



Ministério da Educação – Brasil
Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM
Minas Gerais – Brasil
Revista Vozes dos Vales: Publicações Acadêmicas
ISSN: 2238-6424
QUALIS/CAPES – LATINDEX
Nº. 27 – Ano XIII – 05/2025
<https://doi.org/10.70597/vozes.v12i27.723>

Avanços na fisiologia vegetal frente às mudanças climáticas: uma breve revisão

Ms. Aline Aparecida Andrade Costa

Mestre em Biocombustíveis

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri de Diamantina –

UFVJM/MG - Brasil

<http://lattes.cnpq.br/1690682932760227>

E-mail: aline.andrade@ufvjm.edu.br

Ms. Érica Pereira Cardozo

Doutoranda em Produção Vegetal

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri de Diamantina –

UFVJM/MG - Brasil

<http://lattes.cnpq.br/6269701024174328>

E-mail: erica.cardozo@ufvjm.edu.br

Jackson Paulo Silva Souza

Mestrando em Produção Vegetal

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri de Diamantina –

UFVJM/MG - Brasil

<http://lattes.cnpq.br/2257008308489138>

E-mail: jackson.souza@ufvjm.edu.br

Ana Maria Oliveira Souza Alves

Mestre em Ciências ambientais

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri de Diamantina –

UFVJM/MG - Brasil

<http://lattes.cnpq.br/8147102438929550>

E-mail: maria.ana@ufvjm.edu.br

Resumo: As mudanças climáticas impõem desafios à fisiologia vegetal, afetando processos importantes como fotossíntese e absorção de nutrientes. O aumento de CO₂, derivado de atividades humanas, pode estimular o crescimento, mas também alterar alocação de recursos e eficiência no uso da água. Eventos extremos, como secas e ondas de calor, intensificam o estresse nas plantas, prejudicando sua fisiologia. A elevação da temperatura, junto ao CO₂, inicialmente beneficia o desenvolvimento vegetal, mas pode ter efeitos adversos, especialmente em regiões tropicais e temperadas. A escassez de recursos hídricos preocupa, especialmente na agricultura, onde a água é vital. O contínuo aumento de CO₂ na atmosfera levanta preocupações sobre seu impacto nas plantas, especialmente combinado com outras mudanças climáticas. Estudos enfatizam compreender a complexa interação entre CO₂, temperaturas e luminosidade, e como influenciam eficiência hídrica e produção vegetal. O estresse hídrico, causado por eventos como secas, afeta diretamente a produção agrícola, essencial para germinação e reprodução. Plantas desenvolvem adaptações genéticas ao estresse hídrico, como escape, evitação ou tolerância. Estudos recentes analisam desempenho de diferentes espécies em estresse hídrico, destacando a importância do controle estomático na redução da perda de água. Em resumo, avanços na fisiologia vegetal diante das mudanças climáticas proporcionam compreensão profunda dos impactos e

estratégias de adaptação das plantas. Lacunas de conhecimento persistem, especialmente em mecanismos moleculares, marcadores genéticos e efeitos a longo prazo. A busca por plantas resilientes, práticas agrícolas sustentáveis e preservação dos ecossistemas torna-se crucial para mitigar efeitos adversos das mudanças climáticas e construir um futuro sustentável.

Palavras-chave: Adaptação. Fotossíntese. Efeito estufa. Temperatura.

1. INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas representam um tema de extrema relevância para a fisiologia vegetal, exercendo impactos significativos no funcionamento e desempenho das plantas. O aumento das concentrações de gases de efeito estufa, como o dióxido de carbono (CO₂), ocasiona transformações nas condições ambientais, como o acréscimo da temperatura média global e a modificação nos padrões de precipitação (ONU, 2023).

Essas alterações climáticas influenciam diretamente a fisiologia das plantas, afetando processos vitais como a fotossíntese, a transpiração e a absorção de nutrientes. O aumento do CO₂ atmosférico pode estimular a fotossíntese e o crescimento das plantas em determinadas condições, mas também pode resultar em mudanças na alocação de recursos e na eficiência do uso da água (Taiz, 2017). Adicionalmente, as mudanças climáticas podem desencadear eventos extremos, como secas prolongadas, ondas de calor e tempestades intensas, impactando negativamente a fisiologia das plantas. Tais eventos podem conduzir ao estresse hídrico, danos oxidativos e alterações na resposta hormonal das plantas (MARENGO, 2006).

Em meio a discussões cada vez mais presentes sobre as mudanças climáticas, especialmente relacionadas ao aumento da temperatura, percebe-se

alterações climáticas globais ocorrendo em um curto intervalo de tempo, com efeitos devastadores nos últimos anos (GHIRALDI, 2008).

No enfrentamento dos desafios impostos pelas mudanças climáticas, duas estratégias destacam-se: a mitigação de seus efeitos e a adaptação aos possíveis impactos (PEDROSO, 2013). Com o aumento da temperatura, é previsto também o aumento do CO₂, inicialmente benéfico para o desenvolvimento das plantas. Essa elevação estimula a taxa fotossintética e reduz a perda de água por transpiração, resultando em uma maior eficácia no uso desse recurso (MARTINEZ et al., 2015).

A preocupação global com a disponibilidade de recursos hídricos, sobretudo diante da escassez de água, é evidente, especialmente nos setores diretamente ligados à agricultura, onde a água é fundamental para o estabelecimento de cultivos saudáveis e produtivos.

Segundo o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (PACHAURI, 2014), os impactos negativos das mudanças climáticas tendem a ser mais frequentes do que os impactos positivos, especialmente em regiões de clima tropical e temperado. O aumento de temperatura pode ter impactos adversos na produção de trigo, arroz e milho, caso não sejam adotados mecanismos adaptativos.

Diante desse contexto, surge a indagação: as mudanças climáticas permitirão a aclimação e adaptação gradual das espécies? Com o objetivo de responder a esse questionamento, este trabalho visa compreender a relação entre as mudanças climáticas e a fisiologia vegetal, analisando estratégias de adaptação e mitigação dos impactos negativos.

2. AUMENTO DE CO₂

O fenômeno do aquecimento global é impulsionado pelas atividades humanas que visam a exploração de recursos naturais. Essas intervenções resultam no aumento da emissão de gases do efeito estufa, decorrente da queima de combustíveis fósseis e do desmatamento em larga escala (PINSKY, 2021).

Uma preocupação adicional concentra-se no contínuo acréscimo da concentração de CO₂ na atmosfera ao longo dos últimos 150 anos. Apesar do aumento na assimilação e armazenamento de CO₂ pelos ecossistemas terrestres,

evidências indicam que esse aumento contribui para o aumento das temperaturas e intensificação do estresse causado pela seca (Ainsworth, et al., 2020).

O crescimento persistente na concentração de CO₂ levanta apreensões sobre seu impacto nas plantas, especialmente em associação a outras mudanças climáticas, como o aquecimento global e a diminuição das chuvas (Neto, 2021). A interação entre essas mudanças climáticas e o aumento do CO₂ pode resultar em um aumento na eficiência global de uso da água (WUE), sugerindo que esse aumento pode ajudar a mitigar a diminuição da WUE causada pelas mudanças climáticas, especialmente em regiões de latitudes mais altas (Weiwei, et al., 2018).

Em situações de escassez de água, ocorre o fechamento dos estômatos, resultando na redução da condutância estomática e afetando a troca gasosa. Esse impacto restringe a entrada de CO₂ atmosférico nos locais de carboxilação no mesofilo foliar (Andrianasolo, et al., 2016), diminuindo a assimilação líquida de CO₂ e potencialmente aumentando a razão NADPH/NADP⁺ nos cloroplastos devido à redução da atividade do ciclo de Calvin e à restrição fotossintética (VOSS, 2013).

Assim, a realização de estudos multifatoriais que simulem as condições naturais às quais as plantas estão expostas torna-se crucial. Essas pesquisas buscam desenvolver estratégias para subsidiar o desenvolvimento de cultivares mais resistentes, minimizando o impacto das condições adversas no futuro (Neto, 2021). Os peroxissomos, cloroplastos e mitocôndrias são fontes de H₂O₂ nas células fotossintéticas, sendo a atividade da Glicolato Oxidase (GO) favorecida por condições que limitam a difusão de CO₂, como o fechamento estomático induzido pelo estresse hídrico (Noctor & Mhamdi, 2017).

O processo de reparo fotossintético resulta em perdas de carbono devido à assimilação inadequada através da carboxilação da enzima Rubisco, e estudos recentes buscam reduzir os custos da fotorrespiração. Modificações nas vias fotorrespiratórias dentro do cloroplasto, em plantas cultivadas em ambientes controlados, têm mostrado resultados promissores, incluindo o aumento das taxas fotossintéticas e o crescimento das plantas, como observado em *Camelina sativa* (Dalal, et al., 2015).

Entretanto, é importante considerar a variação na qualidade dos alimentos produzidos em ambientes com elevado CO₂, pois a maior produção de biomassa

nem sempre se traduz na manutenção da qualidade nutricional. O teor de proteínas pode ser diminuído, e a morfofisiologia das raízes pode sofrer alterações relevantes para o desenvolvimento (Fontenelle *et al.*, 2015).

3. AUMENTO DE TEMPERATURA E LUMINOSIDADE

As plantas estão envolvidas em diversos processos fisiológicos cruciais para seu desenvolvimento, nos quais a energia luminosa desempenha um papel fundamental, fornecendo a energia necessária para seu crescimento. A fotossíntese, um processo vital realizado por plantas e outros organismos, utiliza a energia da luz, seja solar ou artificial, para atender às suas necessidades fotossintéticas. Durante esse processo, pigmentos fotossintéticos, como clorofila, carotenoides e bilinas (Guimaraes, 2017), desempenham um papel fundamental na conversão de dióxido de carbono em carboidratos e oxigênio, através da oxidação da água com a energia luminosa.

As plantas seguem um ritmo circadiano em seus processos metabólicos, como respiração e liberação de oxigênio, que ocorrem em períodos específicos do dia. Esse ritmo, influenciado por estímulos externos e internos, divide as plantas em categorias de dia longo e dia curto, cada uma exigindo exposição à luminosidade por diferentes períodos (TAVARES, 2018). O controle do fotoperíodo pode resultar em alterações fisiológicas nas plantas.

A tecnologia de lâmpadas LED destaca-se pela produção eficiente de luz com intensidade e comprimento de onda específicos, aliada a uma durabilidade prolongada e baixo consumo de energia elétrica (Carvalho, 2007; Waide, 2010). Cultivos de tomate e alface com iluminação LED mantiveram a produtividade, consumindo apenas 25% da energia elétrica utilizada por lâmpadas tradicionais (Kacira, 2011; Mitchell *et al.*, 2012).

Estudos, como o realizado por Luz (2022) em canteiros de alface com iluminação artificial, indicaram resultados positivos, evidenciando um crescimento aproximadamente 47% maior nas plantas com suplementação luminosa em comparação às que não receberam esse benefício.

A fotossíntese, fortemente influenciada pela luz, é sensível à temperatura foliar (Greer, 2015) e a outras condições ambientais, exigindo uma compreensão

aprofundada de como as variações climáticas impactam esse processo (Bagley et al., 2015). O estresse abiótico, como altas temperaturas, falta de água e excesso de luz, intensifica a atividade fotorrespiratória, especialmente em espécies com metabolismo C3 (Foyer & Noctor, 2003; Rivas et al., 2016; Takahashi & Badger, 2010; Zelitch et al., 2009).

Mesmo elevações moderadas nas temperaturas diurnas e/ou noturnas podem prejudicar a produção de hortaliças (GUEDES, 2012), impactando, por exemplo, o cultivo de tomate. Temperaturas acima da faixa ideal afetam o metabolismo das plantas, interagindo com outros fatores ambientais e prejudicando seu desenvolvimento (Lopes et al., 2009).

Na produção de batatas, temperaturas elevadas não apenas reduzem a síntese de fotoassimilados essenciais, mas também afetam negativamente sua partição aos tubérculos, resultando em queda de rendimento e redução da matéria seca (FAGUNDES, 2010).

A temperatura desempenha um papel crucial nas reações metabólicas celulares, afetando a fluidez das biomembranas e a taxa de transpiração. O calor excessivo pode levar à prolina excessiva, maior atividade de enzimas relacionadas à resistência a danos celulares e fechamento dos estômatos (BENATO, 2019).

4. ESTRESSE HÍDRICO

A água desempenha um papel crucial em todos os seres vivos, sendo essencial para os processos fisiológicos fundamentais. Portanto, é considerada o fator mais crítico para a sustentação da vida na Terra. No entanto, é relevante destacar que nem toda a água absorvida pelas raízes é direcionada aos processos metabólicos das plantas.

Conforme Taiz et al. (2017) indicam, a escassez de água, caracterizada pela insuficiência na disponibilidade hídrica, é um fenômeno comum em diversos ambientes naturais e agrícolas, geralmente ocasionado por períodos prolongados sem precipitação. Este fenômeno, conhecido como seca, é um termo meteorológico utilizado para descrever a falta de chuva que resulta em um déficit hídrico para as plantas.

A produção agrícola, especialmente relacionada aos órgãos reprodutivos das plantas, como frutas, grãos e hortaliças, é diretamente impactada pela escassez de água, especialmente durante períodos de seca. Isso ocorre porque processos vitais para o crescimento das plantas, como germinação, enchimento de grãos, reprodução e floração, dependem da presença de água no solo. A principal forma de absorção dessa água é através das raízes, que a distribuem para a parte aérea da planta via xilema, um sistema de vasos condutores (Pimentel, 1995).

Segundo Taiz et al. (2017), a transpiração é responsável por aproximadamente 97% da perda de água absorvida pelas raízes, enquanto o restante desempenha um papel crucial no crescimento vegetal, participando diretamente das reações bioquímicas do metabolismo das plantas (2% para aumento de volume celular, 1% para processos metabólicos, predominantemente a fotossíntese). Além disso, a água atua como transportadora de solutos, e sua escassez impacta diretamente o crescimento e a expansão celular, resultando em alterações na forma e estrutura dos órgãos vegetais.

O déficit hídrico pode afetar as plantas de maneiras distintas durante as fases de crescimento vegetativo e reprodutivo. Expostas ao déficit hídrico, as células vegetais passam por desidratação, afetando negativamente processos fisiológicos essenciais. Durante o déficit hídrico, o potencial hídrico do apoplasto se torna mais negativo em relação ao simplasto, resultando em reduções no potencial de pressão (turgor) e no volume celular. O aumento da concentração de íons como efeito secundário pode tornar-se citotóxico. Adicionalmente, o déficit hídrico induz a acumulação de ácido abscísico, promovendo o fechamento dos estômatos, reduzindo as trocas gasosas e inibindo a fotossíntese (Cruz, 2017).

As plantas desenvolvem mecanismos adaptativos, conhecidos como adaptações, ao estresse hídrico, envolvendo mudanças genéticas ao longo das gerações. Cada espécie responde de maneira única ao estresse hídrico, adotando estratégias como escape, evitação ou tolerância à escassez de água (Cruz, 2023).

Em um estudo conduzido por Jacinto (2019) sobre a tolerância de genótipos de fava sob estresse hídrico no Ceará, observou-se que o genótipo Coquinho Laranja apresentou maior tolerância ao déficit de água, evidenciada por sua maior produtividade fotossintética e eficiência no uso da água. Parâmetros

morfofisiológicos, como maiores valores de fotossíntese e menores de transpiração, contribuíram para essa eficiência, indicando uma adaptação que favorece o processo fotossintético, reduzindo a perda de água e sem inibição bioquímica (Taiz, 2017).

Em 2023, um estudo conduzido por Da Silva examinou os efeitos de diferentes níveis de disponibilidade de água no desenvolvimento e desempenho morfofisiológico das plantas *Erythroxylum pauferrense*. Resultados apontaram que os regimes de 100% e 80% da capacidade do vaso promoveram um maior desenvolvimento e desempenho, enquanto o regime de maior estresse hídrico (20% da capacidade do vaso) resultou em uma redução significativa nos parâmetros avaliados. O regime hídrico de 80% foi o mais propício para o crescimento, evidenciando alterações significativas nos aspectos morfofuncionais, trocas gasosas, fluorescência da clorofila e índices de clorofila. Plantas sob o tratamento de menor quantidade de água apresentaram menor crescimento, indicando uma adaptação com controle estomático rigoroso, evitando a perda excessiva de água (LAMBERS; OLIVEIRA, 2019).

5. CONCLUSÃO

Em síntese, os avanços na fisiologia vegetal diante das mudanças climáticas proporcionaram uma compreensão mais profunda dos impactos sobre as plantas, destacando respostas adaptativas e estratégias de sobrevivência. Contudo, lacunas de conhecimento persistem, exigindo pesquisas contínuas nas áreas de mecanismos moleculares, marcadores genéticos e efeitos a longo prazo.

Estes avanços não só enriquecem o conhecimento científico, mas também são cruciais para desenvolver estratégias práticas de mitigação e adaptação, contribuindo para a construção de um futuro sustentável diante dos desafios das mudanças climáticas.

Isso envolve a procura por plantas mais resilientes às pressões ambientais, a promoção de práticas agrícolas sustentáveis e a preservação dos ecossistemas naturais, desempenhando um papel fundamental na regulação do clima global.

REFERÊNCIAS

AINSWORTH, E.A., Lemonnier, P., & Wedow, J.M. (2020). The influence of rising tropospheric carbon dioxide and ozone on plant productivity. *PlantBiology*, 22, 5–11. 10.1111/plb.12973.

ANDRIANASOLO, Fety, Pierre Casadebaig, Nicolas B. Langlade, Philippe P. Debaeke and Pierre Maury. "Effects of plant growth stage and leaf aging on the response of transpiration and photosynthesis to water deficit in sunflower." *Functional plant biology : FPB* 43 8 (2016): 797-805. Disponível em: <<https://api.semanticscholar.org/CorpusID:88296069>>. Acessado em 09/11/2023.

BAGLEY, Justin et al. The influence of photosynthetic acclimation to rising CO₂ and warmer temperatures on leaf and canopy photosynthesis models. **Global Biogeochemical Cycles**, v. 29, n. 2, p. 194-206, 2015.

BENATO, F. R. Como as plantas lidam com altas temperaturas. 2019. Disponível em: <<https://www.biosul.com/noticia/como-as-plantas-lidam-com-altas-temperaturas#:~:text=Assim%20como%20os%20humanos%2C%20as,dos%20est%C3%B4matos%2C%20dentre%20outros%20processos>>. Acesso em: 03 nov. 2023.

CARVALHO, Henrique de. Diodos de luz de alto brilho e alta potência. Diectliggt® Indústria e Comércio de Produtos Eletrônicos Ltda. SP, 2007.

CRUZ¹, Natan Teles et al. ESTRESSE HÍDRICO EM PLANTAS FORRAGEIRAS: UMA BREVE REVISÃO. 2023.

DA SILVA RIBEIRO, João Everthon et al. Características morfofisiológicas em plantas de *Erythroxylum pauferrense* Plowman sob estresse hídrico. *Ciência Florestal*, v. 33, n. 2, 2023.

DALAL, Jyoti et al. A photorespiratory bypass increases plant growth and seed yield in biofuel crop *Camelina sativa*. *Biotechnology for biofuels*, v. 8, p. 1-22, 2015.

FAGUNDES, Joelma Dutra et al. Aquecimento global: efeitos no crescimento, no desenvolvimento e na produtividade de batata. *Ciência Rural*, v. 40, p. 1464-1472, 2010.

FONTENELLE, M. R.; BRAGA, M. B.; LIMA, CEP. Mudanças climáticas e produção de hortaliças: projeções, impactos, estratégias adaptativas e mitigadoras. Brasília, DF: Embrapa, 2015., 2015.

FOYER, C. H., & Noctor, G. (2003). Redox sensing and signalling associated with reactive oxygen in chloroplasts, peroxisomes and mitochondria. *Physiology Plant*, 119, 355–364. 10.1034/j.1399-3054.2003.00223.x

GHIRALDI, C. D. O aumento da temperatura no planeta. Intervenção Pedagógica, Universidade Estadual de Maringá, 2008. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2189-6.pdf>>. Acesso em: 03 nov. 2023.

GREER, Dennis H. Photon flux density and temperature-dependent responses of photosynthesis and photosystem II performance of apple leaves grown in field conditions. *Functional Plant Biology*, v. 42, n. 8, p. 782-791, 2015.

GUIMARÃES, Inah de A. B.; Análise e Dimensionamento de Sistema de Iluminação Artificial com LEDs para Suplementação Luminosa no Cultivo de *Humulus lupulus*. Juiz de Fora, 2017. Disponível em: <<https://www.ufjf.br/engenhariaeletrica/files/2018/01/TTC-InahGuimar%C3%A3es-Inah-Almeida.pdf>>. Acesso em: 03 nov. 2023.

JACINTO JÚNIOR, Silvio Gentil et al. Respostas fisiológicas de genótipos de fava (*Phaseolus lunatus* L.) submetidas ao estresse hídrico cultivadas no Estado do Ceará. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 34, p. 413-422, 2019.

KACIRA, M. 2011. Greenhouse production in US: status, challenges, and opportunities. In CIGR (2011) Conference on Sustainable Bioproduction WEF, 19–23.

LAMBERS, H.; OLIVEIRA, R. S. *Plant Physiological Ecology*. Cham: Springer, 2019. 736 p.

LUZ, Paulo César Vargas et al. Suplementação luminosa aplicada ao cultivo de hortaliças. *SEPOC 2022*, 2022.

MARENGO, J. A. & DIAS, P. S. Mudanças climáticas globais e seus impactos nos recursos hídricos. In: REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J. G. (Ed.) *Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação*. 3a edição. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados da USP, Academia Brasileira de Ciências, p.63-109. 2006.

MARTINEZ, C. A.; OLIVEIRA, E. A. D. de; MELLO, T. R. P.; ALZATE-MARIN, A. L. Plants responses to increase in atmospheric carbon dioxide and temperature. *Revista Brasileira de Geografia Física*, [S.L.], v. 8, n. 5, p. 635-650, 2015. GN1 Genesis Network. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5935/1984-2295.20150020>>. Acesso em: 03 nov. 2023.

MITCHELL, Cary A. et al. LEDs: The future of greenhouse lighting!. ***Chronica Horticulturae***, v. 52, n. 1, p. 6-12, 2012.

MOLLER, I. M.; JENSEN, P. E.; HANSSON, A. Oxidative modifications to cellular components in plants. *Annual Review of Plant Biology*, v 58, p. 459-481, 2007.

MOLLO, LUCIANA. Efeito da temperatura no crescimento, no conteúdo e na composição de carboidratos não-estruturais de plantas de *Alcantarea imperialis*

(Carrière) Harms (Bromeliaceae) cultivadas in vitro. São Paulo: Biblioteca do Instituto de Botânica, 2009.

NETO, 2021. Drought and climate change impacts on plant metabolism: A review. Received: 06/10/2021 | Reviewed: 06/22/2021 | Accept: 06/23/2021 | Published: 07/10/2021 Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/17060/15405>. Acesso em: 03 nov. 2023

NETO, Juracy Barroso et al. Impactos da seca e das mudanças climáticas no metabolismo das plantas: Uma revisão. Research, Society and Development, v. 10, n. 8, p. e16710817060-e16710817060, 2021.

NOCTOR, G., & Mhamdi, A. (2017). Climate Change, CO₂, and Defense: The Metabolic, Redox, and Signaling Perspectives. Trends Plant Science, 22 (10), 857–870.10.1016/j.tplants.2017.07.007.

ONU - Organização das Nações Unidas. O que são as mudanças climáticas?. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/175180-o-que-s%C3%A3o-mudan%C3%A7as-clim%C3%A1ticas>> Acesso em: 12 nov. 2023.

PACHAURI, Rajendra K.; GOMEZ-ECHEVERRI, L.; RIAHI, K. Synthesis report: summary for policy makers. 2014.

PEDROSO, Carolina Pereira. Novas Ameaças a uma Adversidade Histórica: clima e agricultura familiar no sertão nordestino. 2013.

PIMENTEL, C.; ROSSIELO, R. O. P. Entendimento sobre relações hídricas. Simpósio internacional sobre estresse ambiental: o milho em perspectiva, v. 1, p. 131-146, 1995.

PINSKY, V. Aquecimento Global: O que é, causas e consequências. 2021. Disponível em: <https://fia.com.br/blog/aquecimento-global/>. Acesso em: 17 out. 2022.

RIVAS, R. et al. Drought tolerance in cowpea species is driven by less sensitivity of leaf gas exchange to water deficit and rapid recovery of photosynthesis after rehydration. South African Journal of Botany, v. 103, p. 101-107, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. Fisiologia e Desenvolvimento. Takahashi, S., & Badger, M.R. (2010). Photoprotection in plants: A new light on photosystem II damage. Trends Plant Science, 16(1), 53-60.10.1016/j.tplants.2010.10.001. Vegetal. 6ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 848p.

TAVARES, Pedro Laguardia. Análise e projeto de iluminação a leds de canais vermelho e azul orientados ao cultivo de lúpulo (*Humulus lupulus* L.). 2018.

VOSS, I. et al. Emerging concept for the role of photorespiration as an important part of abiotic stress response. Plant biology, v. 15, n. 4, p. 713-722, 2013.

WAIDE, Paul. Phase out of incandescent lamps: Implications for international supply and demand for regulatory compliant lamps. 2010.

WEIWEI, L. U., Xinxiao, Y. U., Guodong, J. I. A., Hanzhi, L. I., & Ziqiang, L. I. U. (2018). Responses of Intrinsic Water-use Efficiency and Tree Growth to Climate Change in Semi-Arid Areas of North China. *Science Reports*, 8(14), 1-8.10.1038/s41598-017-18694-z.

ZELITCH, Israel et al. High glycolate oxidase activity is required for survival of maize in normal air. *Plant Physiology*, v. 149, n. 1, p. 195-204, 2009.

Processo de Avaliação por Pares: (*Blind Review* - Análise do Texto Anônimo)

Revista Científica Vozes dos Vales - UFVJM - Minas Gerais - Brasil

www.ufvjm.edu.br/vozes

QUALIS/CAPES - LATINDEX: 22524

ISSN: 2238-6424