

Efeito do hidrogel e da peletização de sementes na produção de mudas de alface

Guilherme Rodrigues de Sousa¹; 0009-0002-0623-6586
Lucas Carvalho Soares²; 0000-0001-6618-295X
Eduardo Alves de Souza³; 0123-0123-0123-0123
Adriana Ursulino Alves⁴; 0000-0002-3074-6079
Gabriele Cristina Nunes da Silva¹; 0009-0006-7001-6149
Camila Costa Pereira¹; 0009-0007-1670-7931
Antonio Rodrigues de Sousa¹; 0009-0001-7144-427X
Edivania de Araujo Lima⁵; 0000-0002-9634-9180

- 1 – Alunos de Graduação, UFPI, Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, PI
2 – UFRRJ, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.
3 – IDAF/ES, Instituto De Defesa Agropecuária E Florestal Do Espírito Santo, Vitória, ES.
4 – Prof.^a Dr.^a UFPI, Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, PI
5 – Prof.^a Dr.^a UFPI, Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI
lucasolisoares@hotmail.com (contato principal)

Resumo: O presente estudo avaliou o efeito do hidrogel, em formas hidratada e não hidratada, associado a sementes nuas e peletizadas, no crescimento inicial de mudas de alface (*Lactuca sativa*). O experimento foi conduzido em ambiente protegido, no município de Bom Jesus-PI, em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 2, com oito repetições. Os tratamentos consistiram em sementes nuas (SN) e peletizadas (SP), associadas a hidrogel não hidratado (NH) e hidratado (HH). As variáveis analisadas incluíram comprimento da planta (CP), número de folhas (NF), diâmetro do colo (DC), comprimento da parte aérea (CPA), comprimento radicular (CR), massa fresca da planta (MFP), massa seca da raiz (MSR) e massa seca da parte aérea (MSPA). Os resultados evidenciaram efeito significativo dos tratamentos sobre todas as variáveis. As sementes peletizadas apresentaram desempenho superior em CP (13,56 cm), NF (6,45 folhas) e CR (9,00 cm), destacando-se sobre sementes nuas. O hidrogel favoreceu principalmente parâmetros radiculares, reduzindo limitações hídricas iniciais, embora seu efeito isolado tenha sido menos expressivo que a peletização. A combinação SPHH (sementes peletizadas com hidrogel hidratado) resultou em maior vigor, biomassa acumulada e qualidade fisiológica das mudas. Entretanto, o tratamento SPNH mostrou desempenho semelhante, indicando que a peletização por si só já confere vantagens significativas. Conclui-se que a associação entre hidrogel e peletização potencializa o desenvolvimento inicial de mudas de alface, configurando alternativa sustentável para sistemas agrícolas com escassez hídrica.

Palavras-chave: *Lactuca sativa*. Polímero hidroretentor. Escassez hídrica.

INTRODUÇÃO

O hidrogel é um polímero superabsorvente capaz de reter e liberar água de forma gradual, amplamente pesquisado na agricultura para aumentar a eficiência do uso da água e reduzir os efeitos do estresse hídrico nas plantas (Adjuik et al., 2023). Sua presença no solo favorece a disponibilização contínua de umidade e nutrientes, além de possibilitar enriquecimento com macro e micronutrientes ou compostos antimicrobianos, melhorando a competitividade e a estabilidade das sementes (Elshafie et al., 2021; Sikder et al., 2021; Chang et al., 2021). Os hidrogéis também contribuem para a resiliência das plantas frente a condições ambientais adversas, reduzindo a necessidade de insumos agrícolas e promovendo maior sustentabilidade (Guilherme et al., 2015; Krasnopeevea et al., 2022; Malka et al., 2023). Durante a germinação, proporcionam ambiente estável e controlado, assegurando disponibilidade hídrica essencial (Huang et al., 2022). Em estudo com alface (*Lactuca sativa*) e mostarda chinesa (*Brassica juncea* var. *rugosa*), o hidrogel à base de CMC, PAM e oligoalginato apresentou melhor desempenho que o pó de coco em cultivo hidropônico (Luan; Xo, 2017).

Diante das mudanças climáticas, caracterizadas por secas prolongadas e eventos de precipitação irregular, os hidrogéis se destacam como alternativa promissora para mitigar impactos da escassez hídrica e aumentar a resiliência agrícola. Contudo, ainda são necessários estudos sobre diferentes formas de aplicação em substratos agrícolas para ampliar sua eficiência e viabilidade. Nesse contexto, este trabalho objetivou analisar o desenvolvimento de mudas de alface, utilizando sementes nuas e peletizadas em substrato com hidrogel hidratado e não hidratado.

MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em ambiente protegido (telado com 50% de sombreamento) na Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, em Bom Jesus-PI, município do Semiárido Piauiense, de clima Awa (tropical chuvoso com inverno seco). A área situa-se a 277 m de altitude, com coordenadas 09°04'28" S e 44°21'31" W, precipitação média anual de 900–1200 mm e temperatura média de 26,2 °C (INMET, 2023).

O experimento foi implantado seguindo um delineamento inteiramente casualizado, com oito repetições, sendo cada repetição constituída por quatro plantas. A formação das mudas ocorreu em bandejas plásticas ISLA® de coloração verde. Cada bandeja contendo 36 células (3,8 x 3,8 x 3,5 cm) com volume de 50,54 cm³. As avaliações foram realizadas com as quatro mudas das quatro linhas centrais, sendo as demais bordaduras, as quais foram descartadas.

Os quatro tratamentos ficaram dispostos em esquema fatorial 2 x 2; sendo o primeiro fator constituído por duas formas de sementes (Nuas e Peletizadas) e o segundo constituído de duas formas do hidrogel (Não Hidratado e Hidratado). Cujos tratamentos foram dispostos em bancadas de madeira.

A semeadura ocorreu no mês de julho de 2023, utilizou-se sementes de Alface Itaúna Frisée. Em cada célula foram colocadas manualmente uma semente na profundidade de 1 cm. As mudas ficaram sendo regadas três vezes ao dia, com regador, utilizando 10 mL de água por cada célula. Este manejo de rega parcelado três vezes ao dia, se dá às altas temperaturas comuns da região e ao manejo mais adequado para produção de hortaliças.

A aplicação do hidrogel (Biogel Hidro Plus®) no substrato (Basaplant®) foi submetido da seguinte forma: para os tratamentos não hidratado foi 1,0 g kg⁻¹ de substrato e nos tratamentos hidratados 2,0 g L⁻¹ de água (segundo recomendação do fabricante). Ainda foi realizado 2 irrigações sequenciais para a hidratação total do gel nos tratamentos que o hidrogel foi aplicado a seco no substrato.

No fim do experimento, foram avaliados os seguintes indicadores: comprimento da parte aérea (CPA), medida do colo até o ápice da planta com régua graduada; diâmetro do colo (DC), mensurado a 2 cm acima do colo da planta por meio de leituras em paquímetro digital; número de folhas (NF), contagem visual e comprimento da maior raiz (CR) com régua graduada. Em seguida a parte aérea e o sistema radicular foram separados e secos em estufas de circulação forçada a 65 °C, por 48 horas para posterior determinação do valor da massa seca da parte aérea (MSPA) expresso em gramas e da massa seca da parte radicular (MSR) expresso em gramas, analisou também o comprimento da planta (CP), que foi estabelecido pela soma do comprimento da parte aérea e comprimento da raiz, além de analisar a massa fresca da planta (MFP).

Os dados das variáveis analisadas foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Comparação de médias pelo teste de Tukey. Ambos com significância de 5%. As análises foram processadas no software R (R Development Core Team).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na tabela 1 foi possível observar que todos os tratamentos apresentaram valores significativos com base no teste F para todas as variáveis avaliadas neste estudo. Os resultados obtidos para o comprimento da planta (CP) (tabela 2) evidenciam variação significativa entre os tratamentos, confirmando o efeito das diferentes combinações de sementes e hidrogel sobre o crescimento inicial de mudas de alface. O tratamento com sementes peletizadas (SP) apresentou o maior valor médio (13,56 cm), destacando-se dos demais. Esse resultado pode ser atribuído ao fato de que o processo de peletização proporciona condições mais favoráveis de umidade e estabilidade ao redor da semente, favorecendo uma germinação mais uniforme e, conseqüentemente, um maior vigor inicial das mudas. Em contrapartida, os tratamentos com sementes nuas (SN) e sementes nuas no hidrogel não hidratado (SNHNNH) apresentaram menor desempenho (9,62 cm), sugerindo que a ausência de peletização e de umidade inicial adequada comprometeu o estabelecimento das plântulas. Os demais tratamentos mostraram valores intermediários, sem diferir estatisticamente dos extremos, indicando que a presença do hidrogel, quando associada à peletização, tende a mitigar efeitos negativos da escassez hídrica.

Em relação ao número de folhas (NF), o tratamento com sementes peletizadas no hidrogel hidratado (SPHH) e sementes peletizadas no hidrogel não hidratado (SPHNNH) apresentaram maior desempenho, com médias superiores a seis folhas, em contraste aos tratamentos com sementes nuas (SN, SNHH, SNHNNH), que obtiveram em torno de quatro folhas (tabela 2). O incremento foliar observado nos tratamentos peletizados indica que a combinação entre a barreira física do revestimento e a capacidade de retenção hídrica do hidrogel cria condições mais adequadas ao desenvolvimento vegetativo. Esse parâmetro é fundamental, visto que o número de folhas reflete diretamente o potencial fotossintético e, portanto, influencia o acúmulo de biomassa.



Tabela 1. Avaliação dos tratamentos SPHH, SP, SN SNHH, SPHNN, SNHNN, na cultura da alface.

| F.V. | QUADRADO MÉDIO | | | | | | | |
|-----------------|----------------|-------|------------|-------------|------------|--------|---------|---------|
| | C.P (cm) | NF | DC (mm) | CPA (cm) | CR (cm) | MFP | MSR | MSPA |
| Trat. | 19,62* | 6,10* | 1,47* | 2,24* | 17,02* | 15,90* | 0,0044* | 0,0280* |
| Resíduos | 4,50 | 0,53 | 0,41 | 0,46 | 3,12 | 0,35 | 0,0003 | 0,0009 |
| CV% | 16,83 | 12,30 | 28,21 | 14,24 | 22,54 | 16,45 | 21,32 | 16,91 |

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F. SPHH - Sementes peletizadas no hidrogel hidratado; SP – sementes peletizadas; SN – sementes nuas; SNHH – sementes nuas no hidrogel hidratado; SPHNN -sementes peletizadas no hidrogel não hidratado; SNHNN – sementes nuas no hidrogel não hidratado; CP – Comprimento da planta; NF – Número de folhas; DC – Diâmetro do colo; CPA – Comprimento da parte aérea; CR – Comprimento da maior raiz; MFP – Massa fresca da planta; MSR – Massa seca da raiz; MSPA – Massa seca da parte aérea. Fonte: (Os autores, 2025)

Para o diâmetro do colo (DC) (tabela 2), os maiores valores foram registrados nos tratamentos SNHH e SPHNN, diferindo dos resultados de comprimento de planta e número de folhas. Esse achado sugere que, nessas condições, houve alocação preferencial de fotoassimilados para a região basal da planta, resultando em maior espessamento do colo. Em contrapartida, os tratamentos SN e SNHNN apresentaram os menores diâmetros, refletindo baixo vigor e maior suscetibilidade a estresses mecânicos ou fisiológicos. Vale destacar que o diâmetro do colo é um indicador agronomicamente relevante, pois está associado à resistência das mudas no transplante e à capacidade de suportar adversidades em campo.

Em relação ao comprimento da parte aérea (CPA) (tabela 2), não foram observadas diferenças expressivas entre os tratamentos, com destaque apenas para o SPHNN, que obteve o maior valor (5,24 cm). A uniformidade entre os tratamentos nesse parâmetro é desejável na produção de mudas, pois garante homogeneidade nas bandejas e favorece o manejo, a comercialização e o transplante.

No comprimento radicular (CR) (tabela 2), os melhores resultados foram observados nos tratamentos SP (9,00 cm) e SNHH (8,33 cm), enquanto SN e SNHNN apresentaram os menores valores (5,37 cm). Esse achado é de grande importância, uma vez que o sistema radicular desempenha papel crucial na absorção de água e nutrientes, além de conferir maior estabilidade às mudas após o transplante. O melhor desempenho radicular nos tratamentos



com hidrogel, especialmente associado à peletização, reforça o potencial dessa tecnologia em ambientes de baixa disponibilidade hídrica, como os do Semiárido Brasileiro.

Tabela 2. Média dos tratamentos SPHH, SP, SN, SNHH, SPHNNH, SNHNNH, na cultura da alface.

| Trat. | CP (cm) | NF | DC (mm) | CPA (cm) | CR (cm) | MFP (g) | MSR (g) | MSPA (g) |
|--------|-----------------|----------------|-------------------|----------------|----------------|---------------|-----------------|----------------|
| SPHH | 12,35 ab | 6,41 a | 2,31 ab | 4,91 ab | 7,45 ab | 4,27 a | 0,078 ab | 0,210 a |
| SP | 13,56 a | 5,50 ab | 2,30 ab | 4,52 ab | 9,00 a | 5,59 a | 0,109 a | 0,206 a |
| SN | 9,62 b | 4,75 b | 1,39 b | 4,25 ab | 5,37 b | 1,01 b | 0,048 bc | 0,090 b |
| SNHH | 12,33 ab | 5,00 b | 2,50 ^a | 4,00 b | 8,33 a | 0,77 b | 0,019 c | 0,034 b |
| SPHNNH | 12,97 ab | 6,45 a | 2,47 ^a | 5,24 a | 7,82 ab | 4,17 a | 0,099 a | 0,259 a |
| SNHNNH | 9,62 b | 4,75 b | 1,39 b | 4,25 ab | 5,37 b | 1,01 b | 0,048 bc | 0,090 b |

Médias seguidas da mesma letra na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. SPHH - Sementes peletizadas no hidrogel hidratado; SP – sementes peletizadas; SN – sementes nuas; SNHH – sementes nuas no hidrogel hidratado; SPHNNH -sementes peletizadas no hidrogel não hidratado; SNHNNH – sementes nuas no hidrogel não hidratado; CP – Comprimento da planta; NF – Número de folhas; DC – Diâmetro do colo; CPA – Comprimento da parte aérea; CR – Comprimento da maior raiz; MFP – Massa fresca da planta; MSR – Massa seca da raiz; MSPA – Massa seca da parte aérea. Fonte: (Os autores,2025)

A massa fresca da planta (MFP) (tabela 2) seguiu tendência semelhante aos parâmetros vegetativos, com destaque para SPHH (4,27 g), SP (5,59 g) e SPHNNH (4,17 g), que apresentaram maiores médias. O aumento da biomassa fresca nessas combinações está diretamente relacionado ao maior número de folhas e ao comprimento da parte aérea, uma vez que o incremento fotossintético contribui para maior acúmulo de biomassa. Já a massa seca da raiz (MSR) apresentou comportamento distinto, com os melhores valores em SP (0,109 g) e SPHNNH (0,099 g), enquanto SNHH apresentou desempenho bastante desfavorável (0,019 g). Esse resultado evidencia que a simples presença do hidrogel não garante incremento na produção de massa radicular, dependendo da interação com o tipo de semente utilizada.

Por fim, a massa seca da parte aérea (MSPA) apresentou menor variação entre os tratamentos, embora SPHH, SP e SPHNNH tenham registrado as maiores médias, indicando maior eficiência de conversão de assimilados em biomassa estrutural. Este resultado confirma a tendência observada nos demais parâmetros, indicando que a peletização, especialmente quando associada ao hidrogel, promove um desenvolvimento mais equilibrado e eficiente das mudas. Além disso, esse parâmetro é essencial para avaliar a

qualidade final das mudas, visto que reflete a consistência do crescimento vegetativo e a capacidade de adaptação pós-transplante.

Os resultados encontrados nesse trabalho demonstram de forma contundente que a peletização foi a tecnologia mais consistente para a produção de mudas de alface vigorosas e de alta qualidade fisiológica. O hidrogel mostrou-se uma tecnologia complementar de grande valor, particularmente para sementes nuas (SNHH), onde foi capaz de recuperar parâmetros de crescimento como CP e CR, aproximando-as do desempenho das sementes peletizadas. No entanto, seu uso isolado (SNHH) pode levar a um desenvolvimento radicular não otimizado, com alongamento excessivo às custas da acumulação de biomassa seca. O tratamento SPHNNH (sementes peletizadas no hidrogel não hidratado) emergiu como notavelmente eficiente, frequentemente equiparando-se ou superando o tratamento SPHH. Isto sugere que para sementes peletizadas, o benefício principal reside na própria tecnologia de peletização, que já incorpora características de retenção de umidade, e o hidrogel pode não ser um aditivo necessário, representando um custo operacional adicional sem benefícios significativos. Em resumo, a peletização pode ser uma estratégia economicamente viável para a produção comercial de mudas de alface, resultando em alto vigor, excelente desenvolvimento radicular e uma parte aérea uniforme e robusta. É importante notar que as sementes peletizadas têm um custo superior em relação às sementes nuas. Além disso, em cenários de escassez hídrica, o uso de hidrogel se destaca como um poderoso aliado na produção de mudas.

CONCLUSÕES

O uso de sementes peletizadas associadas ao hidrogel favoreceu o crescimento e desenvolvimento de mudas de alface, com destaque para maior comprimento de planta, número de folhas, crescimento radicular e acúmulo de biomassa. A combinação entre peletização e hidrogel hidratado resultou em mudas mais vigorosas e de melhor qualidade, configurando-se como uma tecnologia promissora para regiões com escassez hídrica por melhorar a eficiência no uso da água e contribuir para a sustentabilidade da produção.



REFERÊNCIAS

ADJUIK, T. A.; NOKES, S.E.; MONTROSS, M. D. Biodegradability of bio-based and synthetic hydrogels as sustainable soil amendments. **Journal of Applied Polymer Science**, v. 140, n. 25, p. e53655, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1002/app.53655>.

CHANG, L.; XU, L.; LIU, Y.; QIU, D. Superabsorbent polymers used for agricultural water retention. **Polymer Testing**, v. 94, p. 115637, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.polymertesting.2021.107084>.

ELSHAFIE, H. S.; CAMELE, I. Applications of absorbent polymers for sustainable plant protection and crop yield. **Sustainability**, v. 13, p. 3253, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/su13063253>.

GUILHERME, M. R.; AOUADA, F. A.; FAJARDO, A. R.; MARTINS, A. F.; PAULINO, A. T.; DAVI, M. F.; RUBIRA, A. F.; MUNIZ, E. C. Superabsorbent hydrogels based on polysaccharides for application in agriculture as soil conditioner and nutrient carrier: A review. **European Polymer Journal**, v. 72, p. 365-385, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.eurpolymj.2015.04.017>.

HUANG, Y.; YU, L.; JIANG, L.; SHI, X.; QIN, H. 3D printing of hydrogel-based seed planter for in-space seed nursery. **Manufacturing Letters**, v. 33, p. 103-108, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.mfglet.2022.07.045>.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA (INMET). Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP). Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 29 ago. 2023

KRASNOPEEVA, E. L.; PANOVA, G. G.; YAKIMANSKY, A. V. Agricultural applications of superabsorbent polymer hydrogels. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 23, p. 15134, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms232315134>.

LUAN, L. Q.; XO, D. H. Preparation of oligoalginate immobilized hydrogel by radiation and its application for hydroponic culture. **Radioisotopes**, v. 66, p. 171-179, 2017. DOI: <https://doi.org/10.3769/radioisotopes.66.171>.

MALKA, E.; MARGEL, S. Engineering of PVA/PVP hydrogels for agricultural applications. **Gels**, v. 9, p. 895, 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/gels9110895>.

SIKDER, A.; PEARCE, A. K.; PARKINSON, S. J.; NAPIER, R.; O'REILLY, R. K. Recent trends in advanced polymer materials in agriculture related applications. **ACS Applied Polymer Materials**, v. 3, p. 1203-1217, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1021/acsapm.1c00032>.

ZHANG, F.; CHEN, L.; ZHANG, P.; ZHOU, J.; LU, X.; TIAN, W. Carbohydrate polymers exhibit great potential as effective elicitors in organic agriculture: A review. **Carbohydrate Polymers**, v. 230, p. 115637, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.115637>