



INFLUÊNCIAS DO HIDROGEL NAS RELAÇÕES HÍDRICAS DA CULTURA DO ALFACE SOB DÉFICIT HÍDRICO

Pedro Felipe Soares Lima¹, Igor Oliveira da Silva², Maria Fernanda da Silva Vieira²,
Alexandre Reuber Almeida Da Silva³

RESUMO: A alface pertence é uma das hortaliças folhosas mais populares dentre os brasileiros. A insuficiência de água para sustentar a maximização do crescimento e da produtividade é um dos principais contribuintes para o comprometimento do desempenho agrônômico da espécie. Diante das informações, objetivou-se, com este trabalho, analisar os efeitos do hidrogel nas relações hídricas da cultura da alface cultivadas sob condições de irrigação plena e deficitária. Para tanto, conduziu-se uma pesquisa no setor de Agricultura (AG III) no campus Iguatu do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE, no município de Iguatu - CE. O experimento foi realizado sob delineamento estatístico inteiramente casualizado e disposto em um esquema fatorial 2 x 2, sendo dois níveis de suprimento hídrico (irrigação plena e deficitária) e ausência/presença de hidrogel. Avaliaram-se as variáveis: teor de água a base de matéria fresca da parte aérea, teor relativo de água, déficit de saturação hídrica, diferencial de temperatura entre o ar e a folha e a eficiência de uso da água na produção de biomassa seca. O déficit hídrico comprometeu as relações hídricas das plantas. A aplicação do hidrogel mostrou-se como uma estratégia promissora, capaz de manter as relações hídricas das plantas mais favoráveis no cultivo de alface. O uso do hidrogel na condição de irrigação deficitária tem o potencial de aumentar a eficiência de uso da água na produção de biomassa seca de plantas de alface, reduzindo os efeitos negativos da insuficiência de água na cultura.

PALAVRAS-CHAVE: irrigação, produção de biomassa, evapotranspiração.

¹ Graduando em Engenharia Agrícola, Instituto Federal do Ceará – Campus Iguatu, Rodovia Iguatu / Várzea Alegre, km 05, s/n, Vila Cajazeiras, 63503-790, Iguatu, Ceará – Brasil, Fone: (85) 3455-3037. E-mail: pedro.felipe.soares07@aluno.ifce.edu.br

² Graduandos em Engenharia Agrícola, Depto de Ensino, IFCE – Campus Iguatu, Iguatu, Ceará

³ Prof. Doutor, Depto de Ensino, IFCE – Campus Iguatu, Iguatu, Ceará

INFLUENCES OF HYDROGEL ON WATER RELATIONS OF LETTUCE CROPS UNDER WATER DEFICIT

ABSTRACT: Lettuce is one of the most popular leafy vegetables among Brazilians. Insufficient water to sustain the maximization of growth and productivity is one of the main contributors to the compromised agronomic performance of the species. Given the information, the work aims to analyze the effects of the hydrogel on the water relations of the lettuce crop grown under conditions of full and deficit irrigation. For that, a survey was conducted in the Agriculture sector (AG III) on the Iguatu campus of the Federal Institute of Education, Science and Technology of Ceará - IFCE, in the municipality of Iguatu - CE. The experiment was carried out under a completely randomized statistical design arranged in a 2 x 2 factorial scheme, with two levels of water supply (full and deficit irrigation) and absence/presence of hydrogel. The following variables were evaluated: water content based on the fresh matter of shoots, relative water content, water saturation deficit, temperature difference between the air and the leaf and the efficiency of water use in the production of dry biomass. The water deficit compromised the water relations of the plants. The application of hydrogel proved to be a promising strategy, capable of maintaining more favorable plant water relations in lettuce cultivation. The use of hydrogel in the condition of deficit irrigation has the potential to increase the efficiency of water use in the production of dry biomass of lettuce plants, reducing the negative effects of insufficient water on the crop.

KEYWORDS: irrigation, biomass production, evapotranspiration.

INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.) é uma hortaliça difundida mundialmente e muito popular no Brasil. Devido ao fato de ser uma cultura muito sensível às condições climáticas, especialmente, ao déficit hídrico, verifica-se que na região semiárida brasileira a produtividade dessa hortaliça seja muito comprometida. Nesta região, um dos fatores mais limitantes a produção das culturas é a escassa disponibilidade hídrica, decorrente do baixo volume pluviométrico característico.

O déficit hídrico ocorre quando a perda de água pela planta excede a capacidade de absorção pela raiz, provocando danos ao crescimento, ao desenvolvimento e as relações hídricas das culturas (BRITO et al., 2015; FERNANDES et al., 2015).

Por existir uma demanda comercial extremamente alta para a cultura da alface, buscas constantes de estratégias que proporcionem uma melhor armazenagem da água no solo e que possibilitem a maximização da eficiência técnica produtiva perante as condições climáticas predominantes na região nordeste brasileira revestem-se de singular importância.

Neste contexto, os polímeros hidroretentores podem ser interessantes, pela possibilidade de atuarem como reguladores da disponibilidade de água para as culturas, aumentando a produtividade local e minimizando os riscos de produção inerentes às intempéries climáticas (MENDONÇA, et al. 2013).

Diante das informações, objetivou-se com este trabalho, avaliar os efeitos do hidrogel nas relações hídricas da cultura da alface cultivadas sob condições de irrigação plena e deficitária.

MATERIAL E MÉTODOS

O cultivo experimental de alface foi desenvolvido entre os meses de setembro e outubro de 2022, nas dependências do setor de Agricultura (AG III), no campus Iguatu do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará - IFCE, no município de Iguatu - CE, localizado nas seguintes coordenadas geográficas: 6° 23'31" de latitude Sul; 39° 15'59" de longitude oeste e altitude média de 220 m.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do tipo sombrite, com fechamento lateral, construída com estrutura de madeira serrada, medindo 2,0 m de pé direito; 24,0 m de largura e 20,0 m de comprimento. As coberturas (superior e laterais) consistiam em tela preta, com transparência à radiação solar de 50%.

O experimento foi conduzido sob delineamento estatístico inteiramente casualizado e disposto em um esquema fatorial 2 x 2, sendo dois níveis de suprimento hídrico (irrigação plena e deficitária) e ausência/presença de hidrogel. Foram utilizadas quatro repetições, sendo cada parcela experimental constituída de uma planta por vaso, perfazendo um total de dezesseis parcelas.

O experimento foi conduzido em vasos de material plástico flexível, com capacidade volumétrica de 18 L, os quais possuíam orifícios na extremidade inferior, que objetivavam promover a remoção dos eventuais excessos de água.

Nos tratamentos que receberam hidrogel, utilizou-se o produto comercial FORTHGEL®, na dosagem para hidratação de 4g L⁻¹, conforme as orientações de preparo da solução e de aplicação disponibilizadas pelo próprio fabricante do produto comercial, o qual foi incorporado

manualmente e homogeneizado às amostras de solo nos vasos no volume equivalente a 1 L vaso⁻¹.

Seguidamente, em todas as unidades experimentais, realizaram-se as distribuições dos fertilizantes químicos sintéticos, em consonância com a análise de solo e as necessidades nutricionais da cultura da alface, conforme as recomendações estabelecidas para o estado do Ceará, sendo que por ocasião do transplântio das mudas aplicaram-se em fundação as quantidades equivalentes à 4 g m⁻² de nitrogênio nas formas de ureia e fosfato monoamônico - MAP, 8 g m⁻² de fósforo na forma de fosfato monoamônico - MAP, 3 g m⁻² de potássio na forma de cloreto de potássio e 2,5 g m⁻² de micronutrientes na forma da formulação comercial FTE BR-12.

Ainda conforme a referida recomendação de adubação, aos 14 dias após o transplântio das mudas realizou-se a adubação de cobertura, sendo aplicados aos vasos os equivalentes à 9 g m⁻² de nitrogênio nas formas de ureia e 3 g m⁻² de potássio na forma de cloreto de potássio.

Para as estimativas da quantidade de fertilizante a ser aplicada no vaso, utilizou-se a área do vaso, estimada a partir das médias de seus diâmetros inferiores e superiores.

Com o intuito de mensurar os efeitos dos diferentes tratamentos do experimento sob as plantas de alface (*Lactuca sativa* L.) foram utilizadas sementes do grupo “folhas crespa”, cultivar Jade, pertencente à empresa Sakata.

A irrigação do experimento foi realizada de forma manual, com o auxílio de provetas volumétricas graduadas em mililitros, sendo adotado um turno de rega diário.

O manejo da irrigação foi baseado nas condições climáticas, a partir da estimativa diária da evapotranspiração da cultura – E_{Tc}, sendo diariamente repostas aos vasos uma lâmina equivalente a 100% da E_{Tc} nos tratamentos submetidos à irrigação plena e a 50% da E_{Tc} naqueles sujeitos à irrigação deficitária, devidamente estimadas em volume, conforme as dimensões dos vasos utilizados no experimento. A E_{Tc} foi estimada a partir da multiplicação da evapotranspiração de referência (E_{To}) e do coeficiente de cultura (K_c).

Para a estimativa diária da evapotranspiração de referência (E_{To}), utilizaram-se dos valores médios mensais de evapotranspiração através do método de Penman-Monteith - FAO 56 para a cidade de Iguatu-CE. Contudo, por se tratar de um cultivo em ambiente protegido, os valores de E_{To} utilizados nas estimativas das lâminas de água aplicadas foram multiplicados pelo fator 0,70; com vistas a correção da E_{To} em função do ambiente de cultivo, tendo em vista que, em geral, a evapotranspiração no interior do ambiente protegido fica em tomo de 60 % a 80 % da verificada externamente (VIANA, 2000).

Já para a estimativa diária da ET_c, utilizaram-se dos coeficientes da cultura (K_c's) em função dos dias após o transplântio das mudas, obtidos por Santana et al. (2016).

As relações hídricas das plantas foram avaliadas a partir das seguintes variáveis: teor de água a base de matéria fresca da parte aérea, teor relativo de água, déficit de saturação hídrica, diferencial de temperatura entre o ar e a folha e a eficiência de uso da água na produção de biomassa seca.

O teor de água das folhas foi mensurado aos 21 dias após o transplântio das mudas a partir dos valores de massa fresca e seca das folhas previamente obtidos, utilizando-se da seguinte equação: $TA (\%) = [(MFFolhas - MSFolhas) / MFFolhas] \times 100$

O teor relativo de água (TRA) foi mensurado aos 21 dias após o transplântio das mudas. Para tanto, foram retiradas amostras de discos foliares de todas as folhas com aproximadamente 1,68 cm de diâmetro. Os discos foram pesados para a determinação do peso da massa fresca e em seguida, eles foram colocados em placas de Petri, imersos em água destilada. Após 24 h, foram novamente pesados para a obtenção do peso da massa túrgida e, logo depois acondicionados em sacos de papel e levados à estufa de circulação forçada de ar a 65°C para determinação do peso da massa seca. A partir dos pesos da matéria fresca (PF), matéria túrgida (PT) e matéria seca (PS), foi calculado o teor relativo de água de acordo com a fórmula $TRA (\%) = [(PF - PS) / (PT - PS)] \times 100$.

O déficit de saturação hídrica (DSH) corresponde a quantidade de água que a planta (ou parte dela) requer para atingir a saturação (100%) e foi mensurado aos 21 dias após o transplântio das mudas. Daí nota-se que os termos DSH e TRA são complementares, sendo o DSH obtido a partir da seguinte equação: $DSH (\%) = 100 - TRA$.

De acordo com os dados de área foliar, massa seca fresca e massa seca foliares obtidos aos 21 dias após o transplântio das mudas, foi calculado o grau de suculência foliar (GS, g de H₂O cm⁻² de área foliar), mediante à seguinte equação: $GS = (MFF - MSF) / AF$; em que: GS = grau de suculência foliar (g de H₂O cm⁻² de área foliar); MFF = massa fresca foliar (g planta⁻¹); MSF = massa seca foliar (g planta⁻¹); AF = área foliar (cm² planta⁻¹).

A determinação do diferencial de temperatura entre o ar e a folha (ΔT) foi efetuada aos 21 dias após o transplântio das mudas, entre 09 e 10 h, por meio da medição, concomitante, da temperatura da folha e da temperatura do ar do ambiente, com o uso de um termômetro de infravermelho portátil, direcionando-se o aparelho para a cultura e seguidamente para a posterior atmosfera adjacente às folhas. O cálculo do ΔT foi efetuado pela diferença entre as temperaturas médias da temperatura da folha (TF em °C) e as temperaturas do ar (TAR em °C),

expresso pela equação: $\Delta T = TAR - TF$; em que, ΔT : diferencial de temperatura entre o ar e a folha, em °C; TAR: temperatura média do ar (°C) e TF temperatura da folha (°C).

A eficiência no uso da água (EUA) foi estimada no final do ciclo fenológico (21 dias após o transplante das mudas) por meio relação entre a produção de biomassa seca total da raiz e da parte aérea (MSTotal, g planta⁻¹) e a quantidade de água aplicada (L, mm planta⁻¹), expressa em g MS mm⁻¹. A seguinte equação foi utilizada no cálculo da EUA: MSTotal/ L, em que, EUA: eficiência de uso da água (g MS mm⁻¹); MSTotal: produção de biomassa seca total (g planta⁻¹), L: lâmina total de água aplicada conforme o tratamento nível de suprimento hídrico (mm planta⁻¹).

Os dados obtidos nas variáveis foram submetidos à análise da variância pelo teste F a 1% e 5% de probabilidade. Quando verificado efeito significativo na análise da variância, as médias obtidas nos diferentes tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. Quando houve interação dos fatores, foram feitos os devidos desdobramentos, utilizando-se o programa computacional para assistência estatística ASSISTAT® 7.7 pt da Universidade Federal de Campina Grande.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Constatou-se que o teor de água a base de matéria fresca da parte aérea, o teor relativo de água, o déficit de saturação hídrica e o diferencial de temperatura entre o ar e a folha foram estatisticamente influenciados pelos efeitos isolados do fator deficiência hídrica ($p \leq 0,05$).

De maneira isolada, o hidrogel acarretou efeitos estatisticamente significativos apenas nas variáveis teor relativo de água e déficit de saturação hídrica ($p \leq 0,05$). Por outro lado, efeitos da interação entre os fatores deficiência hídrica e hidrogel foram constatados na eficiência de uso da água na produção de biomassa seca ($p \leq 0,05$).

A tabela 1 demonstra a superioridade estatística propiciada pela irrigação plena nas variáveis teor de água a base matéria fresca (TA), teor relativo de água (TRA) e diferencial de temperatura entre o ar e folha (ΔT), onde os resultados são capazes de atestar que esse nível de suprimento hídrico assegurou uma maior hidratação à cultura, independentemente da presença ou da ausência do hidrogel. Além disso, conforme a resposta observada para a variável TRA, verificou-se que, como era o esperado, o déficit de saturação hídrica (DSH) exibiu maiores médias para o tratamento no qual as plantas foram submetidas à irrigação deficitária.

Tabela 1. Teor de água a base matéria fresca (TA), teor relativo de água (TRA), déficit de saturação hídrica (DSH) e diferencial de temperatura entre o ar e folha (ΔT) de plantas de alface submetidas à irrigação plena e deficitária. Iguatu, Ceará, 2022¹.

Suprimento hídrico	TA	TRA	DSH	ΔT
	(%)	(%)	(%)	(° C)
Irrigação plena	63,94 a	58,56 a	41,43 b	4,10 a
Irrigação deficitária	49,51 b	29,80 b	70,19 a	2,27 b
DMS	8,15134	9,11215	9,11215	1,43222

¹Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade; DMS, diferença mínima significativa.

Os efeitos positivos dos tratamentos com hidrogel no Teor relativo de água (TRA) e déficit de saturação hídrica (DSH) confirmam a eficiência do hidrogel, o qual foi capaz de incrementar o teor relativo de água e, por conseguinte, reduzir o déficit de saturação hídrica (DSH) nos tecidos foliares das plantas, independentemente do suprimento hídrico, denotando variações estatisticamente significativas (Tabela 2).

Tabela 2. Teor relativo de água (TRA) e déficit de saturação hídrica (DSH) de plantas de alface submetidas à ausência e à presença de adição de hidrogel ao solo. Iguatu, Ceará, 2022¹.

Hidrogel	TRA	DSH
	(%)	(%)
Ausência	35,36 b	64,63 a
Presença	53,00 a	46,99 b
DMS	9,11215	9,11215

¹Médias seguidas por letras distintas, na coluna, diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade; DMS, diferença mínima significativa.

Sob condições de plena irrigação, o hidrogel mostrou-se incapaz de majorar a eficiência de uso da água na produção de biomassa seca (EUA) de plantas de alface. Por outro lado, essa variável aumentou significativamente em função do tratamento com déficit de água, e esse efeito foi incrementado pelo tratamento com hidrogel (Tabela 3).

A capacidade de retenção de água do solo é muito importante para a manutenção das relações hídricas e para o balanço de carbono das plantas sob condições favoráveis, pois a água é obrigatória para a síntese de fotosintatos.

Bandeira et al. (2011), atribuem a redução foliar ao déficit hídrico, inferindo que a falta de água, influencia diretamente na temperatura foliar e condutância estomática, diminuindo assim sua área foliar. Que nesse caso, quando o solo no qual o hidrogel seca, a água absorvida pelas partículas de hidrogel pode ser gradualmente liberada para as plantas, reduzindo os eventuais efeitos negativos do estresse por déficit hídrico nas plantas, fato que supostamente colaborou para a maximização da eficiência de uso da água sob condições deficitárias.

Tabela 3. Eficiência de uso da água na produção de biomassa seca (EUA) de plantas de alface submetidas à irrigação plena e deficitária, associadas à ausência e à presença de adição de hidrogel ao solo. Iguatu, Ceará, 2022¹.

Suprimento hídrico	Hidrogel	
	Ausência	Presença
	EUA	
	(g MS mm ⁻¹)	
Irrigação plena	0,09 bA	0,09 bA
Irrigação deficitária	0,13 aB	0,14 aA
DMS _{Linha}	0,0057	
DMS _{Coluna}	0,0057	

¹DMS, diferença mínima significativa; médias seguidas por letras distintas minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

O déficit hídrico comprometeu as relações hídricas das plantas. A aplicação do hidrogel mostrou-se como uma estratégia promissora, capaz de manter as relações hídricas das plantas mais favoráveis no cultivo de alface. O uso do hidrogel na condição de irrigação deficitária tem o potencial de aumentar a eficiência de uso da água na produção de biomassa seca de plantas de alface, reduzindo os efeitos negativos da insuficiência de água na cultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BANDEIRA, G. R., PINTO, H. C. S., MAGALHÃES, P. S., ARAGÃO, C. A., QUEIROZ, S. O. P., SOUZA, E. R.; SEIDO, S. L. Manejo de irrigação para cultivo de alface em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 2, 2011
- BRITO, M. E. B. et al. Comportamento fisiológico de combinações copa/porta enxerto de citros sob estresse hídrico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 7, p.857- 865, 2015.
- FERNANDES, F. B. P. et al. Efeito de manejos do solo no déficit hídrico, trocas gasosas e rendimento do feijão-de-corda no semiárido. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 3, 2015.
- MENDONÇA, Thaís Grandizoli et al. Hidrogel como alternativa no aumento da capacidade de armazenamento de água no solo. **Water Resources and Irrigation Management-WRIM**, v. 2, n. 2, p. 87-92, 2013.

SANTANA, M. J.; RIBEIRO, A. A.; MANCIN, C. A. Evapotranspiração e coeficientes de cultura para a alface e rúcula cultivadas em Uberaba, MG. **Revista Inova Ciência & Tecnologia/Innovative Science & Technology Journal**, p. 7-13, 2016.

SANTOS, H., CARVALHO, D. D., SOUZA, C. F.; MEDICI, L. O. Cultivo de alface em solos com hidrogel utilizando irrigação automatizada. **Engenharia Agrícola**, v. 35, n. 5, p. 852-862, 2015.

VIANA, T. V. D. A. **Evapotranspiração obtida com o sistema razão de Bowen e com um lisímetro de pesagem em ambiente protegido**. 2000. 155p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.