

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CAMPUS FREDERICO WESTPHALEN
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

João Ari Ricliski Junior

**Efeitos da suplementação luminosa no desenvolvimento foliar de
Eucalyptus dunnii Maiden (Myrtaceae)**

Frederico Westphalen, RS
2023

João Ari Ricliski Junior

**Efeitos da suplementação luminosa no desenvolvimento foliar de
Eucalyptus dunnii Maiden (Myrtaceae)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria, *campus* de Frederico Westphalen (UFSM – RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Florestal**.

Orientador: Prof. Dr. Guilherme Bordignon Ceolin

Frederico Westphalen – RS
2023

João Ari Ricliski Junior

Efeitos da suplementação luminosa no desenvolvimento foliar de *Eucalyptus dunnii* Maiden (Myrtaceae)

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia Florestal, da Universidade Federal de Santa Maria, *campus* de Frederico Westphalen (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Engenheiro Florestal**.

Aprovado em 30 de Novembro de 2023:

Guilherme Bordignon Ceolin, Dr. (UFSM/FW)
(Presidente/Orientador)

Hilda Hildebrand Soriani, Dr^a (UFSM/FW)

Felipe Turchetto, Dr. (UFSM/FW)

Frederico Westphalen – RS

2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Universidade Federal de Santa Maria por me proporcionar um ensino de qualidade, público e gratuito.

Agradeço aos meus pais, Ivone e João, pela criação, educação, pelo apoio nas minhas escolhas e por sempre me incentivar e a nunca desistir em sempre buscar ser uma pessoa melhor, eu amo vocês. Agradeço também as minhas irmãs e os demais familiares pelo apoio de sempre. Ao meu orientador Prof. Dr. Guilherme Bordignon Ceolin, pela oportunidade de aprendizado e por toda confiança e apoio de sempre, sendo um exemplo de pessoa e de profissional.

Agradeço a CMPC, pela confiança e por ter cedido a estrutura experimental, que foram fundamentais para que esse trabalho fosse desenvolvido.

A todos os meus professores, pelo incentivo, conselhos e aprendizado repassado durante esse período de graduação.

Aos meus amigos e colegas do curso de Engenharia Florestal que tive o privilégio de conhecer e conviver durante o período de graduação.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho: muito obrigado!

RESUMO

Efeitos da suplementação luminosa no desenvolvimento foliar de *Eucalyptus dunnii* Maiden (Myrtaceae)

AUTOR: João Ari Ricliski Junior

ORIENTADOR: Guilherme Bordignon Ceolin

O objetivo deste trabalho foi analisar a influência da suplementação luminosa artificial sobre parâmetros de desenvolvimento foliar (massa e área) de mini-cepas de um clone comercial de *Eucalyptus dunnii* (Myrtaceae). Para isso, as mini-cepas foram divididas em três grupos, cada um deles recebendo, respectivamente: i) luz artificial nos espectros de cores vermelho e azul (lâmpadas de LED), ii) luz branca (lâmpadas fluorescentes) e iii) apenas luz solar direta. As amostras tiveram seus parâmetros foliares medidos ao longo de dois meses. Por ser um experimento cujo objetivo é acompanhar diferenças no desenvolvimento, utilizou-se uma ANOVA de duas vias com teste de Tukey para comparação das médias, visando isolar os efeitos causados pelo tratamento luminoso dos efeitos do crescimento natural das plantas, bem como alguma possível interação entre os dois. Os resultados mostraram que as mini-cepas submetidas à suplementação de luz colorida apresentaram uma massa foliar maior em comparação àquelas tratadas com luz branca ou somente com luz solar natural ($P < 0,004$), tornando este parâmetro foliar maior do que seria esperado pelo ciclo fisiológico da planta. Por outro lado, a área foliar não mostrou variação significativa entre os tratamentos. Causas e implicações destes resultados são discutidas ao longo do texto

Palavras-chave: Adaptação, *Eucalyptus dunnii*, espectro de economia, luz, respostas morfofisiológicas

ABSTRACT

Effects of light supplementation on leaf development in *Eucalyptus dunnii* Maiden (Myrtaceae)

AUTHOR: João Ari Ricliski Junior

ADVISOR: Guilherme Bordignon Ceolin

The objective of this work was to analyze the influence of artificial light supplementation on leaf development parameters (mass and area) of sprouts stumps of a commercial clone of *Eucalyptus dunnii* (Myrtaceae). For this, the mini-strains were divided into three groups, each receiving, respectively: i) artificial light in the red and blue color spectrums (LED lamps), ii) white light (fluorescent lamps) and iii) light only by direct sunlight. The samples had their leaf parameters measured over two months. As it is an experiment whose objective is to monitor differences in development, a two-way ANOVA with Tukey's test was used to compare means, aiming to isolate the effects caused by the light treatment from the effects of natural plant growth, as well as any possible interaction between the two. The results showed that the sprouts subjected to colored light supplementation had a greater leaf mass compared to those treated with white light or only natural sunlight ($P < 0.004$), making this leaf parameter greater than would be expected by the physiological cycle of the plant. On the other hand, leaf area did not show significant variation between treatments. Causes and implications of these results are discussed throughout the text.

Keywords: Adaptation, *Eucalyptus dunnii*, economy spectrum, light, morpho-physiological responses

LISTADE FIGURAS

- Figura 1- Mapa de localização geográfica do viveiro florestal Barba Negra no município de Barra do Ribeiro – RS11
- Figura 2- Representação do posicionamento das lâmpadas no estufim e vista superior das parcelas amostrais.....12
- Figura 3 - Comparação das médias das massas foliares de *E. dunnii* entre os diferentes tratamentos luminosos (luz colorida, luz branca e sem luz artificial, respectivamente da esquerda para a direita no eixo X). O asterisco representa variável com média significativamente diferente do restante 14
- Figura 4 - Comparação das médias das áreas foliares de *E. dunnii* entre os diferentes tratamentos luminosos (luz colorida, luz branca e sem luz artificial, respectivamente da esquerda para a direita no eixoX) 14

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 MATERIAL E MÉTODOS	10
ÁREADE ESTUDO	10
DESENHOAMOSTRAL.....	11
COLETA E ANÁLISE DE DADOS	12
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
4 CONCLUSÃO.....	17
5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	18

1 INTRODUÇÃO

O território brasileiro abrange extensas plantações florestais, totalizando nove milhões de hectares, representando uma parcela significativa (1,2%) do PIB nacional. A maioria dessas áreas (aproximadamente 77,4%) é ocupada por plantações de eucalipto (gênero *Eucalyptus*, família Myrtaceae; IBÁ, 2020). Não obstante, o cultivo do eucalipto no sul do Brasil enfrenta alguns desafios, principalmente climáticos (região de clima subtropical), sendo a ocorrência frequente de geadas durante o outono e o inverno (março a setembro) o principal obstáculo à implantação de certas espécies, especialmente aquelas com baixa tolerância ao frio (KONZEN *et al.*, 2017). Devido às limitações climáticas, a busca por espécies tolerantes à intempéries típicas do ambiente meridional brasileiro tem sido uma constante dentro da indústria silvicultural da região. Dentre estas espécies, pode-se citar *E. dunnii* Maiden, nativa dos Estados australianos de New South Wales e Queensland (FINGER *et al.*, 1995).

Esta espécie foi introduzida na Região Sul devido não só a sua tolerância a geadas, mas também ao seu crescimento rápido e uniforme e pela boa forma das árvores. A principal limitação para sua utilização em plantios comerciais consiste na baixa produção de sementes (FINGER *et al.*, 1995). Contudo, para o estabelecimento de plantações em larga escala, esta limitação pode ser superada através da propagação clonal por meio de mini-cepas (BRONDANI *et al.*, 2012a).

A produção de mini-cepas clonais é realizada quase que predominantemente em estufas, por isso, um dos fatores determinantes para uma produção adequada de mini-cepas neste tipo de ambiente é a incidência de luz. Por ser um componente vital para o desenvolvimento vegetal, a exposição insuficiente à luz resulta em taxas fotossintéticas reduzidas, limitando tanto a produção quanto o crescimento das mini-cepas (HARTMANN *et al.*, 2011). Neste sentido, um dos fatores mais importantes para a absorção adequada de radiação luminosa pela planta é a área foliar, uma vez que há uma relação diretamente proporcional entre a área foliar, a quantidade de luz absorvida e a taxa fotossintética (LARCHER, 1977). Por isso, tanto a morfologia externa foliar quanto sua anatomia interna desempenham um papel essencial na eficiência da fotossíntese, pois influenciam diretamente a percepção de luz, as trocas gasosas e a transpiração nas plantas (OSNAS *et al.*, 2013).

Estas características, por consequência, refletem a relação de uma espécie vegetal com o local em que ela está inserida, podendo apresentar diferentes características de acordo com as condições ambientais, como disponibilidade hídrica e luminosa (LEMOS *et al.*, 2011). Assim, no contexto de latitudes mais altas, como as encontradas nas regiões mais meridionais brasileiras, as variações na incidência luminosa ao longo do ano desempenham um papel de importância equivalente à ocorrência de geadas.

Consequentemente, para o cultivo comercial de eucaliptos, em conjunto com a busca por espécies tolerantes ao frio, há de igualmente se buscar meios de contornar a limitação luminosa ocorrente em certos períodos do ano. Para isso, uma solução que tem dado bons resultados é a suplementação luminosa artificial. É o que demonstrou Vargas (2022) cujos resultados mostraram que a exposição adicional à luz artificial pode induzir a um aumento na área foliar, contribuindo para uma maior eficiência fotossintética.

Deste modo, o objetivo desse trabalho foi testar e analisar a influência da suplementação luminosa artificial na área foliar específica (AFE) e na massa foliar específica (MFE) em mini-cepas de *E. dunnii* submetidas a este tipo de tratamento.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Área de estudo

As plantas analisadas foram cultivadas no mini-jardim clonal do viveiro de mudas da Empresa CMPC Brasil, em Barra do Ribeiro-RS (30°34'S; 51°24'W). (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização geográfica do viveiro florestal Barba Negra no município de Barra do Ribeiro – RS.



Fonte: Autor, 2023.

A região possui, de acordo com a classificação de Köppen, um clima subtropical do tipo Cfa (ALVARES *et al.*, 2013). Conforme já mencionado anteriormente, devido a latitude, há grande incidência de dias nublados na região, especialmente durante o outono e o inverno. Por isso, a CMPC utiliza estufas equipadas com estufins de plástico transparente, medindo $33 \times 1 \times 0,6$ m (C \times L \times A), proporcionando menor variação de temperatura. Cada estufim contém sistemas de irrigação e fertirrigação diárias, com uma solução nutritiva balanceada, conforme as concentrações descritas na literatura (AGUIAR *et al.*, 2018).

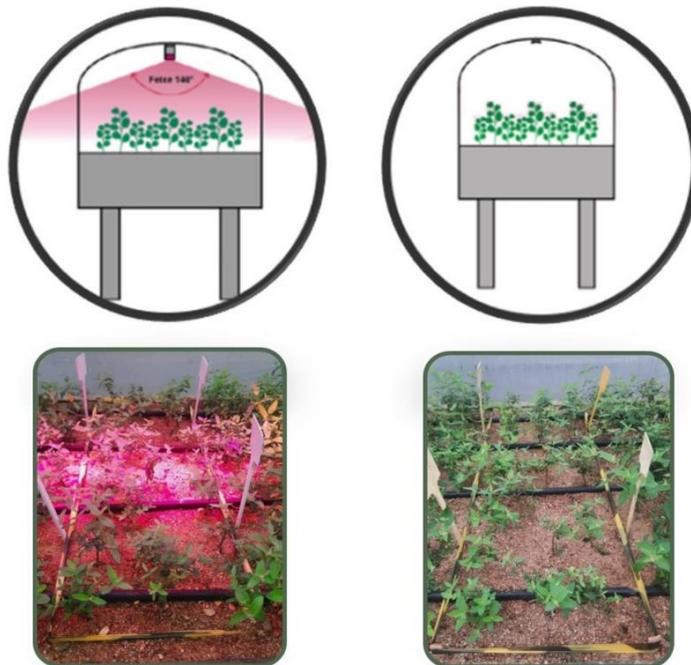
Desenho amostral

O experimento, realizado em três tratamentos, envolveu o cultivo de mini-estacas de um clone de *E. dunnii*, o qual ocorreu da seguinte forma: os estufins foram preenchidos com um substrato composto por uma camada de areia sobre uma camada estreita de pedra britada (profundidade total de 30 cm). As mini-estacas, originadas de estacas do clone, foram plantadas em fileiras espaçadas de 10 cm \times 10 cm, em oito fileiras ao longo dos três estufins. Três parcelas foram demarcadas em cada estufim, comportando 24 mini estacas cada. Durante o inverno (agosto), ocorreram dois eventos de fertirrigação pordia, enquanto na primavera (setembro-outubro) essa frequência foi aumentada para três ou quatro eventos, cada um com duração entre dois e quatro

minutos.

As mini-estacas foram submetidas a três tratamentos de luz, respectivamente: i) luz colorida, nos comprimentos de onda vermelho e azul (emitidas por lâmpadas de LED), ii) luz branca (emitida por lâmpadas fluorescentes) e iii) sem luz artificial (controle, apenas luz solar). Para isso, três estufins foram utilizados, sendo que dentro de cada estufim foram delimitadas três parcelas. No total, três combinações de tratamentos foram avaliadas em nosso estudo. Os tratamentos foram avaliados ao longo de dois meses, totalizando quatro eventos de avaliação (de agosto a outubro de 2023). (Figura 2).

Figura 2 – Representação do posicionamento das lâmpadas no estufim e vista superior das parcelas amostrais.



Fonte: Autor, 2023.

Coleta e análise de dados

A avaliação do experimento ocorreu em três etapas: (i) colheita e quantificação de mini-cepas (brotações), (ii) medição da área foliar das mini-cepas e (iii) determinação da sua massa foliar. A colheita das mini-cepas foi realizada a cada quinze dias, e coletadas apenas as mini-cepas com tamanho maior que cinco centímetros. Após a quantificação de mini-cepas produzidas em cada parcela, foram selecionadas 15 mini-

cepas representativas de cada parcela, para assim proceder com as demais avaliações. Após a seleção, foi determinado o comprimento e diâmetro basal de forma individual, com o auxílio de um paquímetro. Posteriormente, cada mini-cepa teve a quantidade de folhas contabilizada e foi determinada a área foliar individual, como auxílio de um medidor de área foliar (Modelo Li-3000C).

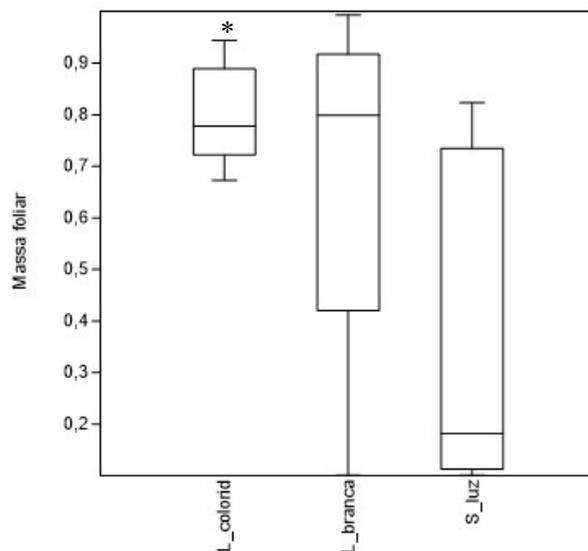
Após a determinação da área foliar, as folhas foram acomodadas individualmente (por mini-cepa) em pacotes de papel e secas em estufa com temperatura controlada (65 °C), por aproximadamente 72 horas. Passado o período de secagem, utilizando-se de uma balança de precisão foi obtida a massa seca foliar individual.

Após a quantificação dos dados, os mesmos foram tabelados em uma planilha e testados para normalidade (teste de Shapiro-Wilk) e homocedasticidade (teste de Park). Como estes dois parâmetros não foram violados em nenhuma das medidas, os dados foram utilizados para rodar uma ANOVA em duas vias com teste de Tukey. A utilização de um teste de ANOVA em duas vias foi necessária pelo fato de se estar avaliando a influência da incidência de luz sobre parâmetros de desenvolvimento foliar (massa e área). Desta forma, é fundamental que se consiga separar a influência exercida somente pelos diferentes tratamentos luminosos daquela influência do fator tempo, devido ao simples crescimento natural das plantas. Ainda, o teste de ANOVA em duas vias permite igualmente verificar se existe algum fator de interação entre o fator tempo e o tratamento. Todas as análises foram realizadas no programa estatístico PAST (HAMMER *et al.*, 2001).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

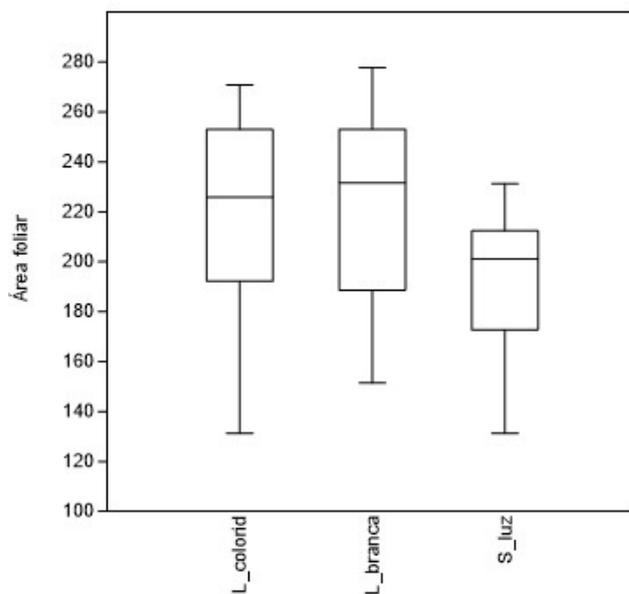
A análise estatística mostrou diferença significativa nas médias das massas foliares entre os tratamentos, particularmente quando se compara, par a par, os indivíduos submetidos à suplementação com luz colorida em relação ao controle, irradiado somente com luz solar ($P < 0,004$). As mini-cepas submetidas à iluminação extra das lâmpadas de LED apresentaram uma massa foliar maior em comparação tanto com o controle quanto com a luz branca (Figura 1). Curiosamente, esta diferença não foi acompanhada por uma variação significativa na área foliar entre os tratamentos ($P = 0,12$; Figura 2).

Figura 3. Comparação das médias das massas foliares de *E. dunnii* entre os diferentes tratamentos luminosos (luz colorida, luz branca e sem luz artificial, respectivamente da esquerda para a direita no eixo X). O asterisco representa variável com média significativamente diferente do restante.



Fonte: Autor, 2023.

Figura 4. Comparação das médias das áreas foliares de *E. dunnii* entre os diferentes tratamentos luminosos (luz colorida, luz branca e sem luz artificial, respectivamente da esquerda para a direita no eixo X).



Fonte: Autor, 2023.

Esta observação de que as mini-cepas sujeitas à luz colorida apresentaram uma massa foliar significativamente maior, sem uma correspondente diferença na área foliar, sugere que pode estar havendo uma resposta adaptativa na alocação de recursos desta espécie em resposta a condições de luz específicas. Uma dentre as várias teorias ecológicas disponíveis para explicar este padrão diferente de alocação de recursos é a teoria do Espectro de Economia Foliar (EEF).

Esta teoria foi primeiramente descrita por Wright et al. (2004), os quais, após quantificarem atributos foliares que incorporavam propriedades químicas e morfológicas de 2.548 espécies e 175 locais ao redor do mundo, propuseram que os padrões foliares poderiam todos ser enquadrados em um continuum de respostas morfo-fisiológicas aos diferentes desafios enfrentados na natureza, batizando isso de Espectro de Economia Foliar (EEF).

Em poucas palavras, esta proposta posiciona as estratégias foliares em dois extremos: de um lado há a estratégia batizada de *Crescimento Rápido*, na qual as plantas exibem um baixo investimento na estrutura foliar, favorecendo o retorno rápido deste investimento em termos de taxa fotossintética, o que se traduz, no tocante à alocação de recursos, em folhas com maior concentração mineral e uma longevidade menor, devido ao alto custo de manutenção que a demanda por minerais acarreta. Esta estratégia, por priorizar o crescimento acelerado, permite a ocupação rápida de espaços em solos férteis, melhorando a performance competitiva da espécie. Na outra extremidade, tem-se a estratégia denominada *Conservação de Recursos*, a qual, por envolver alto investimento na estrutura foliar, leva mais tempo para gerar retorno do investimento em termos de taxa fotossintética, porém, exige um menor investimento em captação de sais minerais, gerando um custo de manutenção mais baixo e maior longevidade foliar. Esta estratégia é bastante eficaz em termos competitivos para espécies tardias que crescem em ambientes mais pobres em minerais.

Por ser um espectro contínuo, entre as duas extremidades há uma gama infindável de estratégias intermediárias, cada uma refletindo adaptações específicas a diferentes contextos ecológicos (ZHU *et al.*, 2013; LOHBECK *et al.*, 2015). O diferencial desta abordagem é que ela permite compreender de maneira mais adequada a variação das características funcionais entre espécies e suas diversas estratégias de uso de recursos, pois ao padronizar os atributos foliares a serem analisados, permite comparações mais precisas entre espécies e locais. Destas características foliares

padronizadas, duas delas, a área foliar específica (AFE), que representa a área foliar por unidade de massa seca, e o seu inverso, a massa foliar específica (MFE), definida como a massa seca por unidade de área foliar, podem ser utilizadas para interpretar os resultados encontrados neste trabalho.

Estudos ecofisiológicos anteriores à proposição da teoria do EEF já indicavam que as plantas têm a capacidade de ajustar suas estratégias de alocação de recursos para otimizar sua eficiência fotossintética de acordo com as condições específicas de onde os indivíduos estão crescendo (LARCHER, 1977). Um dos principais fatores influenciando esta alocação diferencial de recursos, fora a disponibilidade hídrica, é a fertilidade do solo. Um dos casos mais emblemáticos desta flexibilidade de estratégia é o da planta insetívora *Sarracenia purpurea* (Sarraceniaceae), a qual, a depender da disponibilidade de nitrogênio no solo, produz mais ou menos folhas “armadilhas” em comparação com folhas fotossintetizantes (ELLISON; GOTELLI, 2002). No contexto desse estudo, a alocação preferencial de biomassa para a produção de massa foliar em resposta à luz colorida em detrimento da expansão da área foliar pode ser interpretada, de acordo com a EEF, como uma estratégia mais inclinada para o lado da *Conservação de Recursos*. De fato, considerando que *E. dunnii* é uma espécie adaptada a um ambiente com variações sazonais de umidade, temperatura e luminosidade (BOLAND *et al.*, 1984), em não havendo estresse hídrico nem falta de nutrientes no solo, a melhor estratégia é, do ponto de vista adaptativo, aproveitar o aumento da eficiência fotossintética proporcionado pela luz colorida e estocar carbono em forma de uma maior biomassa foliar, formando reserva para ser usada em períodos de escassez. Os resultados deste estudo parecem indicar que a suplementação de luz nos espectros vermelho e azul se mostraram suficientemente eficientes em aumentar a taxa fotossintética que não foi necessário que as plantas deste tratamento tivessem que aumentar a área foliar para capturar mais fótons.

De acordo com Vargas *et al.* (2022), a eficiência da absorção e a utilização da radiação na fotossíntese estão vinculadas a faixas específicas de comprimentos de onda que as plantas absorvem. Deste modo, as luzes no espectro do vermelho e do azul são as principais fontes de energia absorvida para o processo fotossintético (LIN, 2013). Sendo mais específico, o espectro necessário para a fotossíntese abrange a amplitude de 400 a 720 nm, com os comprimentos de onda de 400-520nm, abrangendo a cor azul e de 610-720 nm englobando a cor vermelha (CHEN, 2017). Esses comprimentos de onda são precisamente replicados pela combinação das duas lâmpadas de LED utilizadas

simultaneamente, resultando em um pico espectral propício para a fotossíntese e seu processo morfogênico foliar (QI-CHANG, 2008), justificando, além disso, a vantagem obtida pelas LEDs em relação às fluorescentes.

4 CONCLUSÃO

Os achados deste trabalho, longe de esgotarem o tema, abrem caminho para investigações mais aprofundadas sobre outros mecanismos fisiológicos a essa resposta adaptativa. Além disso, sugerem a possibilidade de explorar estratégias semelhantes em outras espécies ou mesmo em diferentes estágios de desenvolvimento das plantas, proporcionando resultados potencialmente úteis para a otimização do cultivo de *E. dunnii* em condições desafiadoras.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, N. S. et al. The canopy cover age is correlated with the number of shoots produced by *Eucalyptus* clones in a clonal mini-garden. **Canadian Journal of Forest Research**, Toronto, 2018, n. 48, p. 1411–1416.
- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Basileia, 2013, n. 22, p. 711-728.
- BOLAND, D. et al. **Forest trees of Australia**. Melbourne: CSIRO Publishing. 1984. 768 p.
- BRONDANI, G. E.; WENDLING, I.; GROSSI, F.; DUTRA, L. F.; ARAUJO, M. A. Miniestaquia de *Eucalyptus benthamii* × *Eucalyptus dunnii*: (I) Sobrevivência de minicepas e produção de miniestacas em função das coletas e estações do ano. **Ciência Florestal**, Santa Maria, 2012, n. 22, p. 11-21.
- CHEN, X. L.; YANG, Q. C.; SONG, W. P.; WANG, L. C.; GUO, W. Z.; XUE, X. Z. Growth and nutritional properties of lettuce affected by different alternating intervals of red and blue LED irradiation. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, 2017, n. 223, p. 44-52.
- ELLISON, A. M.; GOTELLI, N. J. Nitrogen availability alters the expression of carnivory in the northern pitcher plant, *Sarracenia purpurea*. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, 2002, n. 99, p. 4409-4412.
- FINGER, C. A. G. et al. Funções de forma para *Eucalyptus dunnii* Maiden implantados na Depressão Central e Encosta do Sudeste do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, 1995, n. 25, p. 399-403.
- HAMMER, Ø.; HARPER, D. A. T. Past: paleontological statistics software package for education and data analysis. **Palaeontologia Electronica**, Pittsboro, 2001, n. 4, p. 1-9.
- HARTMANN, H. T.; KESTER, D.E.; DAVIES, F.T. JR.; GENEVE, R. L. **Plant propagation: principles and practices (8th edn.)**. São Paulo: Prentice-Hall. 2011. 1024 p.
- INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – IBÁ. Relatório de produção da silvicultura no Brasil. São Paulo: IBÁ, 2020. Disponível em: <https://www.iba.org/>.

KONZEN, E. R.; NAVROSKI, M. C.; PEREIRA, M. D. O.; NASCIMENTO, B.; MENEGUZZI, A.; SOUZA, P. F. D. Genetic variation for growth variables of *Eucalyptus benthamii* Maiden & Cambage and *E. smithii* RT Baker provenances in southern Brazil. **Cerne**, Lavras, 2017, n. 23, p. 359-366.

LARCHER, W. 1977. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos: RIMA. 531 p.

LE MOS, P. et al. Folhas caras ou baratas? Estratégias de aquisição e uso de recursos de uma hemiepífita, *Monstera adansonii*, 2011. Curso de Pós-Graduação em Ecologia - Universidade de São Paulo.

LIN, K.H.; HUANG, M. Y.; HUANG, W. D.; HSU, M. H., YANG, Z. W., YANG, C. M. The effects of red, blue, and white light-emitting diodes on the growth, development, and edible quality of hydroponically grown lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *capitata*). **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, 2013, n. 150, p. 86-91.

LOHBECK, M.; LEBRIJA-TREJOS, E.; MARTÍNEZ-RAMOS, M.; MEAVE, J. A.; POORTER, L.; BONGERS, F. Functional trait strategies of trees in dry and wet tropical forests are similar but differ in their consequences for succession. **PloS One**, San Francisco, 2015, n. 10, p. e0123741.

LUZ, P. C. V. et al. **Suplementação luminosa aplicada ao cultivo de hortaliças**. SEPOC: UFSM. 2022. 6 p.

OSNAS, J. L. D. et al. Global leaf trait relationships: mass, area, and the leaf economics spectrum. **Science**, Washington, 2013, n. 340, p. 741-744.

QI-CHANG, Y. A. N. G. et al. Application and prospect of light-emitting diode (LED) in agriculture and bio-industry. **Journal of Agricultural Science and Technology**, Tehran, 2008, n. 6, p. 42-47.

WRIGHT, I. J. et al. 2004. The world-wide leaf economics spectrum. **Nature**, Londres, n. 2403, p. 1-6.

ZHU, Y.; DU, B.; QIAN, J.; ZOU, B.; HUA, J. Disease resistance gene-induced growth inhibition is enhanced by *rcd1* independent of defense activation in *Arabidopsis*. **Plant Physiology**, 2013, Oxford, n. 161, p. 2005-2013.