

Campus Colorado do Oeste
Coordenação do Curso em Engenharia Agrônômica

KALEBE BISPO DOS SANTOS

**EFEITO DE DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO NO DESENVOLVIMENTO DA
ALFACE (*Lactuca sativa* L.)**

COLORADO DO OESTE

2025

KALEBE BISPO DOS SANTOS

**EFEITO DE DIFERENTES DOSES DE NITROGÊNIO NO DESENVOLVIMENTO DA
ALFACE (*Lactuca sativa* L.)**

Artigo científico entregue como Trabalho de Conclusão de Curso ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *Campus* Colorado do Oeste como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica, sob a orientação do professor Frank William Pires de Paula.

COLORADO DO OESTE

2025

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Gerador de Ficha Catalográfica do IFRO.

Santos, Kalebe Bispo dos.

Efeito de diferentes doses de nitrogênio no desenvolvimento da alface (*Lactuca sativa* L.) / Kalebe Bispo dos Santos. - Colorado do Oeste, 2025.

17 f.

Orientador(a): Frank William Pires de Paula.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrônoma) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO, Colorado do Oeste, 2025.

1. Nutrientes. 2. Deficiência. 3. Dosagem. I. Paula, Frank William Pires de (orient.). II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - IFRO. III. Título.

Bibliotecário(a) Responsável: Juliana Machado da Silva Sasset, CRB-11/1140

FOLHA DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Superior de Engenharia Agrônômica, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia - *Campus* Colorado do Oeste, como parte das exigências para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Agrônômica.

Autor: Kalebe Bispo Dos Santos

Orientadora: Frank William Pires de Paula

Situação: () Aprovado () Reprovado

Aprovado em: ____ / ____ / _____

Frank William Pires de Paula

Membro 1

Membro 2

RESUMO

A alface (*Lactuca sativa* L.), da família Asteraceae, é essencial na agricultura brasileira por seu fácil cultivo. No entanto, em climas tropicais, altas temperaturas aceleram o ciclo cultural, resultando em plantas menores e florescimento precoce. A adubação nitrogenada é crucial para o desenvolvimento do alface, promovendo a síntese de proteínas, clorofila e outras substâncias vitais. Em climas desafiadores, essa adubação otimiza a absorção de nutrientes e melhora a resistência da planta a fatores abióticos e biológicos. O objetivo deste estudo foi avaliar a resposta da aplicação de doses de nitrogênio na produção da alface americana, nas condições de verão. O experimento foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), campus Colorado do Oeste localizado na BR 435, km 63, zona rural do município de Colorado do Oeste, Rondônia. Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados em arranjo fatorial 4 x 5, compreendendo quatro doses de uréia (0, 60, 120 e 240 Kg) e em cobertura com três repetições. A uréia foi aplicada em cobertura aos 10, 20 e 30 dias após o transplante, da dose avaliada. Avaliou-se as características: massa fresca comercial (g/planta); Número de folhas totais e aspecto visual das plantas. Os resultados obtidos através da análise variância para o aspecto visual não se diferiram estatisticamente, A análise de regressão nos mostra claramente que o quesito massa fresca da parte aérea, as doses de 60 kg e 120 kg respectivamente obtiveram resultados próximos.

Palavras-chave: Nutrientes; Deficiência; Dosagem.

ABSTRACT

Lettuce (*Lactuca sativa* L.), from the Asteraceae family, is essential in Brazilian agriculture due to its easy cultivation. However, in tropical climates, high temperatures accelerate the cultural cycle, resulting in smaller plants and early flowering. Nitrogen fertilization is crucial for lettuce development, promoting the synthesis of proteins, chlorophyll, and other vital substances. In challenging climates, this fertilization optimizes nutrient absorption and enhances the plant's resistance to abiotic and biological factors. This study aimed to evaluate the response of nitrogen dose applications on iceberg lettuce production under summer conditions. The experiment was conducted at the Federal Institute of Education, Science, and Technology of Rondônia (IFRO), Colorado do Oeste campus, located on BR 435, km 63, rural area of Colorado do Oeste, Rondônia. A randomized block design in a 4 x 5 factorial arrangement was used, comprising four urea doses (0, 60, 120, and 240 kg) and covering with three repetitions. Urea was applied as a top-dressing at 10, 20, and 30 days after transplanting, based on the evaluated dose. Characteristics evaluated included commercial fresh mass (g/plant); total number of leaves and visual aspects of the plants. The results obtained through variance analysis for the visual aspect did not show statistical differences. The regression analysis clearly shows that for the criterion of fresh aerial mass, the doses of 60 kg and 120 kg respectively obtained similar results.

Keywords: Nutrients; Deficiency; Dosage.

1 INTRODUÇÃO

A alface (*Lactuca sativa* L.), pertencente à família Asteraceae, é uma das hortaliças folhosas mais cultivadas e consumidas mundialmente, especialmente por suas características nutricionais e por ser facilmente adaptável a diferentes sistemas de cultivo. Rica em fibras, minerais e vitaminas, apresenta também um ciclo curto, baixo custo de produção e boa aceitação no mercado, o que a torna essencial na alimentação diária e na geração de renda para pequenos produtores (ALVES, 2024).

O cultivo em ambiente protegido tem sido uma alternativa eficiente para garantir qualidade e produtividade, principalmente em regiões de clima tropical. Essa técnica proporciona um maior controle sobre os fatores ambientais, contribuindo para a regularidade da produção e proteção da planta contra variações climáticas intensas, como excesso de chuvas ou radiação solar elevada, que podem afetar negativamente o desenvolvimento da alface (TAVARES *et al.*, 2019).

Em ambientes tropicais, um dos principais desafios é o estresse hídrico, que ocorre quando a quantidade de água disponível no solo não atende à demanda da planta. Isso pode levar à redução do crescimento, ao fechamento dos estômatos, à diminuição da fotossíntese e, conseqüentemente, à perda de produtividade. A irrigação controlada, baseada no conhecimento da evapotranspiração da cultura (ET_c), é essencial para manter o equilíbrio hídrico e assegurar o rendimento adequado da alface (CAMPOS; NACARATH, 2021).

Outro fator decisivo para o sucesso no cultivo dessa hortaliça é a adubação nitrogenada, que influencia diretamente no crescimento vegetativo, no número de folhas, no diâmetro do dossel e na massa fresca e seca da parte aérea. O nitrogênio é um nutriente altamente móvel no solo, essencial na formação de proteínas, clorofila e aminoácidos, sendo absorvido em maior quantidade na fase final do ciclo da alface (SANTOS *et al.*, 2018; ALVES, 2024).

Contudo, tanto a deficiência quanto o excesso de nitrogênio podem ser prejudiciais. Em excesso, pode ocorrer acúmulo de nitrato nas folhas, enquanto sua deficiência leva à limitação do crescimento e queda na produtividade. O correto manejo da adubação, aliado a técnicas de irrigação adequadas, permite maior eficiência no uso dos insumos e melhor aproveitamento do potencial produtivo da cultura (NASCIMENTO *et al.*, 2017).

Estudos recentes indicam que a alface cultivada em solos de diferentes texturas responde de forma distinta às combinações de lâminas de irrigação e doses de nitrogênio. Em solo arenoso, por exemplo, as maiores produtividades foram alcançadas com lâminas superiores à ETc e doses inferiores à recomendação padrão, o que evidencia a necessidade de ajustes técnicos conforme as condições locais (ALVES, 2024).

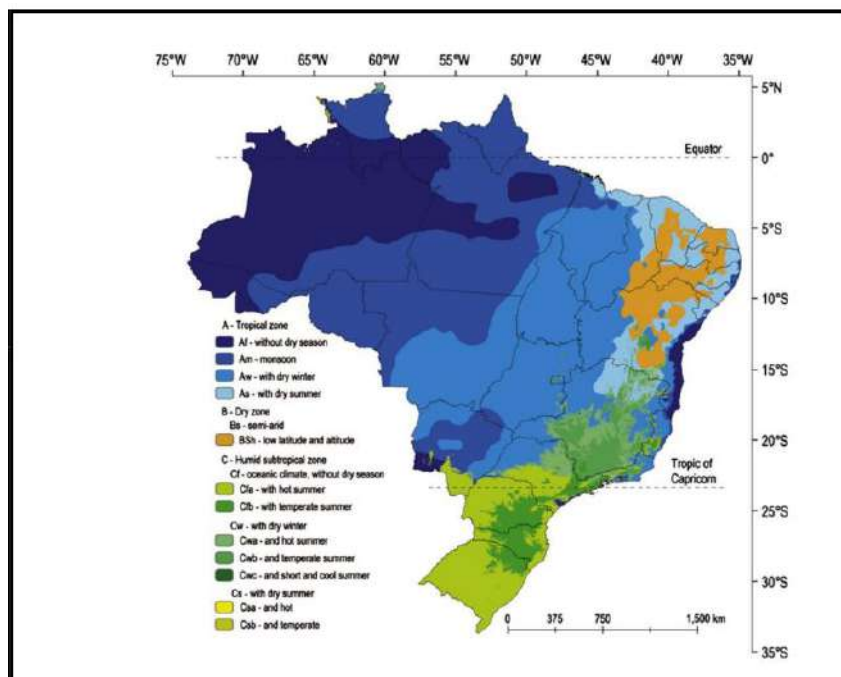
Dessa forma, compreender como a cultura da alface se comporta diante de diferentes estratégias de irrigação e adubação nitrogenada é fundamental para melhorar a produção, especialmente em regiões de clima tropical. Neste contexto, o presente estudo tem como objetivo avaliar os efeitos de diferentes doses de nitrogênio aplicadas em cobertura no desenvolvimento vegetativo e na produtividade da alface americana (*Lactuca sativa* L.), sob condições edafoclimáticas do município de Colorado do Oeste – RO.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O projeto de pesquisa foi conduzido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), *campus* Colorado do Oeste localizado às margens da BR 435, km 63, zona rural do município de Colorado do Oeste, Estado de Rondônia. O experimento a campo foi implantado em área pertencente à coordenação de produção vegetal I, com coordenadas geográficas 13°6'58" S e 60°29' 26" W e altitude de 460 m.

O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, é do tipo Am, (clima de monção) (ALVARES *et al.*, 2013). O clima é marcado por uma forte sazonalidade, com elevadas precipitações anuais concentradas em determinados períodos e um curto período seco, onde a pluviosidade pode ser inferior a 60 mm em um mês, apresentando temperaturas médias superiores a marcas de 22° C durante o verão, período mais chuvoso do ano. Com os meses de dezembro e janeiro como os mais chuvosos, e os meses de junho e julho como os de menor precipitação, e com uma precipitação média de 2400 mm anuais distribuídos ao longo do ano, dados demonstrados na Figura 1.

Figura 1 – Mapa de altitude, variação de temperatura anual e distribuição dos climas no Brasil.



Fonte: Adaptação de Alvares *et al.*, 2013.

As sementes de alface foram semeadas em bandejas de 64 células, sendo utilizado um total de 07 bandejas, resultando em 448 plantas. As células foram

preenchidas com substrato artificial Carolina Soil do Brasil. O transplante foi realizado 25 dias após a semeadura, quando as plantas apresentaram dois pares de folhas definitivas. A alface Crespa cultivar 'Mimosa' foi a variedade escolhida para esse projeto.

O experimento foi conduzido utilizando o delineamento experimental inteiramente casualizado, utilizando cinco doses de nitrogênio (0, 60, 120 e 240 kg/ha de N), aplicadas em cobertura na forma de ureia, e com quatro repetições. A adubação de cobertura foi realizada aos 10, 20 e 30 dias após o transplante, fracionando-se as doses em 40%, 30% e 30%, respectivamente, da quantidade total avaliada.

A área experimental constituiu-se de um canteiro de 20 metros de comprimento e 1,2 metros de largura e cada parcela continha 1 m linear, totalizando 1,2 m² por parcela. Cada parcela continha 20 plantas espaçadas de 20 x 25 cm. As quatro plantas centrais formaram a área útil.

Nesse experimento foi realizada a coleta de solo e está disposto o resultado na tabela 1.

Tabela 1- Resultado da análise de solo da área experimental.

Amostr a (cm)	pH	pH	MO	P	K	Na	Ca	Mg	Al	H + Al
	H ₂ O	CaCl ₂	g/Kg	mg/dm ³			cmolc/dm ³			
0-20	6,95		28,20	392,50	173,83	20,74	15,22	1,62	0,00	2,47
Amostr a (cm)	Cu	Fe	Mn	Zn	P- REM	Resultados Calculados				
	mg/dm ³				mg/litr o		SB (*)	CTC	V	m
							cmolc/dm ³		%	
(0-20)	3,32	6,32	44,13	20,25	29,50		17,37	19,84	87,57	0,00

Fonte: SANTOS, 2025.

Durante o ciclo da cultura, realizou-se tratos culturais essenciais para o desenvolvimento das plantas. O controle de plantas daninhas foi realizado de maneira manual, devido ao espaçamento adensado das plantas, o que dificultou a utilização de enxadas. O controle fitossanitário foi baseado no monitoramento diário da cultura

e, quando necessário, o controle de pragas e doenças foi realizado com os defensivos recomendados para a cultura.

A análise das plantas foi realizada através da remoção de todas as folhas e contagem. A cor das folhas foi avaliada, classificando as amostras de alface em verde claro e verde escuro com base na análise descritiva. O aspecto visual das amostras foi analisado quantitativamente, conforme expresso na tabela a seguir.

Tabela 2 – Classificação visual da alface.

Grau	Classificação
1	Ruim
2	Bom
3	Excelente

Fonte: SANTOS, 2025.

Ao final do experimento, foram coletados dados de número de folhas (NF), número de folhas por planta (NFPP), aspecto visual (AP), massa fresca das plantas (MFPA) e a massa seca das plantas (MSPA). A massa seca foi obtida por meio da separação das folhas comerciais e posteriormente levando-as à estufa e secando-a a 65°C por 72 horas.

Para a avaliação estatística das variáveis analisadas neste trabalho, utilizou-se a análise de variância (ANOVA), complementada pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação de médias. Além disso, foi realizada a análise de regressão para identificar tendências e relações entre as variáveis estudadas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A dose de nitrogênio aplicada às plantas promoveu variação na produtividade da cultura da alface, conforme observação do efeito significativo sobre a massa fresca e massa seca da parte (MFPA e MSPA, respectivamente) (Tabela 2). Os resultados da análise de variância para a avaliação do aspecto visual das plantas (AV), bem como número de folhas (NF) aponta que a adubação nitrogenada não interferiu nessas duas variáveis.

Tabela 2 – Aspecto visual (AV), Número de Folhas (NF), Matéria fresca parte aérea (MFPA), matéria seca parte aérea (MSPA).

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios			
		AV	NF	MFPA	MSPA
Dose N	3	0,850 ^{ns}	0,73 ^{ns}	5362,24*	21,66*
Resíduo	16	0,375	11,25	1091,65	5,02
Total	19	-	-	-	-
Média	-	1,85	30,30	188,21	10,46
CV	-	33,10	11,07	17,55	21,42

*Significativo com $p < 0,05$; médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey com $p < 0,05$

Em ambientes que não proporcionam o pleno desenvolvimento da alface, como temperaturas altas ou com muita radiação, as plantas podem não atingir seu pleno desenvolvimento. Resultando assim em um crescimento limitado, independentemente das variações no manejo ou nas práticas agrícolas adotadas. Desta maneira não demonstrando variações perceptíveis como o número de folhas ou aspectos visuais. Segundo Gualberto *et al.* (2009) para garantir o sucesso do sistema de cultivo adotado, é essencial considerar a escolha do cultivar, pois o potencial produtivo da alface depende da interação entre o genótipo x ambiente.

O modelo matemático que melhor expressa a produção de massa das plantas de alface em função da dose de nitrogênio neste experimento, são apresentados nas figuras 2 e 3.

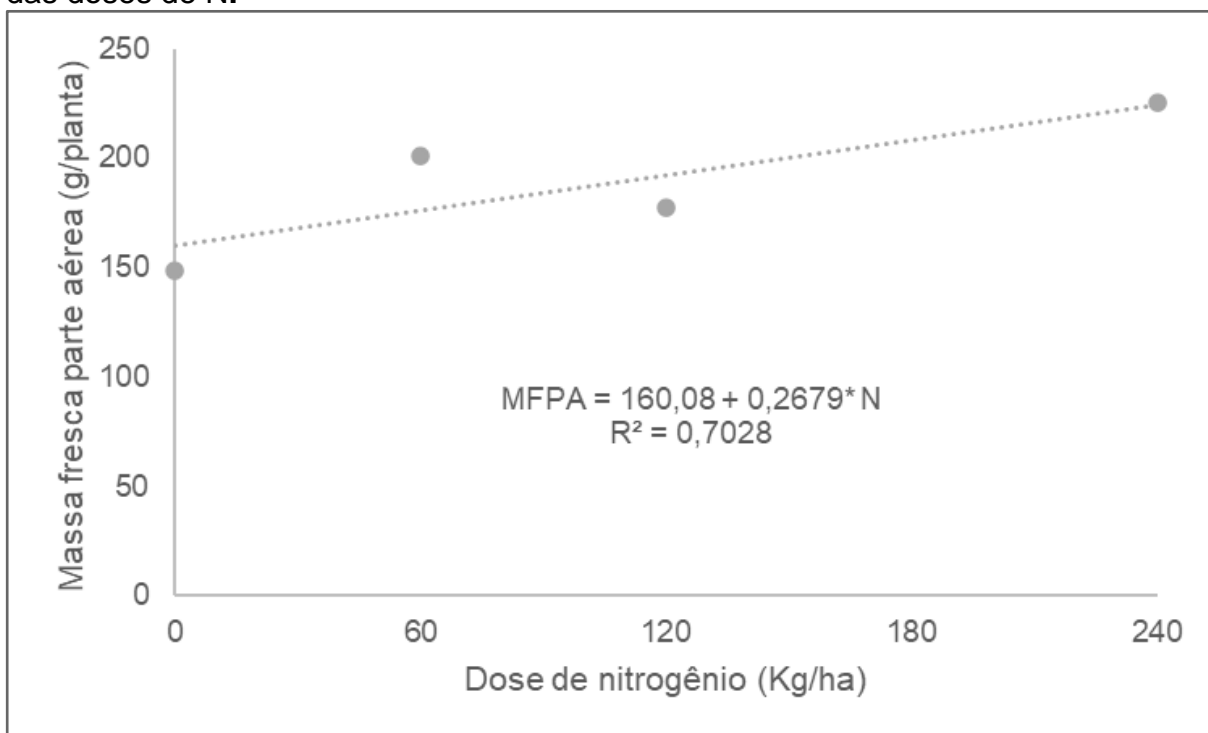
A análise de regressão apresentada nas Figuras 2 e 3 evidencia que, embora haja um comportamento de crescimento na massa fresca (MFPA) e na massa seca da parte aérea (MSPA) da alface americana com o aumento das doses de nitrogênio, as diferenças entre as doses não foram estatisticamente significativas. Os resultados demonstram que a dose de 60 kg/ha proporcionou uma MFPA levemente superior à dose de 120 kg/ha, apesar de ambas apresentarem desempenho semelhante, o que

sugere um ponto de saturação fisiológica da planta para a absorção desse nutriente, conforme relatado por Kottwitz e Silva (2024).

A ausência de diferenças estatísticas expressivas mesmo em doses crescentes pode estar relacionada à eficiência do uso de nitrogênio pela planta e ao seu limite fisiológico de crescimento. Alfaces apresentam um teto produtivo que pode ser alcançado com níveis moderados de adubação, tornando dispensáveis doses elevadas, como também observaram Ribeiro *et al.* (2019) ao constatarem que a produtividade se estabiliza com fontes orgânicas, mesmo em solos de diferentes características.

A resposta limitada das plantas ao aumento das doses pode ainda ser atribuída a outros fatores, como disponibilidade hídrica, textura do solo e presença de outros nutrientes em quantidades limitantes. Tais interações edafoclimáticas influenciam diretamente a absorção de nutrientes e o desempenho agrônômico, sendo corroboradas por Anas *et al.* (2020), que destacam a necessidade de otimizar a eficiência do uso de nitrogênio, principalmente em cultivos intensivos.

Figura 2 – Massa fresca da parte aérea (g planta⁻¹) de alface americana em função das doses de N.



Fonte: SANTOS, 2025.

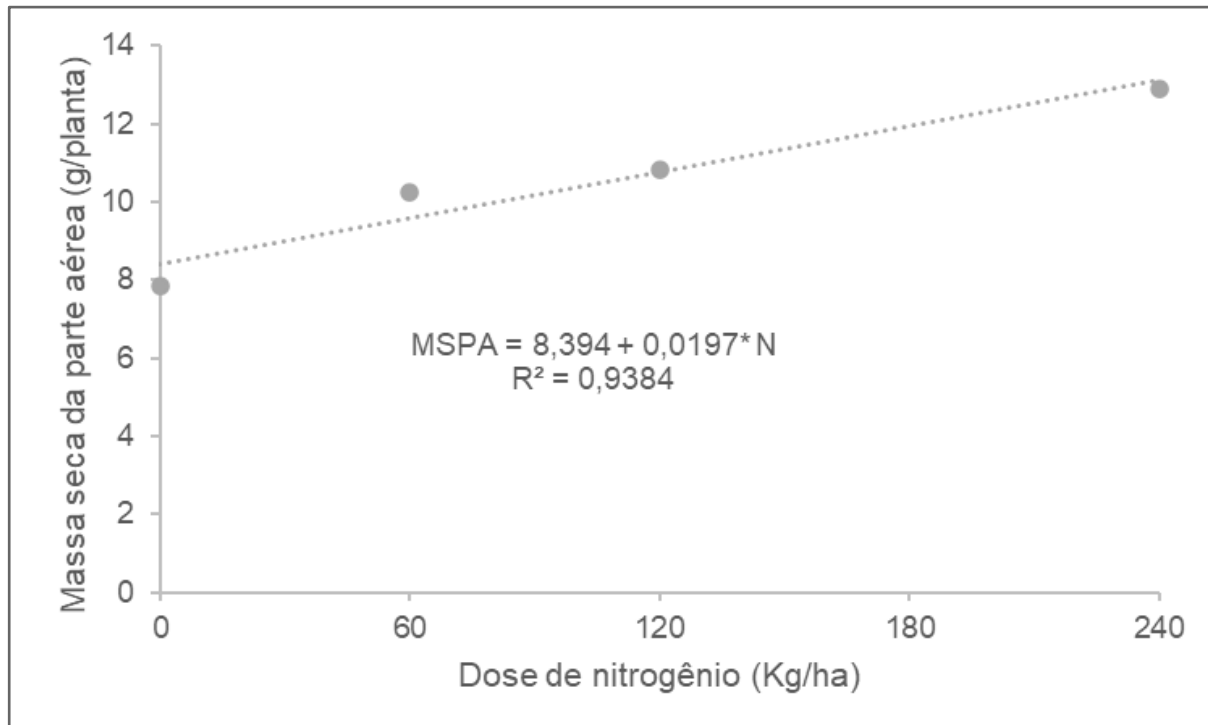
Na Figura 3, observa-se uma tendência de aumento da MSPA com o incremento das doses de N, no entanto, os valores permanecem próximos, indicando

que o ganho produtivo não acompanha o investimento feito em adubação. Ou seja, o acréscimo em produtividade não justifica o custo das maiores doses, como também observado por Santos-Naressi *et al.* (2024), que relataram maior eficiência de fontes orgânicas em comparação à ureia em termos de custo-benefício.

Além disso, o ponto de saturação nutricional parece ter sido alcançado na faixa entre 60 e 120 kg/ha, como observado também por Geng *et al.* (2019), que destacam que o excesso de fertilizantes pode não trazer retorno produtivo significativo e ainda representar risco ambiental devido à possível lixiviação de nitrato. Isso reforça a importância da definição de doses ótimas economicamente viáveis.

De acordo com Cardarelli *et al.* (2023), a resposta da alface ao nitrogênio está relacionada também à atividade biológica do solo e à eficiência de mineralização da matéria orgânica, especialmente quando se utilizam fontes como cama de aves. Esse dado reforça a relevância de práticas sustentáveis de adubação, capazes de proporcionar alto rendimento sem necessidade de doses excessivas de insumos.

Figura 3 – Massa seca da parte (g planta⁻¹) de alface americana cv. em função das doses de N.



Fonte: SANTOS, 2025.

Estes resultados próximos para MFPA e MSPA indicam que a planta pode chegar ao ponto de saturação e adicionar mais nutriente necessariamente não vai

aumentar a massa da planta. Segundo Silva *et al.*, (2008) a alface não responde significativamente às diferentes doses de nitrogênio.

Por fim, os resultados confirmam que a alface americana pode alcançar boas produtividades com doses moderadas de nitrogênio, sendo fundamental considerar a relação custo-benefício na escolha da adubação. Como apontado por Zhang *et al.* (2018), o equilíbrio no fornecimento de nitrogênio é essencial para manter a eficiência metabólica e a qualidade do produto final.

Com base nos dois gráficos avaliados, não se observaram diferenças estatísticas significativas entre os tratamentos de adubação nitrogenada; logo, a aplicação da dose mínima de 60 kg N ha⁻¹ mostra-se suficiente para garantir a produtividade da alface americana. Assim, recomenda-se adotar essa dose, pois ela otimiza o custo da adubação, reduz possíveis perdas de nitrogênio para o ambiente e mantém o rendimento agrônômico em patamares semelhantes aos obtidos com doses mais elevadas.

4 Conclusão

A análise de variância para a produção de matéria fresca da parte aérea (AP) e para o número de folhas por planta (NFPP) não revelou diferenças estatisticamente significativas entre os tratamentos. Dessa forma, recomenda-se, para o cultivo de alface nas condições do experimento, a aplicação de 60 kg de nitrogênio por hectare. Isso se deve ao fato de não terem sido observadas diferenças estatísticas entre as doses testadas, tornando inviável o uso de doses mais elevadas, que implicaria em maior custo sem ganho expressivo na produtividade final.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A. *et al.* Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013 Tradução. Disponível em: <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>. Acesso em: 08 set. 2024.

ALVES, Thallita Nayanna Bezerra. **Produção da alface em diferentes tipos de solo sob lâminas de irrigação e adubação nitrogenada**. 2024. 109 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura e Ambiente) – Universidade Federal de Alagoas, Campus Arapiraca, Arapiraca, 2024.

ANAS, M.; LIAO, F.; VERMA, K.K. *et al.* Fate of nitrogen in agriculture and environment: agronomic, ecophysiological and molecular approaches to improve nitrogen use efficiency. **Biological Research**, 2020, 53, e-47.

CAMPOS, A. T.; NACARATH, A. C. S. Estimativa da evapotranspiração e coeficientes culturais da alface pelo método de lisímetro de drenagem. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 8, n. 3, p. 78-84, jul./set. 2021.

CARDARELLI, M.T.; CHAMI, A. E.; IOVIENO, P.; ROUPHAEL, Y.; BONINI, P.; COLLA, G. Organic Fertilizer Sources Distinctively Modulate Productivity, Quality, Mineral Composition, and Soil Enzyme Activity of Greenhouse Lettuce Grown in Degraded Soil. **Agronomy**, 2023, 13, e-194.

GENG, Y.; CAO, G.; WANG, L.; WANG, S. Effects of equal chemical fertilizer substitutions with organic manure on yield, dry matter, and nitrogen uptake of spring maize and soil nitrogen distribution. **Plos One**, 2019, 14, e0219512.

GUALBERTO, R.; OLIVEIRA, P. S.; GUIMARÃES, A. Adaptabilidade e estabilidade fenotípica de cultivares de alface do grupo crespa em cultivo hidropônico. **Horticultura Brasileira**. (2009). Acesso em: 18 Dez. 2024.

KOTTWITZ, D.; SILVA, V.N. Cultivo de alface crespa com diferentes fontes de nitrogênio. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, 2024, 22, e15815.

NASCIMENTO, I. R. do *et al.* Adubação nitrogenada em alface americana em sistema hidropônico NFT. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 2, p. 233-238, 2017.

RIBEIRO, R. R.; TORRES, J.L.R.; ORIOLI-JUNIOR, V.; CHARLO, H.C.O.; VIEIRA, D.M.S. Growth analysis of green-leaf lettuce under different sources and doses of organic and mineral fertilization. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, 2019, 13, 237–247.

SANTOS, L. C. *et al.* Crescimento e acúmulo de nutrientes na alface americana em função de doses de nitrogênio. **Revista Ciência Agronômica**, v. 49, n. 1, p. 44-51, 2018.

SANTOS-NARESSI, R.; OLIVEIRA, L.S.P.; SANTOS, E.H.; FRANCISCO, J.P.; LOPES, A.D. Iceberg lettuce cultivated in different systems of planting and sources of fertilizer. **Brazilian Journal of Biology**, 2024, 84, e255431.

SILVA, P. A. M., PEREIRA, G. M., REIS, R. R., LIMA, L. A., TAVEIRA, J. H. da S.; Função de Resposta da Alface aos níveis de água e adubação nitrogenada. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1266-1271, jul./ago., 2008.

TAVARES, D. S. *et al.* Produção de alface americana cultivada em diferentes ambientes e épocas. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 3, p. 767-774, 2019.

ZHANG, T.; SHI, Y.; PIAO, F.; SUN, Z. Effects of different LED sources on the growth and nitrogen metabolism of lettuce. **Plant Cell Tissue and Organ Culture**, 2018, 134, 231–240.