

## ATRIBUTOS DO SOLO E CRESCIMENTO INICIAL DO EUCALIPTO COM APLICAÇÃO DE CALCÁRIO E RESÍDUOS CELULÓSICOS

ELIZEU DE S. LIMA<sup>1</sup>, ZIGOMAR M. SOUZA<sup>2</sup>, LENON H. LOVERA<sup>3</sup>, LUIZA G. A. CABRAL<sup>4</sup>, NÁIADE P. RIBEIRO<sup>5</sup>, RODRIGO M. R. DE OLIVEIRA<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Eng. Florestal, Doutor em Engenharia Agrícola, FEAGRI-UNICAMP, Campinas-SP, elizeu.florestal@gmail.com

<sup>2</sup>Eng. Agrônomo, Professor Doutor, FEAGRI-UNICAMP, Campinas-SP

<sup>3</sup>Eng. Agrônomo, Doutor em Engenharia Agrícola, FEAGRI-UNICAMP, Campinas-SP

<sup>4</sup>Biólogo, Mestranda em Engenharia Agrícola, FEAGRI-UNICAMP, Campinas-SP

<sup>5</sup>Eng. Agrícola, FEAGRI-UNICAMP, Campinas-SP

<sup>6</sup>Graduando em Engenharia Agrícola, FEAGRI/UNICAMP, Campinas-SP

Apresentado no  
LIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2024  
6 a 8 de agosto de 2024 – Natal – RN, Brasil

**RESUMO:** Devido à presença de nutrientes para as plantas e por atuarem como condicionadores do solo, alterando o pH e adicionando matéria orgânica, os resíduos de origens industrial, animal ou humano podem ser úteis como fertilizantes e condicionadores de solos florestais. A opção pela aplicação em solos florestais para fins madeireiros é interessante uma vez que os produtos obtidos não são utilizados para fins alimentares, além de outras vantagens para o ser humano e para o ambiente. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os atributos de planta e solo no desenvolvimento inicial do *Eucalyptus urograndis* em Neossolo Quartzarênico. Devido à natureza de ordem prática dos tratamentos, o experimento foi constituído de 3 malhas experimentais contendo 50 pontos amostrais cada, totalizando aproximadamente 2,0 ha para cada malha experimental em região de Cerrado. Malha 1 foi a testemunha (sem correção do solo), malha 2, a do calcário e a malha 3 do composto com lama de cal + oxyfertil. Foram analisados os atributos de planta (altura e diâmetro à altura do peito das plantas) e os atributos resistência do solo à penetração e umidade gravimétrica coletados na profundidade de 0,00-0,20 m. O desenvolvimento do eucalipto (ALT e DAP) em solo arenoso foi satisfatório e pode ser comparado com aqueles cultivados em solos argilosos. O solo da área em estudo, apresentou valores de resistência do solo à penetração abaixo de 2,0 MPa para camada superficial de 0,00-0,20 m.

**PALAVRAS-CHAVE:** resíduos celulósicos, volume de madeira, *Eucalyptus urograndis*

## SOIL ATTRIBUTES AND INITIAL GROWTH OF EUCALYPTUS WITH APPLICATION OF LIMESTONE AND CELLULOSIC WASTE

**ABSTRACT:** Due to the presence of nutrients for plants and because they act as soil conditioners, changing the pH and adding organic matter, residues of industrial, animal or human origins can be useful as fertilizers and conditioners for forest soils. The option to apply it to forest soils for timber purposes is interesting since the products obtained are not used for food purposes, in addition to other advantages for humans and the environment. Therefore, the objective of this work was to evaluate plant and soil attributes in the initial development of *Eucalyptus urograndis* in Quartzarene Neosol. Due to the practical nature of the treatments, the experiment consisted of 3 experimental meshes containing 50 sampling points each, totaling approximately 2.0 ha for each experimental mesh in the Cerrado region. Grid 1 was the control (without soil correction), mesh 2 was the limestone and mesh 3 was the compound with lime

mud + oxyfertil. Plant attributes (height and diameter at breast height of plants) and attributes of soil resistance to penetration and gravimetric moisture collected at a depth of 0.00-0.20 m were analyzed. The development of eucalyptus (ALT and DAP) in sandy soil was satisfactory and can be compared with those grown in clayey soils. The soil in the area under study presented soil penetration resistance values below 2.0 MPa for a surface layer of 0.00-0.20 m.

**KEYWORDS:** cellulosic waste, wood volume, *Eucalyptus urograndis*

**INTRODUÇÃO:** A produção de papel e celulose gera grandes quantidades de resíduos sólidos, os quais tem causado significativa preocupação ambiental e econômica, pois para cada 100 toneladas de celulose produzidas, são geradas cerca de 48 toneladas de resíduos (ZABOTTO et al., 2021). Os principais resíduos gerados no processamento de madeira para produção de celulose são o lodo da estação de tratamento de efluentes, a cinza da madeira oriunda de caldeira auxiliar de geração de energia e a lama de cal, que de forma geral vêm sendo disponibilizados para uso em solos florestais (MAEDA et al., 2015). De acordo com BARROS et al. (2000), muitas florestas são limitadas em seu crescimento devido às deficiências nutricionais, as quais podem ser supridas por meio da aplicação de resíduos orgânicos. Uma alternativa para o aproveitamento de resíduos da indústria de celulose e papel pode ser a sua aplicação em solos agrícolas, utilizando como condicionadores de solo e fonte de nutrientes que permite manter ou restaurar a qualidade do solo, diminuindo a necessidade de fertilizantes inorgânicos, resultando na melhoria de características do solo que são necessárias para o desenvolvimento econômico das plantações florestais (ALVARENGA et al., 2015). Novas oportunidades de estudos surgem no contexto de buscar soluções alternativas para a utilização desses resíduos em solos agrícolas em plantios florestais, permitindo seu aproveitamento e a diminuição do impacto ambiental. Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os atributos de planta e solo no desenvolvimento inicial do *Eucalyptus urograndis* em Neossolo Quartzarênico.

**MATERIAL E MÉTODOS:** A pesquisa foi desenvolvida no ano agrícola 2014/2015, na área experimental da Fazenda Bom Retiro de propriedade da Eldorado Brasil Celulose, localizada no município de Três Lagoas-MS, nas coordenadas de 20°27' de latitude sul e na 52°29' de longitude oeste, com precipitação média anual de 1.300 mm e temperatura média de 23,7 °C. O tipo climático é o Aw, caracterizado como tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. O solo no qual a malha experimental foi instalada é classificado como Neossolo Quartzarênico. Em março de 2014, foi realizado a correção do solo com a utilização de 2,0 toneladas de calcário dolomítico com 30% de CaO, 12% de MgO e PRNT de 85% para elevar a saturação por bases a 50% e, posteriormente ocorreu o plantio das mudas de *Eucalyptus urograndis* clone E13 em um espaçamento de 3,0 x 2,5 m (entrelinhas e plantas). Em junho de 2014, a área foi dividida em três malhas experimentais (malha 1 = aplicação de calcário; malha 2 = utilização de lama de cal + oxyfertil; malha 3 = testemunha), cada uma com aproximadamente 2,0 ha. A malha 1 recebeu 2,0 toneladas de calcário dolomítico. A malha 2 recebeu 2,0 toneladas de corretivo do composto lama de cal + oxyfertil, sendo que esse composto possuía 60% de lama de cal e 40% de oxyfertil. As aplicações do calcário dolomítico e da lama de cal + oxyfertil foram realizados a lanço sem incorporação. Foram avaliados os atributos dendrométricos: altura individual das árvores de eucalipto (ALT) e diâmetro altura do peito (DAP). Os atributos do solo foram resistência do solo à penetração (RP) e umidade gravimétrica (UG) obtidos por meio da metodologia de Stolf et al. (2014) e Teixeira et al. (2017) na camada de 0,00-0,20 m. Para cada atributo de planta e solo realizou-se análise descritiva pela estatística clássica por meio do software R, de domínio público.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Observou-se que os valores médios para a altura do *Eucalyptus urograndis* clone E13 foram de 3,43 m no tratamento com calcário, 3,51 m no tratamento com lama de cal + oxyfertil e 3,24 m na testemunha (Tabela 1). Os valores médios obtidos para o diâmetro à altura do peito foram de 0,030 m para o calcário dolomítico, 0,027 m para a lama de cal + oxyfertil e 0,022 m para a testemunha. Os valores de ALT e DAP de eucalipto obtidos aos seis meses de idade crescidos em solo arenoso corroboram com a literatura. Avaliando o crescimento inicial do *Eucalyptus urograndis* em função da aclimação e de diferente textura de solo (arenoso com 85% de areia e argiloso com 60% de argila), Lopes et al. (2011), observaram aos seis meses após o plantio que, o eucalipto cultivado no solo argiloso teve um desenvolvimento em altura de 17,5% e DAP de 10,85% maior do que o eucalipto produzido em solo arenoso. Por outro lado, Afzal et al. (2018), avaliando o desenvolvimento inicial de eucalipto em solo arenoso e argiloso, verificaram que não houve diferença estatística entre os dois tipos de solo, tanto para altura quanto para o diâmetro à altura do peito. No entanto, Afzal et al. (2018), ressaltam que, os solos argilosos devem ser cultivados com espécies agrônômicas e os arenosos com espécies florestais.

TABELA 1. Atributos de crescimento de plantas de eucalipto e propriedades do solo da área experimental localizada no município de Três Lagoas, Mato Grosso do Sul, Brasil.

Estadística	ALT (m)	DAP (m)	RP (MPa)	UG (kg <sup>1</sup> kg <sup>-1</sup> )
Calcário				
Média	3,43	0,030	0,60	0,03
Mediana	3,50	0,031	0,55	0,02
CV (%)	20,14	20,14	16,32	25,71
CK	-0,62	-0,62	4,42	-0,13
CA	-0,59	-0,59	2,20	0,69
Lama de cal + Oxyfertil				
Média	3,51	0,027	0,80	0,03
Mediana	3,60	0,028	0,79	0,03
CV (%)	18,23	23,45	27,97	18,91
CK	0,03	0,20	0,22	-0,13
CA	-0,63	-0,83	0,71	0,18
Testemunha				
Média	3,24	0,022	0,94	0,03
Mediana	3,32	0,023	0,69	0,03
CV (%)	26,58	34,63	59,92	19,92
CK	-0,39	-0,24	2,24	-0,61
CA	-0,55	-0,17	1,77	-0,38

ALT = altura individual das árvores de eucalipto; DAP = diâmetro altura do peito; RP = resistência do solo à penetração; UG = umidade gravimétrica.

Os valores médios da resistência do solo à penetração foram de 0,60 MPa no tratamento com calcário, 0,80 MPa no tratamento com lama de cal e 0,94 MPa na testemunha (Tabela 1). E, a umidade gravimétrica foi de 0,03 kg<sup>1</sup> kg<sup>-1</sup> em todos os tratamentos, sendo considerada baixa. O solo da área em estudo, apresentou valores de RP abaixo de 2,0 MPa para camada superficial de 0,00-0,20 m. Um valor ou faixa de valores críticos de resistência do solo à penetração que restringem o crescimento das plantas é o desejável por vários autores. Não existe consenso na literatura sobre qual é o limite crítico para desenvolvimento do sistema radicular do eucalipto, Reichert et al. (2007), encontraram valores próximos a 2,5 MPa, Magalhães et al. (2001) verificaram o valor de 2,2 MPa como crítico para a resistência do solo à penetração, enquanto

Carvalho et al. (2012) registraram que os valores entre 2,5 e 3,0 MPa são críticos para o pleno crescimento das raízes de espécies florestais.

**CONCLUSÕES:** O desenvolvimento do eucalipto (ALT e DAP) em solo arenoso foi satisfatório e pode ser comparado com aqueles cultivados em solos argilosos. O solo da área em estudo, apresentou valores de resistência do solo à penetração abaixo de 2,0 MPa para camada superficial de 0,00-0,20 m.

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem ao apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Código de Financiamento 001, pelo apoio financeiro e a Eldorado Brasil Celulose de Três Lagoas-MS que disponibilizou uma área da Fazenda Bom Retiro.

#### **REFERÊNCIAS:**

- AFZAL, S.; NAWAZ, M.F.; SIDDIQUI, M.T.; ASLAM, Z. Comparative study on water use efficiency between introduced species (*Eucalyptus camaldulensis*) and indigenous species (*Tamarix aphylla*) on marginal sandy lands of Noorpur Thal. **Pakistan Journal of Agricultural Sciences**, v.55, n.1, p.127-135, 2018.
- BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R. F. Recomendação de fertilizantes minerais em plantios de eucalipto In.: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p.269-286.
- ALVARENGA, P.; MOURINHA, C.; FARTO, M.; SANTOS, T.; PALMA, P.; SENGO, J.; MORAES, M. C.; CUNHA-QUEDA, C. Sewage sludge, compost and other representative organic wastes as agricultural soil amendments: Benefits versus limiting factors. **Waste management**, v.40, n.1, p.44-52, 2015.
- CARVALHO, A. P. V.; DIAS, H. C. T.; PAIVA, H. N.; TONELLO, K. C. Resistência mecânica do solo à penetração na bacia hidrográfica do Riacho Fundo, Felixlândia-MG. **Revista Árvore**, v.36, n.6, p.1091-1097, 2012.
- LOPES, J. L. W.; SAAD, J. C. C.; GUERRINI, I. A.; LOPES, C. F. Crescimento inicial do eucalipto em função da aclimação em viveiro. **Irriga**, v.16, n.2, p.199-211, 2011.
- MAEDA, S.; GOMES, J. B. V.; BOGNOLA, I. A. **Crescimento de Eucalyptus benthamii submetido à aplicação de lama de cal e cinza de madeira**. Colombo: Embrapa Florestas, 2015. 9p. (Embrapa Florestas. Comunicado Técnico, 373). 2015.
- MAGALHÃES, R. T.; KLIEMANN, H. J.; OLIVEIRA, I. P. Evolução das propriedades físicas de solos submetidos ao manejo do sistema barreira. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.31, n.1, p.7-13, 2001.
- REICHERT, J. M.; SUZUKI, L. E. A. S.; REINERT, D. J. Compactação do solo em sistemas agropecuários e florestais: Identificação, efeitos, limites críticos e mitigação. In: CERETTA, C. A.; SILVA, L. S.; REICHERT, J. M. (Eds.). **Tópicos em Ciência do Solo**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. v.5, p.49-134.
- STOLF, R.; MURAKAMI, J. H.; BRUGNARO, C.; SILVA, L. G.; SILVA, L. C. F.; MARGARIDO, L. A. C. Penetrômetro de impacto Stolf - programa computacional de dados em EXCEL-VBA. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, n.3, p.774-782, 2014.
- TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de Métodos de Análise de Solos**. 3ª edição revista e ampliada, Brasília: Embrapa, 2017. 573p.
- ZABOTTO, A. R.; FEITOSA, M. F.; GOMES, L. D. L.; TAVARES, A. R.; VILLAS BOAS, R. L. Use of sewage sludge on *Eucalyptus saligna* initial growth. **Energia na Agricultura**, v.36, n.3, p.378-387, 2021.