

## Distribuição de raízes finas de dois clones de Eucalipto cultivados com gesso agrícola <sup>(1)</sup>.

**Yesid Alejandro Mariño Macana<sup>(2)</sup>; Fábio Henrique Silva Floriano de Toledo<sup>(2)</sup>; Eric Victor Oliveira Ferreira<sup>(3)</sup>; Alexandre Vicente de Ferraz<sup>(3)</sup>; José Carlos Arthur Junior<sup>(4)</sup>; José Leonardo de Moraes Gonçalves<sup>(5)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com apoio financeiro da empresa Vallourec.

<sup>(2)</sup> Estudante de doutorado em Recursos Florestais; Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo (ESALQ/USP); Piracicaba, São Paulo; yesidmarino@usp.br <sup>(3)</sup> Pós-doutorando do Departamento de Ciências Florestais; Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo (ESALQ/USP). <sup>(4)</sup> Coordenador Executivo do Programa Cooperativo sobre Silvicultura e Manejo; Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (PTSM/IPEF). <sup>(5)</sup> Professor do Departamento de Ciências Florestais; Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo (ESALQ-USP).

**RESUMO:** O conhecimento das características do sistema radicular das árvores (quantidade, distribuição em profundidade e interação com o solo), principalmente o das raízes finas, é fundamental para a definição e a tomada de decisões sobre práticas de preparo de solo e fertilização (local e época de aplicação), especialmente em condições com déficit hídrico. Por tanto o objetivo deste trabalho foi avaliar a distribuição das raízes finas de Eucalyptus no perfil de solo, em resposta ao genótipo cultivado (clones MN-144 e MN-463) e ao uso gesso agrícola (0 ou 1600 kg ha<sup>-1</sup>). Os plantios foram instalados em 2010, na região de Bocaiúva – MG, em um Latossolo Vermelho Amarelo de textura média. A distribuição espacial das raízes finas foi avaliada aos 59 meses após o plantio em uma árvore de área basal média por tratamento. Foi aberta uma trincheira perpendicular à linha de plantio com dimensões de 1,5 x 1,5 x 2 m. A distribuição de raízes finas foi estimada pela contagem do número de intercepções de raízes com diâmetro inferior a 3 mm a cada 25 cm<sup>2</sup> de solo. O clone MN-144 apresentou maior distribuição de raízes finas diante da aplicação de gesso, possivelmente pela movimentação de cálcio ao longo do perfil do solo. A diferença na resposta dos materiais testados pode ser preliminarmente utilizada para programas de seleção de clones.

**Termos de indexação:** cerrado, fertilização, sulfato de cálcio.

### INTRODUÇÃO

O reflorestamento com eucalipto na região do cerrado é caracterizado pela baixa fertilidade do solo e por um déficit hídrico severo, com estação seca de maio à setembro (Gonçalves et al., 2013). Essa condição pode acarretar deficiências nutricionais, entre elas de cálcio (Ca). Nesse ambiente é extremamente desejável que as árvores tenham um sistema radicular bem desenvolvido para explorar

maior volume de solo e, conseqüentemente, elevar sua capacidade de adquirir água e nutrientes do solo. O conhecimento das características do sistema radicular, especialmente da sua distribuição ao longo do perfil do solo, é fundamental para explicar processos relacionados com a nutrição mineral e o balanço hídrico das árvores (Gonçalves & Mello, 2004).

Teores adequados de Ca na subsuperfície do solo permitem que as plantas aprofundem suas raízes, explorando maior volume de solo. O gesso agrícola ou sulfato de cálcio dihidratado, um subproduto da reação de ácido sulfúrico com rocha fosfatada para produzir ácido fosfórico, quando utilizado como fertilizante em culturas agrícolas, eleva os teores de Ca nas camadas mais profundas do solo (Raij, 2008). Ao solubilizar-se no solo, uma parte do sulfato de Ca se dissocia em Ca<sup>2+</sup> e S-SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> na superfície e o restante é deslocado para o subsolo, carregando também outros íons como K<sup>+</sup>, Mg<sup>2+</sup>, pela formação de pares iônicos, favorecendo o crescimento radicular (Takahashi et al., 2006; Raij, 2008; Nava et al., 2012). Tanto o alongamento dos pelos absorventes da zona de diferenciação radicular e das células da coifa dependem da disponibilidade de cálcio (Marschner, 2012).

Destaca-se que a grande maioria dos estudos realizados sobre o uso de gesso agrícola foi realizado com culturas agrícolas, sendo escassos os estudos realizados em espécies florestais. Adicionalmente, apesar de boa parte dos mecanismos que envolvem a dinâmica do gesso no solo ser conhecida, existem, ainda, dúvidas quanto aos critérios a serem utilizados para sua recomendação em povoamentos florestais. Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a distribuição das raízes finas no perfil do solo de dois clones de eucalipto em resposta à aplicação de gesso agrícola na região de Bocaiúva – MG.



## MATERIAL E MÉTODOS

O plantio dos clones de *Eucalyptus urophylla* foi implantado em 2010 na região de Bocaiúva (MG) em um Latossolo Vermelho Amarelo de textura média (LVA). O clima da região é megatérmico úmido (Aw) pela classificação de Koppen, com uma temperatura média anual de 21°C e uma precipitação média anual de 1150 mm (Alvares et al., 2013).

Os clones cuja denominação é MN-144 e MN-463 utilizados neste experimento apresentam produtividade média de 44 e 40 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> ano<sup>-1</sup> respectivamente, aos 46 meses de idade.

### Tratamentos e amostragens

O delineamento experimental utilizado foi o fatorial 2 x 2, com duas condições de cultivo (1600 kg ha<sup>-1</sup> de gesso agrícola aplicado em faixa sobre a linha de plantio e sem gesso agrícola) e dois genótipos de *Eucalyptus urophylla* (clone MN 144 e MN 463). A parcela experimental possui 64 plantas e o arranjo de plantio foi de 3,0 entre linhas e 2,8 m entre plantas. A avaliação foi realizada aos 59 meses após o plantio.

A fertilização de base e de cobertura foi realizada de acordo com a análise química do solo antes da implantação. A dose de calcário dolomítico aplicada foi de 3000 kg ha<sup>-1</sup> antes do plantio em área total e sem incorporação. No momento do plantio, foi adicionado ao solo 360 kg ha<sup>-1</sup> de N-P-K (10-27-10) + 0,2 % B + 0,5 % Cu e 0,5 % Zn aplicado em filete contínuo localizado a 0,3 m de profundidade no sulco de plantio. Na primeira fertilização de cobertura aplicou-se 250 kg ha<sup>-1</sup> de 23-00-23 + 1 % B, e na segunda fertilização 200 kg ha<sup>-1</sup> de KCl + 1 % B ambas em filete contínuo na projeção da copa sobre o solo sem incorporação.

A distribuição espacial de raízes finas foi estimada segundo metodologia adotada por Laclau et al. (2001) e Bouillet et al. (2002). Foi selecionada uma árvore por cada tratamento com área basal média e aberta uma trincheira perpendicular à linha de plantio de dimensões 1,5 m (entrelinha) x 1,5 m (entre planta) x 2 m (profundidade). A densidade de raízes finas foi estimada pela contagem do número de intercepções de raízes com diâmetro inferior a 3 mm a cada 25 cm<sup>2</sup> de solo. As raízes foram contadas por meio de uma grade de 0,05 x 0,05 m

até 2 m de profundidade.

### Análise estatística

Devido à dificuldade operacional foi aberta uma trincheira por tratamento. As repetições correspondem a cada quadro de 25 cm<sup>2</sup> de solo por profundidade. Foi contado um total de 1200 quadros distribuídos na seguinte maneira: 0,0 - 0,1 m: 60 quadros; 0,1 - 0,3 m: 120 quadros; 0,3 - 0,5 m: 120 quadros; 0,5 - 1,0 m: 300 quadros; e 1,0 - 2,0 m: 600 quadros. Em cada camada os dados foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade de variâncias (Levene). A análise de variância para o desenho fatorial de condição de cultivo, genótipo e a interação foi realizada utilizando o software estatístico SAS 9.3. Os mapas de raízes finas foram digitalizados contando o número de intercepções de raízes finas com diâmetro inferior 3 mm a cada 25 cm<sup>2</sup> de solo. A análise do arranjo espacial das intercepções foi realizada no software Microsoft Excel®.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número de intercepções de raízes finas no mapa da distribuição mostrou-se inversamente proporcional a profundidade do solo (**Figura 1**) em todos os tratamentos. Resultados apresentando essa tendência foram relatados por outros autores (Bouillet et al., 2002; Cornelissen et al., 2003). Encontram-se diferenças para a interação entre condição de cultivo e genótipo (p<0,05) em todas as profundidades. Verificou-se o efeito do gesso agrícola para o clone MN 144 no aumento expressivo da distribuição de raízes finas, o que não ocorreu para o clone MN 463. (**Tabela 1**). Os aumentos em cada camada para o clone MN 144 com a aplicação de gesso agrícola comparadas com a não aplicação foram os seguintes: 0,0 - 0,1 m (138%); 0,1 - 0,3 m (126%); 0,3 - 0,5 m (40%); 0,5 - 1,0 m (243%); 1,0 - 2,0 m (100%). Este resultado pode estar associado ao aumentando de Ca<sup>2+</sup> disponível em subsuperfície, devido ao processo de aplicação de gesso agrícola (Vitti, 2008).

Com a aplicação de gesso agrícola o clone MN 144 apresentou maior distribuição de raízes finas a longo do perfil do solo até 1,0 m de profundidade comparado com o clone MN 463 (**Tabela 1**). Os aumentos em cada camada foram os seguintes: 0,0 - 0,1 m (70%); 0,1 - 0,3 m (48%); 0,3 - 0,5 m (86%); e 0,5 - 1,0 m (120%). A distribuição de raízes finas do clone MN 463 com ou sem aplicação de gesso agrícola foi similar a longo do perfil de solo. Para esse material genético o padrão de



crescimento radicular, o qual é um dos comportamentos ecofisiológicos desejáveis para selecionar indivíduos (Stape et al., 2013), não foi influenciado pela aplicação de gesso.

**Tabela 1.** Média e desvio padrão (entre parêntese) da interceptação das raízes finas com diâmetro inferior a 3 mm a cada 25 cm<sup>2</sup> de solo nos tratamentos.

Camada (m)	Gesso		Sem Gesso	
	MN 144	MN 463	MN 144	MN 463
0,0 - 0,1	22,2 a* (8,7)	13,0 b (4,3)	9,3 b (5,9)	14,0 b* (4,7)
0,1 - 0,3	14,3 a* (6,3)	9,6 b (2,8)	6,3 b (4,1)	10,5 b* (5,1)
0,3 - 0,5	6,9 a* (4,7)	3,7 b (1,4)	4,9 b (2,9)	4,8 b (1,9)
0,5 - 1,0	5,5 a* (2,6)	2,5 b (1)	1,6 b (0,9)	3,5 a* (4,3)
1,0 - 2,0	2,0 a (1,1)	2,0 a (1)	1,0 b (0,7)	2,0 a* (0,8)

Letras diferentes denotam diferenças entre as médias das condições de cultivo no mesmo clone. Os asteriscos (\*) denotam diferenças entre as médias dos clones para uma mesma condição de cultivo. As médias foram comparadas entre si pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ). Entre parênteses o erro-padrão.

O comportamento diferencial entre os materiais genéticos é importante para a tomada de decisões com o objetivo de mitigar o impacto dos estresses ambientais (Stape et al., 2013). No entanto deve-se integrar outros parâmetros ecofisiológicos para entender as respostas e garantir uma adequada produtividade em ambientes com déficit hídrico.

## CONCLUSÕES

O gesso agrícola promove o aumento na distribuição de raízes finas em plantios de eucalipto situados em condições edafoclimáticas com déficit hídrico, sendo a resposta influenciada pelo material genético implantado.

## AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a empresa Vallourec e ao IPEF/PTSM pelo apoio na logística e processamento das amostras.

## REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENETELHAS, P. C.; GONÇALVES J. L.; SPOAROVEK G. et al. Koppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, 22 (6): 711-728, 2013.

BOUILLET, J. P.; LACLAU, J. P.; ARNAUD, M.; M'BOU, A. T.; SAINT-ANDRÉ, L.; JOURDAN, C. et al. Changes with age in the spatial distribution of roots of a Eucalyptus

clone in the Congo. Impact on water and nutrient uptake ability. Forest Ecology and Management, 171: 43-57, 2002.

CORNELISSEN, J. H. C.; LAVOREL, S.; GARNIER, E.; DÍAZ, S.; BUCHMANN, N.; GURVICH, D. E.; REICH, P. B.; TERSTEEGE, H.; MORGAN, H. D.; VAN DER HEIJDEN, M. G. A.; PAUSAS, J. G.; POORTER, H. et al. A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. Australian Journal of Botany, 51: 335-380, 2003.

GONÇALVES, J. L. M.; MELLO, S. L. M. The root system of trees. In: GONÇALVES, J. L. M, BENEDETTI V. eds. Forest Nutrition and Fertilization. Piracicaba, IPEF, 2004. p. 223-267.

GONÇALVES, J. L. M.; ALVARES, C.; HIGA, A.; SILVA, L.; ALFENAS, A.; STAHL, J.; FERRAZ, S.; LIMA, W.; BRANCALION, P.; HUBNER, A.; BOUILLET, J. P.; LACLAU, J. P.; NOUVELLON, Y.; EPRON, D. et al. Integrating genetic and silvicultural strategies to minimize abiotic and biotic constraints in Brazilian eucalypt plantations. Forest Ecology and Management. 301: 6 – 27, 2013.

LACLAU, J. P.; ARNAUD, M.; BOUILLET, J. P.; RANGER, J. et al. Spatial distribution of Eucalyptus roots in a deep sandy soil in Congo: relationships with the ability of the stand to take up water and nutrients. Tree Physiology, 21: 129-136, 2001.

MARSCHNER, P. Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants. 3.ed. Waltham Massachusetts: Elsevier, 2012. 651p.

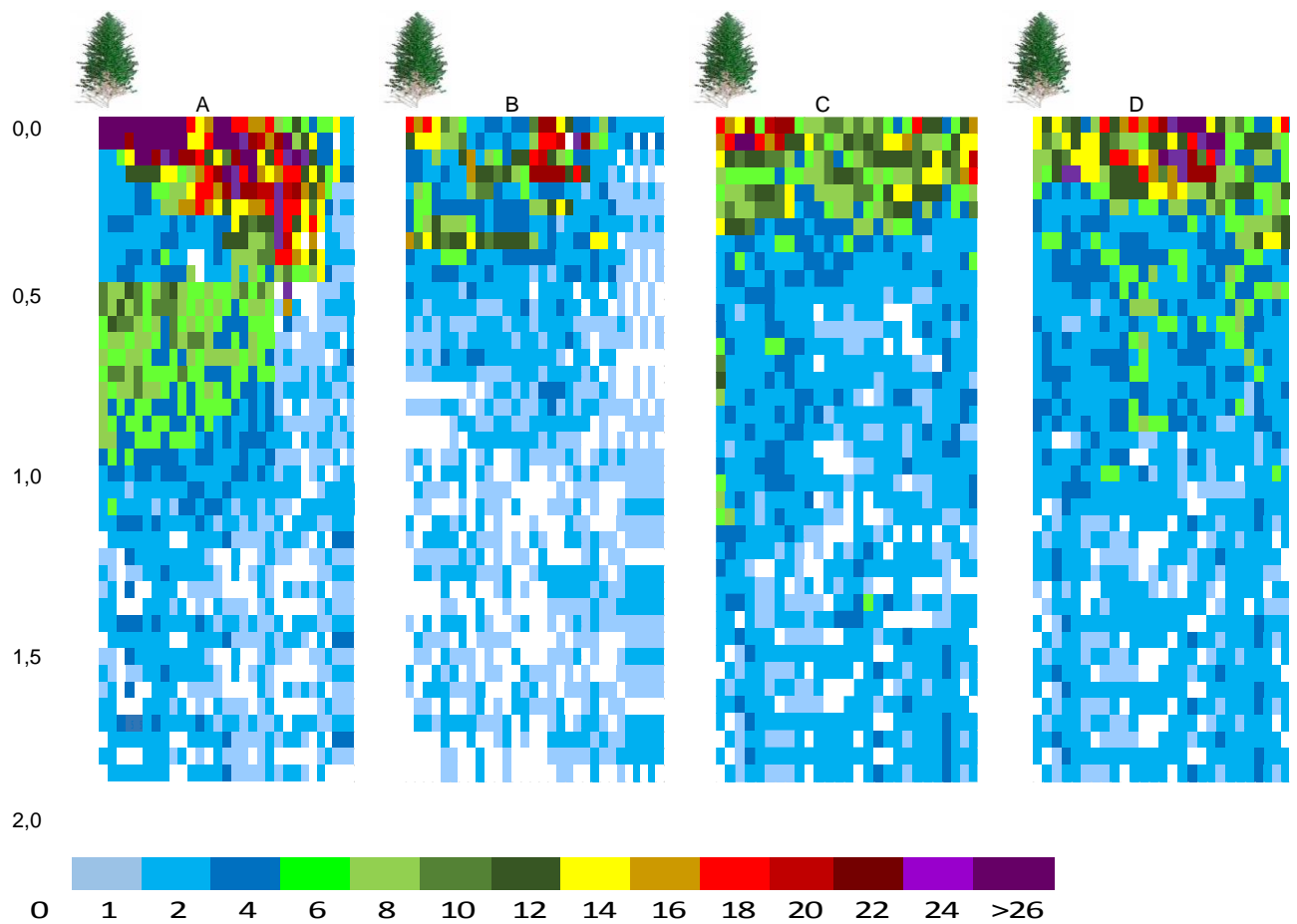
NAVA, G.; ERNANI, P. R.; SÁ, A. A.; PEREIRA, A. J. Soil composition and nutritional status of apple as affected by long-term application of gypsum. Revista Brasileira de Ciência do Solo. 36: 215 – 222, 2012.

RAIJ, B. Gesso na agricultura. Campinas, Instituto Agrônomo de Campinas, 2008. 233 p.

STAPE J. L.; BINKLEY, D.; GRATTAPAGLIA, D.; CAMPOE, O.; ALVARES, C.; GOMES F.; MATTOS E.; OTTO M.; HAKAMADA, R.; MORAES, M. T. et al. Fatores hídricos e as decisões silviculturais, de melhoramento e de proteção na eucaliptocultura. In: Terceiro Encontro Brasileiro de Silvicultura, Campinas, 2013. Anais. Campinas: Embrapa, 2013. p. 81 – 98.

TAKAHASHI, T.; IKEDA, Y.; NAKAMURA, H.; NANZYO, M. et al. Efficiency of gypsum application to acid Andosols estimated using aluminum release rates and plant root growth. Soil Science and Plant Nutrition 52: 584-592, 2006.

VITTI, G.; LUZ, P.; MALAVOLTA, E.; DIAS, A.; SERRANO, C et al. Uso do gesso em sistemas de produção agrícola. Piracicaba, Gape, 2008. 104p.



**Figura 1** – Distribuição de raízes finas com diâmetro inferior 3 mm a cada 25 cm<sup>2</sup> de solo, até 2,0 m de profundidade no clone MN 144 com aplicação de gesso agrícola (A) e sem gesso agrícola (B), e no clone MN 463 com aplicação de gesso agrícola (C) e sem gesso agrícola (D). A escala de cores relaciona a quantidade de interceptos a cada 25 cm<sup>2</sup> de solo.

