

USO DE CINZAS EM PINUS: ANÁLISE NUTRICIONAL DAS ACÍCULAS

Leonel Kovalski^{1*}, Jhonny Steffen², Shizuo Maeda³, Daniele Fernanda Zulian⁴, Marcia Toffani Simão Soares³
¹ Estudante de graduação, Curso de Engenharia Florestal, UFPR. *leonelkovalski08@gmail.com. ² Estudante de graduação, Curso de Agronomia, UFPR. ³ Pesquisadores da Embrapa Florestas, PR. ⁴ Analista de Pesquisa e Controle de Qualidade, IRANI Papel e Embalagens S.A.

RESUMO

O presente estudo avaliou o efeito da aplicação de cinzas de biomassa de madeira na nutrição de *Pinus taeda*, estabelecido em 2018 no Vale do Contestado, Santa Catarina. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso, com 4 blocos e 2 tratamentos, correspondentes às doses 0 e 5 Mg ha⁻¹ de cinza (base seca). Em dezembro de 2021 e maio de 2023 foram coletadas amostras de acículas para determinação dos teores de K, Ca, Mg, P, Mn, Fe, Zn, Cu. Os resultados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) para testar efeito de dose, época e sua interação. Na quantidade e qualidade utilizada, o uso de cinzas no solo diminuiu o teor foliar de K ($p \leq 0,01$). Estudos futuros demandam abranger o efeito da dinâmica nutricional no crescimento e qualidade da madeira, a fim de gerar subsídios para o uso da prática em estratégias de manutenção dos cultivos florestais da região.

PALAVRAS-CHAVE: *Pinus*; macronutrientes; micronutrientes; acículas; cinzas.

INTRODUÇÃO

Apesar do potencial uso de resíduos de celulose e papel em solos com cultivos florestais para suprimento nutricional e incrementos em produtividade, os efeitos do uso de cinzas na nutrição foliar, observados em pesquisas de campo, são muito variáveis e dependentes de fatores como local do plantio, tipo de solo, clima (Silva, 1998) e composição do resíduo utilizado. Para ampliar a compreensão dos benefícios da prática na nutrição de espécies madeireiras comerciais, o objetivo deste trabalho foi avaliar os teores de K, Ca, Mg, P, Al, Fe, Mn, Cu, Zn em acículas de *Pinus taeda* estabelecido no Vale do Contestado, Oeste de Santa Catarina, submetido ao uso de cinza de biomassa da caldeira gerada no processo de produção de celulose e papel.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em um povoamento de *Pinus taeda* estabelecido em 2018 em um Cambissolo, em talhão localizado no oeste do estado de Santa Catarina, em área pertencente à empresa IRANI Papel e Embalagens SA. O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso, com 4 blocos e 2 tratamentos, correspondentes às doses 0 e 5 Mg ha⁻¹ de cinza (base seca), com teores totais, em g kg⁻¹, de 195,4 de C; 7,2 de N; 1,1 de P₂O₅; 21,9 de K₂O; 79,4 de Ca; 10,4 de Mg; 2,6 de S; 0,113 de Cu; 4,736 de Mn; 0,185 de Zn; 58,331 de Fe e 0,02 de B. O material foi aplicado entre março e abril de 2018 ao redor das mudas. A parcela útil consistiu em 18 árvores, distribuídas em 3 linhas com 6 árvores por linha, no espaçamento 2,0 x 2,5 m. As coletas de acículas foram realizadas em dezembro de 2021 e maio de 2023, sendo coletadas nos verticilos inferiores do terço superior da copa de quatro árvores de maior diâmetro por parcela. Em 2021 foram coletadas as acículas recém-maduras (jovens), enquanto que em 2023 foram coletadas as acículas recém-maduras (jovens) e do lançamento anterior (maduras). As amostras foram preparadas e analisadas conforme Silva *et al.* (1999). Foi feita análise de variância, testando efeitos de bloco, dose, idade das árvores e interação dose*época, com o auxílio do software R Studio versão 4.3.2. As interpretações dos valores médios da análise foliar (acículas jovens e maduras) foram realizadas conforme Sociedade Brasileira de Ciência do Solo (2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores médios de nutrientes das acículas jovens e maduras de *P. taeda* nas duas épocas avaliadas estão apresentados nas Figuras 1 e 2. O teste F indicou que o uso de cinzas promoveu uma diminuição dos teores de K nas acículas jovens ($p \leq 0,01$), independentemente da época (Figura 1). No tratamento com cinza, os valores médios de K das acículas jovens estiveram dentro do nível de suficiência em 2021, mas em 2023 passou a estar abaixo do nível de suficiência (Figura 1a). Considerando-se as médias das duas avaliações, os teores de Ca, Mg e P nas acículas jovens não diferem entre tratamentos, mesmo com o aumento dos teores trocáveis de Mg, K, Ca, e do P disponível no solo com cinza, conforme relatado por Steffen *et al.* (no prelo). Pela análise de variância, houve interação significativa entre dose e época para Cu, Zn e Mn ($p \leq 0,05$), sinalizando que a resposta desses nutrientes à aplicação de cinza dependeu da idade das árvores e do tempo após uso do resíduo (Figura 2). O fator época, isoladamente, também foi significativo ($p \leq 0,01$) para K e Fe em acículas jovens, com diminuição de teores em 2023, em relação àquelas obtidas em 2021.

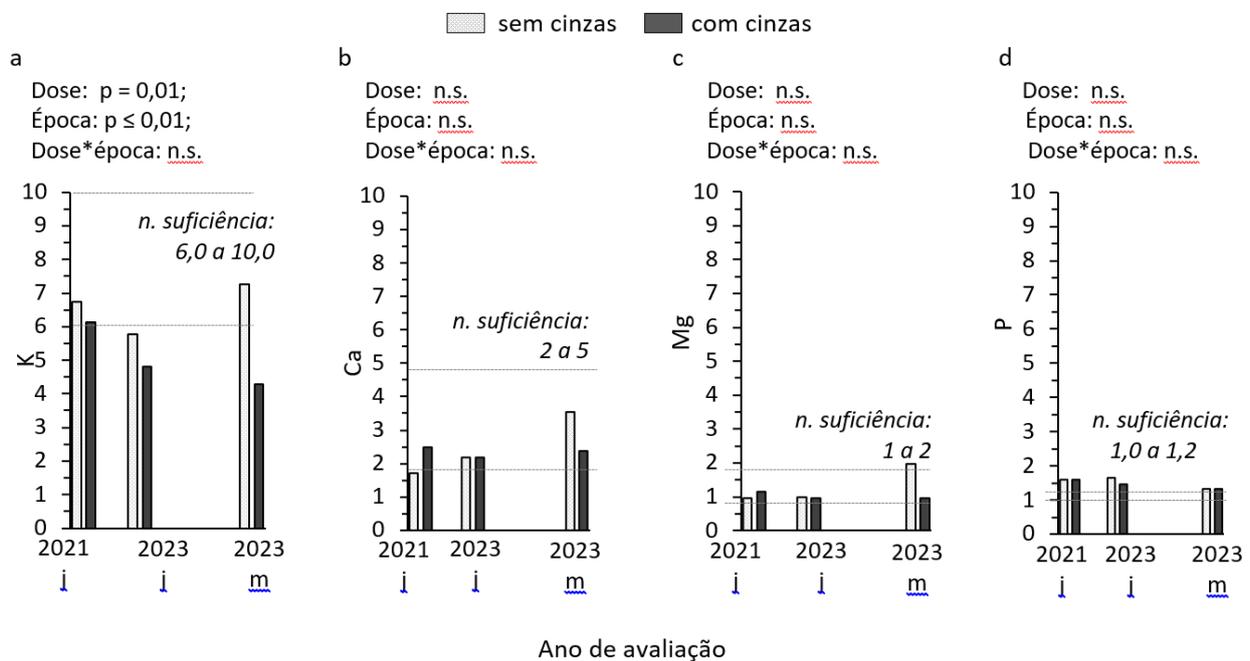


Figura 1. Teores (g kg^{-1}) de K (a), Ca (b), Mg (c) P (d) em acículas recém-maduras (jovens - j) e maduras (m), coletadas em povoamento de *P. taeda*. Linhas tracejadas (----) correspondem aos valores inferior e superior da faixa de suficiência dos nutrientes (Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2016). Sendo $p \leq 0,01$, $p \leq 0,05$: diferenças estatisticamente significativas, em acículas jovens, a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente. n.s.: não significativo pelo teste F. n. suficiência: nível de suficiência.

De acordo com os critérios estabelecidos pela SBCS (2004), o fósforo (P) foi o único nutriente que apresentou valores médios acima do nível de suficiência nas acículas jovens e maduras (Figura 1d). Já o Fe manteve-se abaixo do nível de suficiência em todas as médias apresentadas na Figura 2a. Foram verificadas médias dentro ou com valores inferiores às respectivas faixas de suficiência para os teores de Ca, Mg, Cu e Zn. De modo análogo, as médias de Mn mantiveram-se dentro ou com valor superior ao nível máximo de suficiência, a depender da época, da dose de cinza e do tipo de acícula coletada (Figura 2).

A diminuição dos teores de K no tratamento com cinza pode estar relacionada ao efeito de diluição, quando a taxa de crescimento da biomassa é superior à absorção do nutriente, resultando em menores teores nos tecidos foliares (Moro *et al.* 2008; Carmo *et al.*, 2011). O efeito época e sua interação com o fator dose, por outro lado, pode ser resultante do processo de retranslocação dos respectivos nutrientes das folhas mais velhas para as partes mais novas das plantas, que passam a se comportar como dreno (Mendes *et al.*, 2012).

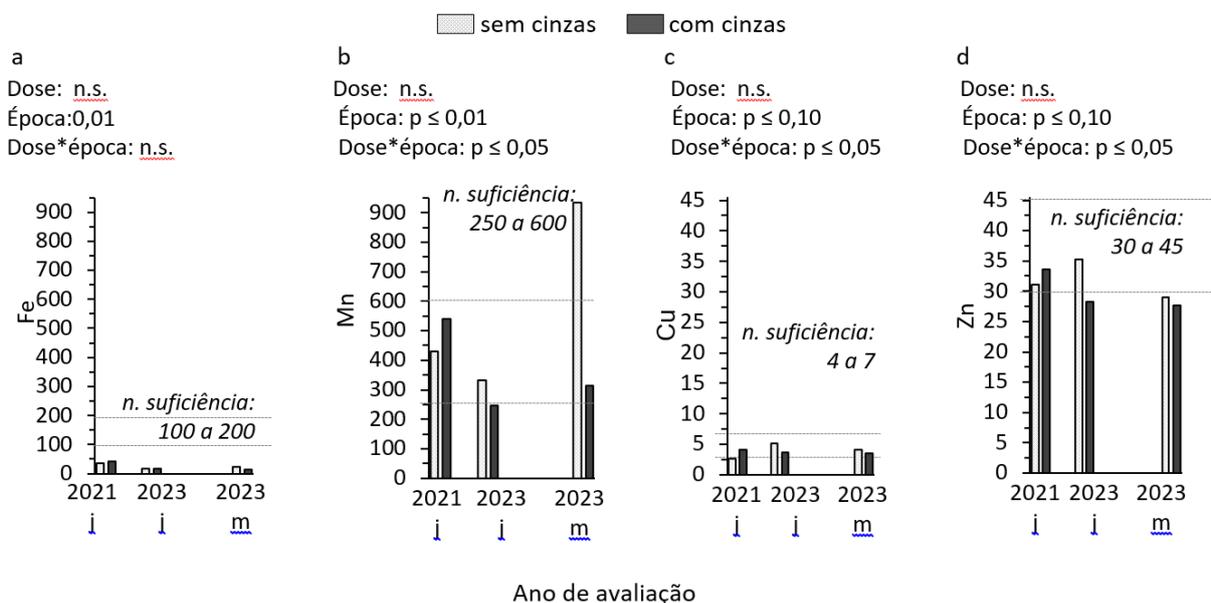


Figura 2. Teores (mg kg⁻¹) de Fe (a), Mn (b), Cu (c) e Zn (d) em acículas recém-maduras (jovens - j) e maduras (m), coletadas em povoamento de *P. taeda*. Linhas tracejadas (----) correspondem aos valores inferior e superior da faixa de suficiência dos nutrientes (Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2016). Sendo p ≤ 0,01, p ≤ 0,05 e p < 0,1: diferenças estatisticamente significativas, em acículas jovens, a 1, 5 e 10% de probabilidade, respectivamente. n.s.: não significativo pelo teste F. N. suficiência: nível de suficiência

CONCLUSÃO

Na quantidade e qualidade utilizada, a aplicação de cinza diminui o teor foliar de K nas épocas avaliadas. O efeito da dinâmica nutricional no crescimento e qualidade da madeira de *Pinus* demanda ser investigado nos estudos futuros, a fim de gerar subsídios para o uso da prática em estratégias de manutenção da sustentabilidade dos cultivos florestais da região.

BIBLIOGRAFIA

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO – Núcleo Regional Sul. **Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed. Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC, 2004.

SILVA, A. C.; SANTOS, A. R.; PAIVA, A. V. Translocação de nutrientes em folhas de *Hevea brasiliensis* (clone) e em acículas de *Pinus oocarpa*. **Revista da Universidade de Alfenas**, v. 4 p. 11-18, 1998. DOI: 10.5902/19805098.

MORO, L., FERREIRA, C. A.; SILVA, H.D. REISSMANN, C.B. Exportação de nutrientes em povoamentos de *Pinus taeda* L. baseada em volume estimado pelo sistema SISPINUS. **Floresta**, v. 38 n. 3, p. 465-477, 2008.

MENDES, A. D. R.; OLIVEIRA, L. E. M.; NASCIMENTO, M. N.; REIS, K. L.; BONOME, L. T. S. Concentração e redistribuição de nutrientes minerais nos diferentes estádios foliares de seringueira. **Acta Amazônica**, v. 42, p. 525-532, 2012. DOI: 10.1590/S0044-59672012000400010.

STEFFEN, J.; MAEDA, S.; BOGNOLA, I. A.; SOARES, M. T. S. **Uso de cinzas em pinus**: mudanças na fertilidade de um Cambissolo em Santa Catarina, Brasil. *In*: Evento de Iniciação Científica da Embrapa Florestas, 23. No prelo.