International Journal of Environmental Resilience Research and Science (IJERRS)
Revista Internacional Resiliência Ambiental Pesquisa e Ciência Sociedade 5.0 Resiliência Ambiental
ISSN 2675-3456

Avaliação de alface crespa com diferentes lâminas de irrigação e adubação potássica

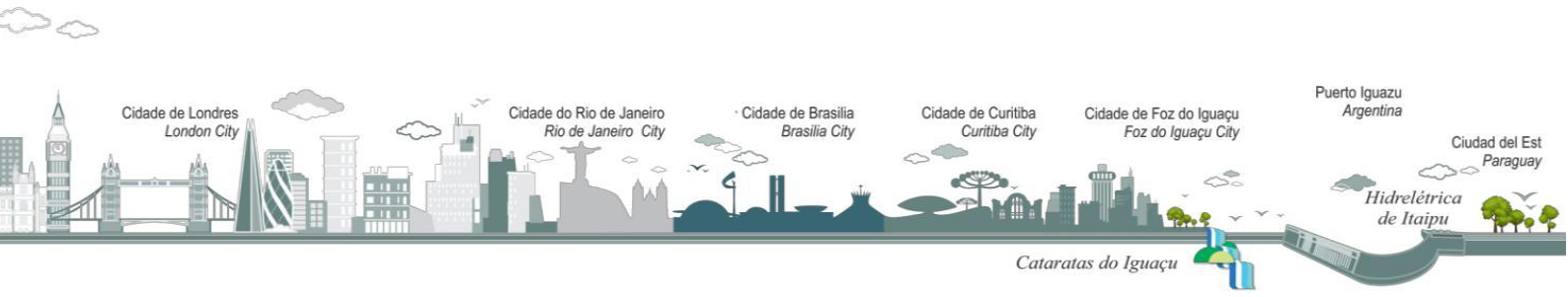
Evaluation of curly lettuce with different irrigation levels and potassium fertilization

Agostinho Rodrigues Zitha[1]
Reginaldo Ferreira Santos[2]
Mayra Beatriz Semiano Castro[3]
Luciene Kazue Tokura[4]
Kethelyn Silvestro Remocri[5]

Resumo: O estudo teve por objetivo avaliar o desenvolvimento das plantas de alface submetidas a diferentes lâminas de irrigação e adubação potássica. As plantas de alface foram alocadas em vasos de 5,5 L, contendo substrato composto por Latossolo Vermelho distroférrico, matéria orgânica e húmus. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com e sem presença de cloreto de potássio, conduzido em casa de vegetação, com controle de temperatura. As lâminas de irrigação foram avaliadas em 50%, 100%, 150% e 200% da evapotranspiração de referência (ETo). Foram avaliados oito tratamentos com três repetições, totalizando 24 tratamentos. Os parâmetros avaliados foram a altura e a massa fresca da parte aérea e a área foliar das plantas de alface, após 30 dias de desenvolvimento. Os resultados obtidos permitiram concluir que as lâminas de água com presença de cloreto de potássio favoreceram a altura e massa fresca da parte aérea e área foliar das plantas de alface.

Palavras-Chave: *Lactuca sativa*; Irrigação; Potássio.

[1] Mestrando em Engenharia de Energia na Agricultura, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, campus de Cascavel - Brasil. E-mail: agostinhorodrigueszitha@gmail.com. https://orcid.org/0000-0002-7745-9173
[2] Docente do curso em Engenharia de Energia na Agricultura, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, campus de Cascavel - Brasil. E-mail: reginaldo.santos@unioeste.br. https://orcid.org/0000-0002-7745-9173
[3] Doutoranda em Engenharia de Energia na Agricultura, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, campus de Cascavel - Brasil. E-mail: mayrabscastro@gmail.com. https://orcid.org/0000-0002-2818-6623
[4] Pós-doutoranda em Engenharia de Energia na Agricultura, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, campus de Cascavel - Brasil. E-mail: lucienetokura@gmail.com. https://orcid.org/0000-0001-9758-0141
[5] Graduanda em Engenharia Agrícola, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, campus de Cascavel - Brasil. E-mail: ketremocri1@gmail.com. https://orcid.org/0009-0003-3178-7926



International Journal of Environmental Resilience Research and Science (IJERRS)
Revista Internacional Resiliência Ambiental Pesquisa e Ciência Sociedade 5.0 Resiliência Ambiental
ISSN 2675-3456

Abstract: The study aimed to evaluate the development of lettuce plants subjected to different irrigation depths and potassium fertilization. The lettuce plants were placed in 5.5 L pots containing a substrate composed of dystroferric Red Latosol, organic matter and humus. The experimental design was in randomized blocks with and without the presence of potassium chloride, conducted in a greenhouse with temperature control. The irrigation depths were evaluated at 50%, 100%, 150% and 200% of the reference evapotranspiration (ETo). Eight treatments with three replicates were evaluated, totaling 24 treatments. The parameters evaluated were height and fresh mass of the aerial part and leaf area of the lettuce plants, after 30 days of plant development. The results obtained allowed us to conclude that the water depths with the presence of potassium chloride favored the height and fresh mass of the aerial part and leaf area of the lettuce plants.

Key Words: *Lactuca sativa*; Irrigation; Potassium.

INTRODUÇÃO

A alface crespa (*Lactuca sativa*) é uma variedade popular no Brasil, destacando-se por suas folhas onduladas e crocantes. É rica em fibras, vitaminas A, C e K, e minerais como potássio e ferro (SILVA *et al*., 2018). É ideal ser cultivada em solos bem drenados e ricos em matéria orgânica, com irrigação constante para a qualidade das folhas (Oliveira, 2020).

A evapotranspiração (ET) combina a perda de água por evaporação do solo e transpiração das plantas, sendo crucial para a gestão hídrica em cultivos agrícolas. Para a alface crespa, a gestão adequada da evapotranspiração é essencial para o crescimento saudável e uma boa colheita (Silva *et al*., 2018). Devido ao seu sistema radicular superficial e à sensibilidade à falta d'água, é importante controlar a irrigação (Ferreira *et al*., 2020).

Fatores como temperatura, umidade, radiação solar e vento afetam a taxa de evapotranspiração e, consequentemente, a demanda de água da planta (Allen *et al*., 1998). As características do solo, como a retenção de água e a permeabilidade, também impactam a evapotranspiração e a eficiência da irrigação. Estudos recentes sugerem que estratégias de irrigação baseadas no monitoramento da evapotranspiração podem melhorar a eficiência hídrica e promover a sustentabilidade do cultivo (Melo *et al*., 2021). Assim, esse estudo teve por objetivo avaliar os principais fatores que influenciam o desenvolvimento da alface crespa sob quatro lâminas de irrigação e adubação potássica.

International Journal of Environmental Resilience Research and Science (IJERRS)
Revista Internacional Resiliência Ambiental Pesquisa e Ciência Sociedade 5.0 Resiliência Ambiental
ISSN 2675-3456

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Devido às mudanças climáticas intensas, busca-se por técnicas sustentáveis para produção de alimentos capazes de suprir a demanda mundial; desta forma, o desperdício de água tornou-se inviável. A demanda por água tende a aumentar com o crescimento populacional, portanto, o manejo hídrico de culturas é essencial visando alta produção e baixo consumo de insumos. Para estimar a necessidade hídrica de uma cultura, utilizamos a evapotranspiração (Subedi e Chávez, 2015).

A evapotranspiração destaca-se como variável hidrológica na gestão de irrigação, calculada com base em variáveis meteorológicas (temperatura, precipitação e umidade) por modelos como o de Thornthwaite, que posteriormente foi adaptado para o de Thornthwaite-Camargo, adequado ao estudo com base em temperaturas regionais, adequado para regiões do Paraná. (Camargo, 1999; Marques e Santos, 2005, Gurski et al, 2018).

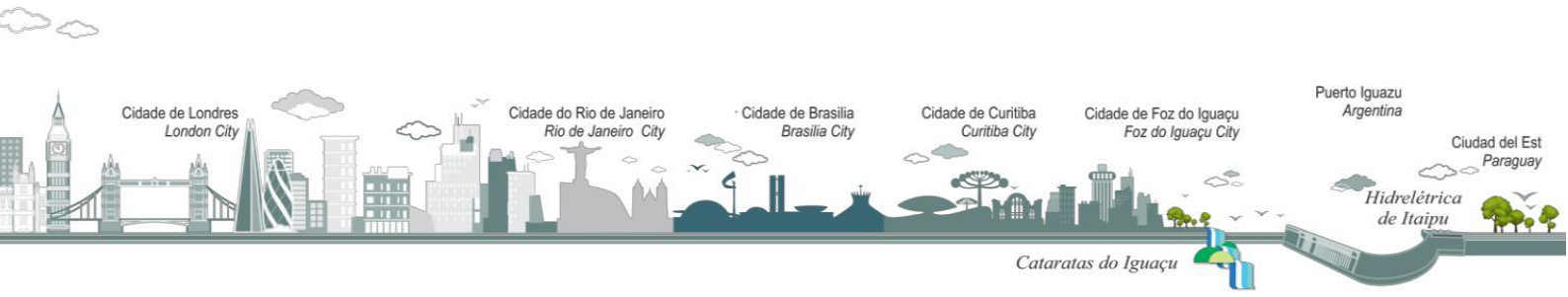
A alface (*Lactuca sativa),* é uma hortaliça popular no Brasil, é uma planta anual, originária de clima temperado, pertencente à família Asteracea, rica em fibras, vitaminas A, C e K, e minerais como potássio e ferro (Heinz; Suinaga, 2009; Silva *et al*., 2018). Necessita de solos bem drenados e ricos em matéria orgânica, com reposição de irrigação constante para manter a qualidade das folhas comerciais, mantendo a umidade entre 60 e 80%, valores baixos de umidade favorecem a perda de água e murchamento das folhas (Oliveira, 2020, Silva *et al*., 2023).

A alface crespa é a mais comum nos comércios. Possui folhas longas e macias, com ondulações em suas extremidades, tendo uma coloração verde-claro. Tem um ciclo de crescimento rápido. (Souza, 2022).

Os efeitos da seca na cultura da alface resultam em prejuízos às atividades celulares e metabólicas; fechamento estomático, redução na produção de folhas, comprimento da parte aérea, massa fresca e massa seca, e aumento no comprimento de raízes (Urbano Júnior; Oliveira Neto, 2021).

METODOLOGIA

O estudo foi realizado em casa de vegetação com controle de temperatura, na Universidade Estadual do Oeste do Paraná, em Cascavel, de coordenadas 24.987 S, 53.450 O. A região é



International Journal of Environmental Resilience Research and Science (IJERRS)
Revista Internacional Resiliência Ambiental Pesquisa e Ciência Sociedade 5.0 Resiliência Ambiental
ISSN 2675-3456

caracterizada por clima subtropical mesotérmico superúmido com temperatura média anual em torno de 19 ºC (Lima *et al.*, 2012).

As plantas de alface foram colocadas em vasos de 5,5 litros, cujo substrato foi composto por Latossolo Vermelho distroférrico, Matéria Orgânica (MO) e húmus. Cada vaso foi irrigado com 500 mL de água durante a primeira semana de transplantio.

As lâminas de irrigação foram definidas pela porcentagem da evapotranspiração de referência (ETo), em 50, 100, 150 e 200% da ETo, estimada pelo método de Camargo *et al*. (1999), com dados diários da temperatura provenientes da estação IDR - Santa Tereza do Oeste e precipitação medida com pluviômetro. Foram testados oito tratamentos, com três repetições, totalizando 24 parcelas experimentais, em delineamento em blocos inteiramente casualizados, com ou sem cloreto de potássio na proporção de 80 kg ha^{-1}.

Ao completar 30 dias após a transplantação, foram avaliadas a altura e a massa fresca da parte aérea e a área foliar das plantas. Após a coleta, as plantas de alface foram levadas para o laboratório, pesadas em balança analítica para determinação da massa fresca (g) e, em seguida, colocadas sobre régua para medição do comprimento das folhas. A área foliar foi determinada com o equipamento Medidor de área foliar LI-3100C.

Figura 1 – Medidor de área foliar LI-3100C

Fonte: Rodrigues *et al*., 2021.

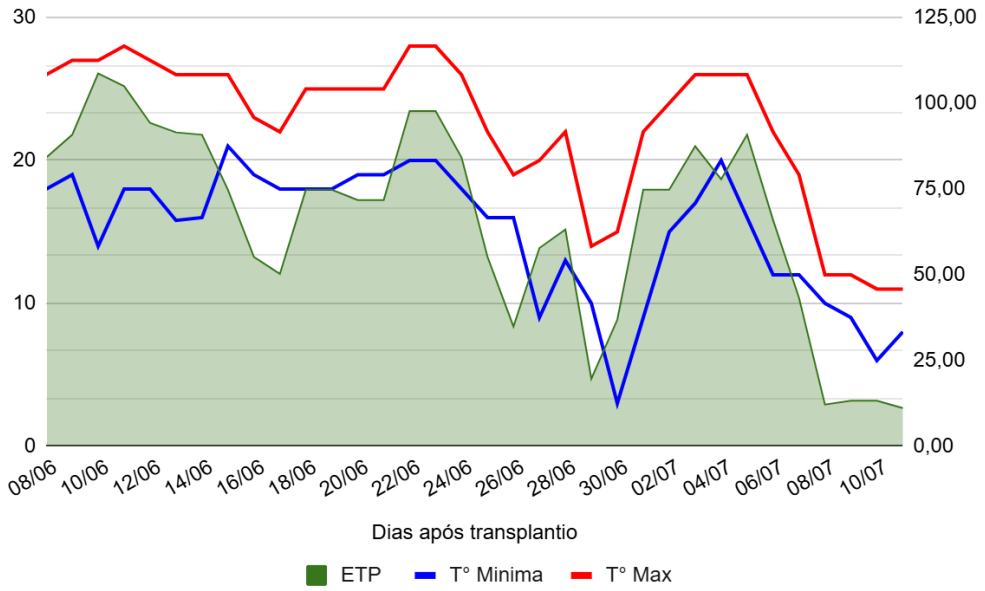
International Journal of Environmental Resilience Research and Science (IJERRS)
Revista Internacional Resiliência Ambiental Pesquisa e Ciência Sociedade 5.0 Resiliência Ambiental
ISSN 2675-3456

Os resultados obtidos foram analisados pelo programa Microsoft Excel, aplicando a regressão quadrática e elaborando gráficos de dispersão com linha de tendência polinomial para obtenção do R^2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No período de junho a julho, foram registradas as condições de temperatura e evapotranspiração, como segue na Figura 2, onde pôde-se observar uma temperatura média variável máxima de 22,4 °C e mínima de 15°C.

Figura 2 – Temperatura e evapotranspiração na área experimental registradas diariamente por um período de 30 dias de cultivo de alface



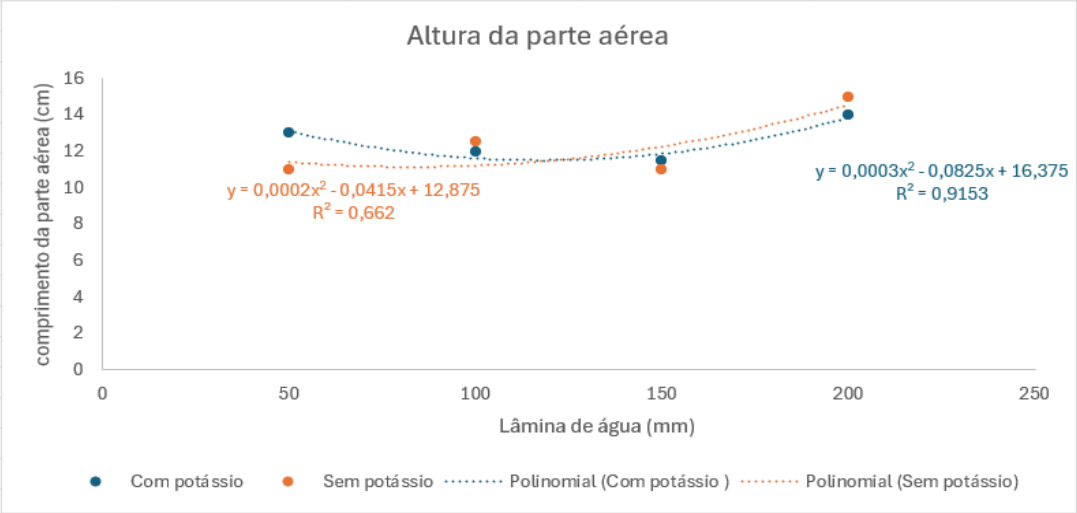
Fonte: Elaborado pelos Autores.

São apresentadas na Figura 3 as relações de lâmina de água com a altura das plantas da alface crespa, para os tratamentos com e sem adubação de cloreto de potássio.

Cidade de Londres London City
Cidade do Rio de Janeiro Rio de Janeiro City
Cidade de Brasilia Brasilia City
Cidade de Curitiba Curitiba City
Cidade de Foz do Iguaçu Foz do Iguaçu City
Puerto Iguazu Argentina
Ciudad del Est Paraguay
Hidrelétrica de Itaipu
Cataratas do Iguaçu

International Journal of Environmental Resilience Research and Science (IJERRS)
Revista Internacional Resiliência Ambiental Pesquisa e Ciência Sociedade 5.0 Resiliência Ambiental
ISSN 2675-3456

Figura 3 – Altura da parte aérea das plantas de alface submetida a lâminas de água com e sem potássio



Fonte: Elaborado pelos Autores.

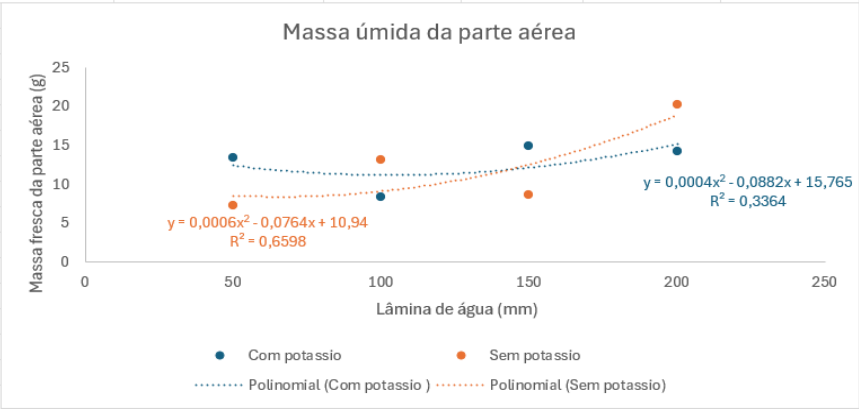
Observa-se que, com a adição de potássio, a regressão demonstra que a altura mínima da alface ocorre com lâmina de 137,5 cm de água, e houve um aumento gradual das plantas após esse ponto. A correlação foi forte, com R^2 = 0,9153, demonstra que a regressão representa o comportamento entre lâmina e altura. Enquanto sem presença de potássio, a altura mínima das plantas ocorreu com lâminas de 103,7 mm de água, e o aumento foi mais lento, com correlação moderada R^2 = 0,662.

A presença do potássio promoveu maior crescimento nas plantas de alface (para Lima Júnior *et al.*, 2010). A produtividade relativa da cultura da alface está inversamente relacionada ao estresse causado pelo excesso de água no solo. Esse efeito indesejado se manifesta na redução da altura, do diâmetro e do peso da parte aérea, além de afetar o diâmetro do caule. Notavelmente, a variável mais sensível a esse estresse é o peso da parte aérea (Taiz; Zeiger, 2009).

Cidade de Londres London City
Cidade do Rio de Janeiro Rio de Janeiro City
Cidade de Brasilia Brasilia City
Cidade de Curitiba Curitiba City
Cidade de Foz do Iguaçu Foz do Iguaçu City
Puerto Iguazu Argentina
Ciudad del Est Paraguay
Hidrelétrica de Itaipu
Cataratas do Iguaçu

International Journal of Environmental Resilience Research and Science (IJERRS)
Revista Internacional Resiliência Ambiental Pesquisa e Ciência Sociedade 5.0 Resiliência Ambiental
ISSN 2675-3456

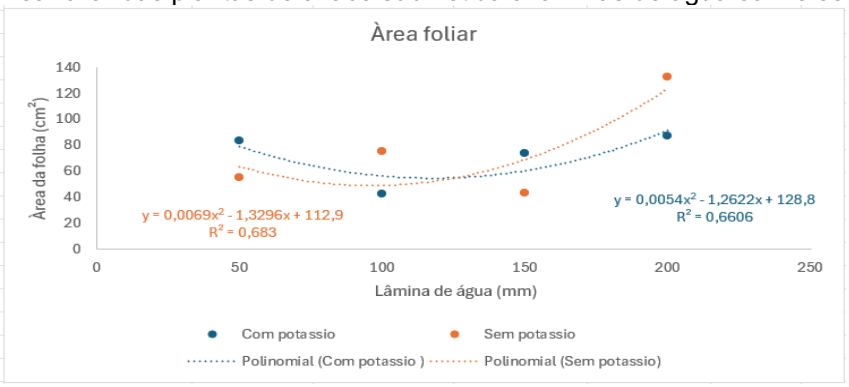
Figura 4 – Massa fresca da parte aérea das plantas de alface submetida a lâminas de água com e sem potássio



Fonte: Elaborado pelos Autores.

A produção de massa fresca da alface foi melhorada em função do incremento no volume de água; na presença do potássio, observa-se que, para a situação de déficit (50% da ETP), não houve redução significativa. Na presença de potássio, a menor massa fresca foi observada com lâmina de 110,25 mm de água, apresentando um aumento gradual a partir desse ponto. A correlação do modelo foi fraca, com R^2 = 0,3364 devido a dispersão de dados. Já, sem presença de potássio, a menor massa fresca das plantas ocorreu com lâmina de 63,67 mm de água, e houve um aumento mais lento no desenvolvimento das plantas, resultado semelhante ao observado em Santos et al. (2020), embora a correlação tenha sido mais forte, com R^2 = 0,6598.

Figura 5 – Área foliar das plantas de alface submetida a lâminas de água com e sem potássio.



Fonte: Elaborado pelos Autores

Com a aplicação do potássio o desenvolvimento mínimo da área foliar da alface foi obtido

Cidade de Londres London City
Cidade do Rio de Janeiro Rio de Janeiro City
Cidade de Brasilia Brasilia City
Cidade de Curitiba Curitiba City
Cidade de Foz do Iguaçu Foz do Iguaçu City
Puerto Iguazu Argentina
Ciudad del Est Paraguay
Hidrelétrica de Itaipu
Cataratas do Iguaçu

com lâmina de água de 116,5 mm. A partir desse ponto houve um aumento gradual da área foliar. A correlação foi moderada, com R2 = 0,6606. Sem adição de potássio a área foliar foi mínima quando a lâmina de água foi de 96 mm, com desenvolvimento da área foliar apresentando aumento mais lento, e uma correlação moderada R^2 = 0,683.

Em condições de escassez de água, as folhas das plantas tendem a apresentar menor expansão do que em condições de disponibilidade hídrica adequada (Farias; Saad, 2011).

Os resultados encontrados corroboram Costa Filho et al. (2023), em que, no desenvolvimento da alface a 50%, se comparou a maiores doses de irrigação; o potássio demonstrou melhor desempenho que sem adição, suprimindo efeitos de déficit.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A reposição de água baseada na evapotranspiração diária medida através do método Camargo apresentou resultados favoráveis à altura de plantas, à massa fresca da parte aérea e à área foliar da alface quando em maiores lâminas de irrigação; além disso, quando associada à presença de potássio, não sofreram tanto quanto a testemunha ao déficit de irrigação.

Nesta área de estudo, existe a dificuldade de rega manual e acompanhamento diário das variáveis climáticas. Além disso, para trabalhos futuros, sugere-se que, além destas, também possam ser medidas em tempo real condições de umidade e condutividade elétrica no solo, fatores importantes na produção de alface.

AGRADECIMENTO: Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior (CAPES), a Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE e ao Programa de Pós-graduação em Engenharia de Energia na Agricultura (PPGEA).

REFERÊNCIAS

ALLEN, R. G. *et al.* **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**. Roma: FAO Irrigation and Drainage Paper 56, 1998.

CAMARGO, A. P. *et al*. Ajuste da equação de Thornthwaite para estimar a evapotranspiração potencial em climas áridos e superúmidos, com base na amplitude térmica diária**. Revista Brasileira de Agrometeorologia,** Santa Maria, v. 7, n. 2, p. 251-257, 1999.

COSTA FILHO, M. F.; GOMES, L. P.; BATISTA, C. N. de O.; SANTOS, M. M.; GURGEL, P. H. de O.; DIAS, N. S.. AGRICULTURA DIGITAL NO MANEJO DA IRRIGAÇÃO NA CULTURA DA ALFACE. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 32., 2023, Fortaleza. **Anais Inovagri Meeting 2023.** Fortaleza: Inovagri, 2023. p. 1-8.

FARIAS, M. F.; SAAD, J. C. C. Analysis of the growth of pot chrysanthemum, Puritan cultivar, irrigated under different substrate water tensions in greenhouse. **Acta Scientiarum: Agronomy,** v. 33, n. 1, p. 75-79, 2011.

FERREIRA, R. G.; OLIVEIRA, G. R.; SANTOS, L. M. Impacto do manejo hídrico na qualidade da alface crespa em diferentes sistemas de cultivo. **Revista Bras. de Horticultura,** v. 25, n. 4, p. 113-119, 2020.

GURSKI, B. C.; JERSZURKI, D; SOUZA, J.orge Luiz Moretti de. Alternative reference evapotranspiration methods for the main climate types of the state of Paraná, Brazil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, [S.L.], v. 53, n. 9, p. 1003-1010, set. 2018. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2018000900003.

Henz GP, Suinaga F (2009) Tipos de alface cultivados no Brasil. Brasília, Embrapa Hortaliças. 7p. (Comunicado Técnico, 75).

LIMA JÚNIOR, J. A. *et al*. Produção da alface americana sob diferentes lâminas e tensões de água no solo. In: **XIX CONGRESSO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA UFLA,** 2010, Lavras. Anais. Lavras, UFLA, 5p.

MARQUES, P. A. A.; SANTOS, A. C. P.. Efeito de diferentes níveis de irrigação baseadas em frações do tanque classe sobre a produção de rabanete (Raphanus sativus L.). **Colloquium Agrariae**, [S.L.], v. 1, n. 2, p. 23-27, 25 jun. 2005. http://dx.doi.org/10.5747/ca.2005.v01.n2.a008.

MELO, A. G.; LIMA, T. S.; CUNHA, F. F. Uso eficiente da água no cultivo de alface em função da evapotranspiração. **Revista Irriga**, v. 26, n. 2, p. 230-242, 2021.

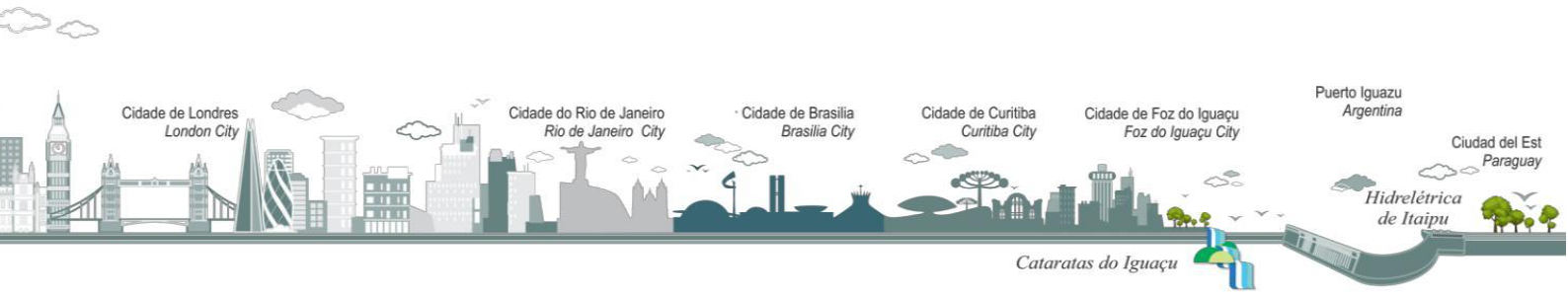
OLIVEIRA, J. R. **Técnicas de cultivo sustentável para hortaliças de folha**. São Paulo: Editora Agrícola, 2020.

RODRIGUES, Dayvson Dansi; BERILLI, Sávio da Silva; FERREIRA, Vinicius Rodrigues; PIROVANI, Carlos Humberto D.; VETTORAZZI, Julio Cesar Fiorio. Medição de área foliar de mudas de hortaliças com o uso do Medidor de Área Foliar LI – 3100C. **Edifes**, Vitória, v. 1, n. 1, p. 1-13, 26 nov. 2021. Edifes.

SANTOS, Pedro Alves; OLIVEIRA FILHO, Francisco de Sales; CASSIMIRO, Carlos Alberto Lins; ARAUJO, Maria Rita de Sousa; SARMENTO, Wanderson Dias; SILVA, João Jones; PEREIRA JÚNIOR, Edinaldo Barbosa; SIQUEIRA, Eliezer da Cunha. Morfofisiologia da alface em canteiros econômicos no segundo ano de cultivo com diferentes lâminas de água de irrigação. **Brazilian Journal Of Development**, [S.L.], v. 6, n. 4, p. 17289-17312, 2020. Brazilian Journal of Development. http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n4-048.

SILVA, D. M.; FREITAS, P. S. L.; FARIA, R. T. Efeito da variação hídrica sobre a produtividade da alface crespa. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 14, n. 3, p. 213-220, 2018.

SILVA, Martha Freire; ASSUNÇÃO, Cleverton Timóteo; CONDÉ, Samyra Alves; NASCIMENTO, Heloísa Rocha; MOURA, Lorena de Oliveira; SANTOS, Nátally Emanuelly; DAMIÃO, Victor Hugo Borsuk; ROSMANINHO, Lucas Barbosa de Castro. MANEJO E TRATOS CULTURAIS NA CULTURA DA ALFACE. **Ciências Agrárias**: limites e potencialidades em pesquisa, [S.L.], v. 3, p. 87-99, 87. 2023. Editora Científica Digital. http://dx.doi.org/10.37885/230914568.



SUBEDI, Abhinaya; CHÁVEZ, José L. Crop Evapotranspiration (ET) Estimation Models: a review and discussion of the applicability and limitations of et methods. **Journal Of Agricultural Science**, [S.L.], v. 7, n. 6, p. 50-68, 15 maio 2015. Canadian Center of Science and Education. http://dx.doi.org/10.5539/jas.v7n6p50.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Plant physiology. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 719p.

URBANO JÚNIOR, Sidnei Antônio; OLIVEIRA NETO, Sebastião Soares de. RESPOSTAS MORFOLÓGICAS DE CULTIVARES DE ALFACE SOB DEFICIÊNCIA HÍDRICA. **Revista Brasileira de Engenharia de Biossistemas**, [S.L.], v. 15, n. 3, p. 351-366, 18 out. 2021. Universidade Estadual Paulista - Campus de Tupa. http://dx.doi.org/10.18011/bioeng2021v15n3p351-366.