

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

THAIS TERESINHA POTULSKI

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL BIOESTIMULANTE DE ORA-PRO-NÓBIS
(*PERESKIA ACULEATA* MILL.) EM ALFACE E TOMATE

PALOTINA

2025



Thais Teresinha Potulski

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL BIOESTIMULANTE DE ORA-PRO-NÓBIS
(*PERESKIA ACULEATA* MILL.) EM ALFACE E TOMATE

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de graduação em Ciências Biológicas, Setor Palotina, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Profa. Dra. Roberta Paulert

PALOTINA

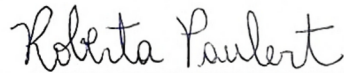
2025

TERMO DE APROVAÇÃO

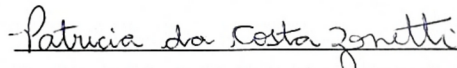
THAIS TERESINHA POTULSKI

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL BIOESTIMULANTE DE ORA-PRO-NÓBIS
(*PERESKIA ACULEATA* MILL.) EM ALFACE E TOMATE

TCC apresentado ao curso de Graduação em Ciências Biológicas, Setor de Palotina, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.



Prof(a). Dr(a). Roberta Paulert
Orientador(a) – Departamento de Ciências Agrônômicas, UFPR



Prof(a). Dr(a). Patricia da Costa Zonetti
Departamento de Ciências Agrônômicas, UFPR



Prof(a). Dr(a). Suzana Stefanello
Departamento de Biodiversidade, UFPR

Palotina, 11 de dezembro de 2025.

RESUMO

A agricultura contemporânea enfrenta o desafio de manter a produtividade reduzindo impactos ambientais, cenário que impulsiona a investigação de bioestimulantes naturais. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial bioestimulante do extrato aquoso bruto (EAB) e da fração rica em polissacarídeos (FRP) obtidos de folhas de ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.) na germinação e desenvolvimento inicial de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.) e tomate (*Solanum lycopersicum* L.), bem como verificar os efeitos da aplicação foliar da FRP em mudas de alface. Os extratos foram obtidos de folhas secas e trituradas sendo que o EAB foi obtido com o aquecimento a 70°C por 12 h e a FRP através da precipitação com etanol a partir do EAB. Os bioensaios em laboratório testaram diferentes concentrações de EAB e FRP, avaliando-se porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimentos de raiz e parte aérea e biomassas fresca e seca. Adicionalmente, conduziu-se um experimento em casa de vegetação com pulverização foliar da FRP em alface. Os resultados demonstraram atividades distintas conforme a espécie e o tipo de extrato. Em sementes de alface, o EAB nas proporções de 1:5 e 1:10 favoreceu o crescimento radicular e total, enquanto a FRP promoveu aumento significativo na parte aérea e biomassa, com a concentração de 0,5 mg/mL elevando a germinação. Para o tomate, o EAB na maior concentração testada (1:2) inibiu o crescimento radicular, indicando efeito alelopático, porém a FRP estimulou o alongamento da parte aérea e o acúmulo de massa seca. Em estufa, a aplicação foliar não apresentou diferenças estatísticas nas plantas de alface nas condições testadas. Conclui-se que os extratos de *Pereskia aculeata* possuem atividade bioestimulante promissora, atuando de maneira dose-dependente e modulando positivamente o vigor e o crescimento inicial das plântulas, especialmente através da fração rica em polissacarídeos.

Palavras-chave: *Pereskia aculeata*; bioestimulantes vegetais; polissacarídeos; germinação de sementes; agricultura contemporânea.

ABSTRACT

Modern agriculture faces the challenge of maintaining productivity while reducing environmental impacts, a scenario that drives the investigation of natural biostimulants. This study aimed to evaluate the biostimulant potential of the crude aqueous extract (CAE) and the polysaccharide-rich fraction (PRF) obtained from *Pereskia aculeata* Mill. leaves on the germination and initial development of lettuce (*Lactuca sativa* L.) and tomato (*Solanum lycopersicum* L.) seeds, as well as to assess the effects of foliar application of the PRF on lettuce seedlings. Extracts were obtained from dried and ground leaves; the CAE was produced by heating at 70°C for 12 h, and the PRF via ethanol precipitation from the CAE. Laboratory bioassays tested different concentrations of CAE and PRF, evaluating germination percentage, germination speed index, root and shoot lengths, and fresh and dry biomass. Additionally, a greenhouse experiment was conducted involving the foliar spraying of the PRF on lettuce. Results demonstrated distinct activities depending on the species and extract type. For lettuce seeds, the CAE at 1:5 and 1:10 ratios favored root and total growth, while the PRF promoted a significant increase in shoot growth and biomass, with the 0.5 mg/mL concentration enhancing germination. For tomato, the CAE at the highest tested concentration (1:2) inhibited root growth, indicating an allelopathic effect; conversely, the PRF stimulated shoot elongation and dry mass accumulation. In the greenhouse, foliar application showed no statistical differences in lettuce plants under the tested conditions. It is concluded that *Pereskia aculeata* extracts exhibit promising biostimulant activity, acting in a dose-dependent manner and positively modulating seedling vigor and initial growth, particularly through the polysaccharide-rich fraction.

Keywords: *Pereskia aculeata*; plant biostimulants; polysaccharides; seed germination; Modern horticulture.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
1.1 JUSTIFICATIVA.....	8
1.2 OBJETIVOS.....	9
1.2.1 Objetivo geral.....	9
1.2.2 Objetivos específicos.....	9
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	10
2. 1 PLANTAS MEDICINAIS.....	10
2.2 EXTRATOS VEGETAIS COMO BIOESTIMULANTES.....	11
2.3 <i>PERESKIA ACULEATA</i>	13
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	15
3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO.....	15
3.2 PREPARO DOS EXTRATOS.....	15
3.2.1 Coleta e processamento das folhas de ora-pro-nóbis (OPN)	15
3.2.2 Obtenção do extrato aquoso bruto.....	15
3.2.3 Obtenção da fração rica em polissacarídeos.....	16
3.3 PREPARO DOS TRATAMENTOS	16
3.4 SEMENTES.....	17
3.5 MONTAGEM DOS TESTES DE GERMINAÇÃO.....	17
3.5.1 Variáveis analisadas dos testes de germinação.....	17
3.6 MONTAGEM DO EXPERIMENTO EM VASOS.....	18
3.6.1 Variáveis analisadas do experimento em vaso	19
3.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	20
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	22
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	32
REFERÊNCIAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

A agricultura contemporânea enfrenta o desafio de manter altos níveis de produtividade sem ampliar os impactos ambientais associados ao uso intensivo de insumos sintéticos, em um cenário de mudanças climáticas e pressão pela segurança alimentar (IPCC, 2023). Relatórios técnicos internacionais destacam que as práticas atuais, como o uso intensivo de fertilizantes e pesticidas impõem custos econômicos e ambientais relevantes, exigindo uma transição para sistemas mais sustentáveis (UNEP *et al.*, 2022; FAO; OECD, 2023). Esses desafios recaem sobretudo sobre as fases iniciais do ciclo das culturas determinantes para o rendimento final, nas quais o vigor de sementes e o desempenho de plântulas são críticos (Finch-Savage e Bassel, 2016). Nesse contexto, os bioestimulantes aparecem como alternativas sustentáveis que estimulam processos naturais nas plantas, melhorando a eficiência no uso de nutrientes, a tolerância a estresses abióticos e os atributos de qualidade (Du Jardin, 2015).

No Brasil, o Ministério da Agricultura e Pecuária, por meio do Programa Nacional de Bioinsumos proposto em 2020, define bioestimulante como produto que contém substância natural aplicável a plantas, sementes ou solo, visando dentre outras funções, aumentar a produção e a qualidade de sementes, estimular o desenvolvimento radicular, favorecer o equilíbrio hormonal e acelerar e uniformizar a germinação, modulando o desenvolvimento vegetal. Entre as categorias de bioestimulantes destacam-se, extratos de plantas e de algas, substâncias húmicas, hidrolisados proteicos e insumos microbianos, com evidências de efeitos sobre germinação, vigor de plântulas e desenvolvimento inicial em diversas culturas (Du Jardin, 2015; Yakhin *et al.*, 2017).

Entre as diferentes classes de bioestimulantes, os extratos vegetais têm ganhado destaque por reunirem fitocompostos bioativos capazes de modular processos fisiológicos, incluindo vias de sinalização e o metabolismo oxidativo, e por aumentar a tolerância a estresses abióticos (Martínez-Lorente *et al.*, 2024). Além do potencial agrônomico, o uso de espécies alimentares e/ou medicinais como fontes de extratos dialoga com a sustentabilidade e a valorização de recursos locais, especialmente no contexto das plantas alimentícias não convencionais (PANCs) (Kinupp;

Lorenzi, 2014). Assim sendo, a ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.) destaca-se pelo uso tradicional como alimento e pelo notável perfil nutricional e fitoquímico de suas folhas, o que motiva a investigação do seu potencial uso como bioestimulante (Teixeira *et al.*, 2023; Macedo *et al.*, 2023).

Alface (*Lactuca sativa* L.) e tomate (*Solanum lycopersicum* L.) foram escolhidos para os bioensaios por estarem entre as hortaliças mais produzidas e consumidas no mundo. A alface é amplamente reconhecida como a folhosa mais consumida e cultivada globalmente, enquanto o tomate figura entre os vegetais de maior produção, liderando o ranking em 2023 (Medina-Lozano *et al.*, 2021; FAO, 2024). Essas culturas também são modelos sensíveis nas fases iniciais do ciclo como germinação, emergência e estabelecimento, sendo etapas que condicionam o desempenho posterior, tornando o vigor de sementes um fator central para o sucesso produtivo (Finch-Savage e Bassel, 2016).

Apesar do avanço no uso de bioestimulantes, ainda faltam evidências específicas sobre os extratos obtidos de ora-pro-nóbis quando aplicados em hortaliças. As revisões disponíveis descrevem composição e potencialidades da espécie, mas indicam escassez de ensaios agrônômicos (Nogueira *et al.*, 2023; Teixeira *et al.*, 2023). Parte-se, assim, da hipótese de que o extrato pode promover melhorias nas fases iniciais do cultivo e favorecer o desempenho de mudas em aplicação foliar, em alinhamento ao modo de ação de bioestimulantes (Du Jardin, 2015; Rouphael e Colla, 2020).

O objetivo deste trabalho é avaliar o potencial bioestimulante do extrato das folhas de ora-pro-nóbis em dois eixos complementares: germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de alface e tomate e com aplicação foliar em mudas de alface.

1.1 JUSTIFICATIVA

A busca por estratégias que aliem produtividade e sustentabilidade na horticultura justifica a avaliação de bioestimulantes com baixo impacto ambiental e custo acessível. Extratos vegetais se destacam por modular processos fisiológicos que condicionam o desempenho de culturas de interesse econômico. Nesse contexto, in-

investigar o potencial bioestimulante de *Pereskia aculeata* (ora-pro-nóbis), espécie nativa de uso alimentar com perfil nutricional e fitoquímico promissor, contribui para diversificar insumos e valorizar recursos locais, em sintonia com a transição para sistemas mais sustentáveis.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Avaliar o potencial bioestimulante dos extratos obtidos de folhas de ora-pro-nóbis na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de alface e tomate e na aplicação foliar em mudas de alface.

1.2.2 Objetivos específicos

Avaliar os efeitos do extrato aquoso bruto e da fração rica em polissacarídeos obtidos das folhas de ora-pro-nóbis em diferentes concentrações sobre a germinação das sementes e crescimento inicial das plântulas de alface e tomate, considerando a porcentagem e o índice de velocidade de germinação, os comprimentos total, radicular e da parte aérea e as massas fresca e seca das plântulas.

Avaliar os efeitos da aplicação foliar da fração rica em polissacarídeos de ora-pro-nóbis em diferentes concentrações em mudas de alface cultivadas em vasos, analisando o número de folhas, os comprimentos radicular e da maior folha, o índice de clorofila Falker e as massas fresca e seca da parte aérea e da raiz.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2. 1 PLANTAS MEDICINAIS

Planta medicinal é uma espécie vegetal, cultivada ou não, utilizada com propósitos terapêuticos (BRASIL, 2014). Seu potencial pode ir além do uso terapêutico, abrangendo também as indústrias farmacêutica, cosmética, alimentícia e agrícola. Quimicamente, as plantas apresentam, além dos metabólitos primários, diversos metabólitos secundários, moléculas não diretamente relacionadas ao crescimento ou reprodução, mas essenciais às interações ecológicas e à adaptação ao ambiente (Martínez-Lorente *et al.*, 2024; Boutahiri *et al.*, 2024). Entre as principais classes de metabólitos secundários destacam-se flavonoides, ácidos fenólicos, taninos, terpenoides, alcaloides, saponinas, carotenoides e esteroides, associados a atividades antioxidantes, anti-inflamatórias, antimicrobianas e regulatórias (Boutahiri *et al.*, 2024). Esses compostos atuam na defesa química, na sinalização celular e na homeostase oxidativa, protegendo os tecidos vegetais de agentes patogênicos e condições de estresse (Martínez-Lorente *et al.*, 2024). A composição e concentração desses metabólitos variam conforme a espécie, condições ambientais e estágio fenológico (Boutahiri *et al.*, 2024), exigindo padronização de métodos de extração e controle de qualidade para aplicações terapêuticas e tecnológicas (BRASIL, 2014; Martínez-Lorente *et al.*, 2024).

Além de sua relevância fitoterápica, pesquisas apontam que compostos oriundos de plantas, como extratos vegetais e hidrolisados de proteínas, também podem atuar como bioestimulantes em outros vegetais, estimulando processos naturais independentemente de seu teor nutricional. Tais compostos promovem o crescimento e o vigor por meio da ativação de rotas fisiológicas e antioxidantes, estimulando vias metabólicas secundárias e hormonais ligadas à resistência a estresses e ao crescimento (Boutahiri *et al.*, 2024; Martínez-Lorente *et al.*, 2024).

Além disso, esses compostos podem influenciar nos processos fisiológicos e bioquímicos fundamentais, como a germinação e o vigor da semente, o crescimento radicular e foliar, a eficiência fotossintética, e a assimilação de nutrientes. A aplicação desses bioestimulantes leva, conseqüentemente, ao acúmulo de biomassa. Os

bioestimulantes derivados de plantas também podem favorecer a síntese de pigmentos (como carotenoides e clorofila) e elevar o acúmulo de compostos bioativos, como fenólicos e ácido ascórbico. Dessa forma, melhoram as características de qualidade e otimizam respostas antioxidantes, refletindo em maior desempenho agrônômico e produtividade (Paradiković *et al.*, 2019; Boutahiri *et al.*, 2024; Golubkina *et al.*, 2024; Martínez-Lorente *et al.*, 2024).

2.2 EXTRATOS VEGETAIS COMO BIOESTIMULANTES

A busca por alternativas sustentáveis ao uso intensivo de insumos sintéticos tem crescido diante de pressões ambientais e econômicas, como a necessidade de aumentar a eficiência de uso de recursos e a resiliência a estresses sem penalizar produtividade e meio ambiente (OECD; FAO, 2023). Nesse cenário, os bioestimulantes têm sido incorporados aos manejos com o objetivo de aumentar a eficiência nutricional, a tolerância ao estresse abiótico e as características de qualidade da produção, agindo por meio da modulação fisiológica das plantas e da otimização de processos como o uso de nutrientes, a fotossíntese e as respostas antioxidantes (Du Jardin, 2015).

Conceitualmente, Du Jardin (2015) define bioestimulante como qualquer substância ou microrganismo aplicado às plantas com o objetivo de potencializar a eficiência nutricional, a tolerância a estresses abióticos e/ou qualidade das culturas, independentemente do teor de nutrientes. Dentro dessa definição estão incluídos grandes grupos como substâncias húmicas, hidrolisados proteicos, extratos de algas marinhas e de plantas. Dentro dessas categorias, destacam-se os extratos vegetais por suas bioatividades, ou seja, efeitos positivos sobre as plantas cultivadas.

Entre os exemplos representativos de extratos vegetais, trabalhos destacam o extrato de *Moringa oleifera* (MLE) que pode ser aplicado via embebição de sementes, pulverização foliar ou em combinação. O MLE é rico em auxinas, giberelinas, citocininas e antioxidantes naturais. O tratamento com MLE estimula a produção de citocinina e evita a senescência precoce das folhas, resultando em maior acúmulo de pigmentos fotossintéticos (Yuniati *et al.*, 2023). Em pimenta chili verde, a aplicação combinada de embebição e pulverização foliar na concentração 1:30 foi a mais efi-

caz, promovendo ganhos significativos em altura da planta (até 30,57%), número de folhas (até 88,89%), índice de área foliar (até 116,67%) e peso do fruto por planta (até 46,27%) (Yuniati *et al.*, 2023). O MLE também é reportado por melhorar a qualidade do produto, elevando a firmeza, o teor de Vitamina C e o acúmulo de diversos minerais essenciais (N, P, K, Ca, Mg, Fe) em diversas sementes e frutos (Yuniati *et al.*, 2022). Para alface (*Lactuca sativa* L.), há evidências consistentes com extrato foliar de moringa e aplicações em torno de 6% elevaram número de folhas e massa foliar e, em alguns protocolos, reduziram nitrato no tecido, melhorando atributos de qualidade (Yaseen *et al.*, 2021; 2022). Para tomate (*Solanum lycopersicum* L.), o MLE promoveu aumento do crescimento e da produtividade, com a aplicação foliar de 20% e 50% em tomate cereja (Ngcobo e Bertling, 2021).

Extratos de salgueiro (*Salix* spp.), provenientes de folhas ou casca, são notáveis por serem ricos em compostos bioativos, como salicilatos e fenólicos. Quando aplicados como tratamento de sementes, esses extratos promovem o crescimento inicial (aumento da área radicular em média 87% no milho). Em plântulas de milho cultivadas sob estresse salino em hidroponia, o extrato de salgueiro demonstrou um efeito protetor que reduziu o acúmulo de sódio e, conseqüentemente, melhorou a relação Na/K na parte aérea. Além disso, os extratos de salgueiro podem aumentar a concentração de proteínas foliares, sugerindo um aprimoramento no metabolismo do nitrogênio (Mutlu-Durak e Yildiz Kutman, 2021; Mutlu-Durak *et al.*, 2023).

Extratos de babosa (*Aloe vera* L.), cuja composição fitoquímica inclui polissacarídeos (mucilagens), flavonoides e compostos fenólicos, têm sido aplicados para melhorar o desempenho de sementes. Em sementes de soja, o extrato hidroetanólico na concentração de 75% atuou como bioestimulante, resultando nos melhores índices de velocidade de germinação (IVG) e porcentagem de germinação (%G). Estudos também mostram que o extrato estimulou a velocidade de emergência em sementes de tomateiro. No entanto, a eficiência é estritamente dependente da dose; concentrações superiores (100%) demonstram um efeito alelopático negativo e inibitório, o qual pode causar a destruição das reservas energéticas das sementes e, conseqüentemente, a morte de plântulas (Sousa, Fançony e Kimuanga, 2024).

Sob salinidade, biopreparos de origem vegetal (incluindo hidrolisados/produtos derivados de plantas) remodelaram o metabolismo primário/fenólico e melhora-

ram crescimento e eficiência fisiológica, reforçando o caráter de *priming* frente ao estresse (Giordano *et al.*, 2022). Estudo recente realizado por Oliveira *et al.*, (2025) também destaca o potencial do uso de bioestimulantes em sistemas de produção de alface, com ganhos em tamanho e massa de cabeça e racionalização de insumos.

A ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata*) surge como candidata para avaliação bioestimulante. Folhas e frutos exibem mucilagens/polissacarídeos, proteínas, fibras e compostos fenólicos, com atividade antioxidante, entretanto, persistem lacunas de ensaios agronômicos testando extrato aquoso bruto e frações ricas em polissacarídeos sobre a germinação e através de pulverização foliar, o que fundamenta o foco experimental deste trabalho.

2.3 *Pereskia aculeata*

A ora-pro-nóbis (*Pereskia aculeata* Mill.) é uma espécie da família Cactaceae, nativa do continente americano e amplamente distribuída no Brasil, classificada como planta medicinal e planta alimentícia não convencional, possui uso culinário e interesse tecnológico crescente. As folhas são comestíveis e não tóxicas, e a espécie tem sido descrita como fonte relevante de proteínas, fibras, minerais e vitaminas, além de compostos fenólicos, carotenoides e flavonoides com atividade antioxidante e outros efeitos biológicos (Nogueira *et al.*, 2023).

Revisões indicam, em base seca, teores aproximados de 23% de proteínas, 31% de carboidratos, 14% de minerais, 8% de lipídeos e 4% de fibras solúveis, além de vitaminas A, C e E (Nogueira *et al.*, 2023). O perfil fitoquímico inclui ácidos fenólicos e flavonoides, carotenoides e polissacarídeos de natureza mucilaginosa, frequentemente associados a capacidade antioxidante, anti-inflamatória e antimicrobiana em ensaios *in vitro* e modelos preliminares (Ciríaco *et al.*, 2023; Nogueira *et al.*, 2023).

A mucilagem de *P. aculeata* é descrita como rica em arabinogalactanas com proteínas associadas, cujos métodos de extração aquosa e de caracterização físico-química e térmica já foram estabelecidos para frutos verdes (Silva *et al.*, 2019). Em folhas, abordagens de extração assistida por ultrassom demonstraram que o tempo e o solvente modulam rendimento, perfil fenólico e atividades antioxidante/antibacte-

riana, evidenciando que as condições de processo alteram a bioatividade final do extrato (Macedo *et al.*, 2023). Pesquisas realizadas por Wolupeck *et al.*, (2025) e Teixeira *et al.*, (2023) consolidam a capacidade antioxidante da espécie por múltiplos ensaios e discutem a contribuição relativa das frações polissacarídica e fenólica, sustentando o interesse pela planta como ingrediente funcional e como fonte para biopreparos. Além disso, estudos analíticos e biológicos reportam atividade antioxidante consistente em folhas, caules e polpa dos frutos; em alguns casos, observam-se ainda efeitos antimicrobianos (Ciríaco *et al.*, 2023). O conjunto desses achados sustenta o uso alimentar e funcional da espécie e fundamenta hipóteses sobre efeitos fisiológicos em plantas quando fracionada como extrato.

Do ponto de vista agronômico, a eficácia dos extratos vegetais na bioestimulação deve-se à ação sinérgica e coordenada de múltiplos fitocompostos bioativos, incluindo polissacarídeos, fenólicos. Essa complexidade de componentes estimula os mecanismos internos de defesa da planta, induzindo o pré-condicionamento antioxidante, o ajuste osmótico, a modulação com efeito semelhante a fitohormônios e a melhoria do aparato fotossintético (Han *et al.*, 2024).

Para *P. aculeata*, a literatura ainda carece de ensaios agronômicos que validem a eficácia do extrato aquoso bruto e frações ricas em polissacarídeos como bioestimulantes em sementes/plântulas e aplicações foliares. Assim, existe uma lacuna experimental a ser preenchida, especialmente em culturas hortícolas como alface e tomate, nas quais pode comparar concentração, via de aplicação e efeitos fisiológicos, apoiando a transição dos mecanismos esperados para respostas agronômicas mensuráveis.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

Os experimentos foram realizados na Universidade Federal do Paraná, Setor Palotina. A obtenção dos extratos foi realizada no Laboratório de Micologia Aplicada e Plantas Medicinais. Os testes de germinação de sementes ocorreram no laboratório de Fisiologia e Nutrição de Plantas e o experimento de aplicação foliar foi conduzido na estufa de plantas medicinais.

3.2 PREPARO DOS EXTRATOS

3.2.1 Coleta e processamento das folhas de ora-pro-nóbis (OPN)

As folhas de OPN foram coletadas de um indivíduo cultivado no Horto de Plantas Medicinais e Aromáticas da UFPR, Setor Palotina em maio de 2025. As coletas foram realizadas no período da manhã para evitar a perda de compostos bioativos. Foram coletadas folhas totalmente expandidas, sem sinais de pragas ou doenças. Após a coleta, as folhas foram pesadas, totalizando 1.168,26 g, dispostas em formas de alumínio formando uma fina camada e levadas para secagem em uma estufa com circulação de ar a 45 graus por 72 horas. Após a secagem, as folhas secas foram trituradas em um liquidificador e pesadas. O pó foi armazenado em frascos e mantidos sob refrigeração (de 4 a 8°C) até as etapas subsequentes de extração, para minimizar a degradação dos componentes.

3.2.2 Obtenção do extrato aquoso bruto

Para obtenção do extrato aquoso bruto foi realizada uma extração aquosa a quente na proporção 1:3 de material vegetal seco para água destilada. Inicialmente, 200 mL do pó das folhas foram adicionados a 600 mL de água destilada em frasco de vidro resistente ao calor e mantidos em estufa a 70 °C por 12 h. Devido à viscosidade do sistema o meio foi complementado com mais 800 mL de água, totali-

zando 1.400 mL, o que favoreceu a difusão e a filtração. Ao término do ciclo, o extrato foi filtrado em gaze, resfriado à temperatura ambiente. O filtrado aquoso foi dividido em duas alíquotas iguais: (i) Extrato aquoso bruto (EAB): mantido como obtido e armazenado sob refrigeração (ii) Alíquota destinada à fração rica em polissacarídeos (FRP) que foi processada conforme a descrição abaixo.

3.2.3 Obtenção da fração rica em polissacarídeos

A alíquota destinada à FRP foi concentrada para reduzir o volume aquoso antes da precipitação. O extrato foi transferido para recipientes de vidro e levado à estufa com circulação de ar a 45°C por 12h. Para a precipitação etanólica dos polissacarídeos, adicionou-se etanol absoluto gelado na proporção 1:3 (v/v) em relação ao volume aquoso concentrado. A mistura foi mantida a -20 °C por 12h para permitir a formação do precipitado polissacarídico. Após o repouso, o sobrenadante alcoólico foi cuidadosamente removido com o auxílio de pipeta. O precipitado foi transferido para frascos rasos e levado ao evaporador rotativo e, posteriormente, à estufa a 45 °C por 8h até remoção de traços de solvente, obtendo-se o sólido seco. A fração rica em polissacarídeos foi armazenada sob refrigeração até o preparo das diluições e ensaios subsequentes.

3.3 PREPARO DOS TRATAMENTOS

Para o teste de germinação com o extrato aquoso bruto foram utilizadas as concentrações 1:2 (50% – T1), 1:5 (20% – T2), 1:10 (10% – T3) e 1:20 (5% – T4). Para o tratamento controle (T0), utilizou-se água destilada.

Para o teste de germinação com a fração rica em polissacarídeos foram utilizadas as concentrações 0,5 mg/mL (T1), 1,0 mg/mL (T2) e 1,5 mg/mL (T3). Cada amostra foi diluída em 50 mL de água destilada, submetida à agitação magnética e filtrada em algodão. Como controle (T0), utilizou-se água destilada.

Para o experimento de aplicação foliar em alface com a fração rica em polissacarídeos foram utilizadas as concentrações 0,1 mg/mL (T1), 0,5 mg/mL (T2), 1,0 mg/mL (T3) e 1,5 mg/mL (T4). Cada amostra foi diluída em 50 mL de água destilada,

submetida à agitação magnética e filtrada em algodão. Como controle (T0), utilizou-se água destilada.

3.4 SEMENTES

Foram utilizadas sementes comerciais de alface (crespa grand rapids TBR) e tomate (gaúcho super marmande), as quais não passaram por nenhum processo de tratamento adicional.

3.5 MONTAGEM DOS TESTES DE GERMINAÇÃO

Os testes de germinação foram realizados com adaptações às Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). As caixas Gerbox (11 x 11 x 3,5 cm) foram previamente lavadas com água corrente, desinfetadas com álcool 70% e deixadas para secar ao ar livre. Em cada unidade, foram dispostas duas folhas de papel filtro, às quais foram adicionadas 10 mL da solução correspondente a cada tratamento. O papel filtro foi ajustado com auxílio de pinça, a fim de eliminar bolhas de ar que poderiam interferir no contato entre as sementes e a solução.

Em seguida, foram distribuídas 50 sementes comerciais da respectiva hortaliça, organizadas em 5 fileiras de 10 sementes. Para cada concentração foram preparadas quatro repetições, totalizando 200 sementes por tratamento. As caixas foram então seladas com filme plástico para evitar a evaporação das soluções, etiquetadas com o nome do respectivo tratamento e acondicionadas em câmara de germinação tipo BOD, mantida a 25 °C, sob fotoperíodo de 12 horas, durante 7 dias em um delineamento inteiramente casualizado.

3.5.1 Variáveis analisadas dos testes de germinação

A germinação foi monitorada diariamente por 7 dias. Considerou-se semente germinada aquela que apresentou protusão da radícula ≥ 2 mm. A porcentagem de germinação (%G) foi calculada ao final dos 7 dias pela expressão: $\%G = (\text{n}^\circ \text{ total de sementes germinadas} \div \text{número de sementes semeadas}) \times 100$.

O Índice de Velocidade de Germinação (IVG) foi determinado a partir das contagens diárias de sementes germinadas, utilizando a fórmula: $IVG = \sum(n_i/t_i)$, em que n_i é o número de sementes germinadas no i -ésimo dia e t_i é o tempo (em dias) decorrido desde a semeadura até essa contagem.

Para a obtenção das medidas dos comprimentos total, radicular e da parte aérea, ao término dos 7 dias de incubação, foram amostradas aleatoriamente 25 plântulas dentre as 50 de cada repetição. Em cada plântula, mediram-se: (i) comprimento radicular (da inserção do hipocótilo ao ápice da raiz), (ii) comprimento da parte aérea (da inserção do hipocótilo ao ápice caulinar), e (iii) comprimento total (soma das duas medidas). As mensurações foram realizadas com uma régua milimetrada e registradas em centímetros. Para cada repetição, calculou-se a média de cada variável.

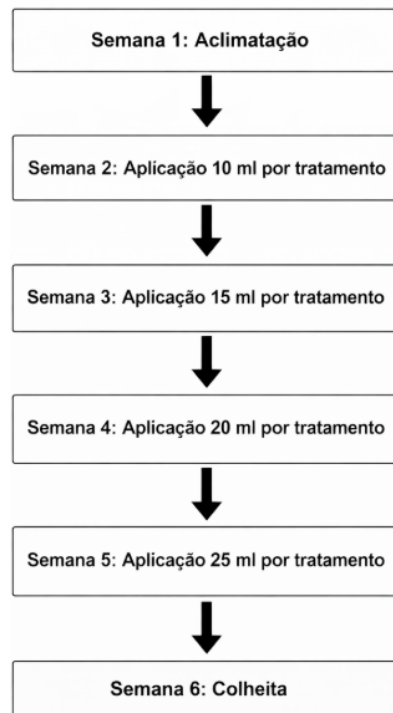
As mesmas 25 plântulas selecionadas para medidas de comprimento foram pesadas em balança analítica para obtenção da massa fresca; em seguida, calculou-se a massa fresca média como a média aritmética das 25 medidas. Depois, as plântulas foram colocadas em pacotes de alumínio e secas em estufa de circulação de ar até massa constante (60°C por 24 horas) e novamente pesadas, obtendo-se a massa seca. Por fim, calculou-se a massa seca média.

3.6 MONTAGEM DO EXPERIMENTO EM VASOS

O ensaio em vasos foi conduzido em abril de 2025. Para esse ensaio, foram realizadas 6 repetições por tratamento totalizando 30 recipientes plásticos com capacidade de 1 L, no fundo dos quais foi colocada uma camada de brita para favorecer a drenagem. Em seguida, adicionou-se uma mistura de substrato comercial, areia e solo na proporção 2:1:1. Em cada vaso foi transplantada uma muda de alface crespa de origem comercial, devidamente identificada por tratamento, e mantida na estufa por uma semana sob irrigação automatizada (20 minutos, três vezes ao dia) para adaptação. Após esse período, iniciaram-se as aplicações foliares de forma manual uma vez na semana, até o ponto de escorrimento. Na primeira, segunda, terceira e quarta semanas de aplicação foram utilizados, respectivamente, 10, 15, 20 e 25 mL por tratamento. Para evitar a remoção pela irrigação da solução aplicada, a irrigação foi temporariamente suspensa, sendo realizada irrigação manual diária com

125 mL de água por planta. Além disso, após cada aplicação, os vasos foram alternados de posição dentro da estufa para minimizar efeitos de variações ambientais, seguindo um delineamento inteiramente casualizado.

FIGURA 1 – FLUXOGRAMA DO EXPERIMENTO EM VASOS



FONTE: A autora (2025).

3.6.1 Variáveis analisadas do experimento em vaso

Após 6 semanas, o número total de folhas expandidas por planta foi contado visualmente no momento da avaliação, adotando-se como critério folha com lâmina desenvolvida e visivelmente distinta do meristema apical.

Em cada planta, mediu-se o comprimento da lâmina das duas maiores folhas (base da lâmina até o ápice), utilizando régua. Calculou-se, então, o comprimento médio das folhas por planta como a média aritmética das duas medidas. Os valores foram expressos em centímetros (cm).

Após a retirada cuidadosa do substrato, mediu-se o comprimento da raiz principal (do colo ao ápice radicular) com régua. O resultado foi registrado em centímetros (cm).

O índice de clorofila foi estimado com clorofilômetro portátil tipo Falker, seguindo o protocolo do fabricante. Em cada planta, realizaram-se três leituras por folha nas mesmas duas folhas usadas para o comprimento (total de seis leituras/planta), nas posições intermediária, apical e basal da lâmina, evitando nervura central. As leituras foram registradas separadamente para clorofila a (Chl a) e clorofila b (Chl b). Para cada pigmento, calculou-se a média das seis leituras por planta, reportada em unidades do equipamento.

A parte aérea e o sistema radicular foram separados, removendo-se o excesso de umidade superficial com papel absorvente. Em seguida, determinaram-se as massas frescas de parte aérea (MFPA) e de raiz (MFR) em balança analítica, com resultados em gramas (g). Na sequência, os materiais foram secos em estufa de circulação de ar até a obtenção de massa constante (60°C por 48 horas) e novamente pesados para obtenção das massas secas de parte aérea (MSPA) e de raiz (MSR), também em gramas (g).

3.7 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Inicialmente, para cada variável foram testados os pressupostos de normalidade e homoscedasticidade de variâncias. A normalidade foi testada pelo Shapiro–Wilk sobre os resíduos e a homocedasticidade foi verificada pelo teste de Levene. Adotou-se $p = 0,05$. Em seguida, com base nos resultados de normalidade e homocedasticidade foram realizados os seguintes testes:

Normal e homocedástico: aplicou-se ANOVA de uma via (one-way). Havendo efeito de tratamento significativo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey para formação de grupos de letras.

Normal e heterocedástico: utilizou-se ANOVA de Welch, que não assume igualdade de variâncias. Com efeito global significativo, as comparações múltiplas foram realizadas pelo teste de Games–Howell para o agrupamento de médias.

Não normal: aplicou-se o Kruskal–Wallis. Diante de resultado significativo, os pares foram comparados pelo teste de Dunn com ajuste de p (Holm–Bonferroni), e os tratamentos foram apresentados em grupos de letras com base nas comparações múltiplas.

Para o experimento de germinação, cada caixa (n=4 por tratamento) foi tomada como unidade experimental; para o experimento em vasos, a planta por vaso (n=6 por tratamento) foi a unidade experimental. As análises foram executadas pelo software estatístico PAST e SISVAR.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a coleta e secagem das folhas, a massa seca obtida foi de 163,95 g resultando no rendimento em base fresca de 14,03% que foi utilizado no preparo dos extratos para os tratamentos.

Os resultados do experimento realizado em caixas Gerbox com sementes de alface embebidas com o extrato aquoso bruto de ora-pro-nóbis estão apresentados na Tabela 1.

TABELA 1 – VALORES MÉDIOS DAS VARIÁVEIS DE PLÂNTULAS DE ALFACE SUBMETIDAS A DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO AQUOSO BRUTO DE ORA-PRO-NÓBIS

Tratamento	%G	IVG	CT	CPA	CR	MF	MS
H ₂ O	93,5	44,02	3,48 b	1,31 b	2,17 b	0,0091 c	0,00076 b
1:20	94,5	44,51	3,85 b	1,68 ab	2,17 b	0,0140 c	0,00086 ab
1:10	94,5	44,41	5,73 a	2,14 ab	3,58 a	0,0171 b	0,00077 ab
1:5	96	45,44	6,05 a	1,99 ab	4,05 a	0,0186 ab	0,00149 a
1:2	95,5	45,32	4,08 b	2,23 a	1,85 c	0,0201 a	0,00090 a

LEGENDA: %G = porcentagem de germinação (%); IVG = índice de velocidade de germinação; CT = comprimento total (cm); CPA = comprimento da parte aérea (cm); CR = comprimento da raiz (cm); MF = massa fresca (g); MS = massa seca (g).

NOTA: Letras diferentes na coluna indicam diferença significativa entre os tratamentos, pelo teste de Tukey para as variáveis CT e CPA e pelo teste de Dunn para as variáveis CR, MF e MS ($p \leq 0,05$). Variáveis não significativas não apresentam letras.

FONTE: A autora (2025).

De acordo com os dados apresentados na Tabela 1, observa-se que porcentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação não apresentaram diferenças estatísticas em relação ao controle. Por outro lado, nos outros parâmetros avaliados, houve diferença significativa. Isso indica que as diferentes concentrações do extrato aquoso bruto (EAB) de ora-pro-nóbis atuaram sobre o crescimento das plântulas e não prejudicaram a germinação. É possível afirmar que duas concentrações intermediárias (1:5 e 1:10) aumentaram o comprimento total e o comprimento das raízes das plântulas, enquanto a maior concentração do extrato (1:2) não apresentou efeito positivo quando comparado ao controle para estas variáveis.

A germinação não foi afetada e observaram-se diferenças significativas nas variáveis de crescimento (comprimento total e de raiz), com destaque para as concentrações intermediárias de 1:5 e 1:10. Nessas diluições, houve incremento dos comprimentos total e de raiz em relação ao controle, caracterizando um efeito bioestimulante sobre o sistema radicular.

Esse padrão está de acordo com o descrito por Nariai, Bido e Zonetti (2013), que verificaram aumento significativo no comprimento de raiz, bem como na biomassa de plântulas de alface tratadas com extratos aquosos de babosa e hortelã. Da mesma forma, Santos *et al.* (2023), ao avaliarem extratos de macroalgas brasileiras em sementes de alface, relataram incrementos no comprimento de raízes e no crescimento inicial das plântulas. Esses estudos reforçam que extratos aquosos podem atuar como bioestimulantes, principalmente em concentrações intermediárias, favorecendo o alongamento radicular e o vigor inicial sem comprometer a emergência das plântulas.

Sobre a parte aérea, apenas a maior concentração do extrato (1:2) aumentou o crescimento e diferiu de forma significativa quando comparado ao controle. Ainda na Tabela 1, quando se analisa a biomassa, é possível observar o aumento da biomassa fresca nas três maiores concentrações do extrato e da biomassa seca nas duas maiores concentrações.

Esse comportamento é coerente com diversos trabalhos que avaliaram extratos aquosos em sementes de alface e constataram que, em geral, a germinação é menos sensível à presença desses extratos do que o crescimento das plântulas. Silveira *et al.* (2012), por exemplo, não verificaram diferenças significativas entre tratamentos com extratos de cascas de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*), embora o desenvolvimento inicial tenha sido afetado pelas maiores concentrações. Resultados análogos também foram relatados para extratos aquosos de moringa, que não modificaram %G e IVG em alface (Souto *et al.*, 2015).

Na maior concentração testada (1:2), observou-se um comportamento distinto, com aumento do comprimento da parte aérea e das biomassas fresca e seca, porém acompanhado de redução do comprimento de raiz. Em extratos de adubos verdes, Carvalho *et al.* (2014) observaram que, em certas concentrações, houve inibição acentuada do comprimento médio da raiz em extratos de crotalária e feijão-de-

porco, mas, ao mesmo tempo, foi notado um estímulo significativo do comprimento médio do hipocótilo e da massa fresca da parte aérea. Tal resultado pode ser explicado pela maior sensibilidade do sistema radicular em relação à parte aérea e pela translocação da reserva nutricional da semente para o hipocótilo. Esse desbalanço entre crescimento aéreo e radicular é frequentemente relatado na literatura quando se utilizam concentrações mais elevadas de extratos vegetais, as quais podem induzir alterações na alocação de biomassa ou mesmo sinais iniciais de fitotoxicidade, sobretudo sobre o sistema radicular (Carvalho *et al.*, 2014).

Os resultados do experimento realizado em caixas Gerbox com sementes de tomate embebidas com o extrato aquoso bruto de ora-pro-nóbis estão descritos na Tabela 2 que apresenta as variáveis analisadas após sete dias de incubação.

TABELA 2 – VALORES MÉDIOS DAS VARIÁVEIS DAS PLÂNTULAS DE TOMATE EMBEBIDAS COM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DO EXTRATO AQUOSO BRUTO DE ORA-PRO-NÓBIS

Tratamento	%G	IVG	CT	CPA	CR	MF	MS
H ₂ O	86	21,04 a	12,18 a	2,83 d	9,34 a	0,0209 b	0,00150 b
1:20	79	19,97 ab	13,47 a	3,41 c	10,05 a	0,0230 b	0,00154 b
1:10	79	16,53 abc	12,84 a	3,59 c	9,24 a	0,0231 b	0,00159 b
1:5	80	15,71 bc	12,17 a	4,23 b	7,94 a	0,0243 ab	0,00163 b
1:2	81	13,22 c	9,55 b	5,21 a	4,33 b	0,0281 a	0,00180 a

LEGENDA: %G = porcentagem de germinação (%); IVG = índice de velocidade de germinação; CT = comprimento total (cm); CPA = comprimento da parte aérea (cm); CR = comprimento da raiz (cm); MF = massa fresca (g); MS = massa seca (g).

NOTA: Letras diferentes na coluna indicam diferença significativa entre os tratamentos, pelo teste de Dunn para a variável IVG e pelo teste de Tukey para as variáveis CT, CPA, CR, MF e MS ($p \leq 0,05$).

Variáveis não significativas não apresentam letras.

FONTE: A autora (2025).

Na Tabela 2, observa-se que as diferentes concentrações do extrato não apresentaram efeito sobre a porcentagem de germinação das sementes de tomate. No entanto, atrasou o processo germinativo e afetou o crescimento das plântulas. As duas maiores concentrações reduziram o IVG e a maior concentração testada (1:2) reduziu o comprimento total das plântulas e da raiz. Por outro lado, o comprimento da parte aérea aumentou significativamente em todas as concentrações do extrato, variando de 20,49% até 84,10% na maior concentração. Evidencia-se um

efeito positivo de promoção de crescimento aéreo. A biomassa fresca e seca aumentaram apenas na concentração mais alta do extrato.

Esse padrão, em que a germinação se mantém relativamente estável, mas a velocidade de germinação e o crescimento das plântulas são fortemente modulados pelo extrato, é coerente com estudos de alelopatia e bioestimulação em tomate conduzidos em condições de câmara de germinação. Farias *et al.* (2020), ao avaliarem a infusão aquosa de folhas secas de *Azadirachta indica* (nim) em sementes de tomate, observaram redução progressiva do IVG e do comprimento de radícula com o aumento da concentração, enquanto a massa seca aérea e de radícula não se alteraram significativamente, indicando que parâmetros de vigor e crescimento radicular são mais sensíveis ao extrato do que a germinação em si. Resultado semelhante foi relatado por Pastorini, Tur e Borella (2012) para extratos aquosos de folhas e frutos de cinamomo (*Melia azedarach*), nos quais todas as concentrações testadas reduziram o IVG e o comprimento da radícula, com aumento do efeito inibitório em doses mais altas, reforçando que a fase pós-germinativa, especialmente o sistema radicular, é o principal alvo dos aleloquímicos em tomate.

A diminuição do IVG nas doses mais concentradas, combinada à forte redução de CT e de CR, indica que, a partir de determinado limiar, o extrato de ora-pro-nóbis passa de um efeito bioestimulante moderado para um efeito inibitório sobre o crescimento radicular. Comportamento análogo foi descrito por Göttert *et al.* (2015) para extratos aquosos de raízes de juá (*Solanum aculeatissimum*) em sementes de tomate. O aumento da concentração promoveu reduções graduais na germinação, no IVG e no comprimento total das plântulas, enquanto a massa seca apresentou máximo em 8%, mostrando que o acúmulo de biomassa pode, em certos níveis, ser dissociado do alongamento radicular.

Por outro lado, o aumento do comprimento da parte aérea em todas as doses, bem como o incremento de MF e MS na maior concentração, evidencia um efeito bioestimulante sobre o crescimento aéreo, mesmo na presença de inibição radicular e redução do IVG. Essa dissociação entre estímulo da parte aérea e restrição do sistema radicular também pode ser observada em trabalhos com extratos de macroalgas em tomate. Hernández-Herrera *et al.* (2019), observaram que, embora concentrações baixas (0,2%) de extratos de *Ulva lactuca* e *Padina gymnospora* promovam

aumentos significativos no comprimento da parte aérea, indicando forte efeito bioestimulante inicial, concentrações mais elevadas, como 1,0% dos extratos, exerceram efeito inibitório sobre o crescimento da radícula. Ainda assim, mesmo sob esse cenário de inibição do crescimento linear em doses altas, o maior acúmulo de massa seca foi registrado nas sementes tratadas com extratos de *Padina gymnospora* a 1,0%. Tal resposta sugere um efeito bioestimulante seletivo, capaz de favorecer a acumulação de biomassa mesmo sob condições potencialmente estressantes.

As sementes de alface também foram submetidas ao teste em caixas Gerbox embebidas em diferentes concentrações de uma fração rica em polissacarídeos de ora-pro-nóbis, ou seja, uma fração mais purificada do que aquela testada na tabela 1. Os resultados dos experimentos estão descritos na Tabela 3.

TABELA 3 – VALORES MÉDIOS DAS VARIÁVEIS DE PLÂNTULAS DE ALFACE EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DA FRAÇÃO RICA EM POLISSACARÍDEOS DE ORA-PRO-NÓBIS

Tratamento	%G	IVG	CT	CPA	CR	MF	MS
H ₂ O	93 b	43,33	3,98	1,59 b	2,39	0,0110 b	0,00083
0,5 mg/mL	98 a	45,66	5,27	2,65 a	2,61	0,0159 a	0,00099
1,0 mg/mL	92,5 b	44,65	4,74	2,44 a	2,3	0,0171 a	0,00078
1,5 mg/mL	95 ab	45,45	5	2,68 a	2,31	0,0171 a	0,00073

LEGENDA: %G = porcentagem de germinação (%); IVG = índice de velocidade de germinação; CT = comprimento total (cm); CPA = comprimento da parte aérea (cm); CR = comprimento da raiz (cm); MF = massa fresca (g); MS = massa seca (g).

NOTA: Letras diferentes na coluna indicam diferença significativa entre os tratamentos, pelo teste de Dunn com correção de Holm-Bonferroni para a variável %G e pelo teste de Tukey para as variáveis CPA e MF ($p \leq 0,05$). Variáveis não significativas não apresentam letras.

Fonte: A autora (2025).

Na Tabela 3, observa-se diferença estatística para porcentagem de germinação, comprimento da parte aérea e massa fresca entre as concentrações da fração rica em polissacarídeos de ora-pro-nóbis aplicadas a sementes de alface. As demais variáveis não diferiram estatisticamente do controle.

É possível observar que apenas a concentração de 0,5 mg/mL aumentou a porcentagem de germinação, diferindo da testemunha. Para comprimento de parte aérea e massa fresca, as três concentrações apresentaram aumento significativo.

Esse padrão de efeito bioestimulante mais associado ao vigor e ao crescimento pós-germinação do que à elevação da germinação final é recorrente em estudos com polissacarídeos aplicados em tratamento de sementes. Em alface, Lyalina *et al.* (2023) avaliaram o *priming* de sementes com quitosana hidrolisada (0,01–1 mg/mL) e verificaram que o tratamento não alterou significativamente a porcentagem de germinação aos 10 dias após a semeadura. Por outro lado, os autores relataram aumentos no peso fresco total das plantas (até 100% aos 24 dias e 67% aos 38 dias), incluindo incrementos na massa de parte aérea, maior ramificação radicular e elevação dos teores de clorofilas e carotenoides em relação ao controle. De forma semelhante, Santos *et al.* (2023), ao aplicarem extratos de macroalgas brasileiras ricos em polissacarídeos em testes de germinação com alface, observaram que a germinação não foi significativamente afetada, mas o comprimento de raízes aumentou em média 40%, com reflexos positivos também no comprimento total das plântulas, dependendo da espécie e do tipo de extrato.

Estudos com outras espécies reforçam que a resposta depende fortemente do tipo de polissacarídeo e da dose. Di Filippo-Herrera *et al.* (2022), avaliando fucoídano e alginato extraídos de macroalgas pardas em sementes de feijão-mungo, verificaram que o alginato não apresentou efeito significativo sobre o crescimento das plântulas, enquanto a fucoídano de *Sargassum horridum* promoveu aumento do comprimento de raiz (16,2%), da altura total da plântula (11,9%) e do peso seco (31%) em concentrações específicas, além de elevar a porcentagem de germinação em relação ao controle. Esse comportamento dose-dependente e polímero-dependente é destacado também em revisões sobre polissacarídeos de algas, nas quais se ressalta que compostos como ágar, alginato e carragenana, em formas poli- ou oligossacarídicas, são capazes de melhorar a germinação, o vigor de plântulas e a absorção de nutrientes, embora a magnitude e a natureza da resposta variem com a estrutura química, o grau de sulfatação, a espécie de origem e o método de extração (Pacheco *et al.*, 2021; Mamede *et al.*, 2023).

As sementes de tomate também foram submetidas ao teste em caixas Gerbox, embebidas em diferentes concentrações de uma fração rica em polissacarídeos. Os resultados do experimento estão descritos na Tabela 4.

TABELA 4 – VALORES MÉDIOS DAS VARIÁVEIS DE PLÂNTULAS DE TOMATE EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DA FRAÇÃO RICA EM POLISSACARÍDEOS DE ORA-PRO-NÓBIS

Tratamento	%G	IVG	CT	CPA	CR	MF	MS
H ₂ O	81,5	18,81	11,23	2,78 c	8,45	0,0195	0,00152 b
0,5 mg/mL	82,5	18,51	12,23	3,11 bc	9,11	0,0224	0,00164 ab
1,0 mg/mL	78,5	18,46	13,04	0,00000	9,22	0,0257	0,00170 a
1,5 mg/mL	79	16,73	11,1	3,67 ab	7,43	0,0236	0,00164 ab

LEGENDA: %G = porcentagem de germinação (%); IVG = índice de velocidade de germinação; CT = comprimento total (cm); CPA = comprimento da parte aérea (cm); CR = comprimento da raiz (cm); MF = massa fresca (g); MS = massa seca (g).

NOTA: Letras diferentes na coluna indicam diferença significativa entre os tratamentos, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). Variáveis não significativas não apresentam letras.

Fonte: A autora (2025).

Sobre as sementes de tomate, conforme mostrado na Tabela 4, as três concentrações da fração rica em polissacarídeos não afetaram a porcentagem de germinação, o índice de velocidade de germinação, o comprimento total e comprimento das raízes e a biomassa fresca das plântulas.

Na Tabela 4 observam-se diferenças estatísticas para comprimento da parte aérea e massa seca entre as concentrações da fração testada. Para parte aérea as concentrações apresentaram ganhos significativos de 37,41% e 32,01% nas concentrações 1,0 e 1,5 mg/mL respectivamente, em relação ao controle. Para massa seca apenas ocorreu ganho significativo de 11,84% na concentração 1,0 mg/mL.

Resultados convergentes são descritos por Espinosa-Antón *et al.* (2025), que avaliaram extratos de algas ricas em polissacarídeos em sementes de tomate. Os autores observaram que, embora concentrações mais baixas (0,25–0,50%) possam aumentar a germinação, a concentração de 1,0% não diferiu significativamente do controle em termos de porcentagem de germinação e parâmetros associados. Contudo, os extratos promoveram ganhos significativos no crescimento e na biomassa das plântulas: por exemplo, o extrato de *Chaetomorpha antennina* a 0,50% aumentou o comprimento da radícula, o hipocótilo e o comprimento total; já o extrato de *Gracilaria huavensis* a 0,25–0,50% elevou a massa fresca e a massa seca de em relação ao controle. Esse padrão de germinação sem efeitos, mas com aumento consistente em comprimento de parte aérea e acúmulo de massa seca é análogo ao

verificado com a FRP de ora-pro-nóbis, especialmente na concentração de 1,0, que se destacou em CPA e MS.

De forma complementar, Hernández-Herrera *et al.* (2016) estudaram extratos de algas marinhas e frações enriquecidas em polissacarídeos de *Ulva lactuca* e *Padina gymnospora* em ensaios de germinação e crescimento de tomate. Nesse trabalho, a maioria dos extratos brutos de algas apresentou efeito inibitório sobre a germinação, enquanto as frações enriquecidas em polissacarídeos, nas concentrações de 0,2–1,0 mg mL⁻¹, promoveram a germinação e estimularam o crescimento das plântulas de tomate em comparação ao controle, com aumentos significativos em comprimento de parte aérea, radícula e massa seca. Embora as frações polissacarídicas das algas tenham promovido a germinação, o efeito sobre o crescimento inicial e a massa seca alinha-se aos resultados observados com a FRP de ora-pro-nóbis. Tais evidências reforçam que frações polissacarídicas, assim como a FRP de ora-pro-nóbis atuam principalmente como promotoras de crescimento inicial, com respostas mais claras em variáveis como comprimento de parte aérea e massa seca do que em parâmetros de germinação.

Os resultados do experimento de aplicação foliar da fração rica em polissacarídeos de ora-pro-nóbis em mudas de alface realizado em vasos mantidos na estufa estão descritos na tabela 5.

TABELA 5– VALORES MÉDIOS DAS VARIÁVEIS DAS MUDAS DE ALFACE CULTIVADAS EM VASOS MANTIDOS EM ESTUFA SOB DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DA FRAÇÃO RICA EM POLISSACARÍDEOS DE ORA-PRO-NÓBIS

Trat.	NFOL	CMF	CR	Chl a	Chl b	MFPA	MFR	MSPA	MSR
H ₂ O	8,5	10,53	23,3	9,7	2,04	5,01	2,63	0,434	0,232
0,1	9	9,76	22,35	10,09	2,04	4,61	2,76	0,402	0,261
0,5	8,7	10,57	24,93	9,84	1,97	4,83	2,36	0,413	0,227
1,0	8,7	9,74	23,22	10,24	1,97	3,83	1,95	0,324	0,168
1,5	7,8	9,82	26,7	10,22	2,09	4,26	2,13	0,365	0,204

LEGENDA: Trat. = Tratamento (mg/mL); NFOL = número de folhas; CMF = comprimento da maior folha (cm); CR = comprimento da raiz (cm); Chl a = clorofila a; Chl b = clorofila b; MFPA = massa fresca parte aérea (g); MFR = massa fresca raiz (g); MSPA = massa seca parte aérea (g); MSR = massa seca raiz (g). CPA = comprimento da parte aérea (cm); CR = comprimento da raiz (cm); MF = massa fresca (g); MS = massa seca (g).

NOTA: Número de Folhas foi analisado pelo teste de Kruskal–Wallis, enquanto as demais variáveis foram submetidas à ANOVA. Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para nenhuma das variáveis ($p > 0,05$).

FONTE: A autora (2025).

Na Tabela 5, nenhuma das variáveis avaliadas diferiu estatisticamente do controle. A ausência de efeitos detectáveis pode ser compatível com a natureza condicionante dos bioestimulantes de origem vegetal: respostas tendem a ser dependentes de dose, frequência de aplicação e estado fisiológico da planta, manifestando-se com maior consistência sob estresse ou em condições de nutrição limitante (Du Jardin, 2015; Giordano *et al.*, 2022). Do ponto de vista do mecanismo de ação, a absorção foliar de solutos hidrofílicos é fortemente modulada por propriedades da calda (pH, tensão superficial, presença de adjuvantes/surfactantes), pela umidade do ar e pelo estado da cutícula/estômatos (Fernández e Eichert, 2009; Fernández *et al.*, 2021). Considerando que a FRP de ora-pro-nóbis é composta majoritariamente por polissacarídeos de alto peso molecular (mucilagens/arabinogalactanas), é plausível que a mobilidade transcuticular tenha sido limitada na ausência de um espalhante/adesivo apropriado e/ou de uma formulação que reduza viscosidade e favoreça a penetração (Mercê *et al.*, 2001; Fernández e Eichert, 2009; Nogueira *et al.*, 2023).

Resultados análogos foram relatados em pulverizações foliares semanais por 28 dias com extratos vegetais de nopal (*Opuntia ficus-indica*) e coentro (*Coriandrum sativum*) em alface, que não alteraram a altura nem o número de folhas, apesar de afetarem alguns teores minerais, sugerindo baixa sensibilidade de variáveis de crescimento quando não há estresse e quando a penetração da calda é limitada (Moreno-Guerrero *et al.*, 2024). Além disso, estudos clássicos em alface mostram que a atividade promotora de crescimento de carboidratos de parede é mais pronunciada quando se utilizam oligossacarídeos pectínicos (grau de polimerização baixo) obtidos por fracionamento, em vez de polímeros íntegros e viscosos (Iwasaki *et al.*, 2000), o que reforça a hipótese de que o perfil molecular da FRP e o método de extração/precipitação (etanol) influenciam diretamente a eficácia por via foliar.

Em termos aplicados, os resultados sugerem que a estratégia foliar com FRP pode exigir um ajuste de formulação; aumento da frequência de aplicações e

volume efetivo por planta nos horários de maior umidade; e testes sob condições de estresse hídrico ou salino.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos testes de germinação em condições controladas, os extratos obtidos das folhas de ora-pro-nóbis exibiram efeito bioestimulante dependente da fração e da dose. Os resultados demonstraram que o extrato aquoso bruto, em concentrações intermediárias testadas (1:10 e 1:5) aumentou o comprimento total e das raízes, da biomassa fresca e seca em plântulas de alface. Sobre as sementes de tomate, a maior concentração do extrato aquoso bruto aumentou o comprimento da parte aérea e as biomassas fresca e seca das plântulas.

Por outro lado, as frações ricas em polissacarídeos apresentaram menos efeitos benéficos do que os extratos aquosos brutos. Em alface todas as doses testadas aumentaram o comprimento da parte aérea e a massa fresca em relação ao controle. Além disso, a dose 0,5 mg/mL se destacou por aumentar a porcentagem de germinação. Para o tomate, a concentração 1,0 mg/mL aumentou o comprimento da parte aérea e a massa seca em relação ao controle.

No teste com aplicação foliar da fração rica em polissacarídeos em alface cultivado em vasos e mantidos em estufa, nenhuma das variáveis avaliadas diferiu do controle, indicando ausência de efeito bioestimulante nas condições testadas.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 26, de 13 de maio de 2014**. Dispõe sobre o regulamento técnico para rotulagem de alimentos alergênicos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, p. 52, 14 maio 2014. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2014/rdc0026_13_05_2014.pdf. Acesso em: 10 nov. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Conceitos**: Programa Nacional de Bioinsumos. Brasília, DF: MAPA, 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/inovacao/bioinsumos/o-programa/conceitos>. Acesso em: 10 nov. 2025.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf. Acesso em: 20 nov. 2025.

BOUTAHIRI *et al.* Effect of biostimulants on the chemical profile of food crops under normal and abiotic stress conditions. **Current Plant Biology**, v. 40, p. 100410, dez. 2024.

CIRÍACO, A. C. A.; MENDES, R. M.; CARVALHO, V. S. Antioxidant activity and bioactive compounds in ora-pro-nobis flour (*Pereskia aculeata* Miller). **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 26, p. e2022054, 2023.

CARVALHO, W. P. de *et al.* Alelopatia de extratos de adubos verdes sobre a germinação e crescimento inicial de alface. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 1, p. 1-11, jan./fev. 2014. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1008526/alelopatia-de-extratos-de-adubos-verdes-sobre-a-germinacao-e-crescimento-inicial-de-alface>. Acesso em: 20 nov. 2025.

DI FILIPPO-HERRERA, D. A. *et al.* Effect of fucoidan and alginate on germination and growth of mung bean seedling. **Hidrobiológica**, Cidade do México, v. 32, n. 3, p. 353-363, dez. 2022. DOI. 10.24275/uam/izt/dcbs/hidro/2022v32n3/Filippo.

DU JARDIN, P. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. **Scientia Horticulturae**, v. 196, p. 3–14, nov. 2015.

ESPINOSA-ANTÓN, A. A.; ACOSTA-CALDERÓN, J. A.; HERNANDEZ-HERRERA, R. M. Efecto de extractos de algas marinas en la germinación y el crecimiento de plántulas de tomate: Bioestimulación de la germinación y el crecimiento temprano del tomate. **Revista Bio Ciencias**, 6 jun. 2025.

FARIAS, C. B. M. *et al.* Alcoholic Extract Alelopathic Effect Of *Azadirachta indica* A. JUSS. IN THE GERMINATION OF PLANTS TEST. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, Rio Branco, v. 7, n. 1, 2020.

FERNÁNDEZ, V.; EICHERT, T. Uptake of Hydrophilic Solutes Through Plant Leaves: Current State of Knowledge and Perspectives of Foliar Fertilization. **Critical Reviews in Plant Sciences**, v. 28, n. 1–2, p. 36–68, 19 mar. 2009.

FERNÁNDEZ, V.; GIL-PELEGRÍN, E.; EICHERT, T. Foliar water and solute absorption: an update. **The Plant Journal**, v. 105, n. 4, p. 870–883, fev. 2021.

FINCH-SAVAGE, W. E.; BASSEL, G. W. Seed vigour and crop establishment: extending performance beyond adaptation. **Journal of Experimental Botany**, v. 67, n. 3, p. 567–591, fev. 2016.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Agricultural production statistics 2010–2023**. Roma: FAO, 2024. 16 p. (FAOSTAT Analytical Briefs, n. 96). Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cd3755en>. Acesso em: 20 nov. 2025.

GIORDANO, M. *et al.* Plant-Derived Biostimulants Differentially Modulate Primary and Secondary Metabolites and Improve the Yield Potential of Red and Green Lettuce Cultivars. **Agronomy**, v. 12, n. 6, p. 1361, 4 jun. 2022.

GOLUBKINA, N. *et al.* Effect of Selenium and Garlic Extract Treatments of Seed-Addressed Lettuce Plants on Biofortification Level, Seed Productivity and Mature Plant Yield and Quality. **Plants**, v. 13, n. 9, p. 1190, 25 abr. 2024.

GÖTTERT, V. *et al.* Atividade alelopática de diferentes concentrações da raiz de juá sobre sementes de tomate. **Cadernos de Agroecologia**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 3, 2015. Disponível em: <https://www.aba-agroecologia.org.br/revista/cad/article/view/20112>. Acesso em: 20 nov. 2025.

HAN, M. *et al.* Plant Extracts as Biostimulant Agents: A Promising Strategy for Managing Environmental Stress in Sustainable Agriculture. **Phyton**, v. 93, n. 9, p. 2149–2166, 2024.

HERNÁNDEZ-HERRERA, R. M. *et al.* Activity of seaweed extracts and polysaccharide-enriched extracts from *Ulva lactuca* and *Padina gymnospora* as growth promoters of tomato and mung bean plants. **Journal of Applied Phycology**, v. 28, n. 4, p. 2549–2560, ago. 2016.

HERNÁNDEZ-HERRERA, R. M.; SANTACRUZ-RUVALCABA, F.; HERNÁNDEZ-CARMONA, G. Germination and seedling growth responses of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) to seaweed extracts applied on seeds. **Revista Latinoamericana de Biotecnología Ambiental y Algal**, v. 10, n. 1, p. 28-44, 2019.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Summary for Policymakers. In: LEE, H.; ROMERO, J. (ed.). **Climate change 2023: synthesis report**. Geneva: IPCC, 2023. p. 1-34. Disponível em: https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf. Acesso em: 10 nov. 2025.

IWASAKI, K.; MATSUBARA, Y. Purification of pectate oligosaccharides showing root-growth-promoting activity in lettuce using ultrafiltration and nanofiltration membranes. **Journal of Bioscience and Bioengineering**, v. 89, n. 5, p. 495–497, jan. 2000.

KINUPP, V. F.; LORENZI, H. **Plantas alimentícias não convencionais (PANC) no Brasil: guia de identificação, aspectos nutricionais e receitas ilustradas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2014. Disponível em: https://www.nossacasa.net/biblioteca/PANC_identifica%C3%A7%C3%A3o.pdf. Acesso em: 10 nov. 2025.

LYALINA, Tatiana *et al.* Effect of Seed Priming with Chitosan Hydrolysate on Lettuce (*Lactuca sativa*) Growth Parameters. **Molecules**, v. 28, n. 4, p. 1915, 17 fev. 2023.

MACEDO, M. C. C. *et al.* Elaboration and Characterization of *Pereskia aculeata* Miller Extracts Obtained from Multiple Ultrasound-Assisted Extraction Conditions. **Metabolites**, v. 13, n. 6, p. 691, 26 maio 2023.

MAMEDE, M. *et al.* Seaweed Polysaccharides in Agriculture: A Next Step towards Sustainability. **Applied Sciences**, v. 13, n. 11, p. 6594, 29 maio 2023.

MARTÍNEZ-LORENTE, S. E. *et al.* Higher Plant-Derived Biostimulants: Mechanisms of Action and Their Role in Mitigating Plant Abiotic Stress. **Antioxidants**, v. 13, n. 3, p. 318, 6 mar. 2024.

MEDINA-LOZANO, I.; BERTOLÍN, J. R.; DÍAZ, A. Nutritional value of commercial and traditional lettuce (*Lactuca sativa* L.) and wild relatives: Vitamin C and anthocyanin content. **Food Chemistry**, v. 359, p. 129864, out. 2021.

MERCÊ, A. L. *et al.* Complexes of arabinogalactan of *Pereskia aculeata* and Co^{2+} , Cu^{2+} , Mn^{2+} , and Ni^{2+} . **Bioresource Technology**, Essex, v. 76, n. 1, p. 29–37, jan. 2001. DOI. 10.1016/S0960-8524(00)00078-X.

MORENO-GUERRERO, D. E.; RAMÍREZ-OLVERA, S. M.; OJEDA-SALGADO, H. L.; PÉREZ-MERCADO, C. A.; TREJO-TÉLLEZ, L. I. Extractos vegetales en el crecimiento y concentración nutrimental de hojas de lechuga (*Lactuca sativa*). **Biotecnia**, Hermosillo, v. 26, p. 93-97, 2024. DOI 10.18633/biotecnia.v26.1929. Disponível em: 10.18633/biotecnia.v26.1929. Acesso em: 10 nov. 2024.

MUTLU-DURAK, H.; ARIKAN, Y.; KUTMAN, B. Y. W. (*Salix babylonica*) Extracts Can Act as Biostimulants for Enhancing Salinity Tolerance of Maize Grown in Soilless Culture. **Plants**, v. 12, n. 4, p. 856, 14 fev. 2023.

MUTLU-DURAK, H.; YILDIZ KUTMAN, B.. Seed Treatment with Biostimulants Extracted from Weeping Willow (*Salix babylonica*) Enhances Early Maize Growth. **Plants**, v. 10, n. 7, p. 1449, 15 jul. 2021.

NARIAL, M. A.; BIDO, G. de S.; ZONETTI, P. da C. Ação alelopática do extrato aquoso de babosa (*Aloe vera* L.) e hortelã (*Mentha* sp.) sobre a alface (*Lactuca sativa* L.). **Revista em Agronegócios e Meio Ambiente**, Maringá, v. 6, n. 2, p. 337-347, maio/ago. 2013. Disponível em: <https://periodicos.unicesumar.edu.br/index.php/rama/article/view/2556/1943>. Acesso em: 20 nov. 2025.

NGCOBO, B. L.; BERTLING, I. Influence of foliar *Moringa oleifera* leaf extract (MLE) application on growth, fruit yield and nutritional quality of cherry tomato. **Acta Horticulturae**, Leuven, v. 1306, p. 249-254, 2021. DOI. 10.17660/ActaHortic.2021.1306.31.

NOGUEIRA SILVA, N. *et al.* *Pereskia aculeata* Miller as a Novel Food Source: A Review. **Foods**, v. 12, n. 11, p. 2092, 23 maio 2023.

OLIVEIRA, T. M. L. *et al.* Potential of the Use of Biostimulants in Lettuce Production. **Plants**, v. 14, n. 15, p. 2416, 4 ago. 2025.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD); FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Agricultural outlook 2023-2032**. Paris: OECD Publishing; Roma: FAO, 2023. 355 p. Disponível em: https://www.oecd-ilibrary.org/agriculture-and-food/oecd-fao-agricultural-outlook_19991142. Acesso em: 1 nov. 2025.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT (OECD); FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Environmental sustainability in agriculture 2023**. Paris: OECD; Roma: FAO, 2023. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/32da2942-3854-4736-af19-877b3ab22d35/content>. Acesso em: 10 nov. 2025.

PACHECO, D. *et al.* Seaweeds' carbohydrate polymers as plant growth promoters. **Carbohydrate Polymer Technologies and Applications**, v. 2, p. 100097, dez. 2021.

PARADIKOVIĆ, N. *et al.* Biostimulants research in some horticultural plant species—A review. **Food and Energy Security**, v. 8, n. 2, p. e00162, maio 2019.

PASTORINI, L. H.; TUR, C.; BORELLA, J. Alelopátia de extratos aquosos de cinamomo (*Melia azedarach* L. – Meliaceae) sobre a germinação e crescimento inicial do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. – Solanaceae). **Biotemas**, v. 25, n. 3, p. 49–56, 30 ago. 2012.

ROUPHAEL, Y.; COLLA, G.. Editorial: Biostimulants in Agriculture. **Frontiers in Plant Science**, v. 11, p. 40, 4 fev. 2020.

SANTOS, J. P. *et al.* Biostimulant potential of Brazilian macroalgae: seasonal variations and effects on early growth and germination of lettuce. **Brazilian Journal of Botany**, v. 46, n. 4, p. 767–774, 2 nov. 2023.

SILVA, S. H. *et al.* Extraction processes and characterization of the mucilage obtained from green fruits of *Pereskia aculeata* Miller. **Industrial Crops and Products**, v. 140, p. 111716, nov. 2019.

SILVEIRA, P. F.; MAIA, S. S. S.; COELHO, M. de F. B. Potencial alelopático do extrato aquoso de cascas de jurema preta no desenvolvimento inicial de alface. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 25, n. 1, p. 20-27, jan./mar. 2012. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/2027/pdf>. Acesso em: 20 nov. 2025.

SOUSA NETO, F. F. de; FANÇONY, A. P.; KIMUANGA, L. I. M. Z. Influence of chandala (*Aloe vera* L.) leaf extract on soybean seed germination (*Glycine max* L.). **Brazilian Journal of Science**, [S. l.], v. 3, n. 1, p. 58–64, 2024. DOI. 10.14295/bjs.v3i1.445.

SOUTO, J. S. *et al.* Potencial alelopático do extrato aquoso de folhas de moringa na germinação e no crescimento inicial da alface. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, v. 11, n. 2, p. 56-60, abr./jun. 2015. Disponível em: <https://acsa.revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/650>. Acesso em: 20 nov. 2025.

TEIXEIRA, V. M. C. *et al.* A Critical Appraisal of the Most Recent Investigations on Ora-Pro-Nobis (*Pereskia* sp.): Economical, Botanical, Phytochemical, Nutritional, and Ethnopharmacological Aspects. **Plants**, v. 12, n. 22, p. 3874, 16 nov. 2023.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME (UNEP). **Synthesis report on the environmental and health impacts of pesticides and fertilizers and ways to minimize them**. Genebra: UNEP, 2022. Disponível em: https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/soils/publications/pesticides.pdf. Acesso em: 10 nov. 2025.

WOLUPECK, H. L. *et al.* Antioxidant Potential of *Pereskia aculeata* Miller: A Systematic Review of Evaluation Methods and Bioactive Compounds. **ACS Food Science & Technology**, v. 5, n. 6, p. 2351–2361, 20 jun. 2025.

YAKHIN, Oleg I. *et al.* Biostimulants in Plant Science: A Global Perspective. **Frontiers in Plant Science**, v. 7, 26 jan. 2017. DOI. 10.3389/fpls.2016.02049

YASEEN, A. A.; HÁJOS, M. T. The Potential Role of Moringa Leaf Extract as Bio-Stimulant to Improve some Quality Parameters of Different Lettuce (*Lactuca sativa* L.) Genotypes. **Sarhad Journal of Agriculture**, v. 37, n. 4, 2021.

YASEEN, A. A.; TAKACS-HAJOS, M. Evaluation of moringa (*Moringa oleifera* Lam.) leaf extract on bioactive compounds of lettuce (*Lactuca sativa* L.) grown under

glasshouse environment. **Journal of King Saud University - Science**, v. 34, n. 4, p. 101916, jun. 2022.

YUNIATI, N. *et al.* The Role of Moringa Leaf Extract as a Plant Biostimulant in Improving the Quality of Agricultural Products. **Plants**, v. 11, n. 17, p. 2186, 23 ago. 2022.

YUNIATI, N. *et al.* Assessment of Biostimulant Derived from Moringa Leaf Extract on Growth, Physiology, Yield, and Quality of Green Chili Pepper. **Sustainability**, v. 15, n. 9, p. 7113, 24 abr. 2023.