

Irrigação por déficit e fertirrigação aumentam o desempenho produtivo da alface cv.

Veneranda

Deficit irrigation and fertigation increases the productive performance of lettuce cv.

Veneranda

El riego deficitario y la fertirrigación aumentan el desempeño productivo del cv.

Veneranda

Recebido: 01/12/2020 | Revisado: 10/12/2020 | Aceito: 21/12/2020 | Publicado: 27/12/2020

Joslanny Higino Vieira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8079-3906>

Universidade Federal de Viçosa, Brasil

E-mail: joslannyhigino@gmail.com

Laylton de Albuquerque Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7685-8503>

Universidade Federal de Viçosa, Brasil

E-mail: laylton.santos@ufv.br

Jadla Higino Vieira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0814-3359>

Universidade Federal de Alagoas, Brasil

E-mail: jadlahigino@gmail.com

Cinara Bernardo da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0666-4329>

Extensionista Emater, Brasil

E-mail: cinara_cbs@hotmail.com

Márcio Aurélio Lins dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5216-4443>

Universidade Federal de Alagoas, Brasil

E-mail: mal.santo@arapiraca.ufal.br

Inajá Francisco de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6732-0963>

Universidade Federal de Sergipe, Brasil

E-mail: inajafrancisco@academico.ufs.br

Resumo

Objetivou-se avaliar o comportamento de parâmetros morfofisiológicos da alface veneranda sob diferentes lâminas de água e de fertirrigação. O experimento foi realizado no *Campus* de Arapiraca, UFAL. O delineamento foi em blocos casualizados (DBC), com quatro blocos, dispostos em um fatorial 5 x 5. Os tratamentos foram constituídos de cinco lâminas de água: 50, 75, 100, 125 e 150% da Evapotranspiração da Cultura (ETc), expressas em mm dia⁻¹, determinadas por cinco lisímetros de drenagem presentes na área, correlacionadas a cinco níveis de fertirrigação: 50, 75, 100, 125, e 150. Utilizou-se o sistema de irrigação localizado por gotejamento. Aos 30DAT foi feita a colheita, os dados foram tabulados e submetidos à análise de variância e aplicado o teste F ($p < 0,05$) pelo software R. Houve interação dos fatores para o índice de clorofila *a*. As lâminas de água influenciaram as variáveis de massa seca da parte aérea e diâmetro da copa. Enquanto a fertirrigação influenciou a massa fresca e seca da parte aérea, massa altura e número de folhas. As lâminas de 50, 75, 100% da ETc podem ser usadas sem prejudicar os parâmetros morfológicos da alface veneranda. As doses de fertirrigação maiores tendem a implementar maior retorno nas características comerciais da alface.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L.; Manejo de água; Nutrição via água.

Abstract

The objective of this study was to evaluate the behavior of morphophysiological parameters of venerated lettuce under different layers of water and fertigation. The experiment was carried out at the Arapiraca Campus, UFAL. The design was in randomized blocks (DBC), with four blocks, arranged in a 5 x 5 factorial. The treatments consisted of five water levels (L): 50, 75, 100, 125 and 150% of the Culture Evapotranspiration (ETc), expressed in mm day⁻¹, determined by five drainage lysimeters present in the area, correlated to five levels of fertigation: 50, 75, 100, 125, and 150. The localized drip irrigation system was used. At 30DAT, the data were collected, tabulated, and submitted to analysis of variance and the F test ($P < 0,05$) was applied using the R software. There was an interaction of factors for the chlorophyll index *a*. The water levels influenced the shoot dry mass and crown diameter variables. While fertigation influenced the fresh and dry mass of the aerial part, mass, height and number of leaves. Irrigation with 50, 75, 100% of ETc can be used without affecting the morphological parameters of venerable lettuce. The higher doses of fertigation tend to implement greater return on the commercial characteristics of lettuce.

Keywords: *Lactuca sativa* L.; Water management; Nutrition via water.

Resumen

El objetivo de este estudio fue evaluar el comportamiento de parámetros morfofisiológicos de lechugas veneradas bajo diferentes capas de agua y fertirrigación. El experimento se realizó en el Campus de Arapiraca, UFAL. El diseño fue en bloques al azar (DBC), con cuatro bloques, dispuestos en una factorial 5 x 5. Los tratamientos consistieron en cinco toboganes de agua (L): 50, 75, 100, 125 y 150% del Cultivo Evapotranspiración (ETc), expresada en mm día⁻¹, determinada por cinco lisímetros de drenaje presentes en la zona, correlacionados con cinco niveles de fertirrigación: 50, 75, 100, 125 y 150. Se utilizó el sistema de riego por goteo localizado. Al 30DAT se realizó la cosecha, se tabularon los datos y se sometieron a análisis de varianza y se aplicó la prueba F (p <0,05) por el software R. Hubo interacción de los factores para el índice de clorofila a. Las profundidades del agua influyeron en las variables de masa seca del brote y diámetro de copa. Mientras que la fertirrigación influyó en la masa fresca y seca de la parte aérea, masa, altura y número de hojas. Se pueden utilizar hojas de 50, 75, 100% de ETc sin afectar los parámetros morfológicos de la venerable lechuga. Las dosis más altas de fertirrigación tienden a implementar un mayor retorno de las características comerciales de la lechuga.

Palabras clave: *Lactuca sativa* L.; Manejo del agua; Nutrición vía agua.

1. Introdução

Hortícolas com folhas minimamente processadas ou cortados frescos, como a alface (*Lactuca sativa* L.), vêm ganhando importância no mercado mundial de vegetais (Montesano, et al., 2016) No Brasil, as hortícolas implicam em crescimento social para os diversos níveis econômicos e tecnológicos de produtores, uma vez que há expressiva demanda do mercado consumidor, e os custos de produção são relativamente baixos. Em 2018, a produção mundial de alface foi de aproximadamente 27 mil toneladas (Fao, 2019).

Terra e água são os dois principais insumos para o progresso da horticultura e desenvolvimento econômico de qualquer país. Contudo, a água potável está se tornando cada vez mais escassa globalmente com o rápido encolhimento dos recursos de irrigação e a expansão contínua da população (Nirgude, et al., 2018).

Em termos de irrigação, praticamente toda a produção hortícola em Alagoas utiliza essa técnica. Isso se deve ao estado ter como característica climatológica uma irregularidade da precipitação pluviométrica (Barros, et al., 2012). Assim, o manejo da irrigação é uma

abordagem para economizar água, maximizar a eficiência da irrigação e minimizar as perdas da mesma (Dukes, et al., 2010).

Uma forma de manejar a irrigação, baseia-se na reposição da evapotranspiração da cultura (E_{Tc}) que consiste no produto entre a evapotranspiração de referência (E_{To}) e o coeficiente da cultura (K_c), que podem ser medidos diretamente, usando lisímetros ou indiretamente, através de modelos matemáticos (Alves, et al., 2017).

A fertilização é outra operação crítica que governa diretamente a melhor produção em qualquer sistema de cultivo (Nirgude et al., 2018). Fertilizantes e água são usados eficientemente, na técnica chamada fertirrigação, onde uma solução nutritiva contém quantidades ótimas de nutrientes para o crescimento e desenvolvimento adequados das plantas (Sabat, et al., 2019). Dos 17 nutrientes essenciais, nitrogênio, fósforo e o potássio desempenham um papel vital no crescimento e desenvolvimento de muitas culturas, pois estão diretamente envolvidas em vários processos fisiológicos do ciclo de vida da planta (Nirgude, et al., 2018).

A irrigação com uso aprimorado de fertilizantes gera muitas vezes poluição, aumentando os níveis de nutrientes nas águas subterrâneas e superficiais (Hagin, & Lowengart, 1995), assim pesquisas relacionadas às doses, concentração e parcelamento dos principais macronutrientes para a alface e a relação custo-benefício de cada situação ajudarão a utilizar o recurso água na sua máxima eficiência numa produção mais sustentável. Diante do exposto, o objetivo deste estudo foi avaliar o comportamento de parâmetros morfofisiológicos da alface *veneranda* sob diferentes lâminas de água e de fertirrigação.

2. Metodologia

Este estudo foi realizado em 22 de março à 21 de abril de 2017, em área experimental do Grupo de Pesquisa e Extensão em Manejo de Água para Irrigação (Grupo Irriga) do Campus de Arapiraca da Universidade Federal de Alagoas, UFAL, que está situada em uma área de transição entre a Zona da Mata e o Sertão alagoano, com coordenadas geodésicas de 9° 45' 58" de latitude sul e 35° 38' 58" de longitude oeste, com altitude de 325 m, em relação ao nível do mar.

O clima local, de acordo com a classificação de Köppen (1948), é do tipo 'As', isto é, tropical chuvoso com estação seca. A precipitação anual é de aproximadamente 854 mm e as chuvas são irregulares e distribuídas ao longo do ano, com a estação chuvosa de maio a agosto (Xavier, & Dornellas, 2010).

O solo local é um LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico (Embrapa, 2018), com textura franco-arenosa, com as seguintes características químicas nos 0–0,20 m, pH (H₂O) 6,3; 56,0 mg dm⁻³ de P (Mehlich 1); 33 mg dm⁻³ de N, 69 mg dm⁻³ de K; 1,6 cmolc dm⁻³ de Ca; 0,6 cmolc dm⁻³ de Mg; 0,01 cmolc dm⁻³ de Al; 0,3 % de M.O.

Na área experimental foram construídos 24 canteiros de 5,0 m x 1,0 m x 0,2 m de comprimento, largura e altura, respectivamente. Dividiu-se os canteiros em cinco parcelas de um metro quadrado, sendo está a unidade experimental de cada tratamento. A cultivar de alface (*Lactuca sativa* L.) utilizada foi veneranda. Realizou-se o transplântio das mudas com 30 dias após a germinação (DAG), em cada unidade experimental.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com quatro blocos, dispostos em um fatorial 5x5, totalizando 100 parcelas experimentais. A unidade experimental foi composta por 3 linhas contendo 4 plantas em cada linha, espaçadas a 0,25 m entre plantas e 0,30 m entre fileiras, e apenas as duas plantas centrais foram avaliadas devido à eliminação das bordas.

Os tratamentos com variáveis quantitativas foram constituídos de cinco níveis de irrigação: 50% (baixo), 75% (moderado), 100% (adequado), 125% (excessivo) e 150% (muito excessivo) da Evapotranspiração da Cultura (ET_c), expressas em mm dia⁻¹, correlacionados a cinco níveis de fertirrigação: 50, 75, 100, 125, e 150% da recomendação, baseada no manual de Cavalcante et al. (2008) e da análise química do solo.

Para determinar a evapotranspiração da cultura (ET_c), foi implementado cinco lisímetros de drenagem próximo a área do experimento, feito com material de recipientes cilíndricos de polietileno, com área de 0,062 m². Posteriormente a instalação do conjunto lisimétrico, foi construído um canteiro com dimensões de 5,0 metros x 1,0 metro x 0,2 metro de comprimento, largura e altura, respectivamente,

Os lisímetros foram saturados por 24 horas, em seguida os drenos foram abertos para drenar a água livre e o solo atingir a capacidade de campo. Depois, as mudas de alface crespas foram transplantadas e a primeira aplicação de água foi realizada no lisímetro.

Efetivou-se a aplicação de volume conhecido nos recipientes lisimétricos e as coletas dos drenos dos lisímetros em uma frequência diária, utilizando uma adaptação da equação de ET_c (Equação 1) para determinar a ET_c, onde eram excluídos os valores extremos do volume aplicado (L_A; equação 2) e do drenado (L_D; equação 3), de acordo com Santos, et al. (2020). A precipitação pluviométrica era verificada diariamente, no mesmo horário da coleta dos drenos, através de pluviômetro.

$$ETc = L_A - L_D + P \quad (1)$$

$$L_A = [\sum(V_A) - \text{maior}(V_A) - \text{menor}(V_A)] \cdot (n - 2)^{-1} \cdot A^{-1} \quad (2)$$

$$L_D = [\sum(V_D) - \text{maior}(V_D) - \text{menor}(V_D)] \cdot (n - 2)^{-1} \cdot A^{-1} \quad (3)$$

Em que: ETc= Evapotranspiração da cultura (mm); L_A= lâmina aplicada (mm); L_D= lâmina drenada (mm); P= Precipitação (mm); V_A= volume aplicado no lisímetro (L); V_D= volume drenado do lisímetro (L); n= número de lisímetros instalados (un); A= área interna da bordadura do lisímetro (m²).

O sistema de irrigação foi feito por três fitas gotejadoras espaçadas a 0,3 m no canteiro que proporcionavam a planta água em volume preciso de 0,69; 0,84; 1,02; 1,30 e 1,64 de vazão em L/h, respectivamente para as 5 lâminas da ETc. Estas vazões foram averiguadas pelo teste de coeficiente de uniformidade do sistema (CUD), além disso havia um registro em cada parcela para o controle da aplicação dos tratamentos.

Os tratamentos de lâminas de irrigação e fertirrigação iniciaram após o transplântio. Para os níveis de fertirrigação foram utilizadas as fontes de cloreto de potássio (62% de K), o MAP forneceu o fósforo e parte do nitrogênio (60% de P e 11% de N) e para complementar o nitrogênio a ureia (46% de N). Essas fontes eram pesadas diariamente e diluídas em uma caixa de água de 400 L. Para a aplicação, o conteúdo de fertirrigação era liberado no tempo previsto em cálculos baseados na quantidade de plantas, vazão e área.

O índice de clorofila (SPAD) foi determinado por um medidor de clorofila SPAD-502 (Soil Plant Analysis Development, Minolta Corp, Ramsey, NJ, EUA) que fornece medidas não destrutivas e de confiabilidade. Foram feitas três leituras em cada uma das três plantas centrais aos 30 dias após o transplântio (DAT), dia da colheita.

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão. Para os fatores quantitativos, os modelos foram escolhidos a partir da significância dos coeficientes de regressão, do coeficiente de determinação e do comportamento do fenômeno em estudo. Essas análises foram realizadas com auxílio do software R (R Core team, 2019), com o pacote experimental Designer (Ferreira, et al., 2014).

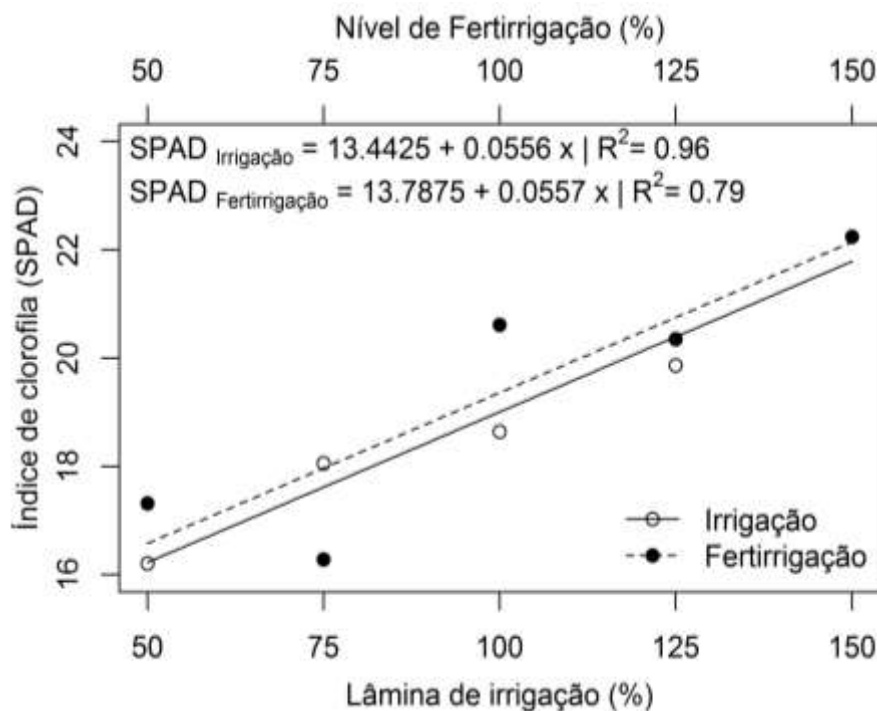
3. Resultados

O nível de clorofila *a* foi influenciada ($P < 0,05$) no estágio de colheita pela interação entre os níveis de irrigação e fertirrigação (Figura 1). Ao desmembrar os fatores estudados

verificou-se que as lâminas de irrigação dentro da fertirrigação tiveram efeito significativo somente quando submetidos a fertirrigação com 150% da recomendação de adubação. Enquanto a fertirrigação indicou significância dentro da lâmina de irrigação em 150% da ETc.

As lâminas de irrigação dentro da fertirrigação com 150% da recomendação apresentaram um comportamento linear crescente, em que a lâmina de 50% da ETc (baixo) implicou em uma média de 16,22 de SPAD, enquanto com a lâmina de 150 verificou-se 21,78 de SPAD, incremento de 34% (Figura 1).

Figura 1. Índice de clorofila (SPAD) em folhas de alface, em função da interação das lâminas de irrigação dentro do nível de 150% de fertirrigação e interação dos níveis de fertirrigação dentro da lâmina de 150% de irrigação.



Fonte: Autores.

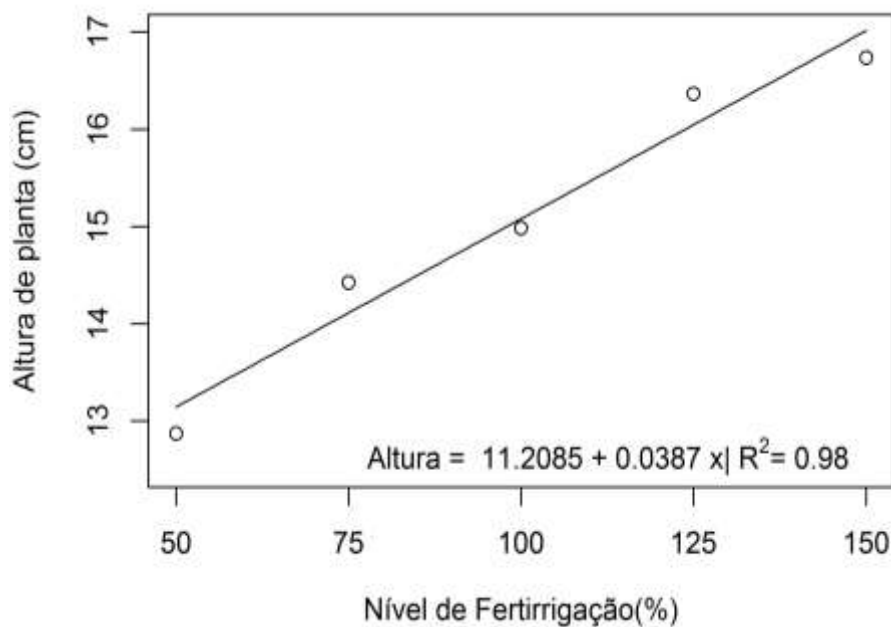
Os níveis de fertirrigação dentro da lâmina de 150% da ETc demonstrou que ao se aumentar a disponibilidade nutricional para 150% do recomendado houve incremento de 33% do índice SPAD quando comparado a lâmina de irrigação baixa (50% da ETc), atingindo o máximo valor de 22,14 (Figura 1).

A aplicação do NPK, via fertirrigação, implicou em resposta significativa para altura de planta e número de folhas ($P <$

,01). A altura de planta da alface com 150% da fertirrigação expressou aumento em 29% (17 cm de altura) quando comparada ao menor nível (50% da fertirrigação) com altura de 13 cm (Figura 2).

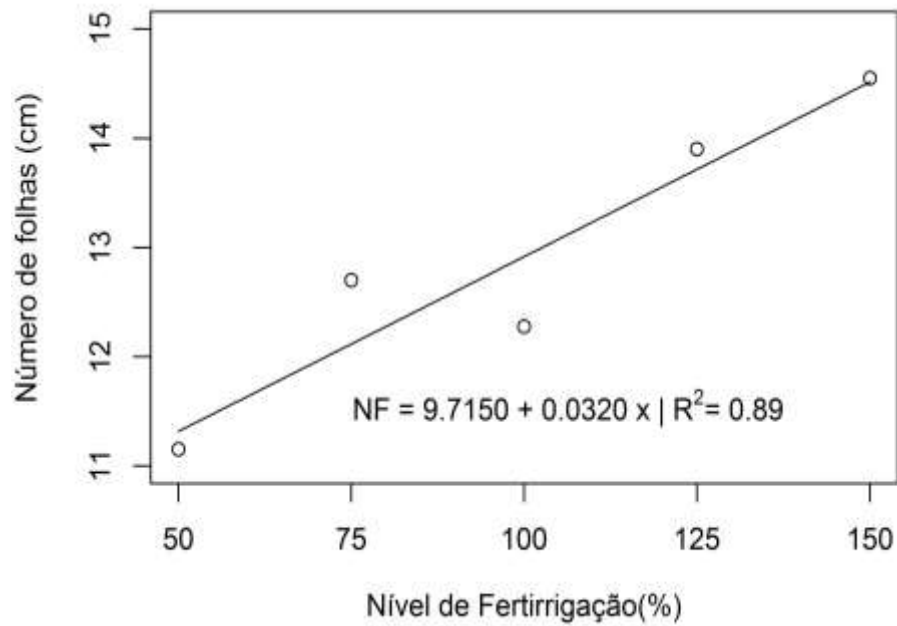
À medida que se aumentou a dose de NPK gradativamente o número de folhas aumentou, sendo o maior número de folhas contabilizado com 150% da fertirrigação, alcançando cerca de 14 folhas por plantas e incremento em 28% ao se comparar a menor nível de fertirrigação estudado, 11 folhas (Figura 3).

Figura 2. Altura de planta (cm) de alface (*Lactuca sativa* L.) em função dos níveis de fertirrigação.



Fonte: Autores.

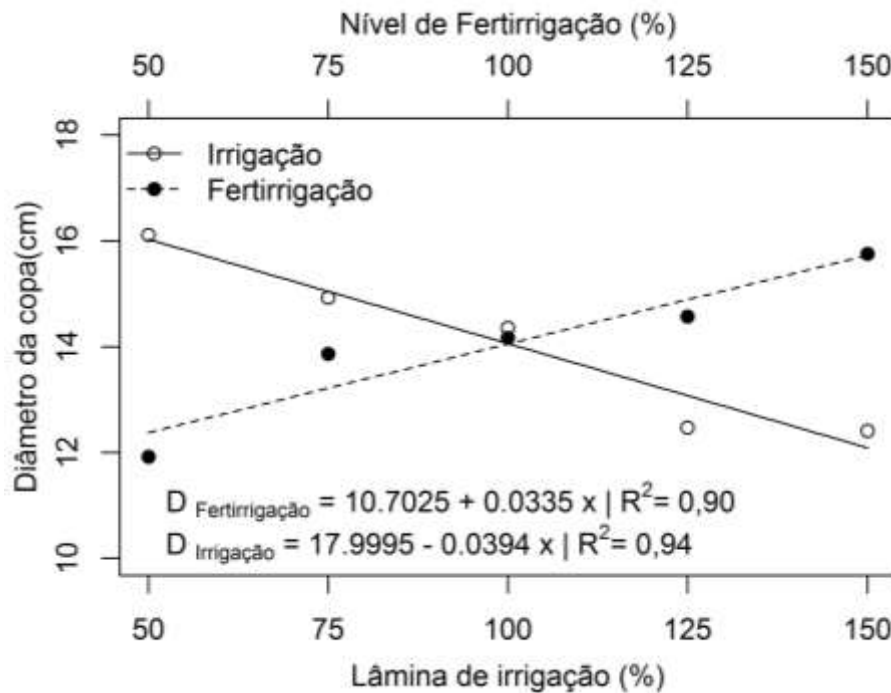
Figura 3. Número de folhas (Unid) de alface (*Lactuca sativa* L.) em função dos níveis de fertirrigação.



Fonte: Autores.

O diâmetro da copa, é uma das características da alface mais apreciadas pelo consumidor. Neste estudo, tanto as lâminas de irrigação quanto os níveis de fertirrigação influenciaram nos resultados desta variável ($P < 0,01$), contudo separadamente, ou seja, sem interação entre os fatores (Figura 4).

Figura 4. Diâmetro da copa (cm) de alface (*Lactuca sativa L.*) em função de lâminas de irrigação e níveis de fertirrigação.



Fonte: Autores.

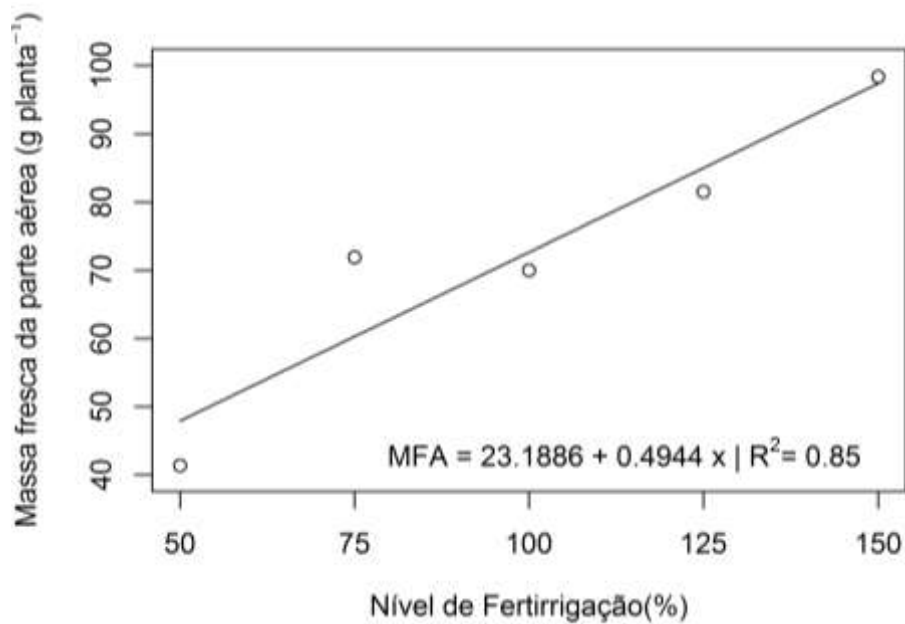
Os níveis de irrigação: baixo (50% da ETc), moderado (75% da ETc), adequado (100% da ETc), renderam ao diâmetro da copa os maiores médias indicando que o uso de irrigação em déficit não prejudicou a cultura da alface quanto a esse parâmetro.

Para a fertirrigação, a resposta foi linear crescente com incremento de 27% ao se usar o maior nível (150% da recomendação) em comparação ao nível mais baixo estudado, com copa com diâmetro entorno de 15 cm.

A massa fresca da parte área teve resposta significativa para níveis de fertirrigação ($P < 0,01$), em que o melhor ajuste foi alcançado com a equação linear, que indicou incrementos de 0,26 (75%), 0,19 (100%), 0,17(125%) e 0,14 g (150%) ao se avaliar comparar com a lâmina antecessora (Figura 5). A fertirrigação de 150 alcançou cerca de 97,34 g, isso indica que uma fertirrigação 50% acima do recomendado daria um retorno de 8.760,60 kg ha⁻¹.

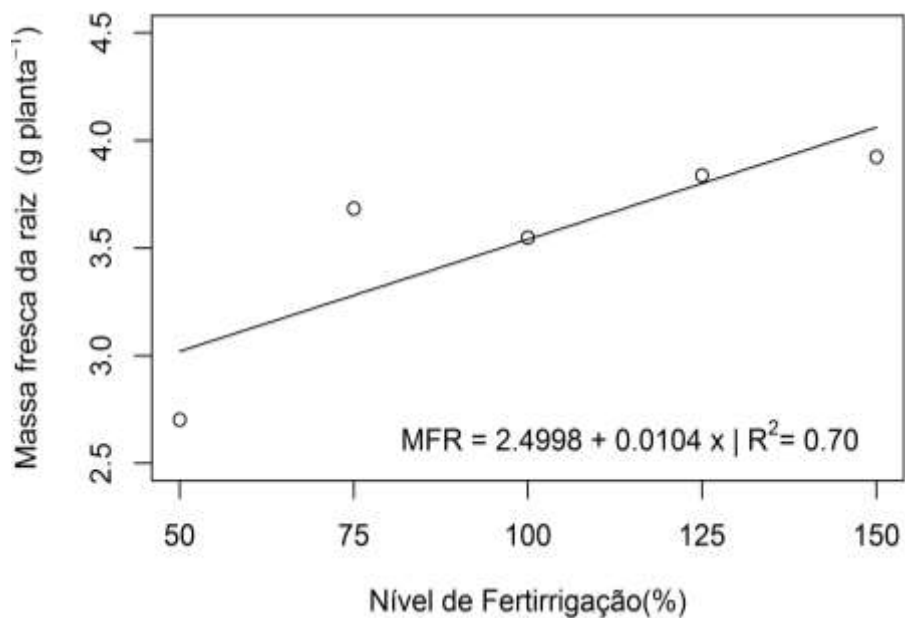
As doses de fertirrigação influenciaram o acúmulo de massa fresca da raiz ($P < 0,01$), ao utilizar a equação de ajuste verificou-se que o maior nível de fertirrigação proporcionou um acúmulo de 4,05 g sendo superior ao nível mais baixo estudado (3,01 g) em uma margem de 34% (Figura 6).

Figura 5. Massa fresca da parte aérea (g planta^{-1}) da alface (*Lactuca sativa* L.) em função dos níveis de fertirrigação.



Fonte: Autores.

Figura 6. Massa fresca da raiz (g planta^{-1}) da alface (*Lactuca sativa* L.) em função dos níveis de fertirrigação.

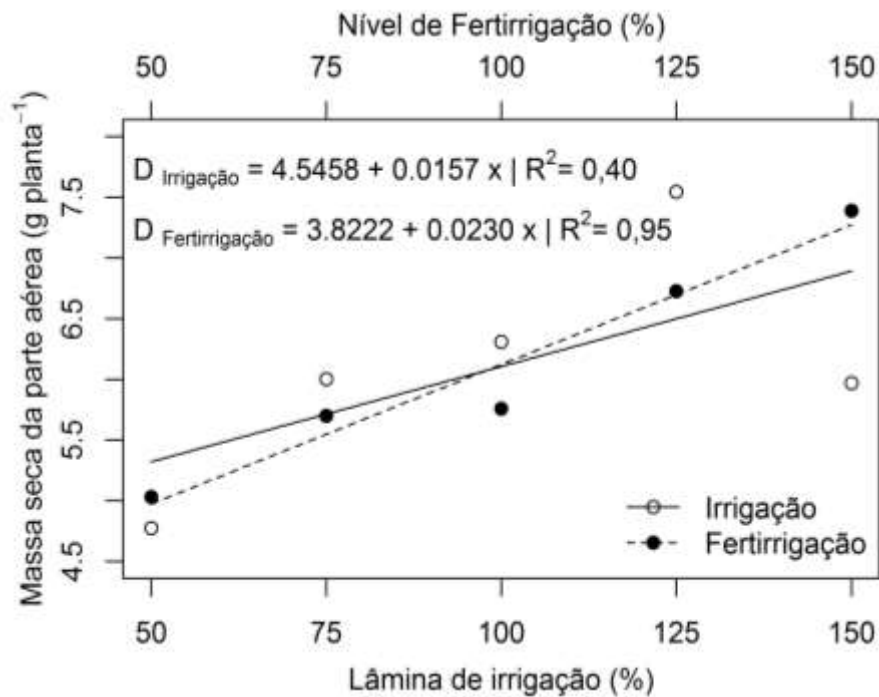


Fonte: Autores.

Os fatores lâminas de irrigação e fertirrigação influenciaram estatisticamente a massa seca da parte aérea, todavia não há interação entre eles ($P < 0,01$, respectivamente). Com

relação a lâmina de irrigação, a acumulação de massa foi menor quanto maior era o nível de água (Figura 7).

Figura 7. Massa seca da parte aérea (g planta^{-1}) da alface (*Lactuca sativa L.*) em função das lâminas de irrigação e níveis de fertirrigação.

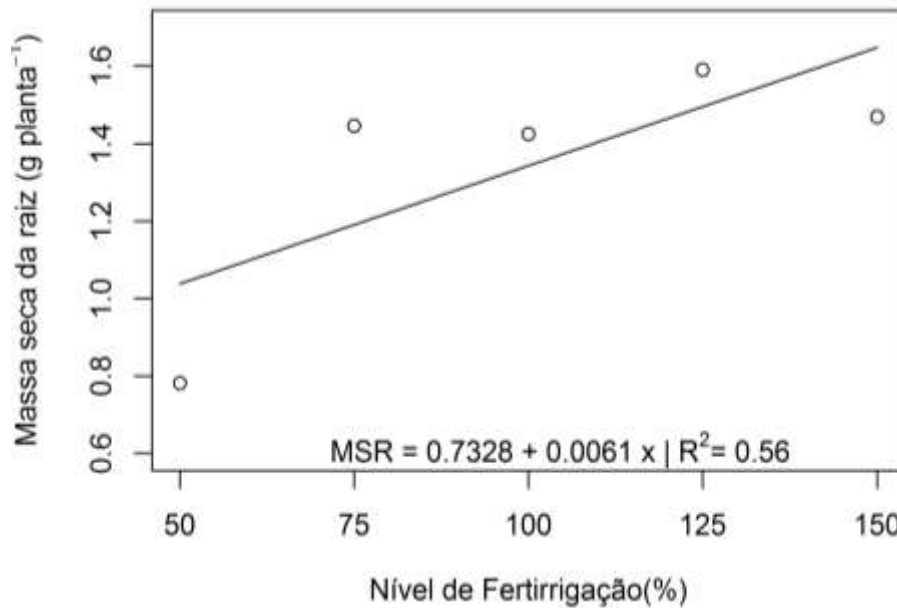


Fonte: Autores.

Para cada aumento na lâmina de irrigação, houve um acréscimo de 0,06 g na massa seca, quando comparado a lâmina de irrigação antecessora, atingindo o valor máximo de 6,9 g com a lâmina de irrigação à 150%. Enquanto na fertirrigação, o incremento linear indicou que o nível de 150% da recomendação implicou num acúmulo de massa seca da parte aérea de 7,2 g por planta, sendo superior em 46% da menor fertirrigação aplicada (4,9 g por planta).

Quando se verificou a MSR observou-se efeito significativo da fertirrigação ($P < 0,01$), com melhor ajuste em equação linear que indicou que o uso do maior nível de fertirrigação (150%) implementou aumento em 58% de massa seca da raiz quando comparado a lâmina de 50% da recomendação (Figura 8).

Figura 8. Massa seca da raiz (g planta^{-1}) da alface (*Lactuca sativa L.*) em função dos níveis de fertirrigação.



Fonte: Autores.

4. Discussão

O uso de nutrientes (NPK) disponibilizado via lâmina de irrigação melhoraram as respostas morfofisiológicas da cultura da alface cultivar veneranda. Isso pode estar relacionado a melhora do metabolismo das plantas que já foi averiguado em sementes, mudas e na colheita em outros estudos (Codognoto, et. al., 2019; Oliveira, et. al., 2020; Quaresma, et. al., 2020).

A clorofila, por exemplo, que é o principal pigmento das plantas, pois é responsável pelo processo fotossintético (Mandal, & Dutta, 2020), tem no fator água uma peça fundamental na geração de energia do aparelho fotossintetizante, que em situação de maiores estresse exprime resultados ínfimos pela clorofila *a* (Taíz, et al., 2017). Neste estudo, o índice de clorofila indicou que a irrigação em níveis mais baixos afetou de forma negativa, enquanto a implementação de nutrientes auxiliou no aumento da atividade desse pigmento.

O aumento da altura e do número de folhas pode ser explicado devido aos teores de NPK serem nutrientes requeridos em maiores quantidades e pelos seus baixos teores presentes no solo em estudo ($56,33$ e 69 mg dm^{-3} , respectivamente).

Segundo Yuri, et al (2015), o nitrogênio participa de diversos processos fisiológicos vitais para o ciclo de vida das plantas, tais como a absorção iônica, fotossíntese, respiração,

multiplicação e diferenciação celulares e herança. No entanto, este nutriente requer um manejo especial quanto à adubação, por ser de fácil lixiviação e pelo fato da alface absorver maior quantidade na fase final do ciclo (Mota, et al., 2016).

O fato do diâmetro da copa ter maior expansão e a massa seca da parte aérea ter maior peso com a irrigação por déficit pode estar relacionado as condições de estresse abiótico ter estimulado a biossíntese de fitoquímicos nas plantas e melhorado a qualidade da colheita (Malejane, et. al., 2018). Logo os níveis considerados: baixo (50% da ETc), moderado (75% da ETc) e adequado (100% da ETc) podem ser implementados na cultura sem grandes prejuízos.

De acordo com Shah, et al. (2016) a produtividade da cultura está diretamente relacionada ao fornecimento hídrico. Malejane, et al. (2018) afirmam que irrigação por déficit tem potencial para melhorar os fitoquímicos presentes na alface.

Resultados diferentes foram encontrados por Oh, et. al. (2010), em que a exposição da alface ao estresse hídrico múltiplo resultou em uma redução no crescimento da parte aérea, enquanto uma única exposição antes da colheita não teve nenhum efeito adverso sobre o crescimento de plantas de alface.

O bom desempenho tanto da massa fresca da parte aérea quanto da raiz podem ser reflexos do incremento em diâmetro, número e altura das folhas citados anteriormente, quando fertirrigada.

Rezende, et al., (2017) ao estudarem a fertirrigação de nitrogênio e potássio observaram que ambas aliadas à adubação de plantio podem estimular o aumento do crescimento da cultura da alface. Isto ocorre porque o potássio age na planta principalmente como ativador enzimático, regulador da abertura e fechamento dos estômatos, além de atuar como regulador do turgor celular (Almeida, et al., 2011). Teores adequados de K na planta podem aumentar a resistência ao armazenamento pós-colheita.

Vale ressaltar que o acúmulo da massa seca é uma das formas de definir a capacidade produtiva da planta, pois está altamente relacionada a produção fotossintética e ao acúmulo de nutrientes da planta (Magalhães, 1979; Taiz, et al., 2017).

Borges, et al. (2019) em estudo sobre o cultivo consorciado de alface, cebolinha e coentro na Amazônia, obtiveram para o cultivo solteiro da alface, com adubação de esterco de frango, massa fresca da alface de apenas 72 gramas. Além disso, o peso seco significativamente maior por planta foi observado com fertirrigação (181,9 g) sobre irrigação por gotejamento (Hebbar, et. al., 2004).

Biscaro, et al. (2003), observaram que os maiores valores de altura e massa seca da parte aérea foram obtidos com plantas irrigadas com água receptora de efluentes urbanos apresentando alta concentração de N (70 mg kg^{-1}) e quantidades expressivas de P (12 mg kg^{-1}), K ($5,53 \text{ mg kg}^{-1}$), entre outros. Silva, et al. (2018), estudando doses de NPK em tomateiro cv. Marmande e seu desempenho a campo no Cerrado, não encontram influência significativa das doses em relação à altura.

5. Considerações Finais

A alface, cultivar veneranda, demonstrou para os parâmetros morfofisiológicos estudados, não ser sensível aos níveis de irrigação: baixo (50% da ETc), moderado (75% da ETc) podem estes serem usados no Agreste Alagoano sem prejuízos no rendimento da cultura da alface.

A fertirrigação possibilita acréscimos positivos a vários parâmetros da alface, como massa fresca da parte aérea, diâmetro da copa e número de folhas com melhores resultados para as maiores doses (100%, 125% e 150% da recomendação). Contudo, são necessários estudos sobre os custos de fertirrigação com 150% da recomendação para saber se o empreendimento possui benefício/custo viável ao produtor.

Referências

- Alves, E. D. S., Lima, D. F., Barreto, J. A. S., Dos Santos, D. P., Dos Santos, M. A. L. (2017). Determinação do coeficiente de cultivo para a cultura do rabanete através de lisimetria de drenagem. *Irriga*, 22, 194–203.
- Almeida, T. B. F., Prado, R. M., Correia, M. A. R., Puga, A. P., Barbosa, J. C. (2011). Avaliação nutricional da alface cultivada em soluções nutritivas suprimidas de macronutrientes. *Biotemas*, 24, 27-36.
- Barros, A.H.C., Filho, J. C. A, Da Silva, A. B., Santiago, G. A. C. F. (2012). *Climatologia do Estado de Alagoas*. Recife, Embrapa, 33.

Biscaro, G. A., Trigueiro, R. de M., Cruz, R. L., Lopes, M. D. C. (2003). Germination, and development of american lettuce seedlings (*Lactuca sativa* L.) irrigated with home and industrial effluent-receiving waters. *Irriga*, 9, 207-216.

Borges, L. S., Parreira, M. C., Cruz, M. V, Gonçalves, C. J. B., Filho, D. M., Silva, C. H. S., Ribeiro, D. P. (2019). Cultivo Consorciado de alface, cebolinha e coentro na Amazônia Tocantina. *Brazilian Journal of Development*, 5, 6092–6106.

Cavalcante, F. J. de A. (2008). *Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: segunda aproximação*. (2a ed.), Recife: Instituto Agrônômico de Pernambuco, IPA. 212.

Codognoto, L. D. C., Conde, T. T., Maltoni, K. L., Faria, G. A., & Dos Reis, A. R. (2019). Physiological response of marandu grass seeds exposed to npk fertilizer. *Ciencia Rural*, 49(6).

Dukes, M. D., Zotarelli, L., & Morgan, K. T. (2010). Use of Irrigation Technologies for Vegetable Crops in Florida, 20(February).

Embrapa (2018). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. (5a ed.), Brasília: EMBRAPA-SPI, 356.

Fao. Food and agriculture Organization of the United Nations. Set, 2020. <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>

Ferreira, E. B., Cavalcanti, P. P., Nogueira, D. A. (2014). ExpDes: An R Package for ANOVA and Experimental Designs. *Applied Mathematics*, 05, 2952–2958. Recuperado de <http://www.scirp.org/journal/doi.aspx?>

Hagin, J., & Lowengart, A. (1996). Fertigation for minimizing environmental pollution by fertilizers, 23–24.

Hebbar, S. S., Ramachandrapa, B. K., Nanjappa, H. V, & Prabhakar, M. (2004). Studies on NPK drip fertigation in field grown tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.), 21, 117–127.

Koppen, W. (1948). *Climatologia: com um estudo de los climas de la tierra*. Publications In: *Climatology*. Laboratory of Climatology, New Gersey.

Magalhães, A. C. N. (1979). *Análise quantitativa do crescimento*. In: FerrI, M.G. *Fisiologia vegetal*. São Paulo: EDUSP, 331-350.

Malejane, D. N., Tinyani, P., Soundy, P., Sultanbawa, Y., & Sivakumar, D. (2018). Deficit irrigation improves phenolic content and antioxidant activity in leafy lettuce varieties, (November 2017), 334–341.

Mandal, R., & Dutta, G. (2020). From Photosynthesis to Biosensing: Chlorophyll proves to be a versatile molecule. *Sensors International*, 1(September), 100058. Elsevier Ltd. Recuperado de <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2666351120300589>

Montesano, F. F., Iersel, M. W. Van, & Parente, A. (2016). Timer versus moisture sensor-based irrigation control of soilless lettuce : Effects on yield , quality and water use efficiency. *Hort. Sci (prague)*, 43(2), 67–75.

Mota, J. H., Silva, C. C. R., Yuri, J.E., Resende, G.M. (2016). Produção de alface americana em função da adubação nitrogenada nas condições de primavera em jataí-go. *Revista de Agricultura*, 91, 156 – 164.

Nirgude, V., Misra, K. K., Singh, P. N., Singh, A. K., & Singh, N. (2018). NPK fertigation of stone fruit crops : A review, 6(2), 3134–3142.

Oh, M., Carey, E. E., & Rajashekar, C. B. (2010). Regulated Water Deficits Improve Phytochemical Concentration in Lettuce. *J. Amer. Soc. Hort*, 135(3), 223–229.

Oliveira, R. C., Silva, J. E. R., Aguilar, A. S., Marquez, G. R., & Luz, J. M. Q. (2020). Fertilizantes NPK e reguladores de crescimento potencializam a formação de mudas de tomate industrial? *Brazilian Journal of Development*, 6(5), 30912–30924.

Quaresma, J. P., Pacheco, D. D., Silva, T. C., & Batista, C. H. (2020). Produção de mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa*) em resposta a calagem, NPK e

micronutrientes. *Research, Society and Development*, 53(9), 1689–1699.

Rezende, R., Souza, R. S. de, Maller, A., Freitas, P. S. L. de, Gonçalves, A. C. A., & Rezende, G. S. (2017). Produção e qualidade comercial de alface fertirrigada com nitrogênio e potássio em ambiente protegido. *Revista Ceres*, 64(2), 205–211. Recuperado de http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2017000200205&lng=pt&tlng=pt

R Core Team. (2019). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

Sabat, T., Kaniszewski, S., & Dyśko, J. (2019). Flood fertigation of leaf lettuce grown in various substrates. *Journal of Elementology*, 24(1), 19–29. Recuperado de <http://jsite.uwm.edu.pl/articles/view/1607/>

Shah, W. A., Haya, Z., Amin, R., Anwar, S., Islam, M., Ikramullah, A. Effect of irrigation levels and seed rates on wheat production. *Pure and Applied Biology*. 5 (4): 895-905, 2016.

Santos, M. A. L., Santos, L. A., Lucas, A. A. T., Gomes Filho, R. R., & Santos, D. P. (2020). *Desenvolvimento de Pesquisa Científica na Agricultura Irrigada. Sistema lisimétrico de informações para monitoramento do consumo de água pelas plantas (SLIMCAP)*, Editora Atena, c.7, 58-65. Doi: 10.22533/at.ed.8872028107.

Silva, V. L., Oliveira, A. C. De, Farias, G. A., Vilanova, W., & Pereira, L. (2018). Revista de Agricultura Neotropical Doses de NPK em tomateiro cv . Marmande e seu desempenho a campo no Cerrado. *Revista de Agricultura Neotropical*, 5(2358–6303), 54–59.

Taiz, L., Zeiger, E., Moller, I. M. (2017). *Fisiologia e desenvolvimento vegetal*. (6a ed.), Porto Alegre: Artmed, 888.

Xavier, R. A., Dornellas, P. C. (2005). Análise do comportamento das chuvas no município de Arapiraca, região agreste de Alagoas. *Geografia*, 14 (2), 49 -64.

Yuri, J. E., Resende, G. M. de, Mota, J. H., Souza, R. J. de, Petrazzini, L. L. (2015). Produção de alface americana em função da época de cultivo e doses de nitrogênio. *Revista Agrotecnologia*, Anápolis – GO, 6 (1), 55 - 65.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Joslanny Higino Vieira – 50,0%

Laylton de Albuquerque Santos – 10%

Jadla Higino Vieira – 10%

Cinara Bernardo da Silva – 10%

Márcio Aurélio Lins dos Santos – 10%

Inajá Francisco de Souza – 10%