



Revista Brasileira de Ciências Agrárias

ISSN: 1981-1160

editorgeral@agraria.pro.br

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Brasil

Navroski, Marcio C.; Biali, Leonardo J.; Bianchin, Jonas E.; Camargo, Lucas; Schumacher, Mauro V.
Quantificação de biomassa e comprimento de raízes finas em povoamento de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell

Revista Brasileira de Ciências Agrárias, vol. 5, núm. 4, octubre-diciembre, 2010, pp. 535-540
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Pernambuco, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=119016964014>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

re&alyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe , Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias
ISSN (on line): 1981-0997; (impresso): 1981-1160
v.5, n.4, p.535-540, out.-dez., 2010
Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufpe.br
DOI: 10.5239/agraria.v5i4.725
Protocolo 725 – 31/10/2009 *Aprovado em 07/07/2010

Marcio C. Navroski^{1,2}

Leonardo J. Biali¹

Jonas E. Bianchin¹

Lucas Camargo¹

Mauro V. Schumacher^{1,3}

Quantificação de biomassa e comprimento de raízes finas em povoamento de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell

RESUMO

O desenvolvimento e a atividade de raízes influenciam o crescimento das árvores em qualquer ecossistema, porque as raízes representam o elo de conexão entre a planta e o solo. Desta maneira, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a biomassa e o comprimento de raízes finas (≤ 2 mm) em *Eucalyptus cloeziana* F. Muell, com 18 anos, em Santa Maria, RS. Foram coletadas 20 amostras em cada profundidade de 0-5, 5-10, 10-15 e 15-20 cm. As raízes foram separadas do solo e processadas até a obtenção de dados sobre comprimento e biomassa. Obtiveram-se, respectivamente, os valores de biomassa, densidade e comprimento das raízes finas (≤ 2 mm) de 1.266,44 kg ha⁻¹, 2,533 g dm⁻³ e 13.324,55 km ha⁻¹, nos 20 cm mais superficiais, sendo que praticamente a metade das raízes finas está na camada superficial (0 a 5 cm). A densidade de raízes finas tende a diminuir com o aumento da profundidade do solo.

Palavras-chave: Ecologia florestal, silvicultura, solos.

Biomass quantification and fine roots length in *Eucalyptus cloeziana* F. Muell stands

ABSTRACT

The development and activity of roots influence the growth of trees in any ecosystem because the roots are the link between the plant and the soil. Therefore this study aimed at evaluating the biomass and length of fine roots (≤ 2 mm) in *Eucalyptus cloeziana* F. Muell, aged 18, in Santa Maria, RS, Brazil. Twenty samples in each depth of 0-5, 5-10, 10-15 and 15-20 cm were collected. The roots were separated from the ground and processed to obtain data on length and biomass. The values of biomass, density and length of fine roots were obtained; respectively (≤ 2 mm) of 1266.44 kg ha⁻¹, 2,533 g dm⁻³ and 13324.55 km ha⁻¹, in the most superficial 20 cm, given that almost half of the fine roots are in the surface layer (0 - 5 cm). Fine roots density tends to decrease with soil depth increase.

Key words: Forest ecology, silviculture, soil.

¹ Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Departamento de Ciências Florestais, Campus da UFSM/Laboratório de Ecologia Florestal, Camobi, CEP 97105-900, Santa Maria-RS, Brasil.
Fone: (55) 3220-8641. E-mail:
navroskiflorestal@yahoo.com.br;
ljbiali@yahoo.com.br; jonasbianchin@gmail.com;
lucasdaflorestal@yahoo.com.br;
schumacher@pq.cnpq.br

² Bolsista CAPES

³ Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq

INTRODUÇÃO

O *Eucalyptus cloeziana* F. Muell é uma espécie considerada de grande importância para alguns segmentos da atividade florestal por possuir madeira durável, com alta qualidade para a serraria e apta para a produção de carvão (Almeida, 2007). A madeira desta espécie tem coloração castanho-amarelada, é forte, dura e extremamente durável, qualidades estas que a colocam como espécie potencial em programas de florestamento e reflorestamento (Moura et al., 1993).

Ocorre naturalmente em áreas disjuntas na parte leste do estado de Queensland, Austrália, principalmente próximo à costa, em altitudes variando de 70 a 380m no sul e próximo a 900m nas chapadas de Atherton, no norte. A principal área de ocorrência é no distrito de Gympie, no sudeste do estado, em torno de 26° Sul de latitude, onde a espécie apresenta seu melhor desenvolvimento, com indivíduos atingindo até 55 m de altura e diâmetro à altura do peito de até dois metros e uma excelente forma. Entretanto, o mesmo não acontece em outros locais de sua distribuição natural, onde ocorrem desde pequenas árvores tortuosas com menos de 10 m de altura até árvores com 20 – 35 m, de forma variável (Moura et al., 1993).

No Brasil, *E. cloeziana* é uma espécie considerada de introdução recente, iniciando-se há cerca de 30 anos atrás e, até o momento, muitas introduções foram feitas por órgãos públicos, universidades e companhias privada. As primeiras coletas foram feitas sem a preocupação de separar as sementes por matrizes, porém as coletas mais recentes foram obtidas de indivíduos selecionados em sua região de ocorrência, e introduzidas na forma de progénies, para avaliação genética da descendência dessas matrizes (Moura, 2003).

As raízes são importantes na absorção de água e nutrientes do solo, além de promoverem o ancoramento e a sustentação da árvore. As raízes finas das plantas constituem um dos principais meios para acessar os recursos do solo, sendo que seu comprimento e número são indicadores da capacidade de absorção de nutrientes (Freitas et al., 2008). Quanto maior o enraizamento de uma planta, maior sua capacidade de explorar o solo e aproveitar os nutrientes e a água disponíveis (Medina et al., 2002).

A compreensão do funcionamento, distribuição e quantidade de raízes é fundamental para o entendimento total da fisiologia de uma planta, uma vez que as raízes constituem sua sustentação, seu meio para absorção de água e nutrientes, e também podem apresentar mecanismos para proteção das plantas em condições adversas, afetando diretamente suas funções.

Segundo Floss (2004), a área de contato das raízes com o solo é diretamente proporcional à quantidade de água e nutrientes absorvidos pela planta. Quanto maior o sistema radicular e mais finas as raízes, maior é a superfície de contato das raízes com o solo, e consequentemente, maior a absorção de água e nutrientes pela árvore, favorecendo o seu crescimento.

Segundo Gonçalves & Mello (2000) as raízes finas (diâmetro < 2,0mm) são as principais responsáveis pela

captura de água e nutrientes para as plantas, o mesmo papel apresentado pelas folhas na captura de carbono e energia. Enquanto as raízes finas constituem menos de 1% da biomassa total das florestas, a produção anual de raízes finas pode contribuir com mais de 50% na produção primária líquida total das florestas.

Pesquisas envolvendo a dinâmica das raízes no solo são de fundamental importância para o entendimento de todo o processo ecológico da floresta. As informações da configuração do sistema radicular servem como subsídio para elucidar os processos ecofisiológicos básicos, principalmente aqueles relacionados com a nutrição e o balanço hídrico das árvores, fornecendo-nos informações para a manutenção da capacidade produtiva desses sítios, sendo de extrema relevância no planejamento da atividade florestal.

O estudo objetivou determinar a biomassa, a distribuição e o comprimento de raízes finas (≤ 2 mm) nos primeiros 20 centímetros de profundidade do solo, em um povoamento de *Eucalyptus cloeziana* com 18 anos de idade, no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

O povoamento onde foi conduzido o estudo é proveniente de um teste de procedências instalado na área do Departamento de Ciências Florestais no campus da Universidade Federal de Santa Maria. As coordenadas geográficas do local são 29°42'59" de latitude sul e 53°43'47" de longitude oeste. O plantio foi realizado em julho de 1991, com 10 procedências de *Eucalyptus*, sendo quatro de *E. grandis*, três de *E. urophylla*, uma de *E. citriodora*, uma de *E. cloeziana* e uma de *E. saligna*. O espaçamento utilizado foi de 2 x 3 metros, tendo as parcelas um formato retangular com dimensões de 27 x 14 metros, totalizando 378 m² (Witschoreck et al., 2003).

O clima da região é do tipo Cfa, segundo a classificação de Köppen. A temperatura média anual é de 19 °C e a precipitação média anual de 1.769 mm. Nessa região, podem ocorrer chuvas de 182 mm em 24 horas, geadas de abril a novembro e períodos secos maiores que 100 mm cinco vezes a cada oito anos, sendo mais frequentes entre os meses de novembro e janeiro (Witschoreck et al., 2003).

Conforme Almeida et al. (1997), a vegetação natural predominante é de campo nativo, formada por gramíneas, compostas e leguminosas. A área está sobre solo Argissolo Amarelo Alítico típico, pertencente à Unidade de Mapeamento Santa Maria (Streck, 2008), que tem como características gerais o relevo suavemente ondulado, profundidade média de cerca de 1 m, solos ácidos e com saturação de bases baixa nos horizontes mais superficiais, aumentando estes valores à medida que o perfil se aprofunda, com fertilidade natural moderada e normalmente baixa em potássio. Apresenta ligeira à moderada falta de água, sendo um solo com boa capacidade de retenção de umidade, mas pode apresentar deficiência devido à ocorrência de períodos secos (Witschoreck et al., 2003).

Realizou-se um inventário na parcela com a finalidade de se conhecer as características dendrométricas dos indivíduos. Foi medido o diâmetro de todos os indivíduos com sutra dendrométrica, com precisão de 0,1 cm e altura de 11 árvores com Vertex II, para determinar uma relação hipsométrica que estime a altura dos demais indivíduos.

A coleta das amostras de solo se deu de forma aleatória dentro da parcela com o cuidado de evitar coletar pontos próximos de árvores de outras espécies, pois suas raízes poderiam influenciar nos resultados. As amostras se caracterizam por pequenos blocos circulares com 7 centímetros de diâmetro e 5 centímetros de altura ($0,000192 \text{ m}^3$), que foram coletados através de um tubo coletor de solo de diâmetro fixo (Figura 1). As amostras foram retiradas nas profundidades de 0-5 cm, 5-10 cm, 10-15 cm, e 15-20 cm em 20 pontos, totalizando 80 amostras, as quais foram armazenadas em sacos plásticos devidamente identificados.

A estimativa dos valores por hectare foi realizada a partir das 20 amostras de solo coletada, cada uma com 7 cm de diâmetro ($38,48 \text{ cm}^2$). Realizou-se a média aritmética dos valores encontrados para as 20 amostras e a partir daí foi extrapolado para 1 ha ($10,000 \text{ m}^2$).

Para separar o solo das raízes foram utilizadas duas peneiras, sendo uma de 2 mm e outra de 1 mm que foram sobrepostas. A amostra era depositada na peneira superior

(2 mm) e através de jatos d'água, o solo, aos poucos, foi sendo retirado, permanecendo apenas as raízes nas peneiras. Estas raízes foram então armazenadas em potes identificados contendo água destilada e álcool em solução 10%. Para melhor conservação das raízes, os potes foram armazenados em geladeira com temperatura de $5 \pm 2^\circ\text{C}$.

As raízes foram separadas, utilizando apenas as raízes com diâmetro inferior a 2 mm, e colocadas sobre uma folha branca com o cuidado de não ficarem sobrepostas, sendo fotografadas em seguida. Essas fotografias foram, então, processadas no software de análise de imagens UTHSCSA® ImageTool, que fornece o perímetro das raízes. Para determinação do comprimento das raízes desprezaram-se as pontas delas, logo, o comprimento foi considerado a metade de seus perímetros.

Após as fotografias, as raízes foram colocadas em sacos de papel e condicionadas em uma estufa de circulação de ar a 70°C , até atingirem peso constante. Então as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001 gramas para se determinar a biomassa seca das raízes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com os dados obtidos no talhão por meio do inventário, foi possível determinar as principais variáveis dendrométricas (Tabela 1). O modelo hipsométrico utilizado na determinação da altura foi $\ln(h) = b_0 + b_1 \times \ln(d)$. Foram encontrados os valores para os coeficientes $b_0 = -1,06162$, $b_1 = 1,28183$ e um coeficiente de determinação ajustado (R^2) de 93%.

É possível observar incremento médio em diâmetro de $1,40 \text{ cm ano}^{-1}$ e um incremento médio em altura de $1,23 \text{ m ano}^{-1}$. Moura et al. (1993), testando o comportamento de procedências de *E. cloeziana* aos nove e meio anos de idade, em Planaltina, DF, em uma área de Cerrado, encontraram resultados que variaram de 1,05 a 2,0 m de IMA h, e de 1,36 a 1,93 cm de IMA d a altura do peito, sendo que as procedências de Coominglah, Kennedy/Cardwell e Gympie foram as que apresentaram os maiores índices de crescimento com produção volumétrica acima de $34 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, enquanto que as procedências de Fairview, Mackay e Herberton apresentaram as menores produções, abaixo de $22 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$.

Biomassa e densidade de raízes finas

É possível verificar que quase a metade da biomassa de raízes finas, 44,61% ($564,97 \text{ kg ha}^{-1}$), está concentrada nos primeiros 5 cm de solo (Tabela 2), diferenciando estatisticamente das demais profundidades avaliadas. Com o aumento da profundidade, a quantidade de biomassa de raízes decresceu gradativamente, sendo que apenas 15% ($193,19 \text{ kg ha}^{-1}$) da biomassa estão concentrados na camada de 15 a 20 cm de profundidade.

A biomassa total nos 20 cm superficiais do solo foi de $1.266,44 \text{ kg ha}^{-1}$, resultado um pouco superior ao encontrado por Witschorek et al. (2003) em *Europhyllo* com 10 anos de idade. Segundo os autores, a densidade de raízes finas de determinadas espécies possui uma relação direta com as taxas

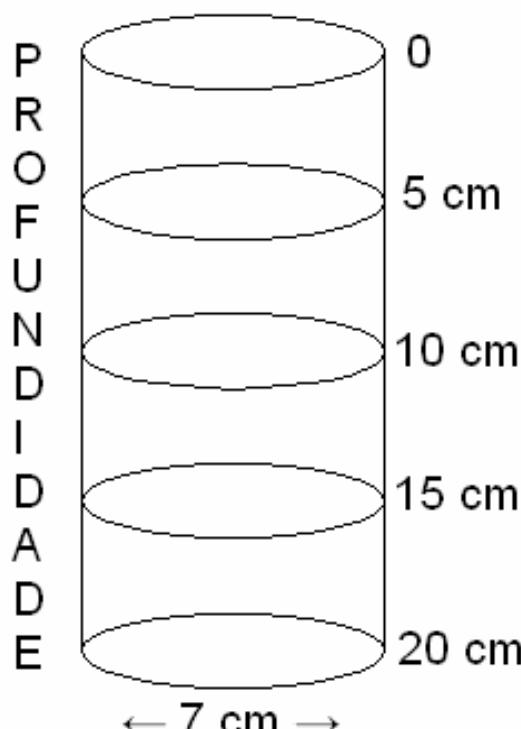


Figura 1. Detalhe do monólito de solo, com as divisões de 5 em 5 cm, até a profundidade de 20 cm

Figure 1. Details of the soil monolith, with the division of 5 by 5 cm to a depth of 20 cm

Tabela 1. Características dendrométricas do povoamento de *Eucalyptus cloeziana* com 18 anos de idade em Santa Maria, RS - Brasil**Table 1.** Dendrometric characteristics of *Eucalyptus cloeziana* stands with 18 years of age in Santa Maria, RS - Brazil

d médio(cm)	h média (m)	G ($m^2 ha^{-1}$)	V ($m^3 ha^{-1}$)	IMA d ($cm ano^{-1}$)	IMA h ($m.ano^{-1}$)	IMA V ($m^3 ha^{-1} ano^{-1}$)
25,17	22,17	77,92	849,65	1,40	1,23	47,20

de crescimento, bem como a idade e o sítio em que se encontram.

A densidade de raízes no perfil do solo foi maior nos primeiros 5 cm de solo (Tabela 2), decrescendo com o aumento da profundidade. Segundo Valcarcel et al. (2007), a maior concentração de raízes na camada superficial pode ser explicada pelo microambiente favorável causado pela serrapilheira, com maior retenção de água, maior arejamento e, portanto, maior disponibilidade de oxigênio e nutrientes oriundos de sua decomposição. Isso favorece o crescimento das raízes, principalmente as mais finas, pois a planta aloca essas raízes na camada mais superficial a fim de aproveitar essas condições.

Na Figura 2 é mostrada a variação da densidade e o peso médio das amostras em função da profundidade de coleta das

raízes. É possível perceber visivelmente que há decréscimo na densidade com o aumento da profundidade.

Comprimento de raízes finas

Os dados relativos ao comprimento de raízes finas nos primeiros 20 cm de solo encontram-se na Tabela 3.

O comprimento de raízes finas diminui com o aumento da profundidade, apresentando o mesmo comportamento da biomassa e da densidade. A proporção de raízes finas presentes na camada de 0 a 5 cm foi de 47,30% ($9.301,95 \text{ km } ha^{-1}$; $1.260,24 \text{ cm } dm^{-3}$), em relação ao comprimento de todas as raízes encontradas até a profundidade de 20 cm, diferenciando estatisticamente das demais profundidades avaliadas, enquanto apenas 15,47% ($2.061,70$ e $412,24 \text{ cm } dm^{-3}$) estão na camada de 15 a 20 cm.

Tabela 2. Biomassa e densidade de raízes finas de *E. cloeziana* em diferentes profundidades**Table 2.** *E. cloeziana* fine root biomass and density in different depths

Profundidade (cm)	Peso médio (g)	Desvio-padrão	Biomassa ($kg ha^{-1}$)	Biomassa(%)	Densidade ($g dm^{-3}$)
0-5	0,2174 a*	0,16	564,97 a	44,62	1,130 a
5-10	0,1027 b	0,11	266,98 b	21,08	0,534 b
10-15	0,0929 b	0,09	241,29 b	19,05	0,483 b
15-20	0,0743 bc	0,05	193,19 b	15,25	0,386 bc
Total	0,4873	-	1266,44	100	2,533

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey

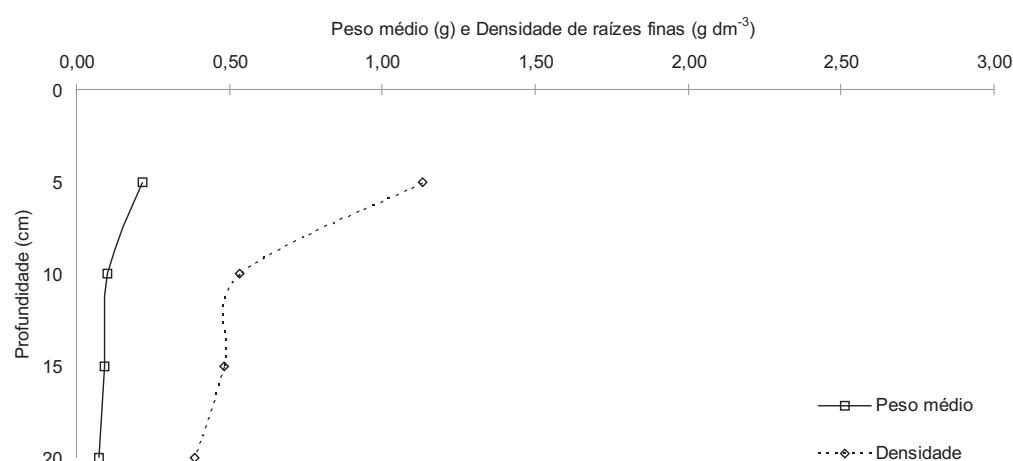
**Figura 2.** Variação do peso médio das amostras (g) e da densidade de raízes finas ($g dm^{-3}$) de acordo com a profundidade em *E. cloeziana***Figure 2.** Samples average weight (g) and density variation of fine roots ($g dm^{-3}$) according to the depth in *E. cloeziana*

Tabela 3. Comprimento de raízes finas de *E. cloeziana* em diferentes profundidades**Table 3.** Length of *E. cloeziana* fine roots in different depths

Profundidade (cm)	Média (cm)	Desvio-padrão	Comprimento de raízes finas			
			(cm cm ⁻³)	(cm dm ⁻³)	(km ha ⁻¹)	%
0-5	242,50 a*	75,43	1,26 a	1.260,24 a	6301,95 a	47,30
5-10	109,45 b	38,80	0,57 b	568,82 b	2844,45 b	21,35
10-15	81,45 b	18,76	0,42 b	423,29 b	2116,70 b	15,89
15-20	79,32 b	24,14	0,41 b	412,24 b	2061,44 b	15,47
Total	-	-	2,66	2.664,60	13.324,55	100

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste Tukey

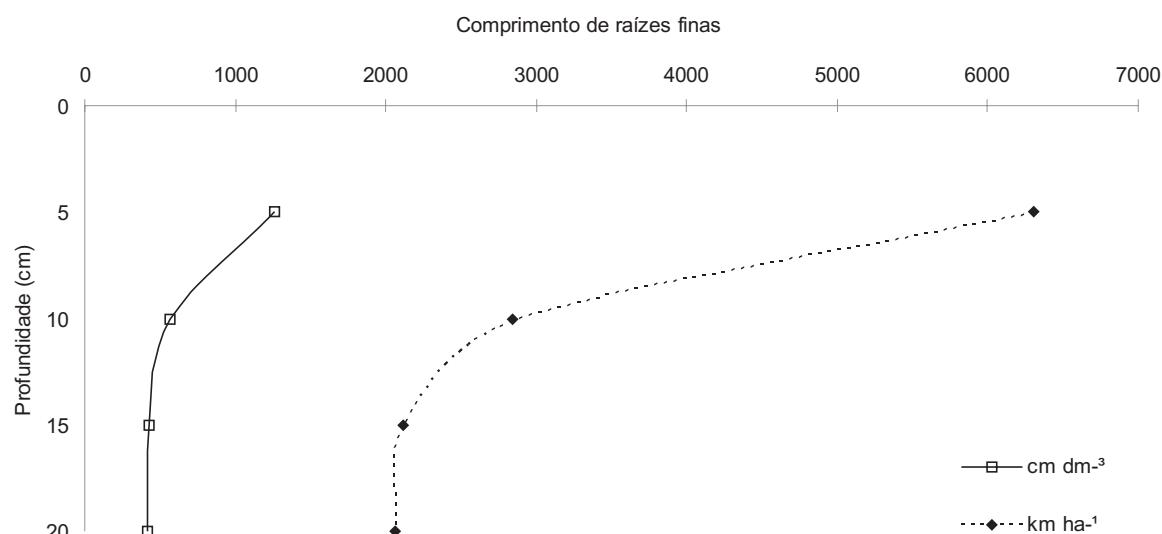
O comprimento total de raízes, nos 20 cm mais superficiais, foi de 13.324,55 km ha⁻¹, valor inferior ao encontrado por Witschorek et al. (2003), de 18027 kg ha⁻¹, ao estudarem *Eucalyptus urophylla* com 10 anos e no mesmo sítio. Ao relacionar o comprimento de raízes com volume de solo, obtiveram-se valores de 2,66 cm cm⁻³ e 2666,60 cm dm⁻³.

Esta redução na biomassa de raízes com o aumento da profundidade é, principalmente, em virtude de estar relacionada com a matéria orgânica, maior aeração e disponibilidade de nutrientes nas primeiras camadas de solo, assim como o adensamento e presença de rochas nas camadas mais profundas. Isto é confirmado por Martins et al. (2004), que afirmaram que a densidade de raízes finas pode ser um fator relacionado com a característica do genótipo, que também estaria relacionada com o comportamento nutricional, potencial produtivo e capacidade de adaptação às condições de estresse ambiental.

A quantidade de raízes finas pode variar de acordo com o estado vegetativo da planta; em geral, nos períodos de maior

crescimento, como o verão, a biomassa e comprimento é maior que nos períodos de menor crescimento. Isso explica em parte o baixo comprimento de raízes encontrado nas amostras, pois as coletas foram feitas no final do período vegetativo das plantas. Larcher (2000) afirmou que a distribuição e a densidade de raiz dependem do tipo do sistema radicular e variam no decorrer do ano, ressaltando que a propagação ocorre na primavera ou em época de chuvas e a morte e diminuição, no final do período de crescimento.

Mello et al. (1998), ao estudarem o povoamento de eucaliptos propagados por estaca e por semente, constataram que no verão o comprimento das raízes com diâmetro menor que 1 mm variou de 5.500 a 25.200 km ha⁻¹ na serapilheira e de 91.400 a 53.100 km ha⁻¹ no perfil do solo, para clones jovens, valores bem superiores aos encontrado neste estudo. Essa característica de extensão de raízes finas pode ser genética, mas está relacionada com o estado nutricional, potencial produtivo e capacidade de adaptação da planta.

**Figura 3.** Variação do comprimento de raízes finas, (km ha⁻¹) e (dm cm⁻³), de acordo com a profundidade em *E. cloeziana***Figure 3.** Fine roots length variation (km.ha⁻¹) and (dm.cm⁻³), according to the depth in *E. cloeziana*

Abaixo dos 20 cm, a tendência é que haja decréscimo na quantidade e biomassa de raízes à medida que aumenta a profundidade. Tratando-se de espécies florestais, vários autores constataram que a maior quantidade de raízes finas encontra-se mais superficialmente no solo e, inclusive, na camada de serapilheira. A presença da serapilheira é uma característica peculiar de povoamentos florestais e contribui de maneira representativa para a grande quantidade de raízes finas na camada superficial do solo devido, principalmente, à maior disponibilidade de nutrientes (Witschoreck et al., 2003; Ceconi et al., 2008).

CONCLUSÕES

A biomassa, a densidade e o comprimento das raízes finas (≤ 2 mm) em *E. cloeziana* aos 18 anos de idade são superiores nos primeiros centímetros de profundidade, sendo que praticamente a metade das raízes finas está camada superficial (0 a 5 cm).

A densidade de raízes finas tende a diminuir com o aumento da profundidade do solo.

LITERATURA CITADA

- Almeida, F.D.; Xavier, A.; Dias, J.M.M.; Nogueira, H.P. Eficiência das auxinas (AIB e ANA) no enraizamento de mini-estacas de clones de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. Revista Árvore, v.31, n.3, p.455-463, 2007.
- Almeida, P.S.G.; Dalmolin, R.S.; Klamt, E. Características, classificação e relação solo – superfície – material de origem dos solos do campus da UFSM. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 26, 1997, Rio de Janeiro. Anais eletrônicos... Rio de Janeiro: SBCS, 1997. http://w3.ufsm.br/ppgcs/congressos/XXVI_Congresso_Brasileiro/ARQ553.pdf. 27 Abr. 2009.
- Ceconi, D.E.; Poletto, I.; Lovato, T.; Schumacher, M.V. Biomassa e comprimento de raízes finas em povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild estabelecido em área degradada por mineração de carvão. Floresta, v.38, n.1, p.1-10, 2008.
- Floss, E.L. Fisiologia das plantas cultivadas: o estudo que está por trás do que se vê. Passo Fundo, UPF, 2004. 536p.
- Freitas, T.A.S.; Barroso, D.G.; Carneiro, J.G. de A. Dinâmica de raízes de espécies arbóreas: visão da literatura. Ciência Florestal, v.18, n.1, p.133-142, 2008.
- Gonçalves, J.L.M.; Mello, S.L.M. O sistema radicular das árvores. In: Nutrição e fertilização de florestas. Piracicaba: IPEF, 2000. p.221-267.
- Larcher, W. Ecofisiologia vegetal. São Paulo: Rima Artes e Textos, 2000. 531p.
- Martins, L.F.S.; Poggiani, F.; Oliveira, R.F. de ; Guedes, M.C.; Gonçalves, J.L. de M. Características do sistema radicular das árvores de *Eucalyptus grandis* em resposta a aplicação de doses crescentes de biossólido. Scientia Forestalis, v.65, p.207-218, 2004.
- Medina, C. C.; Neves, C.S.V.J.; Fonseca, I.C.B.; Torreti, A.F. Crescimento radicular e produtividade de cana-de-açúcar em função de doses de vinhaça em fertirrigação. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.23, n.2, p.179-184, 2002.
- Mello, S.L.M.; Gonçalves, J.L.M.; Oliveira, L.E.G. Características do sistema radicular em povoamentos de eucaliptos propagados por sementes e estacas. Scientia Forestalis, v.54, p.16-26, 1998.
- Moura, V.P.G.; Melo, J.T. de; Silva, M.A. Comportamento de procedências de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. aos nove anos de idade, em Planaltina, DF, área de cerrado. Revista IPEF, v.46, p.52-62, 1993.
- Moura, V.P.G. O germoplasma de *Eucalyptus cloeziana* F. Muell. no Brasil. Brasília: Embrapa, 2003. 9p. (Comunicado Técnico, 102).
- Streck, E.V.; Kampf, N.; Dalmolin, R.S.D.; Klamt, E.; Nascimento, P.C. do; Schneider, P. Solos do Rio Grande do Sul. 2.ed. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2008. 222 p.
- Valcarcel, R.; Valente, F.D.W.; Morokawa, M.J.; Cunha Neto, F.V.; Pereira, C.R. Avaliação da biomassa de raízes finas em área de empréstimo submetida a diferentes composições de espécies. Revista Árvore, v.31, n.5, p.923-930, 2007.
- Witschoreck, R.; Schumacher, M.V.; Caldeira, M.V.W. Estimativa da biomassa e do comprimento de raízes finas em *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake no município de Santa Maria-RS. Revista Árvore, v.27, n.2, p.177-183, 2003.