



Caracterização anatômica do parênquima radial em clone de *Eucalyptus*

Tatiani Maria Pech¹
Otávio Camargo Campoe²
Joannès Guillemot³
Guerric le Maire⁴

¹Universidade Estadual Paulista (tatianimariapech@gmail.com), ²Universidade Federal de Lavras (otavio.campoe@ufla.br),
³CIRAD (joannes.guillemot@cirad.fr),
⁴CIRAD (guerric.le_maire@cirad.fr).

RESUMO: As espécies do gênero *Eucalyptus* são amplamente utilizadas em plantios florestais, representando importância econômica para o Brasil. Diversos são os papéis funcionais desempenhados pelas células parenquimáticas. Portanto, o objetivo do trabalho foi caracterizar o parênquima radial em diferentes clones do gênero *Eucalyptus*. O estudo foi realizado no âmbito do Programa Cooperativo EUCFLUX, no município de Itatinga -SP. Os clones avaliados são combinações das espécies *E. urophylla*, *E. grandis*, *E. camaldulensis*, *E. saligna*, *E. dunnii*, *E. pilularis*, *E. pelita* e *E. tereticornis*. Para as comparações foram utilizadas lâminas histológicas das seções longitudinais no sentido tangencial dos galhos de três árvores por clone, sendo as imagens analisadas em microscópio óptico. Para a análise estatística utilizou-se Análise de Variância seguida do teste de Scott-Knott 5%, comparando-se os valores obtidos por clone. Todos os 21 clones estudados apresentaram raios não estratificados, multisseriados de 1-2 células. A altura dos raios diferiu-se entre clones, diferença de 45,3 μm . Diferenças significativas também foram observadas para número de células. Diante da importância econômica do gênero para o Brasil e que as características anatômicas da madeira são importantes para entender a resposta de crescimento das plantas, o presente aprimora o conhecimento sobre as estratégias de adaptação de clones de *Eucalyptus*.

Palavras-chave: plantios florestais, anatomia do parênquima, adaptação

Introdução

As árvores utilizam a água para suprir a demanda de transpiração, manter os tecidos funcionais, transportar nutrientes e hormônios e auxiliar nos processos bioquímicos (Pfausch et al., 2016), sendo um recurso essencial para a manutenção das plantas (Shao et al., 2009). Nos últimos anos, áreas cultivadas enfrentam problemas com escassez de água, podendo aumentar no futuro em razão das constantes mudanças climáticas (Misra, 2014). Entender como as árvores diferem em sua sensibilidade à seca, principalmente em relação a redução de crescimento, é de suma importância para enfrentar, gerenciar e restaurar de forma sustentável os ecossistemas afetados (Hobbs et al., 2014; Perring et al., 2015).

Diversos são os papéis funcionais desempenhados pelas células parenquimáticas, carregamento e descarregamento de solutos relacionados ao fluxo de transpiração (De Boer & Volkov, 2003), armazenamento e transporte de carboidratos (Spicer, 2014), defesa contra patógenos (Morris &



Jansen, 2016) e suporte mecânico (Arbellay et al., 2012). Há evidências que células de parênquima associados a vasos podem desenvolver funções de extrema importância nos mecanismos associados ao reabastecimento do xilema (Secchi et al., 2017). Estando relacionados a disponibilidade de carboidratos não estruturais presente no caule, conseqüentemente com forças osmóticas necessárias para o reenchimento dos vasos após episódios de seca (Nardini et al., 2018). A maior quantidade de células parenquimáticas axiais ou radiais podem remeter a maior capacitância hidráulica da haste (Secchi et al., 2017), demonstrando uma provável ligação a disponibilidade de carboidratos não estruturais e a capacidade da planta em reverter a embolia do xilema após reidratação (Trifilò et al., 2019).

Na busca de informações a respeito das adaptações anatômicas, o presente trabalho visou a obtenção de dados anatômicos do parênquima radial em clones do gênero *Eucalyptus*.

Material e métodos

Caracterização do local de estudo

O estudo foi realizado no âmbito do Programa Cooperativo EUCFLUX, parceria entre IPEF, CIRAD, ESALQ/USP, UFLA FCA/UNESP e empresas do setor florestal. O experimento foi instalado em 2008 na área experimental da Fazenda Americana (22°96'04''S e 48°72'40''O), localizada no município de Itatinga – SP. Segundo a classificação climática de Köppen (Alvares et al., 2013) o clima da Região é caracterizado como Cwa, clima úmido e quente com ocorrência de inverno seco. Posteriormente ao corte da primeira rotação (8,5 anos), quatro blocos foram conduzidos em regime de talhadia e pareados a estes, quatro blocos foram conduzidos no sistema de alto fuste. Os 21 clones estudados no sistema de alto fuste foram: *E. grandis* x *E. urophylla* (código do clone: 03), *E. grandis* x *E. urophylla* (04), *E. grandis* x *E. urophylla* (05), *E. grandis* x *E. urophylla* (06), *E. grandis* (07), *E. grandis* x *E. urophylla* (08), *E. grandis* x *E. urophylla* (09), *E. grandis* x *E. urophylla* (10), *E. grandis* x *E. urophylla* (11), *E. urophylla* x sp (12), *E. grandis* x *E. urophylla* (13), *E. saligna* (14), *E. grandis* (15), *E. grandis* x *E. camaldulensis* (16), *E. grandis* x *E. urophylla* (17), *E. grandis* x *E. urophylla* (18), *E. grandis* x *E. urophylla* (20), *E. dunnii* (22), *E. pilularis* (23), *E. pelita* (24), *E. tereticornis* (25).

Atributos anatômicos

Seções longitudinais no sentido tangencial de três galhos por clone, foram amostrados para medição das características do parênquima radial. As amostras foram cortadas em micrótomo de deslize, desidratadas em concentrações crescentes de etanol (10 a 100%), coradas e montadas em



resina sintética. As imagens foram obtidas e analisadas pelo software ImageJ, para a determinação da altura (em μm e nº de células), largura (em μm) e frequência de raios (em mm), considerando-se 50 repetições.

Análise dos dados

Os resultados foram submetidos ao teste de normalidade utilizando o teste de Shapiro-Wilk e para homogeneidade o teste de Bartlett. Posteriormente foram analisados usando Análise de Variância (ANOVA), seguida do teste de Scott-Knott a 5%. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do R (R Development Core Team, 2022).

Resultados e discussão

Os resultados médios para as características parenquimáticas radiais, obtidos para todos os clones estudados podem ser observados na Tabela 1. De forma geral para todos os clones estudados predominou raios não estratificados, multisseriados de 1-2 células. Uma diferença de 6 raios/mm foi observado entre clones, sendo a maior frequência observada para o clone 25, em relação ao número de células observamos uma diferença de 4 células entre clones. Uma diferença na altura dos raios de 45,3 μm em comparação entre clone 07 ao 05.

Tabela 1. Características anatômicas do parênquima radial em clones comerciais de *Eucalyptus* no Brasil.

Clone	Altura (μm)	Altura (nº células)	Largura (μm)	Frequência (mm)
03	149,93a	9a	8,26a	10a
04	134,53a	8a	6,74a	9a
05	107,41b	6b	5,88a	10a
06	118,96b	6b	6,72a	10a
07	152,71a	9a	6,33a	10a
08	132,24a	8a	5,91a	10a
09	118,10b	7b	6,45a	8a
10	145,63a	9a	6,02a	12a
11	119,15b	7b	6,15a	9a
12	135,56a	9a	6,44a	10a
13	136,82a	9a	6,53a	12a
14	122,01b	7b	6,85a	11a
15	124,96b	7b	6,17a	11a
16	127,25b	7b	6,30a	11a
17	126,03b	7b	7,12a	10a
18	109,06b	7b	5,35a	9a
20	133,54a	9a	6,22a	11a
22	144,58a	10a	6,82a	11a
23	124,69b	7b	5,79a	8a
24	132,72a	8a	5,97a	12a
25	141,98a	10a	5,96a	14a

*Médias seguidas da mesma letra minúscula na vertical não apresentam diferenças estatísticas significativas pelo Teste de Scott-Knott a 5%.



Nosso conjunto de dados demonstra que o tecido parenquimático mostra uma variação entre os clones estudados, e diferem-se com os achados na literatura para outras espécies de eucalipto (de Oliveira et al., 2012). As plantas podem empregar diversas estratégias em resposta às mudanças do ambiente (Rosbakh et al., 2015), podem apresentar grandes frações de parênquima, enquanto outras espécies podem apresentar comparativamente pouco tecido parenquimático. As quantidades de parênquima na madeira podem ser impulsionadas pela temperatura e pela precipitação (Morris & Jansen, 2016). Trifilò et al. (2019) sugere que a reversão da embolia é mais efetiva quando as espécies apresentam uma maior quantidade de células parenquimática.

Conclusão

A investigação atual apoia evidências sobre as variações das características anatômicas parenquimáticas de clones de *Eucalyptus* no Brasil. Trabalhos como este, tem potencial para serem utilizados na identificação de genótipos, e para prever respostas adaptativas sobre a perspectiva da tolerância à seca.

Referências bibliográficas

- ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 22, p. 711–728, 2013.
- ARBELLAY, E.; FONTI, P.; STOFFEL, M. Duration and extension of anatomical changes in wood structure after cambial injury. *Journal of Experimental Botany*. v. 63, p.3271– 3277, 2012.
- CORE TEAM. R Core Team a language and environmental for statistical computing, 2022. R Core Team, Vienna, Austria.
- DE BOER, A.H.; VOLKOV, V. Logistics of water and salt transport through the plant: structure and functioning of the xylem. *Plant Cell and Environment*, v. 26, p. 87– 101, 2003.
- DE OLIVEIRA, J.G.L.; OLIVEIRA, J.T.S.; ABAD, J.I.M.; SILVA, A.G.; FIEDLER, N.C.; VIDAURE, G.B. Parâmetros quantitativos da anatomia da madeira de eucalipto que cresceu em diferentes locais. *Revista árvore*. v.36, p.559-567, 2012.
- HOBBS, R. J.; HIGGS, E.; HALL, C.M.; BRIDGEWATER, P.; STUART CHAPIN III, F. et al. Managing the whole landscape: historical, hybrid, and novel ecosystems. *Front Ecol Environ*, v.10, p. 557-564, 2014.
- MISRA, A. K. Climate change and challenges of water and food security. *International Journal of Sustainable Built Environment*, v.3, p. 153-165, 2014.
- MORRIS, H.; PLAVCOVÁ, L.; CVECKO, P.; FICHTLER, E.; GILLINGHAM, M.A.F. et al. A global analysis of parenchyma tissue fractions in secondary xylem of seed plants. *New phytologist*. v.209, p.1553-1565, 2015.
- PERRING, M. P.; STANDISH, R.J.; PRICE, J.N.; CRAIG, M.D.; ERICKSON, T.E. et al. Advances in restoration ecology: rising to the challenges of the coming decades. *Ecosphere*, v.6, p. 1-13, 2015.
- PFAUTSCH, S.; HARBUSH, M.; WESOLOWSKI, A.; SMITH, R.; MACFARLANE, C.; TJOELKER, M.G.; REICH, P.B.; ADAMS, M.A. Climate determines vascular traits in the ecologically diverse genus *Eucalyptus*. *Ecology Letters*, v. 19, p. 240-248, 2016.
- ROSBAKH, S.; ROMERMANN, C.; POSCHLOD, P. Specific leaf area correlates with temperature: new evidence of trait variation at the population, species and community levels. *Alp Botany*, v. 125, p.79-86, 2015.
- SECCHI, F.; ZWIENIECKI, M.A. Accumulation of sugars in the xylem apoplast observed under water stress conditions is controlled by xylem pH. *Plant Cell and Environment*. v.39, p.2350-2360, 2016.



SHAO, H-B.; CHU, L-Y.; JALEEL, C.A.; MANIVANNAN, P.; PANNEERSELVAN, P.; SHAO, M-A. Understanding water deficit stress-induced changes in the basic metabolism of higher plants – biotechnologically and sustainably improving agriculture and the ecoenvironment in arid regions of the globe. *Critical Reviews in Biotechnology*, v. 29, p. 131- 151, 2009.

SPICER, R. Symplasmic networks in secondary vascular tissues: parenchyma distribution and activity supporting long-distance transport. *Journal of Experimental Botany*. v.65, p.1829– 1848, 2014.

TRIFILÒ, P.; KIORAPOSTOLOU, N.; PETRUZZELIS, F.; VITTI, S.; PETIT, G. et al. Hydraulic recovery from xylem embolism in excised branches of twelve woody species: relationships with parenchyma cells and non-structural carbohydrates. *Plant physiology and biochemistry*. v.139, p.513-520, 2019.

