul de bromotimol.

### *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° C até peso constante. Todas as acículas do primeiro e segundo lançamento dos galhos coletados foram retiradas, moídas, incineradas e solubilizadas segundo Martins e Reissmann (2007). Dos extratos obtidos foram determinados em espectrômetro de emissão óptica com plasma indutivamente acoplado (ICP-OES) os teores de Ca, Mg, P, K, Al, Fe, Cu, Mn e Zn.

#### *Análise estatística*

Os dados foram submetidos a teste de normalidade e homogeneidade, analisados por ANOVA e as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### **Resultados e discussão**

#### *Análise química de solo*

Apenas K e Mn não sofreram efeito da aplicação dos tratamentos (p-valor > 0,05), o K apresentou uma leve tendência de aumento enquanto o Mn apresentou efeito contrário (Tabela 1). A aplicação dos tratamentos com calcário proporcionou alteração do pH e diminuição do Al tóxico, embora a dose aplicada tenha sido baixa. Os teores de Ca e Mg passaram de muito baixo para baixo de acordo com SBCS (2017), e mesmo que não tenham sofrido grandes acréscimos, a soma de ambos atingiu a recomendação (Van Goor, 1965). O P quando aplicado, embora não estivesse em nível crítico, passou do nível baixo para médio enquanto os teores de Cu aumentaram, estando no nível alto e os de Fe diminuíram passando de alto para médio (SBCS, 2017).

**Tabela 1.** pH e teores de Ca, Mg, P, K, Fe, Cu, Mn, Zn e Al no solo cultivado com clones de *P. taeda* submetido a correção com calcário, doses de P, K, Cu e Zn no município de Rio Negrinho – SC.

Trat	pH	<i>g kg<sup>-1</sup></i>					<i>mg kg<sup>-1</sup></i>			
		<i>Ca</i>	<i>Mg</i>	<i>P</i>	<i>K</i>	<i>Al</i>	<i>Fe</i>	<i>Mn</i>	<i>Zn</i>	<i>Cu</i>
Controle	3,0b	0,3c	0,2c	3,6c	0,1a	542a	353a	2,5a	1,3c	1,1c
Calc.	3,8a	0,6ab	0,5a	4,6a	0,2a	447b	313a	2,4a	1,3c	1,4b
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	3,5a	0,5b	0,4b	4,8a	0,2a	457b	260ab	2,3a	1,5b	1,5b
Calc. + P	3,6a	0,7a	0,6a	4,8a	0,2a	431b	206b	2,4a	1,5b	1,6a
Calc. + P + K	3,6a	0,7a	0,6a	4,2b	0,2a	372c	271ab	2,2a	1,4bc	1,6a
Completo	3,7a	0,8a	0,5a	4,1b	0,2a	382c	223b	2,3a	1,7a	1,8a

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey a de 5% de probabilidade.

\*(T1- Controle; T2- Calcário dolomítico; T3- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; T4- Calcário dolomítico + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; T5- Calcário dolomítico + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + K<sub>2</sub>O; T6- Calcário dolomítico + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + K<sub>2</sub>O + Cu + Zn).



### Diagnose nutricional de acículas

A aplicação dos tratamentos promoveu alterações ( $p$ -valor  $< 0,05$ ) nas concentrações de Ca, P, K, Fe, Mn, Zn e Cu. Por outro lado, as concentrações de Mg e Al não foram influenciadas pela aplicação dos tratamentos, com Mg apresentando tendência de aumento, enquanto a concentração de Al diminuiu mantendo os níveis altos, mas não em condições de causar toxidez (Tabela 2).

**Tabela 2.** Teores de nutrientes em acículas de clone de *P. taeda* submetido à aplicação de calcário, P, K, Cu e Zn, no município de Rio Negrinho, Santa Catarina.

Trat	Ca	Mg	P	K	Al	Fe	Mn	Zn	Cu
	-----g kg <sup>-1</sup> -----					----- mg kg <sup>-1</sup> -----			
Controle	1,2 c	0,60a	1,0b	5,42ab	642,9a	132,0a	405,0a	36,8ab	3,2b
Calc.	2,7 a	0,73a	1,1b	5,66a	595,4a	109,7ab	199,0bc	48,9a	4,1b
P2O5	1,5 b	0,63a	1,5a	4,13b	614,5a	85,0abc	290,0ab	20,8c	7,9a
Calc. + P	2,1 ab	0,78a	1,4a	4,63ab	667,3a	136,0a	244,0ab	31,5bc	7,3a
Calc. + P + K	1,7 b	0,89a	1,3ab	5,13ab	542,7a	57,9bc	190,0bc	24,4bc	7,2b
Completo	1,7 b	0,90a	1,3ab	5,78a	541,9a	52,1c	111,0c	21,8c	8,3b?

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste Tukey a de 5% de probabilidade.

\*(T1- Controle; T2- Calcário dolomítico; T3- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; T4- Calcário dolomítico + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; T5- Calcário dolomítico + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + K<sub>2</sub>O; T6- Calcário dolomítico + P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + K<sub>2</sub>O + Cu + Zn).

Os teores nas acículas acompanharam o comportamento dos teores nutricionais no solo. Os presentes resultados indicam que baixos níveis de bases trocáveis no solo, elevada acidez e teor de Al foram parcialmente corrigidos ao se tratar de um experimento de curta duração com plantios de *Pinus taeda* (Batista et al., 2014).

Neste estudo, a fertilização proporcionou elevação na concentração de Ca nas acículas para valores acima de 1,5 g kg<sup>-1</sup>, enquanto a concentração de Mg resultante da fertilização tenha se situado próximo ao crítico - 0,8 g kg<sup>-1</sup> - não se observou sintoma de deficiência nas parcelas (Albaugh et al. 2010; Reissman, 1981). A concentração de Ca pode ser influenciada pela idade da acícula e da planta, época do ano e condições ambientais locais (Rabel, 2020), e por efeito antagonista, diminuir o teor do Mg (Pereira, 2020). As concentrações dos demais nutrientes variaram conforme aplicação dos tratamentos e de acordo com Albaugh et al. (2010) e Reissmann (1981), os níveis estão dentro da faixa ideal para a cultura.



## Conclusão

A diagnose nutricional de *P. taeda* L. por meio da análise de acículas indicou que a fertilização das áreas de cultivo, proporcionou a elevação dos níveis nutricionais requeridos pela cultura.

## Referências bibliográficas

ALBAUGH, J. M.; BLEVINS, L. H.; ALLEN, L.; ALBAUGH, T. J.; FOX, T. R.; STAPE, J. L.; RUBILAR, R. A. Characterization of foliar macro and micronutrient concentrations and ratios in loblolly pine plantations in the southeastern United States. *Southern Journal of Applied Forestry*, v.34, n.2, p.53-64, 2010.

BATISTA, A. H.; MOTTA, A. C. V.; REISSMANN, C. B.; SCHNEIDER, T.; MARTINS, I. L. & HASHIMOTO, M. Liming and fertilisation in *Pinus taeda* plantations with severe nutrient deficiency in savanna soils. *Acta Scientiarum. Agronomia*, v. 37, p.117, 2014.

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.

Rabel, D. de O. et al. (2020). Recycled alkaline paper waste influenced growth and structure of *Pinus taeda* L. forest. *New Forests*, 52(2), 249–270. 2020.

REISSMANN, C. B. Naehrelementversorgung und Wuchsleistung von Kiefernbeständen in Sued-Brasilien. 1981. 169 f. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) - Forstwissenschaftlichen Fakultät der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Freiburg, 1981.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO (SBCS). Núcleo Estadual do Paraná (NEPAR). Manual de adubação e calagem para o Estado do Paraná. Curitiba: SBCS/NEPAR, 2017, 482 p.

TRAZZI, P. A.; SANTOS, J. A.; CALDEIRA, M. V. W.; ROTERS, D. F.; CARVALHO, D.; DOBNER JÚNIOR, M. Initial Growth of *Pinus taeda* by Fertilization Response at Planting. *Floresta e Ambiente*. V. 26, n. 1. 2019.

VAN GOOR, C. P. Reflorestamento com coníferas no Brasil. Aspectos ecológicos dos plantios na região sul particularmente com *Pinus elliottii* e *Araucária angustifolia*. *Boletim* n 9, Rio de Janeiro, 59p., 1965.

VOGEL, H. L. M.; SCHUMACHER, M. V.; STORCK, L.; WITSCHORECK, R. *Pinus taeda* L. initial growth related to N, P and K fertilizers. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 15, n. 2, p. 199-206, 2005.

