



**MARIANA OLIVEIRA DE PAULA**

**EFEITO DE *Ascophyllum nodosum* NA PRODUÇÃO DE CULTIVARES DE ALFACE**

Prof. Dr. Cleiton Lourenço de Oliveira  
Orientador

Ma. Ariana Lemes da Costa  
Coorientadora

**LAVRAS-MG  
2023**

**MARIANA OLIVEIRA DE PAULA**

**EFEITO DE *Ascophyllum nodosum* NA PRODUÇÃO DE CULTIVARES DE ALFACE**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia para a obtenção do título de Bacharel.

Prof. Dr. Cleiton Lourenço de Oliveira  
Orientador

Ma. Ariana Lemes da Costa  
Coorientadora

**LAVRAS-MG**  
**2023**

**MARIANA OLIVEIRA DE PAULA**

**EFEITO DE *Ascophyllum nodosum* NA PRODUÇÃO DE CULTIVARES DE ALFACE**

**EFFECT OF *Ascophyllum nodosum* ON THE PRODUCTION OF LETTUCE  
CULTIVARS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Agronomia para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 13 de março de 2023.  
Dr. Cleiton Lourenço de Oliveira UFLA  
Dr. Maurício Antônio de Oliveira Coelho EPAMIG  
Ma. Ariana Lemes da Costa UFLA

Prof. Dr. Cleiton Lourenço de Oliveira  
Orientador

Ma. Ariana Lemes da Costa  
Coorientadora

**LAVRAS-MG  
2023**

*Aos meus pais Cláudia Oliveira e Adalberto Claret e à minha irmã Maria Alice, que sempre estiveram presentes e me incentivaram a estudar, não medindo esforços para apoiarem-me no que fosse preciso.*

***DEDICO***

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador Professor Cleiton Lourenço de Oliveira, pela confiança, pela orientação e por todo ensinamento no meio acadêmico e no científico.

À minha coorientadora Ariana Lemes da Costa pelo suporte e confiança.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA), pela oportunidade de fazer parte do curso de Agronomia e aos professores, por possibilitarem meu crescimento e conhecimento.

Aos meus amigos de curso e aos amigos de jornada, que durante toda a trajetória pela universidade sempre me deram o apoio e a confiança necessária para sempre batalhar e seguir em busca dos meus objetivos.

À EPAMIG de Patos de Minas e ao Professor Maurício Antônio de Oliveira Coelho e todos do setor, pela convivência, por compartilharem conhecimentos práticos e pela concessão do espaço para a realização da prática do experimento. Por me ajudarem no progresso profissional e pessoal.

**OBRIGADA**

## RESUMO

O uso do extrato da alga *Ascophyllum nodosum* na agricultura tem resultado em incrementos na germinação de sementes e em melhor desenvolvimento inicial vegetal e formação de raízes. Diante dessas vantagens, esse extrato da alga apresenta potencial aplicação em sistemas de produção de alface e pode contribuir para melhoria das características agronômicas dessa hortaliça. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da alga *A. nodosum* no desenvolvimento de cultivares de alface. Realizou-se um ensaio experimental na Estação Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, localizada no município de Patos de Minas – MG, no período de 30 de julho a 21 de setembro de 2022. O delineamento experimental foi de blocos casualizados, em esquema fatorial (3x6), sendo três cultivares (Vanda, Regina, Lucy Brown) e seis doses do produto comercial à base de *A. nodosum* (0, 1, 2, 3, 4,5 e 6 mL L<sup>-1</sup> de solução). As avaliações foram realizadas no momento da colheita, sendo: massa fresca (MF), massa fresca comercial (MFC), circunferência média da cabeça, volume da planta (V), densidade da cabeça (DP), número de folhas (NF), diâmetro de caule (DC), comprimento de caule (CC) e percentual de massa seca de folha (PMSF). Realizou-se o Teste de Scott-Knott a 5% de significância e a correlação de Pearson entre as características agronômicas. O efeito da interação entre cultivar e dose não foi significativo para todas as variáveis-resposta analisadas. Pela análise de correlação, constatou-se correlação positiva e forte entre MFC e MF. Resultado semelhante foi obtido para correlação entre V e MF e V e MFC. Portanto, concluiu-se que a aplicação de extrato de alga *A. nodosum*, via foliar e em diferentes dosagens (0 (testemunha), 1, 2, 3, 4,5 e 6 mL L<sup>-1</sup> de solução), não influencia no desempenho das cultivares Lucy Brown, Regina e Vanda para as características agronômicas MF, MFC, D, NF, DC, CC e MSF. Apenas a característica V demonstra efeito significativo para o fator dose, sendo que 4,5 mL L<sup>-1</sup> de solução proporciona cabeças mais volumosas. A cultivar Lucy Brown destaca-se para as características MF, MFC, V e PMSF, enquanto a cultivar Regina apresenta superioridade em D, CC, NF e DC.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L. Bioestimulantes. Características agronômicas. Extrato de alga.

## ABSTRACT

The use of *Ascophyllum nodosum* seaweed extract in agriculture has resulted in increases in seed germination and better initial plant development and root formation. Given these advantages, this seaweed extract has potential application in lettuce production systems and can contribute to improving the agronomic characteristics of this vegetable. The objective of this work was to evaluate the effect of the seaweed *A. nodosum* on the development of lettuce cultivars. An experimental test was carried out at the Experimental Station of the Agricultural Research Company of Minas Gerais, located in Patos de Minas – MG city, from July 30 to September 21, 2022. The experimental design was randomized blocks, in a factorial scheme (3x6), with three cultivars (Vanda, Regina, Lucy Brown) and six doses of the commercial product based on *A. nodosum* (0, 1, 2, 3, 4.5 and 6 mL L<sup>-1</sup> of solution). The evaluations were carried out at the time of harvest, as follows: fresh mass (MF), commercial fresh mass (MFC), average head circumference, plant volume (V), head density (DP), number of leaves (NF), stem diameter (DC), stem length (CC) and percentage of leaf dry mass (PMSF). The Scott-Knott test was performed at 5% significance level and the Pearson correlation between agronomic traits. The effect of the interaction between cultivar and dose was not significant for all response variables analyzed. By correlation analysis, a positive and strong correlation was found between FCM and FM. A similar result was obtained for the correlation between V and MF and V and MFC. Therefore, it was concluded that the application of *A. nodosum* seaweed extract, via foliar application and at different dosages (0 (control), 1, 2, 3, 4.5 and 6 mL L<sup>-1</sup> of solution), does not influence the performance of Lucy Brown, Regina and Vanda cultivars for agronomic traits MF, MFC, D, NF, DC, CC and MSF. Only characteristic V demonstrates a significant effect for the dose factor, with 4.5 mL L<sup>-1</sup> of solution providing larger heads. The cultivar Lucy Brown stands out for the characteristics MF, MFC, V and PMSF, while the cultivar Regina shows superiority in D, CC, NF and DC.

Palavras-chave: *Lactuca sativa* L. Biostimulants. Agronomic characteristics. Seaweed extract.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Transformações ( $\lambda$ ) Box e Cox para as características agronômicas de massa fresca (MF), massa fresca comercial (MFC), volume (V) e número de folhas (NF).....	16
<b>Tabela 2.</b> Teste F para os efeitos de bloco, cultivar, dose e interação cultivar x dose para as características agronômicas de massa fresca (MF), massa fresca comercial (MFC), volume (V), densidade (D), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), comprimento do caule (CC) e massa seca de folha (MSF).....	17
<b>Tabela 3.</b> Teste de comparação de médias para o fator cultivar para as características agronômicas de massa fresca (MF), massa fresca comercial (MFC), volume (V), densidade (D), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), comprimento do caule (CC), e massa seca de folha (MSF). .....	<b>Erro! Indicador não definido.</b>
<b>Tabela 4.</b> Teste de comparação de médias para o fator dose para as características agronômicas de massa fresca (MF), massa fresca comercial (MFC), volume (V), densidade (D), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), comprimento do caule (CC) e massa seca de folha (MSF). .....	20
<b>Tabela 5.</b> Correlação de Pearson entre as características agronômicas de massa fresca (MF), massa fresca comercial (MFC), volume (V), densidade (D), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), comprimento do caule (CC) e massa seca de folha (MSF).....	21

## **LISTA DE SIGLAS**

- CC Comprimento de caule
- CM Circunferência média da cabeça
- DBC Delineamento de blocos casualizados
- DC Diâmetro de caule
- DP Densidade da cabeça
- EPAMIG Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais
- INMET Instituto Nacional de Meteorologia
- MAPA Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
- MF Massa fresca
- MFC Massa fresca comercial
- NF Número de folhas
- PMSF Percentual de massa seca de folha
- V Volume da planta

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 A cultura da alface.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2 Sistemas de produção de alface .....</b>	<b>10</b>
<b>2.3 Extrato de alga marinha nas plantas .....</b>	<b>11</b>
<b>2.4 Alga <i>Ascophyllum nodosum</i> .....</b>	<b>12</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>14</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>17</b>
<b>4 CONCLUSÃO.....</b>	<b>22</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>23</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Espécie de nome científico *Lactuca sativa* L., a alface é considerada mundialmente a principal hortaliça dentre aquelas cuja parte comestível é a folha. Em virtude do considerável volume de produção, a cultura da alface possui grande importância social e econômica por gerar empregos diretos e indiretos, além de renda no Brasil e no mundo (YURI *et al.*, 2016; VILELA; LUENGO, 2022).

Em 2021, os países que apresentaram maior produção de alface e chicória concomitantes foram a China, os Estados Unidos da América e a Índia (FAO, 2022). Embora o Brasil não esteja no ranqueamento dos 10 países que mais produziram alface em 2021 (FAO, 2022), os dados mais recentes demonstram uma produção de cerca de 671.509 toneladas em 2017 (IBGE, 2017). Assim, as regiões brasileiras que corresponderam aos mais expressivos volumes de produção foram a sudeste (429.905 toneladas) e a sul (108.728 toneladas) (IBGE, 2017).

No que diz respeito a produção, a alface pode ser produzida em sistemas de cultivo convencionais, orgânicos e hidropônicos (ECHER *et al.*, 2016; KRAEMER *et al.*, 2020). Contudo, de acordo com Teixeira *et al.* (2019), a demanda por produtos orgânicos pelo mercado consumidor é crescente, visto que esses alimentos têm sido associados à maior segurança alimentar, valor nutricional, qualidade e sustentabilidade produtiva. Portanto, na atualidade o sistema de produção orgânica tem papel de destaque na produção de hortaliças (TEIXEIRA *et al.*, 2019).

No sistema de produção orgânica empregam-se práticas agrícolas e insumos alternativos aos sintéticos convencionais, visando produtividade e sustentabilidade na produção. Dentre os insumos utilizados, destacam-se os adubos, compostos orgânicos, biofertilizantes e defensivos agrícolas alternativos, tais como extratos naturais, caldas e óleos (SILVA *et al.*, 2011; VIANA; BORDA; PALARETTI, 2020). Outro produto que pode ser empregado na agricultura orgânica é o bioestimulante, o qual caracteriza por estimular processos vegetais naturais, contribuindo para maior tolerância vegetal aos estresses do ambiente e aumentando a absorção de nutrientes (ZANDONADI, 2016).

Em estudo realizado por Zoffoli *et al.* (2022), constatou-se que a aplicação de bioestimulante a base de extrato de *Ascophyllum nodosum* na cultura da alface contribuiu para o maior crescimento de mudas. Incrementos no crescimento relativo e na qualidade final de alface processada foram observados por Chrysargyris *et al.* (2018) como efeito da aplicação foliar do extrato da alga *A. nodosum* em sistema hidropônico. No entanto, é relevante mencionar

que embora diversos benefícios tenham sido associados ao uso de *A. nodosum* na agricultura, a utilização dessa tecnologia ainda não é bem consolidada para algumas culturas.

Um fator limitante ao emprego de bioestimulantes na agricultura é que as respostas vegetais à aplicação dos extratos de algas variam consideravelmente em função de diversos fatores, tais como o estágio de desenvolvimento da planta, espécie vegetal, condições ambientais e concentrações usadas do produto (TEIXEIRA, 2015). Diante disso, o uso de bioestimulantes comerciais na produção de hortaliças é limitado a um pequeno número de agricultores. Logo, o desenvolvimento de pesquisas científicas é importante, pois essas podem contribuir para disponibilização de informações que auxiliem o produtor rural quanto aos reais benefícios e a viabilidade no posicionamento de produtos à base de extratos de algas marinhas na produção (ZANDONADI, 2016; TEIXEIRA, 2015).

Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da alga *Ascophyllum nodosum* no desenvolvimento de cultivares de alface.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1 A cultura da alface**

Originária do leste do Mediterrâneo, a alface é uma hortaliça pertencente à família Asteraceae, subfamília Cichoriaceae, que apresenta grande consumo no mundo (KIM *et al.*, 2016; ALBUQUERQUE JÚNIOR *et al.*, 2016). Do ponto de vista morfológico, a alface é considerada uma planta herbácea, muito delicada, com caule diminuto, não ramificado, ao qual se inserem as folhas que são grandes, lisas ou crespas, fechando-se ou não na forma de cabeça. Além disso, apresenta coloração em tons de verde, desde amarelado até escuro, sendo algumas cultivares de cor arroxeadas. As raízes são do tipo pivotante, quando semeadas diretamente nos canteiros, podendo atingir até 60 cm de profundidade. Entretanto, em sistema de transplante as raízes apresentam ramificações delicadas, finas e curtas, explorando apenas os primeiros 7 a 25 cm de solo (FIGUEIRA, 2008).

Até o final dos anos 70, o cultivo de alface no Brasil era restrito aos locais de clima predominante temperado. Contudo, o desenvolvimento de cultivares adaptadas às regiões de clima tropical resultou na expansão da cultura pelo país, sendo que atualmente essa hortaliça possui potencial de cultivo em todo o Brasil (MALDONADE *et al.*, 2016).

Quanto ao consumo, nos últimos anos observa-se uma preocupação da população com os benefícios dos alimentos ingeridos, o que tem resultado no aumento do consumo de hortaliças. Dessa forma, as hortaliças folhosas, frequentemente consumidas *in natura*, têm se destacado por serem boas fonte de minerais e vitaminas (BEZERRA *et al.*, 202; GUERRA *et al.*, 2017; SANTI *et al.*, 2010). Nesse cenário, a alface é considerada um alimento estratégico para melhoria da saúde humana, visto que apresenta baixo teor de gorduras e calorias totais, contribuindo para redução de peso corporal dos consumidores. Além disso, essa hortaliça folhosa é uma fonte importante de vitaminas, com destaque para A, B1 e B2, e de sais minerais, como manganês, potássio, ferro e fósforo (KIM *et al.*, 2016; EMBRAPA, 2022).

A alface comercial é classificada em grupos em função das características das folhas e formação ou não de cabeça, e em subgrupos referentes à coloração (CEASA MINAS, 2021). Assim, os grupos comumente comercializados no Brasil são: americana, lisa, romana, crespa e mimosa (FILGUEIRA, 2008). Até meados de 1980, constatava-se que o consumidor apresentava preferência pela alface do grupo lisa. No entanto, em 2005 detectou-se uma mudança no hábito de consumo, visto que a população passou a priorizar a alface do grupo crespa, a qual foi responsável nesse ano pelo abastecimento de 70% do mercado brasileiro. Em consequência, nesse mesmo ano, os grupos americana e lisa respondem por 15% e 10%, respectivamente, do consumo nacional, enquanto os 5% restantes correspondem ao consumo de alface mimosa e romana. Vale ressaltar ainda que para essa cultura adota-se a divisão em subgrupos, referentes a coloração, sendo o verde e a roxa (SALA; COSTA, 2005; SALA; COSTA, 2012).

## **2.2 Sistemas de produção de alface**

Na produção de alface pode ser empregado tanto o sistema convencional quanto o sistema orgânico, os quais diferem sobre os insumos produtivos utilizados. Desse modo, no sistema convencional, a nutrição de plantas e o manejo fitossanitário da lavoura é realizado, sobretudo, a partir de fertilizantes e produtos fitossanitários sintéticos (ECHER *et al.*, 2016). Já no sistema de produção orgânica são empregadas as práticas agrícolas e os insumos alternativos aos sintéticos convencionais, visando maior sustentabilidade produtiva (VIANA; BORDA; PALARETTI, 2020). Dentre as práticas usadas, destaca-se a adubação verde, a rotação cultural, o cultivo consorciado, o plantio direto e o plantio de variedades adaptadas e tolerantes. Quanto aos insumos, destaca-se o uso de adubos e compostos orgânicos, biofertilizantes e defensivos agrícolas alternativos, tais como extratos naturais, caldas e óleos (SILVA *et al.*, 2011).

Além dos sistemas de produção mencionados, o cultivo de alface pode ser realizado por meio da hidroponia. Esse sistema caracteriza-se pelo cultivo das hortaliças em solução aquosa, contendo os nutrientes requeridos para suprimento das demandas vegetais (ARAÚJO *et al.*, 2016). Com isso, a hidroponia é considerada um sistema produtivo vantajoso em um cenário mercadológico cada vez mais competitivo, pois otimiza o uso de espaço e permite o cultivo durante todo o ano (BARBOSA *et al.*, 2016).

Em virtude da crescente preocupação do consumidor quanto aos produtos consumidos, a hidroponia e cultivo orgânico de hortaliças têm se destacado comparativamente aos sistemas convencionais (KRAMER *et al.* (2020). Por esse motivo, cada vez mais, agricultores e pesquisadores buscam compreender e otimizar sistemas de produção para que esses sejam autossuficientes (CERQUEIRA *et al.*, 2014).

Essa tendência de maior demanda de produtos agrícolas produzidos em sistemas hidropônicos e orgânicos está associada a maior preocupação da população quanto à segurança do alimento ingerido, sendo que alimentos seguros são aqueles isentos de produtos químicos ou compostos capazes de comprometer a saúde humana (OLIVEIRA *et al.*, 2015). Além disso, alimentos orgânicos frescos têm sido relacionados a maiores benefícios à saúde, em função da maior qualidade e valor nutricional, e a maior sustentabilidade no cultivo (AHMED *et al.*, 2021; DALCIN *et al.*, 2014).

### **2.3 Utilização de extrato de alga marinha em plantas**

Nos últimos anos, consumidores têm sido mais preocupados com aspectos relacionados à origem, sistemas de cultivo, responsabilidade socioambiental dos produtores rurais, dentre outros. Isso demanda em uma nova realidade produtiva, visto que o mercado consumidor considera diversos fatores além da aparência final, do valor econômico e da disponibilidade do produto (ECHER *et al.*, 2016). Nesse contexto, a redução do uso de agrotóxicos e insumos químicos é fundamental e, por esse motivo, a demanda por produtos obtidos de fontes orgânicas tem aumentado consideravelmente (LANZOTTI *et al.*, 2022).

Na busca por uma alternativa na redução do uso de químicos na agricultura e do emprego da agricultura orgânica, a utilização de produtos à base de algas marinhas obteve expansão. As algas marinhas possuem em sua composição elementos químicos, bioestimulantes, vitaminas, indutores de resistência e nutrientes (SILVA; CRIVELARI; CORREA, 2021). Assim, os produtos obtidos a partir dessas algas são classificados como biológicos, apresentam baixo custo, fácil obtenção acesso e ausência de poluentes. Além disso,

proporciona uma melhor praticidade em manipular, aplicar e armazenar, por ser um produto com baixa toxicidade humana (OGAWA, 2013).

As algas são divididas em marrons, verdes e vermelhas, sendo que as marrons são as mais empregadas na produção de hortaliças (BATTACHARYYA *et al.*, 2015). Tais organismos funcionam como bioestimulantes por conter vitaminas e aminoácidos em sua composição e também atuam na produção de hormônios. Dentre os hormônios pode-se citar: as auxinas, que estimulam o crescimento; as giberelinas, que induz a floração; e as citocininas, que retardam a senescência (BATTACHARYYA *et al.*, 2015).

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), o termo bioestimulante compreende:

Produto que contém substância natural com diferentes composições, concentrações e proporções, que pode ser aplicado diretamente nas plantas, nas sementes e no solo, com a finalidade de incrementar a produção, melhorar a qualidade de sementes, estimular o desenvolvimento radicular, favorecer o equilíbrio hormonal da planta e a germinação mais rápida e uniforme, interferir no desenvolvimento vegetal, estimular a divisão, a diferenciação e o alongamento celular, incluídos os processos e as tecnologias derivados do bioestimulante (MAPA, 2021).

Outras vantagens associadas ao uso de extratos de algas na agricultura são a promoção do crescimento vegetal, o maior rendimento produtivo de culturas agrícolas, a melhor floração de plantas e a maior qualidade dos alimentos produtivos (BATTACHARYYA *et al.*, 2015; GONÇALVES *et al.*, 2015). Relata-se ainda que extratos de algas contribuem para maior tolerância vegetal à estresses abióticos, tais como temperaturas extremas, seca e salinidade. Outro benefício é a maior proteção vegetal contra o ataque de agentes fitopatogênicos fúngicos e bacterianos, além de nematoides e oomicetos (BATTACHARYYA *et al.*, 2015; DIAS *et al.*, 2021).

#### **2.4 Alga *Ascophyllum nodosum***

No grupo das algas marrons destaca-se a espécie *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol., originária do norte Canadense e Europeu e pertencente ao grupo das Phaeophytas (CRAIGIE, 2010). Tal alga sobrevive em condições adversas como temperatura alta, alta salinidade em maré alta e alta exposição ao sol em maré baixa (RODRIGUES, 2008).

*A. nodosum* é a principal espécie de alga marinha utilizada na agricultura e a sua utilização na forma de extrato possui considerável concentração de hormônios. Dentre os

hormônios, destacam-se as auxinas, citocininas e giberelinas, as quais atuam na promoção de crescimento vegetal (CARVALHO *et al.*, 2013). O extrato de *A. nodosum* também apresenta macro e micronutrientes e aminoácidos, o que contribui para maior rendimento produtivo e qualidade de produtos agrícolas (SACCOMORI, 2021).

Segundo Teixeira (2015), produtos à base dessa alga apresentam em sua composição proteínas, hormônios e outras substâncias que promovem alterações bioquímicas e fisiológicas que beneficiam culturas agrícolas como a alface, feijoeiro, milho e tomateiro. Ainda segundo o autor, o uso desses produtos promove incrementos sobre a germinação de sementes, o desenvolvimento inicial de plantas e a formação do sistema radicular.

Em estudo conduzido por Zoffoli *et al.* (2022), constatou-se que a aplicação de fertilizante à base de extrato de *A. nodosum* no substrato comercial Multiplant durante a produção de mudas de alface resultou em crescimento médio de 1,66 cm a mais do que as mudas semeadas no mesmo substrato, mas isentas da aplicação da alga. Além disso, o tratamento com a adição do fertilizante à base de extrato de *A. nodosum* incrementou 1,0 cm no crescimento das mudas quando comparadas aquelas semeadas no mesmo substrato acrescido de uma solução nutritiva. Destaca-se que essa solução nutritiva apresentava concentração de nutrientes equivalente a garantia do produto comercial à base de extrato de *A. nodosum*.

De acordo com os mesmos autores, esse maior crescimento da parte aérea das mudas pode ter decorrido da composição do produto, o que envolve precursores hormonais que favorecem o desenvolvimento das plantas, o que não ocorreu com uso de solução nutritiva, isenta de precursores de hormônios vegetais (ZOFFOLI *et al.* (2022). No entanto, esses autores justificaram que apesar do maior crescimento de parte aérea, o maior desenvolvimento de parte aérea pode não ser tão vantajoso na etapa de produção de mudas, visto que resulta em maiores valores de razão parte aérea/raízes. Assim, nas fases iniciais do desenvolvimento é importante o equilíbrio do desenvolvimento da parte aérea e do sistema radicular para que a planta suporte estresses após o transplante para o campo (ZOFFOLI *et al.* (2022).

No cultivo hidropônico de alface, a aplicação foliar de extrato de *A. nodosum* incrementou o crescimento relativo das plantas quando a solução nutritiva apresentava teores baixos de potássio. Ademais, a pulverização do extrato de algas permitiu a atenuação dos efeitos da deficiência desse macronutriente e teve efeito positivo sobre a qualidade final da alface processada (CHRYSARGYRIS *et al.*, 2018).

No tratamento de sementes também pode-se utilizar o bioestimulante à base de extrato de *A. nodosum*, como realizado no trabalho de Becker (2019), com a aplicação das doses 0, 1, 2 e 4 mL do produto por litro de água em alface. Este estudo revelou que o extrato não promoveu

melhorias na germinação das sementes e no desenvolvimento inicial das plântulas para as cultivares de alface Batavia Cacimba, Itapuã Super, Grand Rapids TBR e Grandes Lagos (BECKER, 2019).

Outros estudos também demonstram resultados benéficos das algas em outras culturas, como: a aplicação foliar de produto à base de extratos de *A. nodosum* em mudas de café arábica (variedade Arara) contribuiu para incrementos no comprimento de parte aérea, índice de área foliar, diâmetro de caule e massa fresca e seca total (PEDRO *et al.*, 2022); e na produção de mudas de batata doce com o uso de extrato de *A. nodosum* resultou em efeito positivo sobre a altura de plantas, massa fresca e seca, número de folhas e número de brotações (NEUMANN *et al.*, 2017).

Diante do exposto, é relevante destacar que as respostas da planta sobre o uso da *A. nodosum* podem variar expressivamente, pois ademais dos métodos de manejo, das características ambientais e da espécie utilizada, as dosagens e frequências de aplicação podem desempenhar efeitos importantes tanto diretos, quanto indiretos na planta (RAYORATH *et al.*, 2008). Contudo, esses fatores ainda são pouco conhecidos e seu entendimento é de grande relevância para a elaboração de estratégias que favoreçam o aumento da produtividade vegetal, principalmente no cultivo orgânico (KHAN *et al.*, 2009).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação Experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), situada na Rodovia MG-354 que liga as cidades de Patos de Minas e Presidente Olegário, no km 18, no Distrito de Sertãozinho, em Patos de Minas, Minas Gerais (18°32'20.3" S e 46°27'32" W). A localidade possui altitude de 864 m e temperatura média de 21,5 °C. Durante o período de condução experimental, entre 30 de julho e 21 de setembro de 2022, as condições ambientais foram: temperatura mínima média de 10,8 °C, temperatura máxima média de 35,0 °C, velocidade do vento variou entre 0,2 e 6,8 m s<sup>-1</sup>, precipitação de 0,00 mm e umidade relativa do ar média de 54,8% (INMET, 2022).

O delineamento experimental foi de blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial 3 x 6 (cultivares x doses de *A. nodosum*), com três repetições. Cada parcela foi composta por 16 plantas, em espaçamento de 0,30 m x 0,25 m, cuja área útil foram as quatro plantas centrais. O primeiro fator foi atribuído por três cultivares, sendo: Vanda, do tipo crespa, Regina, do tipo lisa e Lucy Brown, do tipo americana. O segundo fator foi composto por seis dosagens do produto comercial Acadian®, à base de *A. nodosum*, sendo: 0 (testemunha), 1, 2, 3, 4,5 e 6 mL

L<sup>-1</sup> de solução. Para a aplicação das doses nas plantas, diluiu-se o produto Acadian® em água disponível na EPAMIG. Por meio de pulverizador costal manual, com capacidade de 20 L e composto por regulador de pressão, aplicou-se via foliar. Realizou-se três aplicações, sendo: logo após o transplante das mudas; sete dias após o transplante (DAT); e 14 DAT.

As mudas de alface foram adquiridas no viveiro de mudas Valoriza, localizado em Patos de Minas, Minas Gerais. O transplante no campo ocorreu no dia 30 de julho de 2022 em condições de campo. Durante o experimento, a irrigação das plantas foi realizada a cada 4 horas, por meio de microaspersores. Os tratos culturais como capinas, adubação de cobertura e manejo fitossanitário foram realizados manualmente, conforme a necessidade da cultura (RIBEIRO *et al.*, 1999).

A colheita das parcelas compostas pelas cultivares Vanda e Regina foi realizada aos 42 dias após o transplante das mudas, já as parcelas com a cultivar Lucy Brawn foi aos 53 dias após o transplante. A colheita foi feita em dias distintos em virtude das diferenças no ciclo de cultivo entre as cultivares estudadas. Logo após a colheita, avaliou-se as características agronômicas:

a) Massa fresca (MF): obtida pela pesagem em balança analítica, em gramas;

b) Massa fresca comercial (MFC): obtida, em gramas, através da pesagem da planta em balança analítica após a limpeza e remoção das folhas sem padrão comercial e com aparência suja ou em processo de senescência, doentes e/ou danificadas;

c) Circunferência média da cabeça (CM): obtida a partir da mensuração das circunferências média horizontal (CMH) e vertical (CMV) da cabeça, com auxílio de uma fita métrica graduada em centímetros, e posterior cálculo a partir da fórmula (1):

$$CM = (CMH + CMV)/2 \quad (1)$$

d) Volume da planta (V): obtido, em cm<sup>3</sup>, através do cálculo do volume da esfera, a partir da fórmula (2):

$$V = 4 * ((PI * r^3) / 3) \quad (2)$$

Em que,  $r = \text{circunferência média}/(2*PI)$ ;

e) Densidade da cabeça (DP): obtida, em g cm<sup>-3</sup>, através da relação entre massa fresca comercial (g) e o volume encontrado (cm<sup>3</sup>);

f) Número de folhas (NF): obtidas por meio da contagem total de folhas comerciais, em unidade;

g) Diâmetro de caule (DC): determinado com auxílio de uma fita métrica, em centímetros;

h) Comprimento de caule (CC): determinado, em centímetros, com auxílio de uma fita métrica;

i) Percentual de massa seca de folha (PMSF): uma amostra com cinco folhas de cada planta foi submetida à secagem em estufa de circulação forçada de ar, adotando a temperatura de 65 °C, até que atingisse massa constante. Posteriormente a secagem, realizou-se a aferição em balança da massa, em gramas, conforme Cecílio Filho *et al.* (2018). Ao final, foi calculada a massa seca, em porcentagem, através da fórmula (3):

$$\text{PMSF (\%)} = [\text{peso seco da amostra (g)} / \text{peso úmido da amostra (g)}] \times 100 \quad (3)$$

O modelo estatístico utilizado para análise foi  $y_{ijk} = \mu + c_i + d_j + b_k + (cd)_{ij} + e_{ijk}$ , em que  $y_{ijk}$  é a variável aleatória em estudo, tomada no  $i$ -ésima cultivar, no  $j$ -ésima dose e  $k$ -ésimo bloco;  $\mu$  é a constante associada as observações;  $c_i$  é o efeito fixo da cultivar  $i$ ;  $d_j$  é o efeito fixo da dose  $k$ ;  $b_k$  é o efeito fixo do bloco  $k$ ;  $(cd)_{ij}$  é o efeito fixo da interação cultivar  $i$  e dose  $j$ ; e  $e_{ijk}$  é o efeito aleatório do erro experimental associado ao modelo.

Os dados referentes as características MF, MFC, V e NF foram transformados para melhor descrever a aproximação normal, conforme metodologia de Box e Cox (1964) (Tabela 1).

**Tabela 1.** Transformações ( $\lambda$ ) Box e Cox para as características agrônômicas de massa fresca (MF), massa fresca comercial (MFC), volume (V) e número de folhas (NF).

Característica	$\lambda$
MF	-0,1010101
MFC	-0,1414141
V	-0,02020202
NF	-1,636364

A análise dos dados foi realizada no software R Studio 4.1.3, sendo que a comparação de médias foi realizada pelo Teste de Tukey a 5% de significância, por meio do pacote “ExpDes.pt”, função “fat2.dbc” (FERREIRA *et al.*, 2022). Além disso, realizou-se a correlação

de Pearson entre as características agronômicas, em que a força da relação entre as variáveis será considerada fraca para valores entre 0,1 e 0,3, moderada entre 0,4 e 0,6 e forte entre 0,7 e 1,0, conforme Dancey *et al.* (2005).

#### **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

O resultado da análise de variância demonstrou efeito significativo para a fonte de variação cultivar para todas as variáveis estudadas, sendo elas MF, MFC, V, D, NF, DC, CC e PMSF (Tabela 2).

**Tabela 2.** Teste F para os efeitos de bloco, cultivar, dose e interação cultivar x dose para as características agronômicas de massa fresca (MF), massa fresca comercial (MFC), volume (V), densidade (D), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), comprimento do caule (CC) e percentual de massa seca de folha (PMSF).

FV	GL	<i>p-value</i>							
		MF (g)	MFC (g)	V (cm <sup>3</sup> )	D (g cm <sup>-3</sup> )	NF (uni.)	DC (cm)	CC (cm)	PMSF (g)
Bloco	2	0,04 <sup>*</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	0,54 <sup>ns</sup>	0,55 <sup>ns</sup>	0,71 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>*</sup>
Cultivar (C)	2	2,22 .10 <sup>-13</sup> ***	5,10 .10 <sup>-13</sup> ***	3,39 .10 <sup>-12</sup> ***	0,003 <sup>**</sup>	0,005 <sup>**</sup>	3,62 .10 <sup>-5</sup> ***	0,0004 <sup>***</sup>	2,87 .10 <sup>-5</sup> ***
Dose (D)	5	0,05 <sup>*</sup>	0,04 <sup>*</sup>	0,007 <sup>**</sup>	0,31 <sup>ns</sup>	0,32 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	0,62 <sup>ns</sup>
C*D	10	0,54 <sup>ns</sup>	0,64 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>ns</sup>	0,57 <sup>ns</sup>	0,67 <sup>ns</sup>	0,79 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	0,73 <sup>ns</sup>
Resíduo	34	-	-	-	-	-	-	-	-
Total	53	-	-	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	2,14	2,32	2,07	20,2	5,82	17,35	14,77	14,34

*p-value*: valor de *p* do teste F à 5% de probabilidade. \*\*\*Significativo para  $p \leq 0,001$ ; \*\* significativo para  $p \leq 0,01$ ; \* significativo para  $p \leq 0,05$ ; <sup>ns</sup> não significativo.

A fonte de variação dose apresentou efeito significativo apenas para MF, MFC e V. No entanto, o efeito da interação entre cultivar e dose não foi significativo para todas as variáveis-resposta (Tabela 2). Observa-se ainda que os coeficientes de variação das características agronômicas oscilaram entre 2,02% e 17,35% para D e DC, respectivamente. Evidencia-se que os valores de coeficiente de variação, como ocorrido para DC, pode estar relacionado aos diferentes tipos de alface estudados e, conseqüentemente, as diferentes durações do ciclo de cultivo.

Comparando as médias para o fator cultivar, observou-se que as maiores médias de MF, MFC, V, CC, e PMSF foram obtidas para a cultivar Lucy Brown em comparação às cultivares Regina e Vanda (Tabela 3). A MF obtida para Lucy Brown (630,09 g) foi superior em 292,5 g e 297,81 g às cultivares Regina e Vanda, respectivamente. Para MFC, constatou-se diferença de 272,25 g entre Lucy Brown e Regina e de 274,15 g entre Lucy Brown e Vanda. Os valores de MF e MFC obtidos para cultivar Lucy Brown são inferiores aos resultados obtidos por Yuri *et al.* (2005), os quais ao avaliar o comportamento de cultivares de alface americana em Santo Antônio do Amparo, no município de Minas Gerais, constataram valores entre 790,7 g e 1278,8 g para MF e 559,3 a 1037,2 g para MFC. Essas divergências de valores ocorreram, possivelmente, devido a situações como época de avaliação em períodos e sistemas de produção diferentes.

**Tabela 3.** Teste de comparação de médias para o fator cultivar para as características agronômicas de massa fresca (MF), massa fresca comercial (MFC), volume (V), densidade (D), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), comprimento do caule (CC) e percentual de massa seca de folha (MSF).

Fator Cultivar	Média							
	MF (g)	MFC (g)	V (cm <sup>3</sup> )	D (g cm <sup>-3</sup> )	NF (uni.)	DC (cm)	CC (cm)	PMSF (g)
Lucy Brown	630,09 a	572,26 a	3089,76 a	0,19 b	28,58 b	12,45 b	5,04 c	4,21 a
Regina	337,59 b	300,01 b	1275,23 b	0,24 a	36,46 a	15,00 a	4,04 a	3,25 c
Vanda	332,28 b	298,11 b	1503,08 b	0,21 ab	31,54 b	11,13 b	4,52 ab	3,77 b

As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A diferença entre Lucy Brown e Regina e Lucy Brown e Vanda para PMSF foi de 0,96 g e 0,44 g, respectivamente (Tabela 3). Destaca-se que essa variável é importante na produção de hortaliças, visto que a obtenção de maiores valores de PMSF pode estar relacionada a maior área foliar e, conseqüentemente, a valores superiores de produtividade (ARAÚJO, 2011).

Uma maior quantidade de folhas por planta resulta numa maior área foliar, maior massa fresca e, conseqüentemente maior produtividade (Araújo, 2011).

Essas características relacionadas à massa são importantes, pois impactam a produção e a rentabilidade no cultivo de alface (SEDIYAMA *et al.*, 2009). Assim, era esperado que a MF, MFC e PMSF apresentassem o mesmo desempenho, já que são características dependentes. Contudo, a superioridade da Lucy Brown em detrimento das demais cultivares pode estar relacionada ao grupo de alface a qual pertence, sendo ela do grupo americana, pois apresentam folhas maiores e com maior biomassa total (SEDIYAMA *et al.*, 2009). Diante disso, esses autores verificaram que cultivares do grupo americana atendem mercados mais exigentes, sobretudo em função de folhas maiores, sabor, durabilidade e crocância, além de possuírem cotações de mercado superiores.

Como observado, a cultivar Lucy Brown apresentou valor superior de CC e de V, sendo ambas características importantes para a comercialização de alface (MOTA *et al.*, 2016; YURI *et al.*, 2004). Considerando a característica, a Lucy Brown apresentou 1,0 cm a mais que a Regina e 0,52 cm superior à Vanda (Tabela 3). Dessa forma, altos valores de CC podem ser desfavoráveis quando a alface é destinada ao beneficiamento industrial. Isso porque a indústria possui preferência por cabeças com CC bastante reduzido para proporcionar menores perdas durante o processamento e contribuir para maior qualidade final, porém pode interferir negativamente na característica compacidade da cabeça (YURI *et al.*, 2002). Com isso, a maior média observada de CC no presente estudo foi de 5,04 cm para a Lucy Brown. Segundo Yuri *et al.* (2004), caules apresentando até 6 cm de CC são os mais adequados para processamento da cultura.

Já considerando a característica V, a maior média (3089,76 cm<sup>3</sup>) também foi obtida pela cultivar Lucy Brown, sendo superior em mais de 100% quando comparada às demais cultivares (Tabela 3). Isso indica que a arquitetura da planta é composta por folhas laterais mais abertas e cabeça grande (HENZ; SUINAGA, 2009). Assim, cabeças de alface volumosas são desejáveis pelo consumidor, atreladas a uma aparência agradável e maiores NF (DIAMANTE *et al.*, 2013).

Embora a cultivar Lucy Brown tenha se destacado quanto ao V, a cultivar Regina apresentou maior média de NF (36,46 folhas), sendo também superior a cultivar Vanda. Em estudo conduzido por Jasse e colaboradores (2006), em que se avaliou o desempenho de cultivares de alface dos grupos americana, lisa e crespa em sistema de produção agroecológico, também constataram que a cultivar Regina, assim como a cultivar Babá de Verão, apresentou valor superior de NF (42,51 folhas) por planta em relação as demais cultivares do grupo lisa.

Diamante *et al.* (2013) também constataram que a cultivar Regina (33,84 folhas) apresentou maior NF que outras cultivares do grupo lisa, tais como Elisa (27,99 folhas) e Elizabeth (29,60 folhas), afirmando que essa variável pode ser influenciada tanto pelo ambiente de cultivo quanto pelo componente genético.

A cultivar Regina apresentou DC (2,55 cm e 3,87 cm) maior em relação as cultivares Lucy Brown e Vanda, respectivamente (Tabela 3). Porém, no estudo de Costa (2018), observou-se que MF tem correlação negativa com DC, portanto, menores DC são interessantes para obter-se alta MF. Nesse sentido, as cultivares Lucy Brown e Vanda são superiores quando comparada à Regina. No estudo em questão, a média do DC para a cultivar Vanda foi de 11,13 mm, valor inferior em estudo conduzido por Vieira (2016), o qual constatou média de 20,60 mm para a mesma cultivar.

Além disso, constatou-se que a cultivar Regina apresentou superioridade para D de entre 0,03 e 0,05 g cm<sup>-3</sup> (Tabela 3). Valores superiores de D para cultivar Regina é positivo, visto que, na cultura da alface, valores superiores de D, sobretudo associados a maiores valores de massa comercial de cabeça, contribui para maior qualidade comercial do produto no mercado (OLIVEIRA, 2012).

Quando se comparam as médias das doses de Acadian® observa-se que não diferiram estatisticamente para as variáveis-resposta analisadas, com exceção do V (Tabela 4). A maior média de V foi obtida com o uso de 4,5 mL L<sup>-1</sup> de solução à base de extrato de *A. nodosum*, podendo indicar que esse extrato é capaz de contribuir para o maior desenvolvimento radicular e absorção de nutrientes e água (NEUMANN *et al.*, 2017). Com isso, também ocorre o maior desenvolvimento da parte aérea, devido ao incremento na síntese de fotoassimilados pela planta e alocação de biomassa vegetal, sendo relacionado aos maiores valores de V (BERNARDES, 2022).

**Tabela 4.** Teste de comparação de médias para o fator dose para as características agrônômicas de massa fresca (MF), massa fresca comercial (MFC), volume (V), densidade (D), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), comprimento do caule (CC) e percentual de massa seca de folha (PMSF).

Fator Dose	Média							
	MF (g)	MFC (g)	V (cm <sup>3</sup> )	D (g cm <sup>-3</sup> )	NF (uni.)	DC (cm)	CC (cm)	MSF (g)
0	423,57 ab	371,17 ab	1835,42 b	0,22 a	30,06 a	13,19 a	4,27 a	3,98 a
1	377,25 b	335,75 b	1642,12 b	0,22 a	28,08 a	12,61 a	4,61 a	3,64 a
2	434,87 ab	398,45 ab	1804,64 ab	0,23 a	31,90 a	12,90 a	4,69 a	3,88 a

3	441,53 ab	398,99 ab	2004,66 ab	0,22 a	32,21 a	13,69 a	4,29 a	3,66 a
4,5	504,44 a	459,83 a	2555,18 a	0,19 a	40,64 a	12,47 a	4,78 a	3,60 a
6	418,25 ab	376,56 ab	1894,14 b	0,21 a	30,28 a	12,32 a	4,57 a	3,70 a

As médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

De modo semelhante Becker (2019) também verificou ausência de efeito para o fator dose (0, 1, 2 e 4 mL L<sup>-1</sup> do bioestimulante à base de *A. nodosum*) e para a interação entre os fatores doses e cultivares ao estudar o efeito da aplicação desse produto no tratamento de sementes de alface sobre a germinação. Além disso, Moreira et al. (2006) constataram que a aplicação foliar do extrato aquoso de *A. nodosum*, em uma única aplicação ou em 2 aplicações parceladas, não resultou em diferenças significativas para CC, MF, PMSF, NF e NFT.

Cabe mencionar que essa baixa influência do fator dose do produto à base de extrato de algas indica que além da influência da escolha das doses utilizadas, o ajuste das melhores respostas à aplicação de substâncias bioestimulantes também depende de fatores como o modo de aplicação, as respostas diferenciais entre as culturas, as condições climáticas e a fase de desenvolvimento das plantas (ZOFFOLI *et al.*, 2022). Ainda segundo os autores, o efeito desse produto decorre, possivelmente, da translocação radicular e, posteriormente, translocado para a parte aérea vegetal. Diante disso, sugere-se que a ausência de efeito das doses do produto pode estar relacionada à aplicação exclusivamente foliar, no qual, em virtude da ação via translocação radicular no sentido da parte aérea, pode ter implicado em baixo efeito quando aplicado nas folhas.

Pela análise de correlação, constatou-se correlação forte e positiva entre MFC e MF (0,99<sup>\*\*\*</sup>), V e MF (0,93<sup>\*\*\*</sup>) e V e MFC (0,92<sup>\*\*\*</sup>) (Tabela 5). As correlações positivas observadas indicam a tendência de aumento de uma variável em função da outra variável correlacionada (NOGUEIRA *et al.*, 2012). Evidencia-se que incrementos na MF culminam em incrementos na MFC, PMSF e V, por serem características dependentes.

**Tabela 5.** Correlação de Pearson entre as características agrônômicas de massa fresca (MF), massa fresca comercial (MFC), volume (V), densidade (D), número de folhas (NF), diâmetro do caule (DC), comprimento do caule (CC) e percentual de massa seca de folha (PMSF).

Característica	MFC	V	D	NF	DC	CC	PMSF
<b>MF</b>	0,99 <sup>***</sup>	0,93 <sup>***</sup>	-0,40 <sup>**</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	-0,01 <sup>ns</sup>	0,49 <sup>***</sup>	0,46 <sup>***</sup>
<b>MFC</b>		0,92 <sup>***</sup>	-0,36 <sup>**</sup>	0,18 <sup>ns</sup>	-0,02 <sup>ns</sup>	0,46 <sup>***</sup>	0,45 <sup>***</sup>
<b>V</b>			-0,67 <sup>***</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	-0,13 <sup>ns</sup>	0,56 <sup>***</sup>	0,41 <sup>**</sup>

<b>D</b>	-0,01 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	-0,53 <sup>***</sup>	-0,09 <sup>ns</sup>
<b>NF</b>		0,16 <sup>ns</sup>	-0,07 <sup>ns</sup>	-0,23 <sup>ns</sup>
<b>DC</b>			-0,04 <sup>ns</sup>	-0,18 <sup>ns</sup>
<b>CC</b>				0,30 <sup>*</sup>

*p-value*: valor de *p* do teste F à 5% de probabilidade. \*\*\*Significativo para  $p \leq 0,001$ ; \*\* significativo para  $p \leq 0,01$ ; \* significativo para  $p \leq 0,05$ ; <sup>ns</sup> não significativo.

As correlações de PMSF foram moderadas e positivas com MF (0,46<sup>\*\*\*</sup>), MFC (0,45<sup>\*\*\*</sup>) e V (0,41<sup>\*\*</sup>), e fraca e positiva com CC (0,30<sup>\*</sup>) (Tabela 5). Relação positiva e forte entre MF e PMSF no desempenho agrônômico da alface também foram observadas por Santos (2020). E, de acordo com Souza (2013), a constatação de correlações entre duas variáveis pode ser vantajosa, visto que ganhos numa determinada característica de interesse podem ser obtidos a partir da seleção de variáveis correlacionadas. No presente estudo, por exemplo, sugere-se que a seleção de cultivares em função de MF, MFC e V podem contribuir para seleção de cultivares com maiores valores de PMSF.

Já as correlações com a característica CC foram moderadas e positivas com MF (0,49<sup>\*\*\*</sup>), MFC (0,46<sup>\*\*\*</sup>) e V (0,56<sup>\*\*\*</sup>) e moderada e negativa com a variável D (-0,53<sup>\*\*\*</sup>), indicando incremento de CC com aumento dos valores de MF, MFC e V, conforme a interpretação dos valores de correlação entre as variáveis (DANCEY *et al.*, 2005) (Tabela 5). De acordo com Nogueira *et al.* (2012), correlações negativas indicam tendência de decréscimo sobre uma variável enquanto a outra aumenta, logo, o decréscimo de CC está correlacionado com o incremento de D, e vice-versa (NOGUEIRA *et al.*, 2012).

Verifica-se ainda que todas as correlações significativas com a característica D foram negativas, sendo com MF (-0,40<sup>\*\*</sup>), MFC (-0,36<sup>\*\*</sup>), V (-0,67<sup>\*\*\*</sup>) e CC (-0,53<sup>\*\*\*</sup>) (Tabela 5). Esses resultados demonstram que incrementos na MF, MFC, V reduzem D.

#### 4 CONCLUSÃO

Concluiu-se que a aplicação de extrato de alga *A. nodosum*, via foliar e em diferentes dosagens (0 (testemunha), 1, 2, 3, 4,5 e 6 mL L<sup>-1</sup> de solução), não influencia no desempenho das cultivares de alface Lucy Brown, Regina e Vanda para as características agrônômicas MF, MFC, D, NF, DC, CC e PMSF.

Apenas a característica V demonstra efeito significativo para o fator dose, sendo que 4,5 mL L<sup>-1</sup> de solução proporciona cabeças mais volumosas.

A cultivar Lucy Brown destaca-se para as características MF, MFC, V e PMSF, enquanto a cultivar Regina apresenta superioridade em D, CC, NF e DC.

## REFERÊNCIAS

AHMED, Zienab *et al.* Evaluation of Lettuce (*Lactuca sativa* L.) production under hydroponic system: Nutrient solution derived from fish waste vs. Inorganic nutrient solution. **Horticulturae**, v. 7, n. 9, p. 292, 2021.

ALBUQUERQUE JÚNIOR, José Emídio de *et al.* Qualidade de águas residuárias e salobra utilizadas no cultivo hidropônico de três cultivares de alface crespa. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 2, p. 19-24, 2016.

ARAUJO, Josinaldo Lopes *et al.* Crescimento e nutrição mineral de cebolinha verde cultivada hidroponicamente sob diferentes concentrações de N, P e K. **Revista Ceres**, v. 63, p. 232-240, 2016.

ARAÚJO, Wellington Farias *et al.* Resposta da alface a adubação nitrogenada. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 5, n. 1, p. 18-23, 2011.

BARBOSA, Victor Augusto Araújo *et al.* Comparação da contaminação de alface (*Lactuca sativa*) proveniente de dois tipos de cultivo. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v. 10, n. 2, p. 231-242, 2016.

BATTACHARYYA, Dhriti *et al.* Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. **Scientia Horticulturae**, v. 196, p. 39-48, 2015.

BERNARDES, Rodrigo da Silva. **Extrato de alga *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis e nitrogênio em mudas de *Alibertia edulis* (Rich) A. Rich.** 2022. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal Da Grande Dourados, Dourados, 2022.

BERNARDES, Rodrigo da S. *et al.* *Ascophyllum nodosum* seaweed extract and mineral nitrogen in *Alibertia edulis* seedlings. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 27, n. 3, p. 173-180, 2022.

BEZERRA, Andreza Alexandre *et al.* Análise microbiológica de alfaces em saladas cruas comercializadas em restaurantes comerciais da cidade de Petrolina, Pernambuco, Brasil. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 12, p. 100252-100265, 2020.

BECKER, Alfred Johann Santos. **Tratamento de sementes de alface com bioestimulantes a base de algas.** 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, 2019.

CARVALHO, Marcia Eugenia Amaral de *et al.* Seaweed extract improves the vigor and provides the rapid emergence of dry bean seeds. **American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences**, v. 13, n. 8, p. 1104-7, 2013.

CEASA MINAS. **Agroqualidade.** 2023. Disponível em: <<http://www.ceasaminas.com.br>>

com.br/agroqualidade/alface.asp>. Acesso em: 23 de fev. 2023.

CECÍLIO FILHO, Arthur Bernardes *et al.* Doses de potássio na produção da alface. **Revista Cultura Agronômica**, v. 27, n. 2, p. 217-227, 2018.

CERQUEIRA, Reginaldo Conceição *et al.* Cultivo de alface sob diferentes níveis de composto orgânico e esterco bovino. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 2, p. S2280 – S2286, 2014.

CHRYSARGYRIS, Antonios *et al.* Effects of *Ascophyllum nodosum* seaweed extracts on lettuce growth, physiology and fresh-cut salad storage under potassium deficiency. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 98, n. 15, p. 5861-5872, 2018.

COSTA, Ariana Lemes. **Avaliação Agronômica e Ganho de Seleção de Famílias F<sub>2:3</sub> de Alface Americana Ricas em Antocianina e Tolerantes ao Florescimento Precoce**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agronômica) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sul de Minas Gerais, Inconfidentes – MG, 2018.

DIAMANTE, Marla Silvia *et al.* Produção e resistência ao pendoamento de alfaces tipo lisa cultivadas sob diferentes ambientes. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 133-140, 2013.

DANCEY, Christine *et al.* **Estatística Sem Matemática para Psicologia**. 7 ed. Porto Alegre – SP: Penso Editora, 2018. 624 p.

DIAS, Larisse Raquel Carvalho *et al.* O uso sustentável da alga marinha *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. na agricultura: um referencial teórico. In: SILVA, Arinaldo Pereira. **Manejo de pragas e doenças: a busca por formas sustentáveis de controle**. 2021. Guarujá -SP: Editora Científica Digital LTDA, 2021. 78-89.

ECHER, Reges *et al.* Alface à mesa: implicações sócio-econômicas e ambientais da semente ao prato. **Revista Thema**, v. 13, n. 3, p. 17-29, 2016.

EMBRAPA. **Alface: Rainha das saladas**. 2022. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/horticultura-cao-e-so-salada/alface>>. Acesso em: 18 de jan. 2023.

FAO. **Countries by commodity**. 2022. Disponível em: <[https://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries\\_by\\_commodity](https://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity)>. Acesso em: 16 jan. 2023.

FERREIRA, E.B. *et al.* **Package ‘ExpDes.pt’**. 2022. Disponível em: <<https://cran.r-project.org/web/packages/ExpDes.pt/ExpDes.pt.pdf>>. Acesso em: 16 jan. 2023.

FILGUEIRA, Fernando Antonio Reis. **Novo Manual de Olericultura**. 3 ed. Viçosa: Editora UFV, 2008. 421 p.

GUERRA, Antonia Mirian Nogueira de Moura *et al.* Atividade fotossintética e produtividade de alface cultivada sob sombreamento. **Revista Agropecuária Técnica**, Areia-PB, v. 38, n. 3, p. 125-132, 2017.

IBGE. **Censo Agropecuário 2017: Resultados Definitivos**. 2017. Disponível em: <<https://>

sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuário/censo-agropecuário-2017/resultados-definitivos#horticultura>. Acesso em: 10 fev. 2023.

HENZ, Gilmar Paulo; SUINAGA, Fábio. **Tipos de alface cultivados no Brasil**. Brasília-DF: Embrapa Hortaliças, 2009. 7 p.

INMET. **Mapa de estações**. 2022. Disponível em: <<https://mapas.inmet.gov.br/#>>. Acesso em: 22 jan. 2023.

JASSE, Martha Elizabeth C. *et al.* Produção de cultivares de alface dos tipos lisa, crespa e americana em sistema agroecológico. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 2, p. 1-4, 2006.

KHAN, Wajahatullah *et al.* Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development. **Journal of plant growth regulation**, v. 28, n. 4, p. 386-399, 2009.

KIM, Moo Jung *et al.* Nutritional value, bioactive compounds and health benefits of lettuce (*Lactuca sativa* L.). **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 49, p. 19-34, 2016.

KRAEMER, Carolina *et al.* Nitrato, nitrito, cálcio, potássio e sódio em hortaliças orgânicas, hidropônicas e convencionais. **Uningá Review**, v. 35, p. eRUR2933-eRUR2933, 2020.

LANZOTTI, Virginia *et al.* NMR metabolomics and chemometrics of lettuce, *Lactuca sativa* L., under different foliar organic fertilization treatments. **Plants**, v. 11, n. 16, p. 2164, 2022.

MALDONADE, Iriani Rodrigues *et al.* **Manual de boas práticas na produção de Alface**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2014. 44 p.

MOREIRA, Gláucia Cristina. *et al.* Diferentes épocas de aplicação da alga marinha *Ascophyllum nodosum* no desenvolvimento da alface. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 46., 2006, Goiânia. **Anais...** Goiânia: ABH, 2006. 3 p.

MOTA, Jose Hortencio *et al.* Produção de alface americana em função da adubação nitrogenada nas condições de primavera em Jataí-GO. **Revista de Agricultura**, Jataí, v. 91, n. 2, p. 156-164, 2016.

NEUMANN, Édina Regina *et al.* Produção de mudas de batata doce em ambiente protegido com aplicação de extrato de *Ascophyllum nodosum*. **Horticultura Brasileira**, v. 35, p. 490-498, 2017.

NOGUEIRA, Ana Paula Oliveira *et al.* Análise de trilha e correlações entre caracteres em soja cultivada em duas épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, v. 28, n. 6, p. 877-888, 2012.

OLIVEIRA, Fabíola Cristina Ribeiro de *et al.* Consumo de alimentos orgânicos e de produtos light ou diet no Brasil: fatores condicionantes e elasticidades-renda. **Segurança Alimentar e Nutricional**, v. 22, n. 1, p. 541-557, 2015.

OLIVEIRA, Márcia Souza. **Caracterização de famílias F<sub>3</sub> de alface americana quanto à resistência ao míldio e aos nematoides das galhas e aspectos comerciais**. 2012. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

PEDRO, Samuel Ferreira *et al.* Efeitos do fertilizante a base de extratos de algas marinhas no crescimento inicial do cafeeiro. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 17, p. e79111738844-e79111738844, 2022.

RASOULI, Farzad *et al.* Growth and antioxidant responses of lettuce (*Lactuca sativa* L.) to arbuscular mycorrhiza inoculation and seaweed extract foliar application. **Agronomy**, v. 12, n. 2, p. 401, 2022.

RAYORATH, Prasanth *et al.* Extracts of the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* induce gibberellic acid (GA3)-independent amylase activity in barley. **Journal of plant growth regulation**, v. 27, n. 4, p. 370-379, 2008.

RIBEIRO, Antônio Carlos *et al.* **5ª Aproximação - Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa: SBCS, 1999. 359 p.

SACCOMORI, Natalia Landskron. **Bioestimulantes à base de extrato de algas marinhas na agricultura**: Estado da arte e potencial de uso. 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Biotecnologia) - Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2021.

SALA, Fernando César; COSTA, Cyro Paulino da. 'PiraRoxa': cultivar de alface crespa de cor vermelha intensa. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p. 158-159, 2005.

SALA, Fernando César; COSTA, Cyro Paulino da. Retrospectiva e tendência da alfaceicultura brasileira. **Horticultura Brasileira**, v.30, p. 187-194, 2012.

SANTOS, Camila Peixoto dos. **Desempenho agrônômico e teor de clorofila na relação com absorção de água em alface**. 2020. Dissertação (Produção Vegetal e Bioprocessos Associados) - Universidade Federal de São Carlos, Araras, 2020.

SEDIYAMA, Maria Aparecida Nogueira *et al.* Desempenho de cultivares de alface para cultivo hidropônico no verão e no inverno. **Científica**, v. 37, n. 2, p. 98-106, 2009.

SILVA, Cristiano Pereira da *et al.* Desenvolvimento de mudas de alface e rúcula tratadas com biofertilizante de extrato de algas. **Científic@-Multidisciplinary Journal**, v. 8, n. 1, p. 1-10, 2021.

SILVA, Eliana Mara N.C.P. da *et al.* Qualidade de alface crespa cultivada em sistema orgânico, convencional e hidropônico. **Horticultura brasileira**, v. 29, p. 242-245, 2011.

TEIXEIRA, Marcos da Costa *et al.* Qualidade de alfaves comercializadas na ilha de São Luís – MA, produzidas sob diferentes sistemas de cultivo. *In*: IV CONGRESSO INTERNACIONAL DAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 4., 2019, Teresina-PI. **Anais [...]**. Teresina-PI: IIDV, 2019.

TEIXEIRA, Nilva Teresinha. **Extrato da alga *Ascophyllum nodosum* como bioestimulantes**. Revista Campo & Negócios Grãos, Uberlândia, 2015. Disponível em: <<https://revistacampoenegocios.com.br/extrato-da-alga-ascophyllum-nodosum-como-bioestimulante/>>. Acesso em: 19 jan. 2023.

VIANA, Jonathan dos Santos; BORDA, Cesar Augusto; PALARETTI, Luiz Fabiano. Application of bokashi organic fertilizer in production of lettuce (*Lactuca sativa*). **Horticulture International Journal**, v. 4, n. 5, p. 200-201, 2020.

VIEIRA, Janiele Cássia Barbosa. **Desempenho de quatro cultivares de alface em diferentes ambientes e épocas de cultivo no município de Viçosa-MG**. 2016. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.

VILELA, Nirlene Junqueira; LUENGO, Rita de Fátima Alves. **Produção de hortaliças folhosas no Brasil**. 2022. Disponível em: <<https://revistacampoenegocios.com.br/producao-de-hortalicas-folhosas-no-brasil/>>. Acesso em: 15 jan. 2023.

YURI, Jony Eishi *et al.* **Alface americana**: cultivo comercial. Lavras: UFLA, 2002. 51 p.

YURI, Jony Eishi *et al.* Comportamento de cultivares de alface americana em Santo Antônio do Amparo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 870-874, 2005.

YURI, Jony Eishi *et al.* Comportamento de cultivares e linhagens de alface americana em Santana da Vargem (MG), nas condições de inverno. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 322-325, 2004.

YURI, Jony Eishi *et al.* Nutrição e adubação da cultura da alface. In: PRADO, Renato de Mello; CECÍLIO FILHO, Arthur Bernardes. **Nutrição e adubação de hortaliças**. Jaboticabal: FCAV/CAPEL, 2016. p. 559-577.

ZANDONADI, Daniel B. **Bioestimulantes e produção de hortaliças**. Embrapa, 2016. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/14218786/bioestimulantes-e-producao-de-hortalicas>>. Acesso em: 21 jan. 2023.

ZOFFOLI, Hugo José de Oliveira *et al.* **Extrato de alga (*Ascophyllum nodosum*) adicionado ao substrato como bioestimulante na produção de mudas de alface**. Informação Tecnológica, n. 159, p. 1-7, 2022.