



PRODUÇÃO DE BIOMASSA EM PLANTAS DE ALFACE IRRIGADAS COM ÁGUA SALINA: O PAPEL DA MATÉRIA ORGÂNICA COMO MITIGADORA DOS EFEITOS DA SALINIDADE

André Araújo do Nascimento¹, Mateus Lima Silva², Joaquim Mauro de Moura Neto²,
Alexandre Reuber Almeida da Silva³

RESUMO: A salinidade na água de irrigação é um grande problema para a produção agrícola no Brasil, em especial em regiões semiáridas, na qual a irrigação é substancialmente necessária. O uso da matéria orgânica poderá suavizar os efeitos da salinidade nas plantas, em consideração a isso, o trabalho tem como intuito avaliar a produção e alocação de biomassa sujeitos (ou não) à salinidade, considerando também a associação da influência da presença e da ausência da matéria orgânica. O experimento foi conduzido em casa de vegetação (sombrite), delineamento inteiramente casualizado e disposto em um esquema fatorial 2 x 2, com águas de irrigação com valores de 0,8 e 1,8 dS m⁻¹ e dois níveis de fertilização orgânica, presença e ausência. Dos resultados, conclui-se que a maior salinidade da água limita o acúmulo e a produção de biomassa nas folhas e nas raízes. A matéria orgânica contribuiu independentemente para o maior acúmulo de biomassa. Embora a matéria orgânica tenha favorecido o desempenho das plantas, os resultados não são suficientes para considerarmos que a mesma foi capaz de atenuar os efeitos adversos da salinidade, haja vista que a mesma não interagiu estatisticamente com a salinidade.

PALAVRAS-CHAVE: Salinidade, balanço de carbono, estresse vegetal.

BIOMASS PRODUCTION IN LETTUCE PLANTS IRRIGATED WITH SALINE WATER: THE ROLE OF ORGANIC MATTER AS A MITIGATOR OF SALINITY EFFECTS

¹ Graduando em Engenharia Agrícola, IFCE – Campus Iguatu, Fone (88) 997208044, CEP 63500-000, Iguatu, CE, e-mail: andrezito0088@gmail.com

² Graduando em Engenharia Agrícola, IFCE – Campus Iguatu

³ Prof. Doutor, Depto de Engenharia Agrícola, IFCE, Iguatu, CE

ABSTRACT: Salinity in irrigation water is a major problem for agricultural production in Brazil, especially in semi-arid regions where irrigation is necessary. The use of organic matter can soften the effects of salinity on plants, in consideration of this, the work is intuitive to evaluate the production and allocation of biomass subject (or not) to salinity, also considering the association of the influence of the presence and absence of organic matter. The experiment was controlled in a greenhouse (shading), completely randomized design arranged in a 2 x 2 factorial scheme, with irrigation water values of 0.8 and 1.8 dS m⁻¹ and two levels of organic fertilization, presence and absence. From the results, it is concluded that the higher salinity of the water limits the accumulation and production of biomass in leaves and roots. Organic matter independently contributed to the highest biomass accumulation. Although organic matter favored plant performance, the results are not enough to consider that it was able to attenuate the adverse effects of salinity, given that it did not statistically interact with salinity.

KEYWORDS: Salinity, carbon balance, plant stress.

INTRODUÇÃO

A alface é uma espécie relativamente exigente no tocante às propriedades químicas e físicas do solo para a manifestação de seus potenciais produtivos. Assim, ao longo do sistema de produção da cultura a fertilização é uma prática agrícola que deverá ser empregada e que onera o custo de produção, mas pode-se considerar que esse investimento na fertilidade do solo também é capaz de acarretar uma recompensadora resposta econômica. Esta rentabilidade advém não só dos maiores volumes de produção, mas também da obtenção de produtos com aspecto uniforme e, conseqüentemente, maior valor comercial. A utilização de adubos orgânicos tem se tornado uma opção para reduzir a quantidade de adubos minerais utilizados no cultivo da alface (RICCI et al., 1994).

Além dos aspectos associados ao solo, a cultura da alface mostra-se extremamente sensível à deficiência hídrica, o que faz com que a prática da irrigação se torne necessária. Por outro lado, a oferta de água de qualidade superior tem se tornado limitada, sobretudo, em regiões semiáridas, o que faz com que a irrigação muitas vezes tenha que ser realizada com águas caracterizadas por deterem elevados teores de sais, o que poderá expor as plantas cultivadas, sobretudo, aquelas mais sensíveis, ao estresse salino. A salinidade pode ser ainda definida como a condição na qual a formação ou superfície de sais solúveis, sódio trocável, ou ambos, afetam o desenvolvimento da planta.

No entanto, problemas de salinidade em solos agricultáveis estão relacionados às respostas das plantas em termos de fisiologia e metabolismo vegetal, afetando as plantas desde a germinação até o desenvolvimento, levando à diminuição da produtividade e, em casos mais graves, possível morte (FARIAS, 2008).

Todavia, estudos revelam que a adição de matéria orgânica seria capaz de atenuar os efeitos adversos da salinidade. Neste sentido, o presente trabalho tem o intuito de analisar se a aplicação de matéria orgânica é capaz de amenizar o efeito da salinidade na água de irrigação nas plantas de alface, através dos impactos mensurados na produção e na alocação de biomassa.

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 salinidade da água de irrigação (0,8 e 1,8 dS m⁻¹) e dois níveis de fertilização orgânica (com e sem suplementação de matéria orgânica). Foram utilizadas quatro repetições, sendo cada parcela experimental constituída de uma planta por vaso, perfazendo um total de dezesseis parcelas.

O solo utilizado como substrato para o cultivo das plantas de alface no experimento pertence à classe dos Neossolos.

Esse solo foi coletado em uma área na qual cultivou-se anteriormente plantas de cajueiro em regime de sequeiro e que foi dizimado em decorrência da necessidade de renovação do referido pomar. Assim, por ocasião da coleta de solo, a área em questão encontrava-se em pousio.

Na sequência, foram retiradas amostras de solo da camada de 0 – 0,20 m, as quais, foram extraídas com os auxílios de enxadas e pás manuais. Ainda em campo, as amostras de solo foram destorroadas, homogeneizadas e passadas em uma peneira com abertura de 4 mm.

Nessa ocasião, foram retiradas subamostras de solo, visando constituir uma amostra composta representativa, para fins de caracterização dos atributos físicos e químicos iniciais, antes da aplicação dos tratamentos e a posterior condução do experimento.

Essa amostra foi devidamente homogeneizada, preparada e encaminhada ao Laboratório de Solos, Água e Tecidos Vegetais (LABSAT), do campus Limoeiro do Norte do IFCE, cujos resultados estão expressos nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1. Atributos físicos do solo, antes do desenvolvimento do experimento. Iguatu, Ceará, 2022.

| Composição granulométrica | | | | Classe textural | Densidade | | Porosidade total |
|----------------------------------|------------|-------|--------|-----------------|-------------------------------|------------|--|
| Areia grossa | Areia fina | Silte | Argila | | Solo | Partículas | |
| (----- g kg ⁻¹ -----) | | | | (-) | (---- g cm ⁻³ ---) | | (- cm ³ cm ⁻³ -) |
| 363 | 426 | 151 | 59 | Areia franca | 1,45 | 2,69 | 0,46 |

Tabela 2. Atributos químicos do solo, antes do desenvolvimento do experimento. Iguatu, Ceará, 2022¹.

| C | M.O. | P | K | Ca | Mg | Na | Al | H + Al |
|--|-------|------------------------|--|-------|------|-----------------------|---------------|--------|
| (----- g kg ⁻¹ -----) | | (mg dm ⁻³) | (----- mmol _c dm ⁻³ -----) | | | | | |
| 16,78 | 28,92 | 156 | 4,72 | 70,4 | 22,6 | 1,54 | N.D. | N.D. |
| SB | CTC | V | m | PST | pH | CE | Classificação | |
| (- mmol _c dm ⁻³ -) | | (----- % -----) | | (-) | | (dS m ⁻¹) | | |
| 99,3 | 99,3 | 100 | 2 | 0 | 7,2 | 1,17 | Normal | |

¹N.D. – não detectável pelo método; pH – potencial hidrogênioônico, CE – condutividade elétrica do extrato de saturação do solo; SB – soma de bases; CTC – capacidade de troca de cátions; V – percentagem de saturação por bases; PST – percentagem de sódio trocável; C - carbono orgânico; M.O. – matéria orgânica; Classificação - Richards (1954 apud RIBEIRO, 2010).

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.

Inicialmente, antes da deposição do solo nos vasos que seriam utilizados para a realização do experimento, depositou-se, ao fundo desses, uma camada de brita nº 1, de aproximadamente 5 cm de espessura, para facilitar a livre drenagem do excedente hídrico. Na sequência, procedeu-se o preenchimento com solo, até que aproximadamente 5 cm da borda do vaso ficasse livre.

Após o preenchimento dos vasos com o solo, adicionaram-se, conforme os tratamentos níveis de fertilização orgânica (com e sem suplementação de matéria orgânica) o insumo orgânico, obedecendo à disposição proposta pelo layout experimental, previamente idealizado.

Nos tratamentos que receberam à suplementação da adubação orgânica, utilizou-se como fonte humus de minhoca comercial, conforme a dosagem indicada pelo fabricante, que resultou

na recomendação de 1 L vaso⁻¹, o qual foi incorporado manualmente e homogeneizado às amostras de solo nos vasos.

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.

As mudas de alface, cultivar Jade, foram produzidas em bandejas de poliestireno com 128 células, empregando o substrato comercial Plantmax Folhosas®, onde semeou-se 1 semente por célula. Durante o período entre a semeadura e o transplante, as bandejas permaneceram sobre estrados de madeira, no interior de uma casa de vegetação com transparência à radiação solar de 50%. Não foi feita qualquer aplicação de nutrientes ao longo desta etapa. A água foi fornecida às mudas através de irrigações feitas várias vezes ao dia via nebulização, de forma a manter sempre elevado o teor de umidade do substrato.

Antes do transplântio das mudas de alface para os vasos, realizou-se um procedimento de irrigação nos vasos, para possibilitar a elevação da umidade do solo em todos os demais tratamentos até a capacidade de máxima retenção de água dos vasos.

Aos 22 dias após a semeadura das bandejas, o transplântio foi realizado. Nessa ocasião, as mudas apresentavam uma média de quatro folhas definitivas.

A água utilizada para a irrigação do experimento era proveniente de um poço freático, cuja condutividade elétrica média registrada no período experimental foi de 0,80 dS m⁻¹, mensurada em condutivímetro portátil. O nível de salinidade de 1,8 dS m⁻¹ foi obtido mediante adição de NaCl, na água oriunda do poço freático.

A água de irrigação referentes a cada nível salino foram preparadas e armazenadas em caixas plásticas, com capacidade volumétrica de 100 L.

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, variando a fonte hídrica, conforme o nível de salinidade do layout experimental, ao passo que todas as unidades experimentais receberam diariamente a mesma quantidade de água.

O manejo da irrigação foi baseado nas condições climáticas, a partir da estimativa diária da evapotranspiração da cultura – ETc, sendo diariamente repostas aos vasos uma lâmina equivalente a 100% da ETc, devidamente estimadas em volume, conforme as dimensões dos vasos utilizados no experimento. A ETc foi estimada a partir da multiplicação da evapotranspiração de referência (ETo) e do coeficiente de cultura (Kc).

Para a estimativa diária da evapotranspiração de referência (ETo), utilizaram-se dos valores médios mensais de evapotranspiração obtidos por Rodrigues et al. (2017), 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 ETo utilizados nas estimativas das lâminas de água aplicadas foram multiplicados pelo fator 0,70; com vistas a correção da ETo em função do ambiente de cultivo, tendo em vista que, em geral, a evapotranspiração no interior do ambiente protegido fica em torno de 60 % a 80 % da verificada externamente (VIANA, 2000).

Já para a estimativa diária da ETc, utilizaram-se dos coeficientes da cultura (Kc's) em função dos dias após o transplante das mudas, obtidos por Santana, Mancin & Ribeiro (2016), conforme o apresentado na Tabela 3, a seguir.

Tabela 3. Coeficientes de cultura (Kc) em função dos dias após transplante da alface¹.

| Dias após o transplante | Kc |
|-------------------------|------|
| 0 aos 8 | 0,54 |
| 9 aos 16 | 0,84 |
| 17 aos 24 | 0,96 |

¹Fonte: Adaptado a partir de Santana, Mancin & Ribeiro (2016).

A produção e a alocação de biomassa das plantas de alface foram avaliadas a partir das seguintes variáveis: massas frescas e secas das folhas, massa seca radicular e relação raiz/ parte aérea.

Para tanto, as plantas foram seccionadas na altura da superfície do solo e para a mensuração da biomassa seca das raízes, elas foram separadas do solo por lavagem em água corrente.

Na sequência, as amostras das partes aéreas e das raízes das plantas foram pesadas em balança analítica para fins de obtenção das massas frescas e seguidamente acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secar em estufa com circulação de ar forçado, mantendo-se a

temperatura na faixa de 65 °C no Laboratório de Análises de Água, Solos e Tecidos Vegetais (LABAS) do campus Iguatu do IFCE.

O tempo de secagem foi determinado por pesagens das amostras até a manutenção de peso constante. Após a secagem, cada amostra foi pesada em balança analítica para aferição da biomassa seca total acumulada nas folhas e nas raízes, sendo o valor apresentado o correspondente a média aritmética de quatro plantas amostradas, expresso em (g planta⁻¹).

A relação parte raiz/parte aérea, foi calculada dividindo-se massa seca total do sistema radicular pela massa seca total da parte aérea, cujos valores foram expressos de forma adimensional.

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.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos das análises das variâncias para os dados de massa fresca das folhas (MFFOLHAS), massa seca das folhas (MSFOLHAS), massa seca radicular (MSRADICULAR) e relação raiz/ parte aérea (RAIZ/ AÉREA) encontram-se na Tabela 4. Os resultados evidenciaram que os fatores salinidade e matéria orgânica influenciaram significativamente todas as variáveis em questão. Todavia, sem a evidência de efeitos significativos nas interações entre os fatores em estudo.

Tabela 4. Resumo das análises das variâncias para os dados de massa fresca das folhas (MFFOLHAS), massa seca das folhas (MSFOLHAS), massa seca radicular (MSRADICULAR) e relação raiz/ parte aérea (RAIZ/ AÉREA) de plantas de alface submetidas à irrigação com água de baixa e alta salinidade, associadas à ausência e à presença de suplementação de matéria orgânica ao substrato. Iguatu, Ceará, 2022¹.

| FV | GL | Quadrados médios | | | |
|-------------------------|----|----------------------|----------------------|-------------------------|-----------------------|
| | | MF _{FOLHAS} | MS _{FOLHAS} | MS _{RADICULAR} | RAIZ/ AÉREA |
| Salinidade da água (SA) | 1 | 142,31** | 6,65** | 0,03** | 0,00046** |
| Matéria orgânica (H) | 1 | 22,67** | 1,67** | 0,01** | 0,00036** |
| Interação SA x MO | 1 | 0,53 ^{ns} | 0,58 ^{ns} | 0,01 ^{ns} | 0,00004 ^{ns} |
| Tratamentos | 3 | 55,17** | 2,97** | 0,01** | 0,00029** |
| Resíduo | 12 | 1,85 | 0,27 | 0,01 | 0,00001 |
| Total | 15 | (-) | (-) | (-) | (-) |
| CV (%) | | 9,12 | 8,55 | 16,63 | 16,84 |

¹FV, fontes de variação, GL, graus de liberdade (*), significativo a 5% de probabilidade; (**), significativo a 1% de probabilidade, (ns), não significativo pelo teste F.

Tratando as variáveis e os tratamentos salinidade e matéria orgânica separadamente, pode-se verificar na Tabela 5 que o maior teor de sais da água de irrigação limitou o acúmulo e a produção de biomassa foliar e radicular. A presença de grandes quantidades de sais na água dificulta as absorções pelas raízes, comprometendo também a produção de biomassa da parte aérea.

Tabela 5. Massa fresca das folhas (MFFOLHAS), massa seca das folhas (MSFOLHAS), massa seca radicular (MSRADICULAR) e relação raiz/ parte aérea (RAIZ/ AÉREA) de plantas de alface submetidas à irrigação com água de baixa e alta salinidade. Iguatu, Ceará, 2022¹.

| Salinidade da água | M _F FOLHAS (g planta ⁻¹) | M _S FOLHAS (g planta ⁻¹) | M _S RADICULAR (g planta ⁻¹) | RAIZ/ AÉREA (adimensional) |
|-----------------------------|--|--|---|-------------------------------|
| CE = 0,8 dS m ⁻¹ | 17,90 a | 6,75 a | 0,17 a | 0,02 a |
| CE = 1,8 dS m ⁻¹ | 11,94 b | 5,46 b | 0,07 b | 0,01 b |
| DMS | 1,48282 | 0,56885 | 0,02260 | 0,00361 |

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

Essas diferenças nas produções biomassa da alface em condições salinas é explicada pelo fato de que as plantas precisam de água para o seu metabolismo durante a transpiração e para o funcionamento da respiração. A salinidade reduz o potencial livre de água no solo, dificultando a absorção pelas raízes e comprometendo o balanço hídrico, o que resulta em menores taxas de transpiração e respiração, pois a planta acaba fechando os estômatos como forma de conservar a pequena quantidade de água que está presente em si mesma (BARBOSA et al., 2019).

A matéria orgânica também afetou de forma independente as variáveis apresentadas na Tabela 6, e sua presença resultou no maior acúmulo de biomassa nas folhas e raízes. Podemos atribuir esse melhor desenvolvimento radicular ao fato de que a matéria orgânica ajuda na estrutura do solo. Os resultados no geral foram condizentes com a literatura, uma vez que os resultados presentes se igualam aos encontrados por Oliveira et al. (2011) e Oliveira et al. (2009), que expressaram o quão fundamental para o desenvolvimento vegetal são os tratamentos estudados.

Tabela 6. Massa fresca das folhas (MFFOLHAS), massa seca das folhas (MSFOLHAS), massa seca radicular (MSRADICULAR) e relação raiz/ parte aérea (RAIZ/ AÉREA) de plantas de alface submetidas à ausência e à presença de suplementação de matéria orgânica ao substrato. Iguatu, Ceará, 2022¹.

| Matéria orgânica | M _F FOLHAS (g planta ⁻¹) | M _S FOLHAS (g planta ⁻¹) | M _S RADICULAR (g planta ⁻¹) | RAIZ/ AÉREA (adimensional) |
|------------------|--|--|---|-------------------------------|
| Ausência | 13,73 b | 5,78 b | 0,08 b | 0,01 b |
| Presença | 16,11 a | 6,43 a | 0,15 a | 0,02 a |
| DMS | 1,48282 | 0,56885 | 0,02260 | 0,00361 |

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

CONCLUSÕES

A maior salinidade da água limita o acúmulo e a produção de biomassa nas folhas e nas raízes. A matéria orgânica contribuiu independentemente para o maior acúmulo de biomassa. Embora a matéria orgânica tenha favorecido o desempenho das plantas, os resultados não são suficientes para considerarmos que ela foi capaz de atenuar os efeitos adversos da salinidade, haja vista que ela não interagiu estatisticamente com a salinidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, L. C.; PORTO, S. M.; BERTOLDE, F. Z. Análise estomática de duas espécies arbóreas nativas de Mata Atlântica. **Revista PINDORAMA**, v. 8, n. 8, p. 1-9, 2019.

FARIAS, S. G. G. **Estresse osmótico na germinação, crescimento e nutrição mineral de glicirídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.))**. 61f. (Dissertação – Mestrado) Universidade Federal de Campina Grande. Brasil, 2008.

OLIVEIRA, E. de; QUEIROZ, S. de; SILVA, V. Influência da matéria orgânica sobre a cultura da alface. **Engenharia Ambiental: Pesquisa e Tecnologia**, v. 6, n. 2, 2009.

OLIVEIRA, F. DE A. de et al. Desempenho de cultivares de alface submetidas a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental [online]**, v. 15, n. 8, p. 1807-1929, 2011.

RICCI, M. S.; CASALI, V. W. D.; CARDOSO, A. A.; RUIZ, H. A. Produção de alface adubadas com composto orgânico. **Horticultura Brasileira**, v.12, 1994.

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**, v. 2, p. 7-13, 2016.

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.