

Diagnose nutricional em plantações clonais de *P. taeda* após fertilização mineral e aplicação de resíduo celulósico

Ana Elisa Lyra Brumat¹, Antonio Carlos Vargas Motta², Shizuo Maeda³

¹. Engenheira Agrônoma, Doutoranda em Ciências Do Solo na Universidade Federal do Paraná – Curitiba-PR.
E-mail: anaelisalbrumat@gmail.com

². Engenheiro Agrônomo, Dr., Professor na Universidade Federal do Paraná – Curitiba-PR.
E-mail: mottaufpr@gmail.com

³. Engenheiro Agrônomo, Dr., Pesquisador na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Colombo-PR.
E-mail: sizuo.maeda@embrapa.br

Resumo

Avaliou-se o uso de resíduo da indústria de papel reciclável, calcário e adubo no teor nutricional de acículas de clones de três anos de *P. taeda*. Experimento localizado em Rio Negrinho - SC, conduzido em blocos ao acaso, cinco tratamentos (T1- Controle; T2- 25 t/ha de resíduo; T3- 2 t/ha de calcário dolomítico; T4- 25 t/ha de resíduo + 2 t/ha de calcário dolomítico; T5- 25 t/ha de resíduo + 2 t/ha de calcário dolomítico + 100 kg/ha de P₂O₅ + 90 kg/ha de K₂O) e quatro repetições. Coletou-se acículas de seis plantas por parcela. As amostras foram incineradas e solubilizadas e dos extratos determinou-se teores de Ca, Mg, P, K, Fe, Cu, Mn, Zn e Al. A aplicação do resíduo proporcionou aumento no teor foliar de Ca e Mg e diminuição no teor de Mn. Já a aplicação isolada de calcário proporcionou aumento apenas no teor foliar de Mg.

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

Introdução

O *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 sob essas condições (Lagemann, 2020).

Com a crescente demanda por produtos madeireiros em diferentes segmentos de mercado, alcançar maior produtividade com matéria-prima de qualidade é um desafio ao produtor.

Junto ao aumento da produção de madeira tem-se o aumento de resíduos gerados pela indústria que demanda destino correto e que não gere riscos ambientais. A sua utilização como fertilizante em plantios florestais torna-se uma alternativa viável de descarte. A aplicação do resíduo industrial ao solo proporciona ao sítio florestal um ambiente produtivo e sustentável (Pereira, 2022). 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, no entanto, esses efeitos de fato, são ainda bastante inconclusivos (Maeda et al., 2018; Maeda, 2011) e requerem cuidados na oferta e aplicação, assim como mais estudos relacionados.

A adição de nutrientes aos sistemas florestais via resíduo pode alterar a quantidade e a qualidade da entrada dos nutrientes nos tecidos vegetais por possuírem composição diversa, podendo ocasionar o desbalanço nutricional tornando alguns nutrientes tóxicos ou deficientes (Pereira 2022).

Objetivou-se realizar diagnose nutricional de acículas de clones de três anos de *P. taeda* após o uso de resíduo da indústria de papel reciclável, aplicação de calcário dolomítico como fontes de Ca e Mg e adubação com P e K, em região de baixa fertilidade natural do estado de Santa Catarina.

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_2O_5 + 90 kg/ha de K_2O) 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 H_2O	8,6	Ca (g kg^{-1})	150,0
Cinzas (g kg^{-1})	555	K (g kg^{-1})	0,14
C total (g kg^{-1})	238	Mg (g kg^{-1})	1,7
N total (g kg^{-1})	0,3	Fe (mg kg^{-1})	2480
S total (g kg^{-1})	0,4	Mn (mg kg^{-1})	44,3
P total (g kg^{-1})	2,3	Cu (mg kg^{-1})	49,1
Al (g kg^{-1})	13,3	Zn (mg kg^{-1})	265,2

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. 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, Fe, Cu, Mn, Zn e Al.

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

Diagnose nutricional

Os valores de Ca, Mg e Mn sofreram efeito em decorrência das aplicações de todos os tratamentos aplicados ($p < 0,05$), enquanto os demais nutrientes não sofreram efeito das aplicações de nenhum deles (TABELA 2).

A concentração de Ca pode ser influenciada pela idade da acícula e da planta, época do ano e condições ambientais locais (Rabel, 2020). Destaca-se alto teor de Ca nas acículas que receberam a aplicação do resíduo, indicando que este foi uma excelente fonte deste nutriente. Há uma faixa ideal para os teores de cada nutrientes onde não se observa deficiência ou toxicidade. Em comparação ao controle, todos os tratamentos proporcionaram fornecimento de Ca de forma que o acúmulo ficasse entre os níveis indicados, acima de 1,5 g Kg^{-1} (Albaugh et al. 2010; Reissman, 1981).

Observa-se que enquanto o teor de Ca aumenta no tratamento com resíduo, o teor de Mg diminuiu, esse fator é explicado pela interação de caráter antagônica, deixando o nível do Mg bem próximo ao valor limitante 0,8 g Kg^{-1} (Albaugh et al. 2010; Reissmann, 1981). O tratamento controle apresenta valores de Ca e Mg abaixo do valor de referência.

O Mn também apresentou efeito das aplicações. Corroborando com dados de Rabel (2020), o teor de Mn decresce nos tecidos com a aplicação de resíduo.

A aplicação isolada de calcário dolomítico não proporcionou aumento significativo no teor foliar de Ca quando comparado ao tratamento completo, mas apresentou aumento significativo de Mg.

Tabela 2. Teores de Ca, Mg, P, K, Fe, Cu, Mn, Zn e Al em acículas de *P. taeda* com três anos, submetida a adubação com resíduo de celulose, calcário, P e K no município de Rio Negrinho, Santa Catarina.

Trat	Ca	Mg	P	K	Fe	Cu	Mn	Zn	Al
	g Kg ⁻¹				mg Kg ⁻¹				
Controle*	1,18B	0,77C	1,34A	5,68 A	42,36A	3,43A	137,55AB	21,07A	530,0A
RAPR*	2,51A	0,82C	1,35A	5,27 A	53,72A	3,27A	74,64B	23,13A	510,0A
CALC*	1,56B	1,10A	1,35A	5,61 A	46,0A	5,79A	174,05A	21,68A	540,0A
RAPR+CALC *	1,88A B	1,05A B	1,27A	5,43 A	53,93A	5,33A	122,26AB	26,75A	490,0A
Completo*	1,76B	0,91B C	1,43A	5,23 A	60,06A	5,39A	80,37B	22,93A	550,0A
CV (%)	18,83	7,97	8,58	10,77	22,95	45,51	27,7	15,41	31,54

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).

Sabe-se que quando se aumenta os teores de Ca, eleva-se o pH do solo, a disponibilidade de Mn diminui, no entanto, a variação de pH foi muito pouca para justificar o decréscimo, tal resultado foi constatado também por Pereira (2020). É provável que exista uma carência multielementar de Ca, Mg, K e P.

Fertilizar aumenta estoque de nutrientes nas acículas e isto é observado quando se compara os dados de parcelas fertilizadas em relação ao controle. Vale ressaltar que uma acícula com bom teor nutricional indica translocação eficiente e satisfatória de para serem utilizados na conversão em volume de madeira de qualidade nutricional e densidade adequados, além de influenciar de forma positiva o processo de ciclagem de nutriente assim que ela retornar ao solo, se decompor e for mineralizada.

Os demais nutrientes embora não sofrerem efeito da aplicação de quaisquer tratamentos mantiveram seus níveis dentro da faixa ideal para a cultura, não apresentando deficiência ou toxidez de acordo com Albaugh et al. (2010) e Reissmann (1981).

Conclusões

A diagnose nutricional de *P. taeda* L. através da análise de acículas indicou que a fertilização das áreas de cultivo, seja ela convencional na forma de produtos minerais ou com produtos de reuso proporcionou a elevação dos níveis nutricionais requeridos pela cultura.

A aplicação do resíduo proporcionou aumento no teor foliar de Ca e Mg e diminuição no teor de Mn.

A aplicação isolada de calcário dolomítico proporcionou aumento significativo no teor foliar de Mg.

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.

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.

MARTINS, A. P. L.; REISSMANN, C. B. Material vegetal e as rotinas laboratoriais nos procedimentos químico-analíticos. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.8, n.1, p.1-17, 2007.

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.

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.

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.