

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS DE ENGENHARIAS E CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

SARA DOS SANTOS BERTO

**BIOESTIMULANTE NO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DA
ALFACE**

Rio Largo - AL

2024

SARA DOS SANTOS BERTO

**BIOESTIMULANTE NO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DA
ALFACE**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Agronomia do Campus de Engenharias e
Ciências Agrárias da Universidade
Federal de Alagoas, como requisito
parcial à obtenção do título de
Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Luan Danilo
Ferreira de Andrade Melo.

Rio Largo - AL

2024

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Campus de Engenharias e Ciências Agrárias
Bibliotecário Responsável: Erisson Rodrigues de Santana - CRB4 -1512

B545b Berto, Sara dos Santos.

Bioestimulante no potencial fisiológico de sementes da alface. / Sara dos Santos Berto. – 2024.

37f.: il.

Orientador(a): Luan Danilo Ferreira de Andrade Melo.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Graduação em Agronomia, Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, Universidade Federal de Alagoas. Rio Largo, 2024.

Inclui bibliografia

1. Embebição. 2. Hormônios vegetais. 3. Hortaliças. 4. *Lactuca sativa* L. 5. Stimulate.
I. Título.

CDU: 528

Folha de Aprovação

SARA DOS SANTOS BERTO

BIOESTIMULANTE NO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DA ALFACE

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Agronomia do Campus de Engenharias e
Ciências Agrárias da Universidade
Federal de Alagoas, como requisito
parcial à obtenção do título de
Engenheira Agrônoma. Aprovado em 04
de novembro de 2024.

Orientador:

 Documento assinado digitalmente
LUAN DANILO FERREIRA DE ANDRADE MELO
Data: 28/11/2024 16:09:58-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Luan Danilo Ferreira de Andrade Melo
(Campus de Engenharias e Ciências Agrárias-CECA)

Banca Examinadora:

 Documento assinado digitalmente
JOAO LUCIANO DE ANDRADE MELO JUNIOR
Data: 19/11/2024 14:31:29-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. João Luciano de Andrade Melo Junior
(Campus de Engenharias e Ciências Agrárias-CECA)

 Documento assinado digitalmente
REINALDO DE ALENCAR PAES
Data: 27/11/2024 23:16:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Reinaldo de Alencar Paes
(Campus de Engenharias e Ciências Agrárias-CECA)

Dedico

À minha família, por todo amor, zelo e apoio que me ajudaram a enfrentar todos os obstáculos ao longo do meu caminho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela força e perseverança que me concedeu ao longo deste processo da minha vida.

Agradeço à minha família, em especial aos meus pais, Maria de Fátima dos Santos Berto e Neilson Galdino Berto que sempre me incentivaram e apoiaram incondicionalmente.

As minhas irmãs Thainara dos Santos Berto e Thaíse dos Santos Berto, pelo apoio emocional, conselhos e pelas palavras de encorajamento nos momentos mais difíceis.

Ao meu namorado, Gerson Douglas da Silva Santos, pelo carinho, descontração e leveza proporcionados, que foram essenciais para manter o equilíbrio durante esta etapa.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Luan Danilo Ferreira de Andrade Melo, minha gratidão pelo acolhimento, paciência e orientação ao longo deste processo.

Agradeço também ao Laboratório de Fitotecnia (CECA-UFAL), a qual obtive experiências enriquecedoras. E a todos que fazem parte dele.

Aos professores que contribuíram para a minha formação acadêmica, através dos conhecimentos transmitidos.

Aos membros da banca examinadora, meu sincero agradecimento por terem aceitado o convite e dedicado seu tempo e atenção a este trabalho. Suas contribuições e sugestões, enriqueceram este estudo.

Também agradeço ao Campus de Engenharias e Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Alagoas pelo suporte que me foi fornecido durante a minha graduação.

“Uma experiência nunca é um fracasso.
Pois sempre vem demonstrar algo.”
(Thomas Edson).

RESUMO

Pertencente à família das Asteraceas, a alface (*Lactuca sativa* L.) é uma hortaliça amplamente consumida e cultivada globalmente, com grande importância socioeconômica. Com a demanda crescente dessa hortaliça, técnicas que aceleram a produção, têm ganhado destaque. Assim, a embebição de sementes em bioestimulantes exercem papel fundamental, podendo acelerar, estimular e uniformizar o processo de germinação. Com isso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o potencial fisiológico das sementes de alface submetidas à embebição em diferentes períodos e doses de bioestimulante (Stimulate®). O trabalho foi conduzido no Laboratório de Fitotecnia, pertencente ao Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, localizado na cidade de Rio Largo - AL. Foram estudadas sementes de alface crespa da variedade Moana da marca Isla Sementes LTDA. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (esquema fatorial 5 x 2), doses do bioestimulante Stimulate® (0, 4, 8, 12 e 16 mL.L⁻¹) e tempos de embebição das sementes (8 e 16 horas). O delineamento incluiu 10 tratamentos, com 4 repetições de 25 sementes cada, totalizando 40 parcelas experimentais. Após isso, as sementes foram dispostas entre papel de forma equidistante em caixas plásticas do tipo gerbox forradas com papel mata borrão, o qual foi umedecido com água destilada o equivalente a 2,5 vezes o peso do papel seco. Em seguida o material foi acondicionado em câmara de germinação tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.) regulada na temperatura constante de 20 °C. As contagens foram realizadas no mesmo horário a partir do quarto dia e finalizadas no sétimo dia. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas com o auxílio do *software* SISVAR 5.8. Para a germinação, os resultados mostraram que houve influência dos períodos e das doses de bioestimulante quando comparado ao controle (0 mL.L⁻¹). Para a primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação e tempo médio de germinação a dose 4 mL.L⁻¹ por 8 horas de embebição, proporcionou o melhor resultado para essas variáveis. Já para o tempo médio de germinação, o período de 16 horas não apresentou diferença estatística entre as doses. A uniformidade de germinação foi favorecida na dose de 8 mL.L⁻¹ em ambos os períodos de embebição, assim como observado para o índice de sincronia de germinação. Para o comprimento de plântulas a dose de 4 mL.L⁻¹ por 8 horas de embebição resultou no maior comprimento. Para a massa seca de plântulas, todas as doses de bioestimulante no período de 8 horas favoreceram o acúmulo de biomassa, exceto o controle que diferiu estatisticamente dos demais. Com isso, concluiu-se que a dose de bioestimulante de 4 mL.L⁻¹, com embebição por 8 horas, potencializou a germinação e o vigor das sementes de alface.

Palavras-chave: Embebição; Hormônios vegetais; Hortaliças; *Lactuca sativa* L.; Stimulate.

ABSTRACT

Belonging to the Asteraceae family, lettuce (*Lactuca sativa* L.) is a vegetable widely consumed and cultivated globally, with great socioeconomic importance. With the growing demand for this vegetable, techniques that accelerate production have gained prominence. Therefore, soaking seeds in biostimulants plays a fundamental role, as it can accelerate, stimulate and standardize the germination process. Therefore, the objective of the present work was to evaluate the physiological potential of lettuce seeds subjected to imbibition at different periods and doses of the biostimulant Stimulate®. The work was carried out at the Phytotechnics Laboratory, belonging to the Campus of Engineering and Agricultural Sciences of the Federal University of Alagoas, located in the city of Rio Largo - AL. Seeds of curly lettuce of the Moana variety from the Isla Sementes LTDA brand were studied. A completely randomized design (5 x 2 factorial scheme), doses of the biostimulant Stimulate® (0, 4, 8, 12 and 16 mL.L⁻¹) and seed imbibition times (8 and 16 hours) were used. The design included 10 treatments, with 4 replicates of 25 seeds each, totaling 40 experimental plots. Soon after, the seeds were placed between paper in an equidistant manner in plastic gerbox-type boxes lined with blotting paper, which was moistened with distilled water equivalent to 2.5 times the weight of the dry paper. The material was then stored in a *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.) germination chamber regulated at a constant temperature of 20 °C. Counts were carried out at the same time from the fourth day and finished on the seventh day. The data were subjected to analysis of variance and the means compared using the Tukey test at 5% probability. The analyses were performed with the aid of SISVAR 5.8 software. For germination, the results showed that there was an influence of the periods and doses of biostimulant when compared to the control (0 mL.L⁻¹). For the first germination count, germination speed index and average germination time, the dose of 4 mL.L⁻¹ for 8 hours of imbibition provided the best result for these variables. As for the average germination time, the 16-hour period did not present a statistical difference between the doses. Germination uniformity was favored at a dose of 8 mL.L⁻¹ in both imbibition periods, as observed for the germination synchrony index. For seedling length, the dose of 4 mL.L⁻¹ for 8 hours of imbibition resulted in the greatest length. For the dry mass of seedlings, all doses of biostimulant in the 8-hour period favored the accumulation of biomass, except for the control, which differed statistically from the others. Thus, it was concluded that the biostimulant dose of 4 mL.L⁻¹, with soaking for 8 hours, enhanced the germination and vigor of lettuce seeds.

Keywords: Imbibition; Plant hormones; Vegetables; *Lactuca sativa* L.; Stimulate.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Germinação (%) de sementes de alface submetidas a diferentes doses de Stimulate e períodos de embebição (CECA/UFAL, 2024).....	23
Tabela 2. Primeira Contagem de Germinação (%) de sementes de alface submetidas a diferentes doses de Stimulate e períodos de embebição (CECA/UFAL, 2024).	24
Tabela 3. Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de alface submetidas a diferentes doses de Stimulate e períodos de embebição (CECA/UFAL, 2024).	25
Tabela 4. Tempo Médio de Germinação (Dias) de sementes de alface submetidas a diferentes doses de Stimulate e períodos de embebição (CECA/UFAL, 2024).	26
Tabela 5. Velocidade Médio de Germinação (VMG) de sementes de alface submetidas a diferentes doses de Stimulate e períodos de embebição (CECA/UFAL, 2024).	26
Tabela 6. Uniformidade de Germinação (bit) de sementes de alface submetidas a diferentes doses de Stimulate e períodos de embebição (CECA/UFAL, 2024).	27
Tabela 7. Índice de Sincronia das Germinações (Z) de sementes de alface submetidas a diferentes doses de Stimulate e períodos de embebição (CECA/UFAL, 2024).	28
Tabela 8. Comprimento de Plântulas (cm) de sementes de alface submetidas a diferentes doses de Stimulate e períodos de embebição (CECA/UFAL, 2024).	28
Tabela 9. Massa Seca de Plântulas (g) de sementes de alface submetidas a diferentes doses de Stimulate e períodos de embebição (CECA/UFAL, 2024).	30

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	Origem e importância da Alface.....	14
2.2	Características agronômicas da alface.....	14
2.3	Bioestimulantes e suas funções	16
2.4	Embebição de sementes.....	18
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1	Local do experimento	20
3.2	Delineamento experimental e tratamento	20
3.3	Variáveis analisadas.....	21
3.3.1	Germinação.....	21
3.3.2	Primeira contagem de germinação	21
3.3.3	Índice de Velocidade de Germinação	21
3.3.4	Tempo médio de germinação.....	21
3.3.5	Velocidade média de germinação	21
3.3.6	Uniformidade de germinação	21
3.3.7	Índice de sincronia das germinações:	22
3.3.8	Comprimento de plântulas.....	22
3.3.9	Massa seca de plântulas	22
3.4	Análise estatística.....	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	23
5	CONCLUSÕES.....	32
	REFERÊNCIAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

Com importância socioeconômica cada vez maior, a alface é a folhosa mais consumida em todo o mundo, principalmente, *in natura*. Conhecida não apenas por sua versatilidade culinária, como também por suas propriedades nutritivas e benéficas para a saúde (DEMARTELAERE, 2020), já que, possui uma composição rica em vitaminas, além de apresentar baixo teor calórico, o que aumenta a sua demanda (FERREIRA FILHO, 2022).

Essa hortaliça desempenha um papel importante na agricultura, devido à sua rápida taxa de crescimento por ter um ciclo curto (MALDONADE et al., 2014), o que gera rápido retorno financeiro. Embora a alface seja cultivada em todas as regiões do Brasil, seu cultivo enfrenta restrições devido à sensibilidade da planta às condições climáticas adversas, como variações de temperatura, umidade do ar e precipitação pluvial (BRZEZINSKI et al., 2017). Além disso, o sucesso do cultivo da alface depende da qualidade das sementes utilizadas.

A qualidade das sementes é essencial para alcançar um estande de plântulas uniforme e com maior resistência às adversidades durante o estabelecimento da cultura. De acordo com Weber (2023) e Bertoncelli et al. (2023), os tratamentos de sementes podem melhorar significativamente tanto a taxa de germinação quanto a normalidade das plântulas no estande, visando otimizar o desenvolvimento inicial e aumentar o vigor das plantas. Assim, o tratamento de sementes vem se tornando uma alternativa importante para manter e aprimorar a qualidade das sementes, abrangendo aspectos fisiológicos, sanitários, o que contribui para o desenvolvimento das culturas (AMARO et al., 2020).

Neste contexto, os bioestimulantes destacam-se, uma vez que estes consistem em substâncias naturais ou sintéticas, encontrados na forma de pó solúvel, em formato granular ou líquido (MA; FREITAS; DIAS, 2022), que podem ser utilizadas em sementes, plantas e solo, com o propósito de induzir mudanças nos processos vitais e estruturais, visando aprimorar tanto a produtividade quanto a qualidade das sementes (ALENCAR, 2017). Atuam na ativação do metabolismo, melhoram a absorção de nutrientes e estimulam a produção de fitohormônios, resultando em uma resposta mais eficaz das plantas aos nutrientes. (SANTINI et al., 2015), além de trazer benefícios à germinação e ao vigor das sementes quando incorporados ao seu tratamento, contribuindo com a uniformidade das plantas em condições de campo.

E uma das técnicas promissoras que podem ser incorporadas no tratamento de sementes é a embebição (CAÇULA, et al., 2022), que quando atrelado ao bioestimulante, pode potencializar seus efeitos, já que, ativa processos metabólicos e hormonais que favorecem a sua germinação mais rápida e uniforme. Contudo, sua aplicação no tratamento de sementes ainda requer mais estudos sobre seus efeitos. Embora a alface apresente grande relevância alimentar, econômica e social, os estudos referentes ao tratamento de suas sementes com bioestimulantes são escassos ou divergentes na literatura, especialmente em relação ao período de embebição e às doses de bioestimulante, indicando assim, a necessidade de mais pesquisas, já que a resposta obtida com a aplicação desses produtos pode variar de acordo com a espécie/variedade, o tempo de exposição e a dose utilizada.

Diante do exposto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o potencial fisiológico das sementes de alface submetidas à embebição em diferentes períodos e doses de bioestimulante (Stimulate®)

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Origem e importância da Alface

A alface (*Lactuca sativa* L.) pertence à família Asteraceae e tem origem na Europa e na Ásia. Há relatos que sua domesticação ocorreu a partir da espécie selvagem (*L. serriola*). Além disso, há evidências de representações egípcias que mostram que seu consumo se iniciou por volta de 4500 a.C. No Brasil, foi introduzida pelos portugueses em 1650. E por meio de processos de seleção e hibridização, a alface evoluiu para uma grande diversidade de cultivares (FAQUEZI, 2024).

Atualmente, é uma das hortaliças mais populares e amplamente cultivadas no mundo, sendo a folhosa mais consumida no país, representando 49,9% da área total destinada ao cultivo de vegetais folhosos (VILELA; LUENGO, 2022). E conforme dados do último censo do IBGE (2017), até o presente momento, a alface apresenta produção de cerca de 672 mil toneladas, distribuídas em quase todas as regiões do Brasil, sendo os maiores produtores as regiões Sudeste e Sul, gerando valor aproximadamente R\$ 1.205 bilhão.

E com a busca cada vez maior por hábitos alimentares mais saudáveis proporciona um aumento no consumo de hortaliças, e a demanda dessa olerícola folhosa vem sendo crescente. Por ser um dos principais alimentos nas dietas saudáveis, a alface é uma excelente fonte de fibras, vitaminas (A, E, C e do complexo B) e minerais como potássio, ferro e cálcio (COSTA JÚNIOR, 2018). Além de apresentar baixo valor calórico, destaca-se ainda por seus compostos bioativos, incluindo antioxidantes e substâncias anti-inflamatórias, que auxiliam na manutenção da saúde e no controle do peso (ALMEIDA, SIEBENEICHLER, GALLI, 2020).

Além dos aspectos nutricionais, as hortaliças folhosas têm grande relevância social e econômica, pois impulsionam a geração de emprego e renda (YOKORO; PEREIRA, 2018). Além disso, a produção de alface pode ocorrer em três tipos de sistemas sendo, solo, semi-hidropônico e hidropônico (CHESINI, 2023). E também é uma planta que não necessita de grandes áreas para ser cultivada, apresentando assim, possibilitando um grande retorno econômico (ZIECH et al., 2014).

2.2 Características agronômicas da alface

A alface é uma planta anual, herbácea e apresenta um sistema radicular superficial e ramificado. A alface possui um caule curto que sustenta uma roseta de

folhas (CAMPOS, 2020). Suas folhas variam em textura (lisas, crespas ou frisadas) e coloração (verde-claro e roxo) e são classificadas em tipos como crespa repolhuda, lisa repolhuda, crespa solta, lisa solta e romana (BARROS, CAVALCANTE, 2021), o que caracteriza diferentes tipos comerciais (MENESES et al., 2016). É através dessa variedade de cultivares que possibilita o seu cultivo em praticamente todas as regiões do país (BORBA; FREITAS, 2023), sendo melhor adaptadas em temperaturas amenas, o que explica sua maior produção em estações mais frias.

O ciclo completo da alface pode variar de 130 a 230 dias, incluindo etapas como produção de mudas (30-35 dias), desenvolvimento vegetativo (38-90 dias), pendoamento (90-110 dias), florescimento (110-130 dias) e produção de sementes (130-230 dias) (MALDONADE et al., 2014). Para cultivos comerciais, visando a colheita das folhas, o ciclo é encurtado para 50 a 90 dias, que são a principal parte de interesse (SILVA et al., 2023).

Devido ao seu ciclo curto, a alface possui elevadas exigências nutricionais, principalmente em potássio, nitrogênio, cálcio e fósforo. Apresenta melhor desempenho em solos de textura média, com boa capacidade de retenção de água. O pH ideal para o cultivo situa-se entre 6,0 e 6,8, com saturação por bases em torno de 70% (BORBA; FREITAS, 2023).

Além disso, fatores como temperatura, fotoperíodo, umidade relativa, textura do solo e disponibilidade hídrica influenciam diretamente o desenvolvimento e a produtividade da planta (DEMARTELAERE, 2020).

Sendo assim, a temperatura é um fator determinante para a germinação, afetando diretamente a viabilidade e a dormência das sementes. Com isso, a germinação ideal ocorre a 20 °C, mas algumas cultivares apresentam dificuldades quando submetidas a temperaturas de 25 °C ou mais, e a partir de 35 °C, o processo germinativo é completamente interrompido (DANIEL, 2024).

A irrigação é essencial para o desenvolvimento da alface, pois a planta exige uma oferta constante de água. Em lugares com distribuição irregular das chuvas, é necessário implementar métodos de irrigação, como ocorre nos estados de Alagoas, Bahia, Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe (esse conjunto de estados do Nordeste é denominado de Polígono das Secas) (SILVA, 2017).

Os métodos de irrigação mais usados nessa cultura são: a irrigação por aspersão (mais utilizada em canteiros a céu aberto), e o gotejamento (mais utilizado em cultivos protegidos, como estufas e túneis baixos). Isso se deve ao fato de que a

aspersão simula a chuva, garantindo uma cobertura uniforme do solo, enquanto o gotejamento oferece uma irrigação localizada e eficiente, reduzindo o desperdício de água (SILVA et al., 2023).

2.3 Bioestimulantes e suas funções

Os bioestimulantes são compostos por combinações de biorreguladores e outras substâncias químicas (aminoácidos, vitaminas, sais minerais), que são capazes de promover o crescimento das plantas. Isso ocorre devido ao estímulo da divisão celular, o que aumenta a capacidade das plantas de absorver nutrientes minerais essenciais à produtividade das culturas (MORZELLE et al., 2017; NUNES, 2023).

Os bioestimulantes são uma categoria de produtos distinta dos fertilizantes convencionais, cujo principal propósito é fornecer nutrientes às plantas. A função dos bioestimulantes é, antes de tudo, ativar processos fisiológicos nas plantas, independentemente do teor de nutrientes em sua composição. Sua aplicação busca ampliar a disponibilidade de nutrientes na rizosfera, melhorar a eficiência no uso dos nutrientes, elevar a qualidade dos produtos e intensificar a resistência das plantas a estresses abióticos (JARDIN et al., 2015; RODRIGUES, CORREIA, ARROBAS, 2022).

Dessa forma, os bioestimulantes que são comumente utilizados, são as substâncias húmicas, aminoácidos e hidrolisados de proteínas, extratos de algas e de hormônios vegetais sintetizados, sendo esses dois últimos ganhando grande destaque, pelos seus benefícios, destacando seus potenciais benefícios para a fisiologia das plantas (ZANDONADI, 2018; AREJANO et al., 2022).

As substâncias húmicas são compostas principalmente por ácido húmico e ácido fúlvico. Os ácidos húmicos, predominantes, são escuros e solúveis em ácidos e solventes orgânicos. Já os ácidos fúlvicos, solúveis em água e soluções ácidas e alcalinas, têm menor peso molecular e mais compostos fenólicos e grupos carboxílicos (CARON; GRAÇAS; CASTRO, 2015).

O efeito do ácido húmico nas plantas varia com a concentração, espécie vegetal e origem do ácido. Ele melhora a retenção de água e a estrutura do solo, além de intensificar a atividade enzimática e a diversidade microbiana. Dessa forma, dosagens específicas também podem favorecer a germinação das sementes, estimular a formação e o crescimento de raízes laterais e impulsionar o desenvolvimento das raízes e brotos (CRISTINA et al., 2020). De acordo com Arejano et al. (2022), substâncias orgânicas e

ácidos húmicos comerciais têm o potencial de influenciar processos fisiológicos das plantas, mesmo em concentrações baixas.

Produtos comerciais ricos em aminoácidos e peptídeos são obtidos a partir da hidrólise química ou enzimática de proteínas provenientes de resíduos agroindustriais de origem animal e/ou vegetal (COLLA et al., 2015). A compreensão de como os hidrolisados de proteína afetam as plantas é dificultada pela complexidade desses produtos, especialmente os comerciais, que contêm uma mistura de diversas substâncias (RODRIGUES, CORREIA, ARROBAS, 2022).

Entretanto, geralmente, os hidrolisados de proteína elevam a biomassa e a atividade microbiana, a respiração do solo e, em geral, a fertilidade do solo. Além disso, aminoácidos e peptídeos específicos apresentam atividades quelantes e complexantes que favorecem a disponibilidade e absorção de nutrientes pelas raízes das plantas (JARDIN, 2015).

O bioestimulante à base de extrato de algas (compostos de macronutrientes, micronutrientes, carboidratos, aminoácidos e hormônios vegetais) é muito utilizado na Europa, ao qual é comum em aplicações foliares e no solo. Vários produtos utilizados como bioestimulantes são de origem natural, adquiridos a partir do extrato de algas (ARAÚJO, 2016; SILVA, 2020). Esses produtos têm a capacidade de estimular o crescimento vegetal, o aumento do sistema radicular, aprimoramento na germinação, estabelecimento de plântulas, absorção e mobilização de nutrientes, além de estímulo ao florescimento, produtividade e teor de clorofila foliar (SACCOMORI, 2021).

Ademais, os extratos fortalecem a tolerância das plantas a estresses bióticos e abióticos (SHARMA et al., 2014; AREJANO et al., 2022;). Estudos sobre o tratamento de sementes com bioestimulante de algas em diversas culturas demonstraram, desde os estágios iniciais, aumento no vigor e na germinação das sementes, além de maior capacidade e velocidade de emergência das plântulas. (ALMEIDA et al., 2014; KOLLING et al., 2016).

Os hormônios vegetais sintetizados, também conhecidos como biorreguladores, são compostos sintéticos com atividades semelhantes às dos hormônios vegetais, como o ácido indolbutírico, a cinetina e o ácido giberélico (ZILLIANI, 2015). Em concentrações mínimas, eles são capazes de modificar processos fisiológicos e morfológicos nas plantas. Existem diferentes grupos (auxinas, giberelinas, citocininas, etileno, ácido abscísico) de compostos que têm funções específicas, como estimular o crescimento celular, promover o desenvolvimento de gemas laterais e controlar o

amadurecimento dos frutos, contribuindo diretamente para a otimização do cultivo e a qualidade das colheitas. (ALMEIDA, et al., 2014; MORZELLE et al., 2017).

Os bioestimulantes, compostos por combinações de biorreguladores e outras substâncias químicas (aminoácidos, vitaminas, sais minerais), são capazes de promover o crescimento das plantas (MORZELLE et al., 2017; NUNES, 2020). Um desse bioestimulante com grande relevância é o Stimulate®, que devido aos seus ingredientes ativos que ocorrem naturalmente na planta, cinetina, ácido giberélico e ácido 4-indol-3-ilbutírico, que influenciam no desenvolvimento vegetal, através da divisão celular, diferenciação e alongamento das células, possibilitando maior aumento na absorção e na utilização de nutrientes, induz o crescimento e desenvolvimento radicular, potencializando a absorção de água e nutrientes pelas raízes (STOLLER DO BRASIL, 1999). Conforme relatados por alguns trabalhos como o de Oliveira, Takahashi e Miglioranza (2014) que obteve maior crescimento da radícula e parte aérea da alface crespa, quando aplicado o bioestimulante com hormônios vegetais sintetizados. Assim como Soares et al. (2012) observou valores superiores na germinação e no vigor de sementes de alface quando pré-embebidas com esse bioestimulante.

2.4 Embebição de sementes

O processo de embebição dá início a uma série de transformações metabólicas dentro da semente, que culminam com o surgimento da raiz primária, marcando o início da germinação (DIAS et al., 2019). O processo de germinação ocorre em três fases, sendo a embebição a primeira fase.

Na fase inicial (fase I), a semente absorve rapidamente água, ativando seu metabolismo e iniciando a quebra dos compostos armazenados nos tecidos de reserva. Na fase II, o ritmo de absorção de água diminui, enquanto a energia liberada é utilizada para a reativação metabólica, com a conversão e mobilização das reservas internas e a síntese de enzimas, preparando as células para o alongamento. Na fase III, o teor de água na semente aumenta novamente, permitindo que o embrião cresça ativamente. Este crescimento resulta na protrusão da radícula, que rompe o tegumento da semente, estabelecendo a plântula e iniciando seu desenvolvimento autônomo, essencial para a fase de fotossíntese (RIBEIRO et al., 2021; BONIFÁCIO, 2022; VIEIRA; CARVALHO, 2023).

Este método é essencial para compreender o comportamento das sementes durante o processo de germinação. De acordo com Vieira e Carvalho (2023), a

embebição das sementes ativa a produção de hormônios fundamentais, como giberelina, auxina e citocinina, além disso, promove a formação de substratos importantes, como açúcares simples, aminoácidos e ácidos graxos que são cruciais para a respiração celular, fornecendo a energia necessária para o desenvolvimento e o crescimento contínuo do embrião.

Quando utilizado esse método em conjunto com o bioestimulante no tratamento de sementes, tem potencializado seu efeito. Com isso, tem se tornado cada vez mais importante na agricultura moderna, já que essas substâncias trazem diversos benefícios para as culturas quando aplicadas nas sementes, pois favorecem o aumento da taxa de germinação e o vigor das sementes (DIAS et al., 2023), favorecendo assim a velocidade, uniformidade, da germinação e/ou emergência de plântulas, bem como seu desenvolvimento e também aumento na produtividade.

No entanto, seus efeitos como também a velocidade de embebição varia de acordo com cada espécie, devido às diferenças na composição química das sementes e à permeabilidade do tegumento (BONIFÁCIO, 2022).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

O trabalho foi realizado no Laboratório de Fitotecnia, pertencente ao Campus de Engenharias e Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, localizado na cidade de Rio Largo - AL.

3.2 Delineamento experimental e tratamento

Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado (esquema fatorial 5 x 2), doses do bioestimulante Stimulate® (0, 4, 8, 12 e 16 mL.L⁻¹) e tempos de embebição das sementes (8 e 16 horas). O delineamento incluiu 10 tratamentos, com 4 repetições de 25 sementes cada, totalizando 40 parcelas experimentais.

Foram estudadas sementes de alface crespa da variedade Moana da marca Isla Sementes. Como bioestimulante foi utilizado o Stimulate® da marca Stoller do Brasil, à base de hormônios vegetais sintetizados (Cinetina, Ácido Giberélico e Ácido 4-Indol-3-Ilbutírico). O bioestimulante foi diluído em água destilada em doses de 0 (testemunha, somente com água destilada), 4, 8, 12 e 16 mL.L⁻¹.

As sementes foram submetidas a embebição nas soluções de acordo com cada tratamento, por dois períodos distintos: 8 e 16 horas. Logo após, as sementes foram dispostas entre papéis de forma equidistante em caixas tipo Gerbox, forradas com papel mata borrão, o qual foi umedecido com água destilada 2,5 vezes o seu peso seco. Em seguida, o material foi acondicionado em uma câmara de germinação do tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.), regulada para uma temperatura constante de 20 °C (BRASIL, 2009)."

As contagens foram realizadas no mesmo horário para as sementes germinadas durante sete dias, iniciando-se no quarto dia após a instalação do teste (BRASIL, 2009). As sementes que formaram todas as suas estruturas essenciais foram consideradas germinadas, demonstrando assim potencial para prosseguir com seu desenvolvimento em condições de campo (BRASIL, 2009).

3.3 Variáveis analisadas

3.3.1 Germinação

Calculado pela fórmula: $gi = (\sum_{k=1}^i ni/N) \times 100$, sendo ni o número de sementes germinadas/plântulas emergidas no tempo i e N o número total de sementes colocadas para germinar (CARVALHO et al., 2005).

3.3.2 Primeira contagem de germinação

Foi realizada conjuntamente com o teste de germinação, computando-se a porcentagem de plântulas normais obtidas a partir do quarto dia após a instalação dos testes.

3.3.3 Índice de Velocidade de Germinação

Foi calculado seguindo a fórmula proposta por Maguire (1962), calculado pela soma do número de plântulas normais germinadas ($G_1, G_2, G_3, \dots, G_n$) a cada dia, dividido pelo número de dias decorridos ($N_1, N_2, N_3, \dots, N_n$) entre a semeadura e a germinação.

3.3.4 Tempo médio de germinação

Obtido através da fórmula $t = \sum_{k=1}^i (n_i t_i) / \sum_{k=1}^i n_i$, sendo o t_i o tempo do início do experimento até o i enésima observação (dias ou horas); o n_i representa o número de sementes germinadas no tempo i (número correspondente o i enésima observação); k corresponde ao último dia da germinação (CZABATOR, 1962).

3.3.5 Velocidade média de germinação

Calculado por meio da fórmula $v = 1/t$, onde o t é o tempo médio de germinação (RANAL; SANTANA, 2006).

3.3.6 Uniformidade de germinação

Foi calculado utilizando-se a fórmula $U = -\sum F_r \log_2 F_r$, sendo F_r a frequência de germinação e $\log_2$ –logaritmo na base 2 (LABOURIAU, 1983; LABOURIAU; VALADARES, 1976).

3.3.7 Índice de sincronia das germinações:

Foi usado a fórmula $Z = \Sigma C_{n1,2} / N \approx C_{n1,2} = n_i(n_i - 1) / 2$; $N = \Sigma n_i(\Sigma n_i - 1) / 2$, onde $C_{n1,2}$ a combinação das sementes germinadas no i enésima tempo e n_i o número de sementes germinadas no tempo i (PRIMACK, 1980).

3.3.8 Comprimento de plântulas

Realizado após o teste de germinação, onde as plântulas obtidas de cada tratamento serão medidas com auxílio de uma régua graduada em centímetros, sendo os resultados obtidos através das médias de cada repetição e expressos em cm por plântula¹.

3.3.9 Massa seca de plântulas

As plântulas normais obtidas de cada repetição foram acondicionadas em sacos de papel *kraft*, em seguida colocadas em estufa de circulação forçada à 80 °C por 24 horas. Logo após, colocadas em dessecadores com sílica gel ativada e, pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001g, o resultado foi expresso em g/plântulas (NAKAWAGA, 1999).

3.4 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas com o auxílio do *software* SISVAR 5.8 (FERREIRA, 2014).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados referentes à germinação apresentados na Tabela 1, mostraram que houve influência significativa das doses de bioestimulante na porcentagem de sementes germinadas no período de 8 horas, com a dose de 4 mL.L⁻¹ apresentando a maior porcentagem de sementes germinadas (91%), em comparação ao controle que apresentou a menor porcentagem de germinação (57%). Em contrapartida, no período de 16 horas observou-se o inverso, o controle alcançou a melhor taxa de germinação (82%), e quando incorporado o bioestimulante no tratamento das sementes atuou negativamente na germinação.

Conforme afirmam Soares et al. (2012), a aplicação de certos reguladores vegetais nas sementes pode impulsionar a germinação ao estimular a biossíntese e a atividade de enzimas hidrolíticas necessárias para esse processo. Um exemplo é a cinetina, que ajuda no transporte da giberelina para o endosperma, no qual atua como um mobilizador de reservas para o embrião, e em conjunto com a giberelina age como um hormônio promotor da germinação (AMARO et al., 2020). As giberelinas, por sua vez, são fundamentais na ativação do crescimento do embrião, promovendo a degradação da camada do endosperma, o que impede seu desenvolvimento e a mobilização das reservas energéticas (TAKATA et al., 2014).

Tabela 1. Germinação (%) de sementes de alface submetidas a diferentes doses de Stimulate e períodos de embebição (CECA/UFAL, 2024).

Doses (mL.L ⁻¹)	Períodos de embebição (horas)	
	8	16
0	57 Cb	82 Aa
4	91 Aa	65 Bb
8	88 Aba	80 Ab
12	79 Ba	51 Cb
16	86 Aba	46 Cb
F para doses	20,76**	
F para tempos de embebição	91,21**	
F para doses x tempos de embebição	49,29**	
CV (%)	7,03	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. ** e ^{ns} correspondem ao teste F significativo a 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

De acordo com Santos et al. (2013), a embebição de sementes de girassol em solução de Stimulate de 4 mL.L⁻¹ por 4 horas promoveram a maior porcentagem para a germinação de sementes e à medida que as doses e o tempo aumentam houve a redução.

Já nos resultados obtidos por Lima et al. (2017), utilizando quatro tratamentos (0, 30, 45 e 60 mL de Stimulate® em 100 mL de água destilada), as sementes foram submetidas à embebição por um período de 24 horas a 25 °C. O estudo mostrou que o uso do bioestimulante na germinação e na emergência de sementes de pepino, independentemente da dose utilizada, não apresentou nenhuma influência.

De acordo com Hajar (2015), variedade utilizada e a forma de aplicação dos bioestimulantes nas sementes, podem não ter resultados tão pronunciados, relatando que sementes submetidas a embebição com soluções do bioestimulante, pode ocorrer maior absorção do produto em comparado ao fornecido no substrato de germinação. Assim como, verificado por Conde et al. (2021), que a embebição aumentou a taxa de germinação e o vigor das plantas de alface.

Na Tabela 2, que analisa a primeira contagem de germinação, a dose de 4 mL.L⁻¹ por 8 horas de embebição teve o maior valor (76%), evidenciando o vigor inicial das sementes. Contudo, essa taxa caiu para 30% com 16 horas de embebição, indicando que períodos prolongados desfavorecem o vigor inicial para essa dose. Por outro lado, a dose de 8 mL.L⁻¹, apresentou valores consistentes em ambos os tempos de embebição.

Tabela 2. Primeira Contagem de Germinação (%) de sementes de alface submetidas a diferentes doses de Stimulate e períodos de embebição (CECA/UFAL, 2024).

Doses (mL.L ⁻¹)	Períodos de embebição (horas)	
	8	16
0	34 Cb	63 Aa
4	76 Aa	30 BCb
8	73 Aa	71 Aa
12	60 Ba	40 Bb
16	70 Aba	26 Cb
F para doses	22,73**	
F para tempos de embebição	74,45**	
F para doses x tempos de embebição	53,79**	
CV (%)	11,13	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. ** e ^{ns} correspondem ao teste F significativo a 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

A Tabela 3, constam os resultados para o Índice de Velocidade de Germinação (IVG), a qual foi verificado que na dose de 4 mL.L⁻¹, o IVG foi o mais alto (5,541) no período de embebição de 8 horas, mas decaiu para 3,404 com 16 horas, evidenciando que o tempo adicional desfavorece a germinação rápida, assim como, as doses mais altas de 12 e 16 mL.L⁻¹ tiveram o IVG reduzido, o que reforça a influência negativa de doses mais altas combinadas com embebição prolongada. Como também observado por

Soares et al., (2012) estudando o efeito da pré-embebição nos bioestimulantes em duas variedades de alface, constatou-se que soluções com maiores concentrações de bioestimulante diminuíram a velocidade de germinação das plântulas.

Santos et al. (2013) ressaltam que a aplicação de pequenas doses de substâncias pode trazer efeitos positivos, mas o aumento da concentração ou do tempo de exposição pode resultar em danos devido à toxicidade dessas substâncias. Em contrapartida, Guerra et al. (2023) relataram que, em seu estudo, períodos mais longos de embebição das sementes de pimentão levaram a médias superiores para o IVG, o que difere dos resultados encontrados neste trabalho.

Tabela 3. Índice de Velocidade de Germinação (IVG) de sementes de alface submetidas a diferentes doses de Stimulate e períodos de embebição (CECA/UFAL, 2024).

Doses (mL.L ⁻¹)	Períodos de embebição (horas)	
	8	16
0	3,531 Db	5,075 Aa
4	5,541 Aa	3,404 Bb
8	5,254 Aba	5,091 Aa
12	4,315 Ca	2,991 BCb
16	4,821 BCa	2,362 Cb
F para doses	27,55**	
F para tempos de embebição	67,05**	
F para doses x tempos de embebição	43,37**	
CV (%)	8,27	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. ** e ^{ns} correspondem ao teste F significativo a 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

A utilização de citocininas e giberelinas presentes no produto do bioestimulante (Stimulate®) durante a embebição das sementes foi um fator determinante para a aceleração das respostas e eventos celulares que promovem um aumento na velocidade dos processos de germinação e no crescimento das plântulas (Guerra et al., 2023), contribuindo dessa forma para o estabelecimento mais eficiente e rápido da cultura.

Resultados opostos ao presente trabalho foram verificados Oliveira, Takahashi e Miglioranza (2014), analisando diversas doses de bioestimulante em sementes de alface americana, crespa e lisa não obteve efeito das doses sobre o IVG, da mesma forma foi observado por Vieira (2018), também estudando sementes de alface.

Assim como observado no IVG, o Tempo Médio de Germinação (TMG), apresentado na Tabela 4, o controle (0 mL.L⁻¹) para o período de 8 horas, mostrou um TMG de 4,6, obtendo o maior tempo para a germinação, quando comparado aos tratamentos com a adição dos bioestimulantes, que na dose de 4 mL.L⁻¹, apresentou o

menor TMG (4,0 dias). Já para o controle no período de 16 horas de embebição ocorreu o inverso, a ausência do bioestimulante favoreceu a germinação das sementes em menor tempo, e conforme o aumento das doses, houve um aumento gradativo no TMG, sugerindo que doses mais altas e tempos prolongados tendem a retardar a germinação, possivelmente devido ao estresse causado pelo excesso de bioestimulante.

Tabela 4. Tempo Médio de Germinação (Dias) de sementes de alface submetidas a diferentes doses de Stimulate e períodos de embebição (CECA/UFAL, 2024).

Doses (mL.L ⁻¹)	Períodos de embebição (horas)	
	8	16
0	4,6 Cb	4,2 Aa
4	4,0 Aa	4,6 Bb
8	4,1 Aa	4,7 Bb
12	4,4 BCa	4,9 BCb
16	4,3 Aba	5,0 Cb
F para doses	10,17 ^{**}	
F para tempos de embebição	94,50 ^{**}	
F para doses x tempos de embebição	22,91 ^{**}	
CV (%)	3,02	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. ^{**} e ^{ns} correspondem ao teste F significativo a 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

Na Tabela 5, para a Velocidade Média de Germinação (VMG), foi observado que as variações entre doses e tempos foram menos expressivas em comparação com outros parâmetros analisados. Não apresentando diferença estatística das doses no período de embebição de 16 horas. E para o período de 8 horas, a dose de 8 e 16 mL.L⁻¹ obtiveram o mesmo resultado com o VMG de 0,232, no entanto, não diferiram estatisticamente das demais doses, exceto o controle.

Tabela 5. Velocidade Médio de Germinação (VMG) de sementes de alface submetidas a diferentes doses de Stimulate e períodos de embebição (CECA/UFAL, 2024).

Doses (mL.L ⁻¹)	Períodos de embebição (horas)	
	8	16
0	0,205 Bb	0,227 Aa
4	0,225 ABa	0,212 Aa
8	0,232 Aa	0,232 Aa
12	0,222 ABa	0,232 Aa
16	0,232 Aa	0,220 Aa
F para doses	3,01 ^{**}	
F para tempos de embebição	0,19 ^{ns}	
F para doses x tempos de embebição	3,86 ^{**}	
CV (%)	4,83	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. ^{**} e ^{ns} correspondem ao teste F significativo

a 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

A característica principal dos bioestimulante é acelerar e uniformizar a germinação, garantindo dessa forma a produção de mudas em quantidade e com um padrão de desenvolvimento fenológico adequado, o que é crucial para otimizar o manejo das plantas e melhorar sua viabilidade nas etapas subsequentes de cultivo (MONTEIRO et al. 2021).

Com isso, a Uniformidade de Germinação apresentados na Tabela 6, mostrou que na dose de 8 mL.L⁻¹ em ambos os períodos 8 e 16 horas de embebição, favoreceram a germinação mais uniforme, com valor de 0,397 e 0,491 bit, respectivamente, não diferindo estatisticamente entre si. Assim como apresentado no índice de sincronia de germinação (Tabela 7), apresentando as sincronias mais altas, com 0,792 para o período de embebição de 8 horas e 0,802 para o de 16 horas.

Esses valores, estatisticamente semelhantes entre si, reforçam o efeito estabilizador do bioestimulante sobre a uniformidade e sincronia de germinação, facilitando a previsibilidade do crescimento inicial das mudas. Visto que, a germinação é um fator determinante para a qualidade do plantio e o sucesso do desenvolvimento inicial, especialmente em sistemas de cultivo que exigem uniformidade nas fases de crescimento para otimizar a aplicação de manejos agrônômicos. Valores de sincronia mais altos, como os observados para a dose de 8 mL.L⁻¹, reduzem as variabilidades entre as plântulas e facilitam o desenvolvimento padronizado, o que se traduz em maior previsibilidade para o manejo posterior.

Tabela 6. Uniformidade de Germinação (bit) de sementes de alface submetidas a diferentes doses de Stimulate e períodos de embebição (CECA/UFAL, 2024).

Doses (mL.L ⁻¹)	Períodos de embebição (horas)	
	8	16
0	1,448 Db	1,070 CDa
4	0,849 Ba	1,204 Db
8	0,397 Aa	0,491 Aa
12	1,154 Cb	0,791 Ba
16	0,747 Ba	0,960 BCb
F para doses	52,23 ^{**}	
F para tempos de embebição	0,18 ^{ns}	
F para doses x tempos de embebição	16,48 ^{**}	
CV (%)	12,87	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. ^{**} e ^{ns} correspondem ao teste F significativo a 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

Tabela 7. Índice de Sincronia das Germinações (Z) de sementes de alface submetidas a diferentes doses de Stimulate e períodos de embebição (CECA/UFAL, 2024).

Doses (mL.L ⁻¹)	Períodos de embebição (horas)	
	8	16
0	0,393 Cb	0,551 Ba
4	0,665 Aa	0,375 Cb
8	0,792 Aa	0,802 Aa
12	0,524 Bb	0,680 Aa
16	0,688 Aa	0,480 BCb
F para doses	31,88 ^{**}	
F para tempos de embebição	3,17 ^{**}	
F para doses x tempos de embebição	21,99 ^{**}	
CV (%)	10,46	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. ^{**} e ^{ns} correspondem ao teste F significativo a 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

Para o comprimento das plântulas (Tabela 8), é possível observar que a dose de 4 mL.L⁻¹ por 8 horas de embebição resultou no maior comprimento (2,86 cm), trazendo desenvolvimento inicial robusto das plântulas. Já no período de 16 horas reduziram significativamente o comprimento das plântulas, não diferindo estatisticamente entre si.

Para Netto et al. (2019), o tempo de exposição das sementes influencia negativamente no desenvolvimento das plântulas, relacionando a falta de oxigênio no processo de germinação. Embora a utilização de fitormônios possa trazer efeitos benéficos, sua aplicação externa está relacionada às características específicas de cada espécie. Em alguns casos, a presença desses compostos pode gerar respostas negativas devido ao desequilíbrio hormonal que provoca nas plantas, o que pode levar à interrupção do desenvolvimento celular. Quando auxina e citocinina são utilizadas em níveis elevados, podem inibir o crescimento dos órgãos vegetais, embora esse hormônio esteja envolvido no processo de divisão celular (TAIZ et al., 2017).

Tabela 8. Comprimento de Plântulas (cm) de sementes de alface submetidas a diferentes doses de Stimulate e períodos de embebição (CECA/UFAL, 2024).

Doses (mL.L ⁻¹)	Períodos de embebição (horas)	
	8	16
0	1,02 Ca	0,45 Ab
4	2,86 Aa	0,79 Ab
8	2,04 Ba	0,75 Ab
12	1,03 Ca	0,66 Ab
16	0,96 Ca	0,62 Aa
F para doses	33,30 ^{**}	
F para tempos de embebição	157,61 ^{**}	
F para doses x tempos de embebição	20,59 ^{**}	
CV (%)	20,78	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. ^{**} e ^{ns} correspondem ao teste F significativo a 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

De acordo com Junqueira et al. (2017), o uso de bioestimulantes está diretamente relacionado ao desenvolvimento inicial das plântulas, promovendo interferências nos parâmetros agrônômicos e no equilíbrio hormonal das culturas, devido aos compostos reguladores presentes em sua formulação.

Contudo, resultados contrários foram observados em estudos de Sousa et al. (2018), com couve manteiga, e Rodrigues et al. (2019), que analisaram o repolho. Ambos não encontraram diferenças significativas no desenvolvimento inicial das plântulas em relação às doses de bioestimulantes.

Segundo Silva et al. (2017), que constatou em seu estudo a influência do bioestimulante Stimulate® na germinação e crescimento de variedades de rúcula (folha larga e rokita), as respostas ao tratamento podem variar conforme a cultivar utilizada. Da mesma forma, foi observado por Guirra et al. (2023) com variedades de cenoura (Alvorada, Brasília, BRS Esplanada, Tellus e Tropical), que dependendo da dose de bioestimulante utilizada favorecia a germinação de uma variedade e a outra não.

Na Tabela 9, estão representados os resultados para a Massa Seca das Plântulas, onde demonstrou que todas as doses de bioestimulante no período de 8 horas favoreceram o acúmulo de biomassa, exceto no controle que diferiu estatisticamente dos demais. E para o período de 16 horas as doses 8, 12 e 16 mL.L⁻¹, o que pode ser interpretado como um sinal de menor vigor e capacidade de desenvolvimento.

O desenvolvimento e o acúmulo de massa seca nos diferentes órgãos das plantas podem ser significativamente influenciados pela ação hormonal, especialmente pela citocinina, que desempenha um papel crucial na divisão celular (VENDRUSCOLO; MARTINS; SELEGUINI, 2016). Além disso, o ácido 4-indol-3-butírico (auxina) contribui para esses processos ao promover alongamento celular nas plantas (TAIZ et al., 2017). Essas hormonas vegetais são fundamentais para otimizar o crescimento e a eficiência no desenvolvimento dos órgãos vegetais.

Tabela 9. Massa Seca de Plântulas (g) de sementes de alface submetidas a diferentes doses de Stimulate e períodos de embebição (CECA/UFAL, 2024).

Doses (mL.L ⁻¹)	Períodos de embebição (horas)	
	8	16
0	0,0075 Bb	0,0147 Aa
4	0,0128 Aa	0,0125 Aa
8	0,0154 Aa	0,0065 Bb
12	0,0130 Aa	0,0069 Bb
16	0,0140 Aa	0,0058 Bb
F para doses	4,23**	
F para tempos de embebição	45,28**	
F para doses x tempos de embebição	39,08**	
CV (%)	13,95	

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. ** e ^{ns} correspondem ao teste F significativo a 1% de probabilidade e não significativo, respectivamente.

Muchinski et al. (2021) mostraram que a aplicação de biestimulante (Stimulate®) aumentou significativamente o acúmulo de massa seca em plantas de rúcula. Isto mostra o efeito positivo da combinação dos hormônios presente no produto (auxinas, giberelinas e citocininas), que atuam juntos para promover o crescimento das plantas, já que, promove a divisão celular, contribui para a diferenciação e alongamento celular e melhora a absorção e utilização de nutrientes. Além disso, esta combinação estimula o desenvolvimento das raízes, aumentando a capacidade de absorção de água e nutrientes (TAIZ et al., 2017; GONÇALVES et al., 2018; SANTOS; ORTIZ, 2024).

Conforme Izidório et al. (2015) os efeitos negativos causados por diferentes doses de bioestimulantes podem estar relacionados aos efeitos dos fitohormônios, auxinas e cinetinas presentes no produto. Esses hormônios podem alterar o equilíbrio hormonal das plantas, especialmente em grandes doses. Assim, destaca a importância da dosagem adequada para evitar inibição desnecessária do desenvolvimento da planta, visto que, as cultivares respondem de forma diferenciada e algumas doses, podendo ter efeitos prejudiciais no desempenho das sementes (Hajar, 2015).

Além disso, o período de embebição pode afetar de maneira significativa a eficácia dos bioestimulantes na germinação e no vigor das sementes. Neste estudo, foi observado que a embebição de 16 horas resultou em um desempenho inferior em quase todas as variáveis analisadas para as sementes tratadas com as doses do bioestimulante. Isso pode indicar que, o tempo de embebição influencia diretamente nas respostas fisiológicas das sementes.

De modo geral, o uso de bioestimulante tem mostrado potencial de aplicação em várias culturas de interesse agrícola, conforme Amaro et al. (2020), contudo, são necessários mais estudos, uma vez que os resultados nem sempre são concordantes, e os efeitos são variados devido a influência de diversos hormônios, existindo aqueles que atuam como promotores, e outros, como inibidores.

5 CONCLUSÕES

A dose de biostimulante de 4 mL.L⁻¹ com embebição por 8 horas, potencializou a germinação e o vigor das sementes de alface.

Doses mais altas de bioestimulantes e a embebição prolongada demonstraram efeito negativo sobre potencial fisiológico das sementes, possivelmente devido a estresse osmótico ou toxidez causados.

REFERÊNCIAS

- ALENCAR, B. N. **Uso de bioestimulante em sementes de milho CV Cruiser**. 2017. 27f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia), Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Petrolina, 2017.
- ALMEIDA, A. Q. D.; SORATTO, R. P.; BROETTO, F.; CATANEO, A. C. Nodulação, aspectos bioquímicos, crescimento e produtividade do feijoeiro em função da aplicação de bioestimulante. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 1, p. 77-88, 2014.
- ALMEIDA, A. S.; CASTELLANOS, C. I. S.; DEUNER, C.; BORGES, C. T.; MENEGHELLO, G. E. Efeitos de inseticidas, fungicidas e biorreguladores na qualidade fisiológica de sementes de soja durante o armazenamento. **Revista de Agricultura**, v. 89, n. 3, p. 172-182, 2014.
- ALMEIDA, U. T. D.; SIEBENEICHLER, T. J.; GALLI, V. Indução de antocianinas em alface roxa mediante aplicação de ácido abscísico estresse hídrico ou estresse salino. **XXII Encontro de Pós-Graduação**, 2020.
- AMARO, H. T. R.; COSTA, R. C.; PORTO, E. M. V.; ARAÚJO, E. C. M.; FERNANDES, H. M. F. Tratamento de sementes com produtos à base de fertilizantes e reguladores de crescimento. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 26, n. 1, p. 222-242, 2020.
- ARAÚJO, D. K. **Extratos de *Ascophyllum nodosum* no tratamento de sementes de milho e soja: avaliações fisiológicas e moleculares**. 2016. 108 f. Tese (Doutor em ciências), Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2016.
- AREJANO, L. M.; BARTZ, R. M.; SANTOS, T. S.; RAMOS, G. H.; GADOTTI, G. I.; QUADRO, M. S. Uso de bioestimulantes na produção agrícola. Aspectos da biotecnologia agrícola aplicada, **Mérida Publishers**, 2022. DOI: <https://dx.doi.org/10.4322/mp.978-65-84548-08-4.c2>
- BARROS, J. A. S.; CAVALCANTE, M. O uso do Mulching no cultivo de alface: uma Revisão de Literatura. **Diversitas Journal**, v. 6, n. 4, p. 3796–3810, 2021. DOI: <https://dx.doi.org/10.48017/dj.v6i4.1825>
- BERTONCELLI, P.; CUNHA, V. S.; STECCA, J. D. L.; FULANETI, F. S.; FERREIRA, M. M.; MARTIN, T. N. Tratamento químico de sementes de trigo e inoculação de *Azospirillum brasilense* no estabelecimento das plântulas. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, v. 14, n. 2, p. 31-44, 2023. DOI: <https://dx.doi.org/10.31072/rcf.v14i2.1304>
- BONIFÁCIO, F. O. **QUALIDADE FÍSICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MELANCIA EM FUNÇÃO DO TAMANHO DA SEMENTE**. 2022. 45f. Dissertação (Mestre Em Olericultura), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Morrinhos, 2022.
- BORBA, S.; FREITAS, L. Desenvolvimento de diferentes cultivares de alface no distrito federal. **Repositório Institucional ICESP**, v. 2, n. 1, 2023.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal. **Regras para análise de sementes**. Brasília, DF, 2009. 365p.

BRZEZINSKI, C. R.; ABATI, J.; GELLER, A.; WERNER, F.; ZUCARELI, C. Produção de cultivares de alface americana sob dois sistemas de cultivo. **Revista Ceres**, v. 64, p. 83-89, 2017.

CAÇULA, B. T. S.; SILVA, M. A. D.; SILVA, J. N.; BEZERRA, L. A. Potencial germinativo de sementes de feijão caupi, cv. BRS Potengi, após condicionamento fisiológico. **Diversitas Journal**, v. 7, n. 1, p. 0090–0105, 2022. DOI: <https://dx.doi.org/10.48017/dj.v7i1.2109>

CAMPOS, J. P. P. **Aspectos gerais na cultura da alface**. 2020. 35f. Trabalho de conclusão de curso (Curso Técnico em agropecuária), Centro Estadual de Educação Tecnológica “Paula Souza”, ETEC Orlando Quagliato, Santa Cruz do Rio Pardo, 2020.

CARON, V. C.; GRAÇAS, J. P.; CASTRO, P. R. C. Condicionadores do solo: ácidos húmicos e fúlvicos. **Piracicaba: ESALQ/USP**, 2015. 46 p.

CARVALHO, M. P.; SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. Emergência de plântulas de *Anacardium humile* A. St.-Hil. (Anacardiaceae) avaliada por meio de amostras pequenas. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 28, n. 3, p. 627-633, 2005.

COLLA, G.; NARDI, S.; CARDARELLI, M.; ERTANI, A.; LUCINI, L.; CANAGUIER, R.; ROUPHAEL, Y. Protein hydrolysates as biostimulants in horticulture. **Scientia Horticulturae**, v. 196, p. 28-38, 2015. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2015.08.037>

CONDE, T. T.; CODOGNOTO, L. C.; FARIA, G. A.; MALTONI, K. L. Resposta fisiológica de sementes de alface imersas em águas destilada e piscicultura. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 4, p. 37490–37499, 2021. DOI: <https://dx.doi.org/10.34117/bjdv7n4-288>

COSTA JÚNIOR, C. D. O. **Produção e qualidade de híbridos de alface em função de níveis de sombreamento**. 60f. Dissertação (Mestre em Horticultura Tropical), Universidade Federal de Campina Grande, 2018.

CHESINI, L. S. **Diferentes sistemas de cultivo na cultura da alface**. 31f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnólogo em Horticultura), Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, Campus Bento Gonçalves, 2023.

CRISTINA, G.; CAMELIN, E.; OTTONE, C.; GAROFALO, S. F.; JORQUERA, L.; CASTRO, M.; TOMMASI, T. Recovery of humic acids from anaerobic sewage sludge: Extraction, characterization and encapsulation in alginate beads. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 164, p. 277-285, 2020.

CZABATOR, F. J. Germination value: an index combining speed and completeness of pine seed germination. **Forest Science**, Bethesda, v. 8, n. 4, p. 386-396, 1962.

DANIEL, R. A. **Efeito da água magnetizada na germinação de sementes de alface**. 2024. 27f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia), Universidade

Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, 2024.

DEMARTELAERE, A. C. F.; PRESTON, H. A. F.; FEITOSA, S. DOS S.; PRESTON, W.; SILVA, R. M.; ROSADO, A. K. H. B.; MEDEIROS, D. C.; FERREIRA, M. S.; RODRIGUES, A. L. S.; BENJAMIM, R. F. A influência dos fatores climáticos sob as variedades de alface cultivadas no Rio Grande do Norte. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 11, p. 90363-90378, 2020.

DIAS, L. B. X.; QUEIROZ, P. A. M; FERREIRA, L. B. S.; SANTOS, W. V.; FREITAS, M. A. M.; SILVA, P. P.; LEÃO-ARAÚJO, É. F. Teste de condutividade elétrica e embebição de sementes de grão-de-bico. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 14, n. 2, p. 1-8, 2019.

DIAS, M. D. S.; SILVA, F. D. A.; SILVA, M. D. F. C.; LIMA, V. R. N.; LIMA, A. M.; FERNANDES, P. D. Morfofisiologia de genótipos de algodoeiro sob suplementação de piruvato via pré-embebição de sementes. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 17, n. 3, p. e11468-e11468, 2024.

FAQUEZI, L. **Desempenho de cultivares de mini alface submetidas ao verão de Jaboticabal**. 2024. 28f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agrônoma) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, 2024.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a guide for its bootstrap procedures in multiple comparisons. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 38, n. 2, p. 109-112, 2014.

FERREIRA FILHO, T. S. **Nutrição organomineral de hortaliças (alface e rúcula): uma revisão de literatura**. 2022. 23f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Agrônoma), Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, Rio Verde, 2022.

GONÇALVES, B. H. L.; SOUZA, J. M. A.; FERRAZ, R. F.; TECCHIO, M. A.; LEONEL, S. Efeito do bioestimulante Stimulate® no desenvolvimento de mudas de maracujazeiro cv. BRS Rubi do Cerrado. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 1, p. 147-155, 2018.

GUERRA, A. M. N. M.; CRUZ, P. S.; CRUZ, L. S.; JESUS, A. C. D.; SANTOS, P. A., e AQUINO, C. F. Uso de bioestimulante Stimulate® na produção de mudas de pimentão (*Capsicum annum* L.). **Revista de Educação, Ciência e Tecnologia de Almenara/MG**, v. 5, n. 1, p. 45-57, 2023.

GUIRRA, K. S.; TORRES, S. B.; CARDOSO, L. V. F.; SILVA, J. E. S. B.; GUIRRA, B. S. Bioestimulante no tratamento pré-germinativo de sementes de cenoura. **Revista Ambientale**, v. 15, n. 1, p. 85-92, jan.-abr. 2023. DOI: <https://dx.doi.org/10.48180/ambientale.v15i1.438>

HAJAR, A. S. **Biorregulador: influência na germinação, vigor de sementes e na produção de mudas de rúcula**. 2015. 38f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia), Universidade do Pampa, Campus Itaqui, Itaqui-RS, 2015.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário**. 2017.

Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/alface/br>>. Acesso em: 20 outubro. 2022.

IZIDÓRIO, T. H. C.; LIMA, S. F.; VENDRUSCOLO, E. P.; ÁVILA, J.; ALVAREZ, R. C. F. Bioestimulante via foliar em alface após o transplantio das mudas. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 2, n. 2, p. 49-56, 2015.

JARDIN, P. D. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia horticulturae*, v. 196, p. 3-14, 2015. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>

JUNQUEIRA, I. A.; NICCHIO, B.; DEUS, M. B.; LANA, R. M. Q. Biorreguladores no tratamento de sementes de girassol. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 22, n. 1, p. 201-713, 2017.

LIMA, A. S.; ROSATO, M. J. S.; NASCIMENTO, V. A.; BONETTI, L. L. D. S. Efeito do bioestimulante stimulate® na germinação e no vigor de sementes de pepino. **Intercursos Revista Científica**, v. 17, n. 2, 2018.

MA, Y.; FREITAS, H.; DIAS, M. C. Strategies and prospects for biostimulants to alleviate abiotic stress in plants. **Frontiers in Plant Science**. v.13, p. 1024243, 2022. DOI: <https://dx.doi.org/10.3389/fpls.2022.1024243>

MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation of seedling emergence and vigour. **Crop Science**, v.2, n.1, p.176-177, 1962.

MALDONADE, I. R.; MATTOS, L. M.; MORETTI, C. L **Manual de boas práticas na produção de Alface**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2014. p. 44.

MENESES, N. B.; MOREIRA, M. A.; SOUZA, I. M.; BIANCHINI, F. G. Crescimento e produtividade de alface sob diferentes tipos de cobertura do solo. **Revista Agro@mbiente on-line**, v. 10, n. 2, p. 123-129, 2016.

MONTEIRO, S. S.; MONTEIRO, S. S.; SANTOS, D. S.; LIMA, J. F.; COSTA, J. S. A. Biofertilizante como bioestimulante na germinação de feijão de porco. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 16, n. 1, p. 9-17, 2021.

MORZELLE, M. C.; PETERS, L. P.; ANGELINI, B. G.; CASTRO, P. D. C.; MENDES, A. Agroquímicos estimulantes, extratos vegetais e metabólicos microbianos na agricultura.: **Série produtor rural** – nº63. 1. ed. Piracicaba: ESALQ – Divisão de biblioteca, 2017. 96 p.

MUCHINSKI, A.; OLIARSKI, A. A.; VIEIRA, C. T.; DOBIS, F. S.; CARVALHO, T. C. Emprego de regulador vegetal no tratamento de sementes de rúcula e seu efeito na qualidade fisiológica. **Revista Scientia Rural**, v. 1, p. 113-122, 2022.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA, N. J. B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**, p. 21-24, 1999.

NETTO, L. A.; RITTER, G.; ECKHARDT, D. C. S.; EBERLING, T.; BRITO, T. S.; GUIMARÃES, V. F. Uso de Biorregulador no Tratamento de Sementes de Milho.

Cultivando o saber, v. 12, p. 54-62, 2019.

NUNES, C. D. A. **Tratamento de sementes de soja com produtos à base de fertilizantes e biofertilizantes**. 2023. 42f. Dissertação (Mestre em Ciência e Tecnologia de Sementes), Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2023.

KOLLING, D. F.; SANGOI, L.; SOUZA, C. A. D.; SCHENATTO, D. E.; GIORDANI, W.; BONIATTI, C. M. Tratamento de sementes com bioestimulante ao milho submetido a diferentes variabilidades na distribuição espacial das plantas. **Ciência Rural**, v. 46, p. 248-253, 2016. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20150504>

LABOURIAU, L. G. **A germinação de sementes**. Washington: Secretaria Geral da OEA, 1983. 174 p.

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds of *Calotropis procera* (Ait.) Ait. f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 48, n. 2, p. 263-284, 1976.

OLIVEIRA, E. C.; TAKAHASHI, L. S. A.; MIGLIORANZA, É. Germinação de sementes de alface submetidas à embebição de diferentes concentrações de bioestimulante. **Revista Cultura Agronômica**, v. 23, n. 2, p. 115-122, 2014.

PRIMACK, R. B. Variation in the phenology of natural populations of montane shrubs in New Zealand. **Journal of Ecology**, v. 68, n. 3, p. 849-862, 1980.

RANAL, M. A.; SANTANA, D. G. How and why to measure the germination process? **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 29, n. 1, p. 1-11, 2006.

RIBEIRO, M. I.; RODRIGUES, G. A. G.; BAZZANELLA, A. P.; MARTINS, S.; CORSATO, J. M.; FORTES, A. M. T. Curva de embebição e mobilização de reservas em sementes de *Mimosa flocculosa* submetidas à superação de dormência. **Iheringia, Série Botânica**, v. 76, p. e2021016, 2021.

RODRIGUES, J. T.; SCHOFFEL, A.; GENZ, W. F.; CAMERA, J. N.; KOEFENDER, J. BIOESTIMULANTE APLICADO NA SEMENTE E VIA FOLIAR NA PRODUÇÃO DE REPOLHO. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica**, v. 16, n. 2, p. 107-110, 2019.

RODRIGUES, M. A.; CORREIA, C. M.; ARROBAS, M. Aplicação de hidrolisados de proteína em caldas foliares. **Manual de Boas Práticas Gestão do Solo e da Água em Espécies Produtoras de Frutos Secos**, p. 87-91, 2022.

SACCOMORI, N. L. **BIOESTIMULANTES À BASE DE EXTRATO DE ALGAS MARINHAS NA AGRICULTURA: ESTADO DA ARTE E POTENCIAL DE USO**. 2021. 49f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Biotecnologia), Universidade Federal da Integração Latino-Americana, Foz do Iguaçu, 2021.

SANTINI, J. M. K.; PERIN, A.; SANTOS, C. G.; FERREIRA, A. C.; SALIB, G. C. Viabilidade técnico-econômica do uso de bioestimulantes em semente de soja. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 9, p. 57-62, 2015.

SANTOS, C. A. C.; PEIXOTO, C. P.; VIEIRA, E. L.; CARVALHO, E. V.; PEIXOTO,

V. A. B. Stimulate na germinação de sementes, emergência e vigor de plântulas de girassol. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 2, p. 605-616, 2013.

SANTOS, R. L. A.; ORTIZ, T. A. A influência de reguladores de crescimento vegetal nas características agrônômicas, em especial o Stimulate®, na qualidade fisiológica de sementes de milho. **OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, v. 22, n. 7, p. e6003, 2024. DOI: <https://dx.doi.org/10.55905/oelv22n7-278>

SHARMA, H. S.; FLEMING, C.; SELBY, C.; RAO, J. R.; MARTIN, T. Plant biostimulants: a review on the processing of macroalgae and use of extracts for crop management to reduce abiotic and biotic stresses. **Journal of applied phycology**, v. 26, p. 465-490, 2014. DOI: <https://dx.doi.org/10.1007/S10811-013-0101-9>

SILVA, E. A. **Crescimento, produção e qualidade do meloeiro em função da aplicação de bioestimulante e controle de frutos**. 2020. 41f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, Brasil, 2020.

SILVA, M. F.; ASSUNÇÃO, C. T.; CONDÉ, S. A.; NASCIMENTO, H. R.; MOURA, L. O.; SANTOS, N. E.; ROSMANINHO, L. B. C. MANEJO E TRATOS CULTURAIS NA CULTURA DA ALFACE. In: **CIÊNCIAS AGRÁRIAS: LIMITES E POTENCIALIDADES EM PESQUISA**. Editora Científica Digital, v. 3, p. 87-99, 2023.

SILVA, J. R. A. **Uso da Água do Cultivo de Tilápia do Nilo *Oreochromis niloticus* Linnaeus (1758) na Fertirrigação de Alface (*Lactuca sativa* L. cv. Brida)**. 2017. 74f. Dissertação (Mestre em Ciências Ambientais), Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2017.

SILVA, V. N.; HAJAR, A. S.; DOTTO, L.; SENNA, E. G.; MENEZES, H. M.; DINIZ, K. P. EFEITO de biorregulador na germinação e crescimento de plântulas de rúcula (*Eruca sativa* L.). **Revista Biociências**, v. 23, n. 1, p. 69-75, 2017.

SOARES, M. B. B.; GALLI, J. A.; TRANI, P. E.; MARTINS, A. L. M. Efeito da pré-embebição de sementes de alface em solução bioestimulante. **Biotemas**, v. 25, n. 2, p. 17-23, 2012.

SOUSA, E. E. M.; MACHADO, A. C. L. D. O.; NEPOMUCENO, A. L. D. O.; FURTADO, M. D. C. Uso de bioestimulantes na produção de mudas de variedades de *Brassica oleracea* L. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 1, 2018.

STOLLER DO BRASIL. Bula Stimulate. 1999. Disponível em: <https://www.stoller.com.br/produtos/fisiologicos/stimulate/bula-stimulate/>. Acesso em: 25 de julho. 2024.

TAIZ, L., ZEIGER, E., MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2017.888 p.

TAKATA, W.; SILVA, E. G. D.; CORSATO, J. M.; FERREIRA, G. Germinação de sementes de romãzeiras (*Punica granatum* L.) de acordo com a concentração de

giberelina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 36, p. 254-260, 2014.

VIEIRA, A. P. **AÇÃO DE PROMOTOR DO CRESCIMENTO NA GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE *Lactuca sativa* L. EM DIFERENTES TEMPERATURAS**. 2018. 40f. Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura em Ciências Biológicas), Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Formação de Professores, Cajazeiras, 2018.

VIEIRA, E. L.; CARVALHO, Z. S. Fisiologia de sementes: Parte I – formação e germinação de sementes. **Boletim Científico Agrônomo do CCAAB/UFRB**, v. 1, p. e2259, 2023.

VENDRUSCOLO, E. P.; MARTINS, A. P. B.; SELEGUINI, A. Promoção no desenvolvimento de mudas olerícolas com uso de bioestimulante. **Journal of Agronomic Sciences**, v. 5, n. 2, p. 73-82, 2016.

VILELA, N. J.; LUENGO, R. F. A. **Produção de hortaliças folhosas no Brasil**. 2022. Disponível em: <<https://revistacampoenegocios.com.br/producao-de-hortalicas-folhosas-no-brasil/>>. Acesso em: 20 mai. 2024.

WEBER, T. **Utilização de bioinsumos em sementes de feijão e efeitos nos parâmetros agrônômicos, fisiológicos e tecnológicos**. 2023. 60 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2023.

YOKORO, G. K.; PEREIRA, J. A. PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO DA ALFACE: UM ESTUDO A PARTIR DA PERSPECTIVA DOS PRODUTORES DO MUNICÍPIO DE NAVIRAÍ-MS. **Revista Científica Agropampa**, v. 3, n. 3, p. 64-79, 2020.

ZANDONADI, D. B. Bioestimulantes e produção de hortaliças. **Embrapa Hortaliças. Artigo de divulgação na mídia**. INFOTECA-E, 2018.

ZILLIANI, R. R. **Influência de biorreguladores sobre a fisiologia e crescimento inicial de cana-de-açúcar submetida ao déficit hídrico**. 2015. 59f. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade do Oeste Paulista, Presidente Prudente, 2015.

ZIECH, A. R.; CONCEIÇÃO, P. C.; LUCHESE, A. V.; PAULUS, D.; ZIECH, M. F. Cultivo de alface em diferentes manejos de cobertura do solo e fontes de adubação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, p. 948-954, 2014.