

ALTURA E DIÂMETRO DE BROTAÇÕES DE EUCALIPTO CONDUZIDAS DE FORMA PRECOCE E TARDIA

Brenner Gonçalves Nunes Carvalho ¹; Paulo Sergio Soares Lima ²; Maderson Diego Rocha de Moura ³; Andressa Carla Queiros ⁴; Bruno Oliveira Lafetá⁵; Ivan da Costa Ilhéu Fontan⁶;

1 Brenner Gonçalves Nunes Carvalho, Bolsista IFMG, Bacharel em Engenharia Florestal, IFMG Campus São João Evangelista – MG, São João Evangelista – MG; brennergonunes@gmail.com

2 Paulo Sergio Soares Lima, Bacharel em Engenharia Florestal, IFMG Campus São João Evangelista – MG, São João Evangelista – MG; paulosergio14620@gmail.com

3 Maderson Diego Rocha de Moura, Bacharel em Engenharia Florestal, IFMG Campus São João Evangelista – MG, São João Evangelista – MG; madersonborges12@gmail.com

4 Andressa Carla Queiros, Bacharel em Engenharia Florestal, IFMG Campus São João Evangelista – MG, São João Evangelista – MG; andressaqueiros75@gmail.com

5 Bruno Oliveira Lafetá, coordenador: Pesquisador do IFMG, São João Evangelista - MG; bruno.lafeta@ifmg.edu.br

6 Ivan da Costa Ilhéu Fontan, orientador: Pesquisador do IFMG, João Evangelista - MG; ivan.fontan@ifmg.edu.br

RESUMO

O projeto teve por objetivo avaliar se a realização da condução precoce da brotação em cepas de eucalipto influencia no crescimento inicial do broto dominante (fuste comercial) em comparação com a condução tardia tradicional, em um povoamento manejado por talhadia no Instituto Federal de Minas Gerais, *Campus* São João Evangelista. A área de estudo foi uma condução de um plantio seminal de um híbrido “urograndis” manejada em um sistema silvipastoril com 4 renques de linhas triplas de eucalipto (3 x 2 m nos renques e 30 m entre renques). O experimento foi estabelecido em um delineamento em blocos casualizados (DBC) com 4 blocos e 2 tratamentos (T1 - Condução precoce com cavadeira; T2 – Condução tardia com foice). Foram realizadas quatro medições de altura total e diâmetro do tronco a 1,3 m do solo – DAP (maio, julho, setembro e novembro de 2022, quando as brotações apresentavam idade de 16, 18, 20 e 22 meses, respectivamente). As medições ocorreram em parcelas de 3 linhas de plantio e 15 covas por linha (45 covas por tratamento e bloco). Foram calculados e analisados os incrementos (maio a novembro) em altura total e DAP por tratamento e bloco. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de médias (teste F e Tukey a 5% de significância), com auxílio de planilhas eletrônicas e do software R. Até a última avaliação, quando o povoamento apresentava 22 meses de idade, a altura total e o diâmetro a 1,3 m do solo (DAP) incremento em DAP, não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos. Já o incremento em altura total, foi estatisticamente superior nas plantas do T1. Assim, pelo menos parcialmente, podemos considerar que a hipótese definida para o projeto foi atendida, ou seja, a condução precoce da brotação em cepas de eucalipto com uso de cavadeira proporcionou maior crescimento inicial do fuste comercial, evidenciado pelo maior incremento em altura total das plantas aos 22 meses de idade do povoamento.

INTRODUÇÃO:

O gênero *Eucalyptus* nativo da Austrália e Sudeste da Ásia constitui o grupo de árvores mais utilizado em plantios florestais em todo o mundo (FAO, 2021), especialmente por seu valor econômico, rápido crescimento e grande capacidade de adaptação a diferentes condições edafoclimáticas (SANTANA; FONTAN; OLIVEIRA, 2014). As florestas de eucalipto apresentam importante papel na produção de matérias primas renováveis para suprir as demandas de uma população em franca expansão em todo o mundo, além de contribuir diretamente com variados serviços ecossistêmicos. Somente no Brasil são plantados cerca de 7,47 milhões de hectares com este gênero, cuja madeira é destinada principalmente para a produção de papel e celulose, carvão vegetal e painéis de madeira (IBÁ, 2022).

Entre as décadas de 80 e 90 a eucaliptocultura no Brasil vivenciou uma intensa evolução tecnológica e os produtores florestais privilegiaram a formação dos povoamentos por meio do plantio de mudas, também conhecido por sistema de alto fuste (GONÇALVES *et al.*, 2013; GONÇALVES *et al.*, 2014). No entanto, a instabilidade econômica mundial vivenciada entre os anos de 2008 e 2010 colocou em situação de destaque o sistema de manejo por talhadia, onde a produção de madeira é realizada pela condução da brotação de cepas de árvores recém-colhidas, que pode proporcionar expressiva redução nos custos de produção de madeira (LIMA; GONÇALVES; GONÇALVES, 2018).

Tradicionalmente a condução da brotação, que consiste na seleção do broto dominante (fuste comercial) e remoção dos demais, é realizada quando a altura média da touceira ultrapassa três metros, mediante o uso de foices. A depender da espécie e/ou clone e das condições edafoclimáticas no local do povoamento florestal, podem ser necessários mais de 12 meses após a colheita para que se atinja este padrão de desenvolvimento da touceira, situação que pode retardar atividades de adubação e/ou outras manutenções, além de dificultar a remoção dos brotos indesejáveis por seu tamanho excessivo.

Visando otimizar recursos e melhorar processos silviculturais, algumas empresas florestais no Brasil têm testado a viabilidade técnica e econômica de uma nova metodologia de condução de brotação denominada de “desbrota precoce” ou “condução precoce”. Esta atividade consiste na remoção dos brotos indesejáveis quando a altura média dos brotos dominantes estiver entre 0,7 e 1,5 m, por meio do deslocamento dos brotos e remoção da casca das cepas, com auxílio de uma cavadeira manual. Neste caso, a atividade é realizada de 3 a 4 meses após a colheita, quando os brotos ainda estão menores, facilitando a sua remoção, reduzindo a competição entre brotos e potencializando o crescimento do fuste comercial.

Apesar dos potenciais benefícios da realização da condução precoce, ainda são poucas as divulgações científicas sobre esta prática, sendo o conhecimento gerado ainda muito restrito às grandes empresas do setor florestal que conduzem seus próprios experimentos. Assim, o presente projeto visa avaliar a seguinte hipótese: a condução precoce da brotação em cepas de eucalipto com uso de cavadeira proporciona maior crescimento inicial do fuste comercial em comparação com a condução tradicional com foice?

No contexto apresentado o projeto teve como objetivo avaliar a influência da condução precoce da brotação em cepas de eucalipto sobre o crescimento inicial do broto dominante (fuste comercial) em comparação com a condução tardia tradicional, em um povoamento manejado por talhadia no Instituto Federal de Minas Gerais, *Campus* São João Evangelista.

METODOLOGIA:

O trabalho foi realizado em uma área de condução de brotação de eucalipto localizada no Instituto Federal de Minas Gerais, *Campus* São João Evangelista – MG (Coordenadas: 18°33'23" Sul, 42°45'40" Oeste; Altitude: 780 m). O clima é do tipo Cwa (temperado chuvoso-mesotérmico) pela classificação do sistema internacional de Köppen, com verão chuvoso e inverno seco. As médias anuais de temperatura e precipitação em São João Evangelista são de 20,2 °C e 1.000 mm, respectivamente (CLIMATE.DATA.ORG, 2023). O solo da área experimental é predominantemente um Latossolo Vermelho distrófico – LVd.

A área de estudo apresenta aproximadamente 1,8 hectares e refere-se a uma condução das brotações de um plantio seminal de um híbrido “urograndis” (*Eucalyptus urophylla* x *E. grandis*) originalmente estabelecido no espaçamento de 3 m entre linhas e 2 m entre plantas, cuja colheita aconteceu quando o povoamento apresentava idade aproximada de 12 anos. A derrubada das árvores ocorreu no mês de janeiro de 2021 e foi realizada de maneira semi-mecanizada (motosserra). Após a colheita a área passou a ser manejada sob o regime de talhadia em um sistema de integração pecuária-floresta (silvipastoril), onde foram mantidos 4 (quatro) conjuntos de árvores em fileiras triplas (denominados “renques”). Dentro de cada um dos renques os espaçamentos permaneceram os originais de plantio (ou seja, 3 m entre as linhas e 2 m entre as plantas), enquanto a distância entre os renques foi de 30 m. Este arranjo proporciona uma densidade de 417 árvores por hectare na área experimental.

O experimento foi estabelecido em um delineamento em blocos casualizados (DBC) com 4 blocos (repetições) de maneira a estudar o efeito de 2 tratamentos (condução tardia e condução precoce) em 4 avaliações distintas realizadas ao longo do ano de 2022 (maio, julho, setembro e novembro). Os tratamentos consistiram em dois métodos de realização da condução da brotação, sendo eles: T1 - Condução precoce com cavadeira (proposta de melhoria no processo de formação do novo povoamento); e T2 – Condução tardia com foice (tratamento convencional utilizado como testemunha operacional).

A condução precoce (T1) foi realizada em julho de 2021, ocasião em que os brotos possuíam 6 meses de desenvolvimento após a colheita. O broto mais vigoroso foi selecionado para constituir o fuste comercial a ser analisado no presente estudo, e explorado no próximo evento de colheita (segunda rotação). Os demais brotos (indesejáveis) foram retirados juntamente com uma porção da casca dos tocos com o auxílio de uma cavadeira manual.

Já a condução tardia (T2) foi realizada no mês de março de 2022 (14 meses após a colheita) e representou a operação tradicionalmente realizada por produtores e empresas florestais, onde o broto dominante é mantido na cepa (fuste comercial) e os demais (brotos indesejáveis) são cortados em sua base com auxílio de foice e machado.

Em função do prazo estipulado em edital para a realização do projeto (máximo 8 meses) a presente proposta de pesquisa previu a avaliação do crescimento inicial dos brotos dominantes que correspondem ao fuste comercial da segunda rotação do povoamento. Para tal foram realizadas 4 (quatro) medições de altura total (H, m) e diâmetro do tronco a 1,3 m de altura a partir do solo (DAP, cm) a cada dois meses (60 dias) a partir do mês de maio de 2022. Assim, as avaliações ocorreram nos meses de maio, julho, setembro e novembro de 2022, quando as brotações apresentavam idade de 16, 18, 20 e 22 meses, respectivamente.

O momento de realização das atividades de condução e as avaliações realizadas durante o projeto podem ser mais bem entendidos e visualizados na linha do tempo a seguir (Figura 1).

Figura 1 – Linha do tempo das atividades de condução (precoce e tardia) e das avaliações realizadas nas brotações de eucalipto a partir da colheita do ciclo anterior.



Fonte: Os autores (2022).

As medições ocorreram nas unidades experimentais (parcelas) formadas por 3 linhas de plantio e 15 covas por linha, totalizando 45 covas por tratamento em cada bloco. Para avaliar de forma complementar o crescimento das plantas foi calculado também o incremento em altura total e DAP por tratamento e bloco, por meio da subtração dos valores da última medição (novembro) pelos valores da primeira medição (maio).

Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de médias (teste F e Tukey a 5% de significância), com auxílio de planilhas eletrônicas e do software R versão 3.5.2 (R CORE TEAM, 2018).

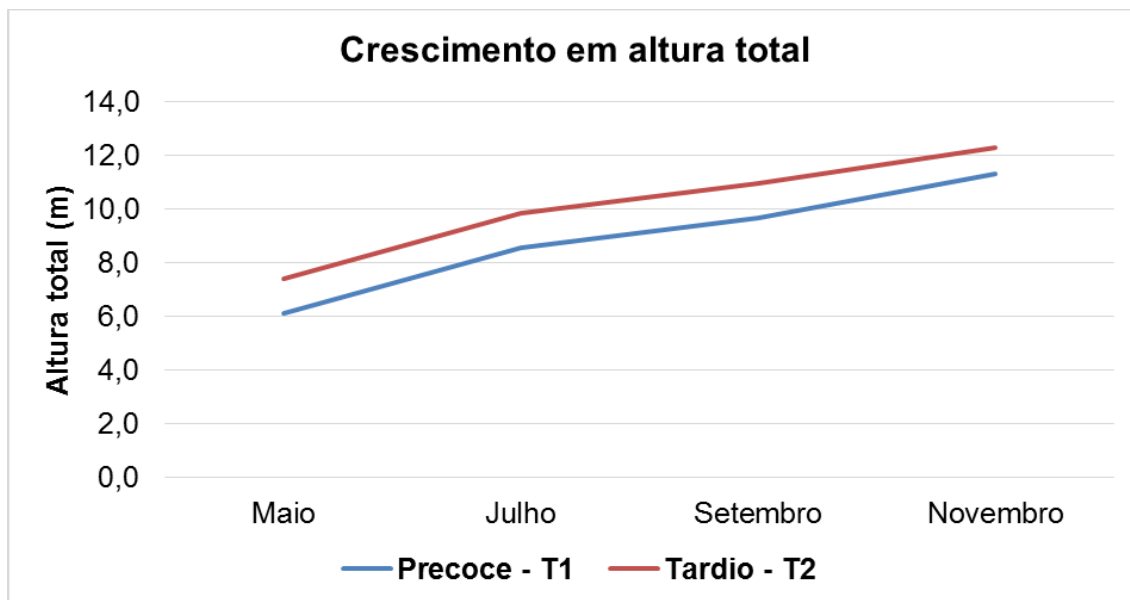
RESULTADOS E DISCUSSÕES:

Em nenhuma das 4 (quatro) avaliações realizadas (maio, julho, setembro e novembro, respectivamente aos 16, 18, 20 e 22 meses após a colheita do ciclo anterior) foram observadas diferenças significativas entre a altura total das plantas dos 2 (dois) tratamentos de condução (precoce e tardia) aplicados na área experimental. O mesmo foi observado para o diâmetro a 1,3 m do solo (DAP), cujas médias não diferiram entre os tratamentos nas avaliações realizadas.

No entanto, a altura total média das plantas no tratamento precoce (T1) foi menor do que aquela observada no tratamento tardio (T2) em todas as avaliações realizadas (Figura 2). Comportamento inverso foi observado para o DAP (Figura 3), que em todas as avaliações foi superior nas plantas do T1 (precoce), na comparação com as plantas do T2 (tardia).

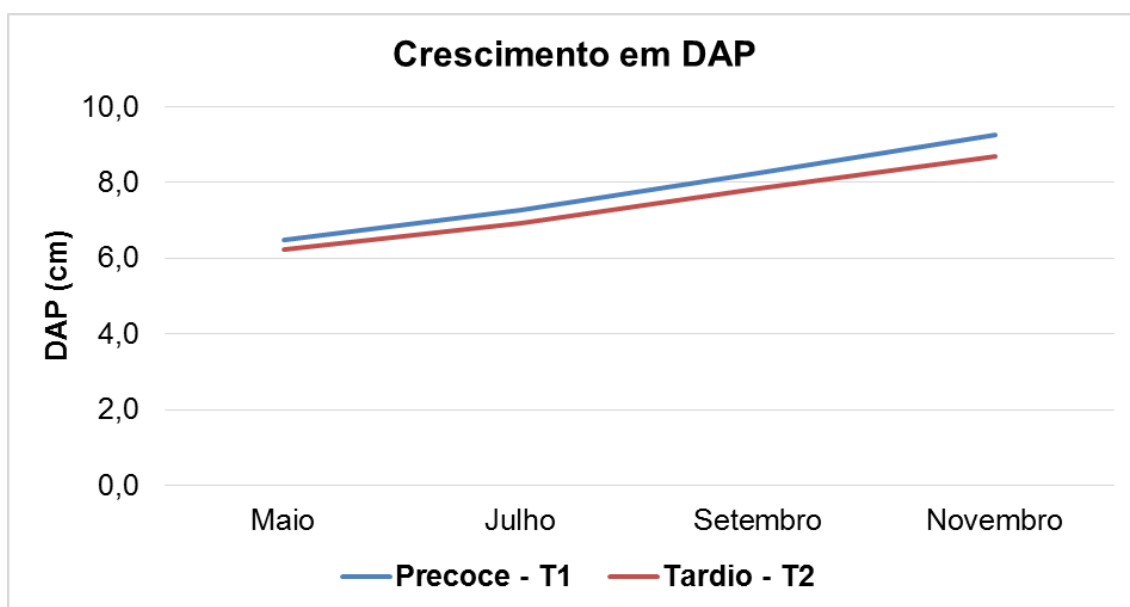
Tal comportamento pode estar associado ao fato de que plantas crescendo sob maior competição podem apresentar comportamento de "estiolamento", ou seja, investir inicialmente seus fotoassimilados no crescimento em altura para que consigam se posicionar sobre as plantas vizinhas competidoras e acessar de maneira mais eficiente o recurso luminoso (radiação solar). Em povoamentos equiâneos monoclonais de eucalipto diversas pesquisas têm evidenciado que a maior competição por recursos de crescimento, especialmente a radiação solar, verificada nos espaçamentos mais adensados produzem inicialmente plantas com maiores alturas e menores diâmetros, tal como observado no presente trabalho (REINER; SILVEIRA; SZABO, 2011; HSING; PAULA; PAULA, 2016; TORRES *et al.*, 2016; ISHIBASHI; MARTINEZ; HIGA, 2017; VERA *et al.*, 2022).

Figura 2 – Altura total (m) em plantas de eucalipto submetidas a dois tratamentos de condução (precoce e tardia) em um povoamento manejado por talhadia em São João Evangelista/MG.



Fonte: Os autores (2022).

Figura 3 – Diâmetro a 1,3 m do solo (DAP, cm) em plantas de eucalipto submetidas a dois tratamentos de condução (precoce e tardia), em um povoamento manejado por talhadia em São João Evangelista/MG.



Fonte: Os autores (2022).

Ainda que as plantas estejam estabelecidas em um espaçamento mais amplo (renques de linhas triplas: 3 m entre as linhas, 2 m entre as plantas, e 30 m entre renques), por conta do futuro consórcio com atividade de criação de bovinos, em cada tratamento as plantas expressaram um comportamento diferenciado de crescimento, que analogamente podem ser comparados aos padrões de crescimento inicial esperados em monocultivos de eucalipto estabelecidos em diferentes densidades de plantio.

Na prática, os brotos selecionados para constituírem os fustes comerciais no regime de talhadia no T1 (condução precoce, realizada aos 6 meses após a colheita), cresceram sob um nível competitivo muito inferior aos fustes comerciais do T2, uma vez que neste último tratamento os brotos excedentes permaneceram nas cepas por um longo período (14 meses a partir da colheita do ciclo anterior). Assim, o padrão de crescimento observado nas plantas do tratamento precoce (T1) se assemelhou ao crescimento inicial de árvores em plantios menos adensados, enquanto que o crescimento das plantas conduzidas tardiamente (T2) pode ser comparado ao padrão observado em plantios mais adensados.

De maneira complementar à avaliação de altura total e DAP, nas diferentes ocasiões de medição foi realizada a análise do incremento dessas variáveis, considerado como a diferença entre os valores médios observados na última medição (novembro) e os valores da primeira medição (maio). O incremento em altura foi estatisticamente superior nas plantas do tratamento precoce (Tabela 1), enquanto que para o incremento em DAP não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos (Tabela 2).

Apesar da altura total não ter sido estatisticamente diferente entre os tratamentos nas quatro avaliações realizadas, os resultados indicaram que a retirada precoce dos brotos excedentes/competidores (T1) possibilitou melhores condições para o crescimento em altura do fuste principal, que proporcionalmente cresceu mais do que nas plantas conduzidas de maneira tardia (T2). Em relação à primeira medição realizada em maio, as plantas do T1 apresentaram ao final do experimento um crescimento em altura total de 85,2%, enquanto que no T2 este incremento foi de 65,8% (Tabela 1). Ainda que não tenha sido observada diferença significativa no incremento em DAP, proporcionalmente o T1 promoveu maior aumento desta variável (42,5%), na comparação com o T2 (39,9%) (Tabela 2).

Tabela 1 – Altura total e incremento em altura total em plantas de eucalipto submetidas a dois tratamentos de condução (precoce e tardia), em um povoamento manejado por talhadia em São João Evangelista/MG.

Tratamento	Altura total média (m) ^{ns}				Incremento (altura total) *	
	Maio	Julho	Setembro	Novembro	Absoluto (m)	Relativo (%)
T1 (precoce)	6,10	8,57	9,65	11,30	5,20	85,2
T2 (tardia)	7,40	9,84	10,95	12,27	4,87	65,8

ns: não significativo; * significativo a 5%.

Fonte: Os autores (2022).

Tabela 2 – DAP e incremento em DAP em plantas de eucalipto submetidas a dois tratamentos de condução (precoce e tardia), em um povoamento manejado por talhadia em São João Evangelista/MG.

Tratamento	DAP (cm) ^{ns}				Incremento (DAP) ^{ns}	
	Maio	Julho	Setembro	Novembro	Absoluto (m)	Relativo (%)
T1 (precoce)	6,49	7,29	8,26	9,25	2,76	42,5
T2 (tardia)	6,24	6,92	7,85	8,70	2,49	39,9

ns: não significativo; * significativo a 5%.

Fonte: Os autores (2022).

CONCLUSÕES:

Os resultados demonstraram que até na última avaliação realizada (novembro de 2022, quando o povoamento apresentava 22 meses de idade) a altura total e o diâmetro a 1,3 m do solo (DAP) não apresentaram diferença estatística entre os tratamentos.

Porém, o incremento em altura total, que representou o crescimento em altura entre os meses de maio e novembro de 2022, foi estatisticamente superior nas plantas do T1 (condução precoce), na comparação com o T2 (condução tardia).

Assim, pelo menos parcialmente, podemos considerar que a hipótese definida para o projeto foi atendida, ou seja, a condução precoce da brotação em cepas de eucalipto com uso de cavadeira proporcionou maior crescimento inicial do fuste comercial, evidenciado pelo maior incremento em altura total das plantas aos 22 meses de idade do povoamento.

Além disto, se as tendências de crescimento das plantas observadas até a presente data forem mantidas, ou seja, maior incremento relativo em altura e diâmetro nas plantas do T1, os métodos de condução poderão diferir estatisticamente em idades mais avançadas, o que justificaria a adoção da prática de condução precoce no manejo por talhadia em povoamentos de eucalipto para potencializar a produção de madeira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

CLIMATE-DATA.ORG. **Clima: São João Evangelista**. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/americado-sul/brasil/minas-gerais/sao-joao-evangelista-175926/>>. Acesso em: 08 mar. 2023.

FAO. **The Global Forest Goals Report 2021**. United Nations Department of Economic and Social Affairs: United Nations Forum on Forests Secretariat, 114p. 2021. Disponível em: <<https://www.un.org/esa/forests/wp-content/uploads/2021/04/Global-Forest-Goals-Report-2021.pdf>>. Acesso em: 12 fev. 2023.

GONÇALVES, J. L. M. *et al.* Integrating genetic and silvicultural strategies to minimize abiotic and biotic constraints in Brazilian eucalypt plantations. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v.301, p.6-27, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.12.030>

GONÇALVES, J. L. M. *et al.* Produtividade de plantações de eucalipto manejadas nos sistemas de alto fuste e talhadia, em função de fatores edafoclimáticos. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.42, n.103, p.411-419, set. 2014.

HSING, T. Y.; PAULA, N. F. de; PAULA, R. C. de. Características dendrométricas, químicas e densidade básica da madeira de híbridos de *Eucalyptus grandis* X *Eucalyptus urophylla*. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 26, n. 1, p. 273-283, 2016.

IBÁ. **Relatório Anual IBÁ 2022**. Indústria Brasileira de Árvores [s.l: s.n.], 96 p., 2022. Disponível em: <<https://www.iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-anual-iba2022-compactado.pdf>>. Acesso em: 01 dez. 2022.

ISHIBASHI, V.; MARTINEZ, D. T.; HIGA, A. R. Phenotypic models of competition for Pinus taeda L genetic parameters estimation. **Cerne**, Lavras, v. 23, n. 3, p. 349-358, set. 2017.

LIMA, A. S. F.; GONÇALVES, J. L. M.; GONÇALVES, A. N. Efeito da omissão de nutrientes em brotações de eucalipto. **Nucleus**, Ituverava, v.15, n.1, p. 147-160, 2018. DOI: 10.3738/1982.2278.2836

R CORE TEAM. R: **A language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. 2018.

REINER, D. A.; SILVEIRA, E. R.; SZABO, M. S. Uso do eucalipto em diferentes espaçamentos como alternativa de renda e suprimento da pequena propriedade na região Sudoeste do Paraná. **Synergismus Scientifica**, [s. l.], v. 6, n. 1, p.100-107, 2011.

SANTANA, R. C.; FONTAN, I. C. I.; OLIVEIRA, S. L. Implantação, manutenção e produtividade dos povoamentos. In: Antônio Bartolomeu do Vale, et al. (Org.). **Eucaliptocultura no Brasil: Silvicultura, Manejo e Ambiente**. 1ed.: Suprema Gráfica e Editora Ltda, 551p., 2014.

VERA, D. E. *et al.* Crescimento e forma do eucalipto em função da densidade de plantio. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.32, n.1, p.504-522, jan/mar. 2022. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509848402>.

HSING, Tseng Yao; PAULA, Nadia Figueiredo de; PAULA, Rinaldo César de. Características dendrométricas, químicas e densidade básica da madeira de híbridos de *Eucalyptus grandis* x *Eucalyptus urophylla*. **Ciência Florestal**, v. 26, p. 273-283, 2016.