



## **O manejo silvicultural não afeta a tolerância à seca de genótipos comerciais de *Eucalyptus* sp.**

Jenickson Rayron da Silva Costa<sup>1</sup>  
Jhuan Lucas Melo Maciel<sup>1</sup>  
Magali Ribeiro da Silva<sup>1</sup>  
Otávio Camargo Campoe<sup>2</sup>  
Clayton Alcarde Alvares<sup>1</sup>  
Joannès Guillemot<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (jenickson.costa@unesp.br),

<sup>2</sup>Universidade Federal de Lavras, <sup>3</sup>Universidade de São Paulo

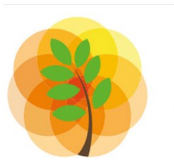
**RESUMO:** *As florestas plantadas para fins comerciais estão sendo cada vez mais afetadas por eventos de mortalidade devido à seca nos últimos anos. Como consequência disto, os mecanismos que determinam a tolerância à seca de espécies vegetais têm estado sob frequente interesse. Com base neste contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar se o manejo silvicultural de talhadia e alto fuste afetam a tolerância à seca de genótipos de Eucalyptus. O experimento foi instalado no site do Eucflux-IPEF, em Itatinga-SP. Para avaliar a tolerância à seca de genótipos de Eucalyptus foi utilizado o ponto de perda de turgor foliar (TLP) e o potencial hídrico à 50% da perda da condutividade hidráulica do xilema (P50), obtidos por meio das curvas pressão-volume e curvas de vulnerabilidade à cavitação, respectivamente. Os resultados deste trabalho demonstraram que o manejo silvicultural não influencia a tolerância à seca de genótipos comerciais de Eucalyptus.*

*Palavras-chave:* plantio comercial, eucalipto, ponto de perda de turgor, cavitação, talhadia, alto fuste

### **Introdução**

As florestas plantadas para fins comerciais estão sendo cada vez mais afetadas por eventos de mortalidade devido à seca nos últimos anos (IPCC, 2021; Gonçalves et al., 2017; Allen et al., 2010). Como consequência disto, os mecanismos que determinam a tolerância à seca de espécies vegetais têm estado sob frequente interesse. Estes estudos geralmente relatam os impactos importantes que as mudanças climáticas incidem sobre a produtividade e sobrevivência das florestas (Choat et al., 2018).

Dentre os parâmetros mais importantes para aferir a tolerância à seca de plantas estão o ponto de perda de turgor (TLP) e o potencial hídrico à 50% da perda da condutividade hidráulica (P50) (Bartlett et al., 2012; Pereira et al., 2020). Ambos podem ser obtidos por meio das curvas pressão-volume (PV) e curvas de vulnerabilidade à cavitação, respectivamente. Além destes, atributos funcionais de folhas como a massa de folha por área (LMA) e conteúdo de matéria seca de folha (LDMC) são parâmetros que apresentam forte correlação com TLP e P50, e podem ser úteis para aferir a tolerância à seca de plantas (Guillemot et al., 2021).



O *Eucalyptus* sp. é o gênero mais utilizado em plantios comerciais em regiões tropicais e subtropicais. No Brasil, cerca de 9 milhões de hectares compreendem plantios de eucalipto, com uma produtividade média de aproximadamente  $34 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$  (IBÁ, 2019). Como estas espécies apresentam forte importância econômica, torna-se imprescindível entender como o manejo do *Eucalyptus* pode afetar a tolerância à seca de genótipos (Costa, 2023).

Ao final da rotação de um plantio, a tomada de decisão para o manejo silvicultural a ser utilizado na segunda rotação é um passo extremamente importante, e por isso tem-se duas opções: (1) o plantio de mudas (alto fuste); e a condução da brotação da rotação anterior (talhadia). Os genótipos sob manejo de alto fuste podem experimentar mais estresse hídrico do que talhadia, que por sua vez tem um sistema radicular totalmente bem estabelecido, e portanto, sofrem menos estresse hídrico (Costa, 2023; Christina et al., 2017).

Com base neste contexto, o objetivo deste trabalho foi analisar se o manejo silvicultural de talhadia e alto fuste afetam a tolerância à seca de genótipos de *Eucalyptus*.

## **Material e métodos**

### *Caracterização da área*

O experimento foi instalado em 2018 em Itatinga, estado de São Paulo, Brasil ( $22^{\circ}58'04''$  S e  $48^{\circ}43'41''$  W, 857 m de altitude). O experimento faz parte do Programa Cooperativo de Produtividade e Fluxos de Carbono e Água em Eucalipto (EUCFLUX – IPEF; <https://www.ipef.br/eucflux2/>). A área experimental foi instalada em blocos, sendo 5 sob manejo de alto fuste e 5 sob talhadia. Cada bloco continha 10 parcelas, e cada parcela representava um genótipo. Cada parcela tinha o tamanho de 36 m x 32 m, com as árvores plantadas em espaçamento de 3 m x 2 m, totalizando 192 árvores por parcela. As medições foram realizadas em 6 árvores, dentre as 10 centrais para evitar os efeitos de borda. Os genótipos G3, G4, G5, G6, G8, G10 e G13 são híbridos de *E. grandis* x *E. urophylla*, G12 - *E. urophylla* x sp, G14 – *E. saligna* e G16 - *E. grandis* x *E. camaldulensis* (para especificações sobre procedência de cada genótipo, ler Costa (2023)).

### *Curvas Pressão-Volume*

As curvas Pressão-Volume (PV) foram realizadas nos meses de maio e novembro de 2021. De cada genótipo e sistema de manejo, foram selecionadas 6 árvores, onde foi coletada uma folha madura, saudável e totalmente expandida do terço médio da copa, antes do pôr do sol. No laboratório, foi realizado o desenho da folha para obter a área foliar posteriormente, e logo após isso, as folhas



ficaram rehidratando durante uma noite. No dia seguinte foram realizadas de 8 a 12 aferições de potencial hídrico (usando a câmara de pressão de Scholander) e pesagem (usando uma balança analítica de precisão) durante o dia enquanto as folhas secavam sobre bancada. Com os dados obtidos, performou-se análise por meio do pacote “pvld curve” (<https://cran.r-project.org/web/packages/pvldcurve/vignettes/pvldcurve.html>) no software R, para obter os parâmetros: ponto de perda de turgor (TLP, MPa), potencial osmótico (PO, MPa), conteúdo relativo de água no ponto de perda de turgor (RWCTlp), módulo de elasticidade (MoE, MPa), fração apoplástica (APO, %), massa foliar por área (LMA, g m<sup>-2</sup>), conteúdo de matéria seca da folha (LDMC, mg g<sup>-1</sup>) e área foliar (cm<sup>2</sup>). Para mais detalhes metodológicos, ler Costa (2023).

### *Vulnerabilidade à cavitação*

As curvas de vulnerabilidade à cavitação foram realizadas em março de 2022, período de potencial hídrico mais alto, o que ajuda a evitar o embolismo nos galhos já durante a coleta. No final da tarde foram selecionados seis galhos do terço médio da copa, cortados, embalados e levados ao laboratório. Ao chegar, os galhos foram imersos em água para rehidratar durante a noite. No dia seguinte, realizou-se a aferição do embolismo a partir da descarga de ar por meio do equipamento pneumatron (Pereira et al., 2020), enquanto aferia o potencial hídrico periodicamente. As curvas de vulnerabilidade foram ajustadas utilizando as descargas de ar padronizado (%) e o potencial hídrico do xilema aferido, usando a câmara de Scholander, usando um modelo sigmoidal, extraindo o potencial hídrico a 50% da perda da condutividade hidráulica (P50, MPa) (Pereira et al., 2020). Ler Costa (2023) para mais detalhes dos procedimentos metodológicos.

### *Análises estatísticas*

Para comparar as diferenças entre talhadia e alto fuste, utilizou-se o teste t pareado à 5% de probabilidade de erro. Todas as análises foram realizadas usando o software R (R Core Team, 2021).

## **Resultados e discussão**

Os resultados deste trabalho demonstraram que o manejo silvicultural não influencia a tolerância à seca de genótipos comerciais de *Eucalyptus* (Tabela 1). Apenas a área foliar diferiu entre sistemas silviculturais, sendo maior para as plantas sob alto fuste. Ao avaliar o manejo apropriado



para instalação pós-colheita, não é necessário levar em consideração o fato de qual manejo poderia tornar genótipos mais tolerantes à seca, pois ambos os manejos apresentam comportamento muito semelhantes.

**Tabela 1.** Análise dos parâmetros das curvas Pressão-Volume, P50 e atributos foliares para 10 genótipos de *Eucalyptus* sob sistema de alto fuste e talhadia. As análises foram realizadas usando teste t pareado à 5% de probabilidade de erro ( $p < 0,05$ ). Os valores médios são seguidos pelo erro padrão ( $\pm$ ). Resultados em **negrito** significam a diferença entre manejos.

Parâmetros	Alto Fuste	Talhadia	p-value	GL
TLP (MPa)	-2.41 ( $\pm$ 0.02)	-2.46 ( $\pm$ 0.03)	0.5016	216
P50 (MPa)	-3.99 ( $\pm$ 0.15)	-4.15 ( $\pm$ 0.17)	0.7042	139
PO (MPa)	-2.06 ( $\pm$ 0.02)	-2.11 ( $\pm$ 0.03)	0.3937	216
RWC <sub>tip</sub> (%)	12.34 ( $\pm$ 0.19)	11.63 ( $\pm$ 0.27)	0.1916	216
MoE (MPa)	16.59 ( $\pm$ 0.35)	17.92 ( $\pm$ 0.44)	0.1301	216
APO (%)	0.15 ( $\pm$ 0.01)	0.19 ( $\pm$ 0.01)	0.1429	216
LMA (g m <sup>-2</sup> )	111.85 ( $\pm$ 1.36)	119.77 ( $\pm$ 1.59)	0.0601	216
LDMC (mg g <sup>-1</sup> )	0.42 ( $\pm$ 0.002)	0.42 ( $\pm$ 0.003)	0.5232	216
AF (cm <sup>2</sup> )	<b>55.74 (<math>\pm</math> 0.77)</b>	<b>49.52 (<math>\pm</math> 0.83)</b>	<b>&lt; 0.01</b>	<b>216</b>

Adaptado de Costa (2023).

Estes resultados são corroborados com outros previamente observados em estudos instalados na mesma região (Battie-Laclau et al., 2014; Christina et al., 2017), onde foi observado que mudas sob sistema de alto fuste desenvolvem seu sistema radicular rapidamente em solos tropicais profundos, fazendo com que não apresentem uma diferença significativa quando compara-se com o sistema de talhadia, onde as plantas já têm seu sistema radicular totalmente desenvolvido.

## Conclusão

Nas condições do presente trabalho, o manejo silvicultural não afeta a tolerância à seca de genótipos comerciais de *Eucalyptus*.

## Agradecimentos

Ao CNPq (processo 130316/2021-0) pela bolsa de mestrado (PPG-Ciência Florestal – UNESP), concedida ao primeiro autor. À toda equipe do EUCFLUX-IPEF pelo suporte prestado e financiamento desta pesquisa. Ao CIRAD, pelo apoio e financiamento desta pesquisa.

## Referências Bibliográficas

- ALLEN, C. D.; BRESHEARS, D. D.; MCDOWELL, N. G. On underestimation of global vulnerability to tree mortality and forest die-off from hotter drought in the Anthropocene. *Ecosphere*, v. 6, n. 8, 2010.
- BARTLETT, M.; SCOFFONI, C.; SACK, L. The determinants of leaf turgor loss point and prediction of drought



- tolerance of species and biomes: A global meta-analysis. *Ecology Letters*, v. 15, n. 5, p. 393–405, 2012.
- BATTIE-LACLAU, P. et al. Effects of potassium and sodium supply on droughtadaptive mechanisms in *Eucalyptus grandis* plantations. *New Phytologist*, Cambridge, v. 203, n. 2, p. 401–413, 2014.
- CHOAT, B. et al. Triggers of tree mortality under drought. *Nature*, v. 558, n. 7711, p. 531-539, 2018.
- CHRISTINA, M. et al. Importance of deep water uptake in tropical eucalypt forest. *Functional Ecology*, v. 31, n. 2, p. 509-519, 2017.
- COSTA, J.R.S. Comparing functional traits of planted *Eucalyptus* sp. genotypes managed as high tree and coppice. Dissertação de Mestrado (Universidade Estadual Paulista). Botucatu, 2023.
- GONÇALVES, J. L. et al. Eucalypt plantation management in regions with water stress. *Southern Forests: a Journal of Forest Science*, v. 79, n. 3, p. 169–183, 2017.
- GUILLEMOT, J. et al. Small and slow is safe: On the drought tolerance of tropical tree species. *Global Change Biology*, v. 28, n. 8, p. 2622–2638, 2022.
- IBÁ. Relatório anual 2019. São Paulo: Indústria Brasileira de Árvores, 2021. 80 p. Disponível em: <<https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/ibarelatorioanual2019.pdf>> Acesso em: 08/03/2023.
- IPCC. Climate change 2021: In The physical science basis. Contribution of Working Group I to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. Cambridge Press, 2021.
- PEREIRA, L. et al. The Pneumatron: An automated pneumatic apparatus for estimating xylem vulnerability to embolism at high temporal resolution. *Plant, Cell & Environment*, v. 43, n. 1, p. 131-142, 2020.
- R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. 2021.

