

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA
Autorização Decreto nº 9237/86. DOU 18/07/96. Reconhecimento:
Portaria 909/95, DOU 01/08-95
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIAS E CIÊNCIAS SOCIAIS
CAMPUS III – JUAZEIRO



LUIZA OLIVEIRA SOUZA

**EXTRATO DE ALGA *Ascophyllum nodosum* NO
CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE
ABÓBORA**

**Juazeiro- BA
2025**

LUIZA OLIVEIRA SOUZA

**EXTRATO DE ALGA *Ascophyllum nodosum* NO
CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE
ABÓBORA**

Projeto de pesquisa apresentado à
Universidade do Estado da Bahia,
Departamento de Tecnologia e Ciências
Sociais, UNEB/DTCS *Campus* III,
colegiado de Engenharia Agrônômica
como pré-requisito para a disciplina
Trabalho de Conclusão de Curso – TCC.

Orientadora: Prof^ª. Dr^ª Anna Christina Passos Menezes

**Juazeiro- BA
2025**

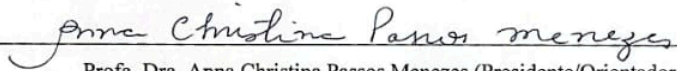
LUIZA OLIVEIRA SOUZA

**EXTRATO DE ALGA *Ascophyllum nodosum* NO CONDICIONAMENTO
FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE ABÓBORA**

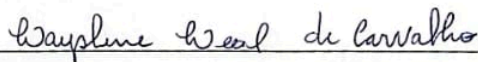
Monografia aprovada como pré-requisito parcial à obtenção ao grau de Bacharel em Engenharia Agrônômica no curso de graduação em Engenharia Agrônômica do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais da Universidade do Estado da Bahia.

Aprovado em 16/12/2025.

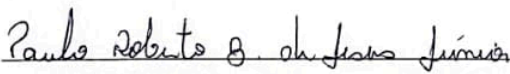
BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Anna Christina Passos Menezes (Presidente/Orientadora)
Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais - III



Mestranda Layslene Leal de Carvalho- PPGHI-DTCS (primeira examinadora)
Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais - III



Mestrando Paulo Roberto B. De Jesus Júnior- PPGHI-DTCS – (segundo examinador)
Universidade do Estado da Bahia – Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais - III

Juazeiro BA
2025

UNIVERSIDADE DO ESTADO DA BAHIA
Autorização Decreto nº 9237/86. DOU 18/07/96.
Reconhecimento: Portaria 909/95, DOU 01/08-95


DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA E CIÊNCIAS SOCIAIS
CAMPUS III - JUAZEIRO
Colegiado de Engenharia Agrônômica

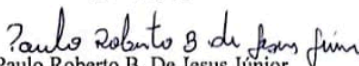


ATA DE DEFESA PÚBLICA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Aos 16 dias do mês de dezembro de 2025, às 08:30 horas, em sessão pública na sala Auditório Tadeu Severino, do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais, campus III, da Universidade do Estado da Bahia na presença da Banca Examinadora presidida pela Professora Anna Christina Passos Menezes e composta pelos examinadores: Mestranda Layslene Leal de Carvalho e o Mestrando Paulo Roberto B. De Jesus Júnior, a discente Luíza Oliveira Souza apresentou o Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: EXTRATO DE ALGA *Ascophyllum nodosum* NO CONDICIONAMENTO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE ABÓBORA, como parte dos requisitos da disciplina Trabalho de Conclusão de Curso (AGR152). Após reunião em sessão reservada, a Banca Examinadora atribuiu conceito de _____ (_____ vírgula _____) ao referido trabalho, divulgando o resultado formalmente ao aluno e demais presentes. E eu, na qualidade de Presidente da Banca, lavrei a presente ata que será assinada por mim, pelos demais examinadores.


Anna Christina Passos Menezes
Presidente e Orientadora


Layslene Leal de Carvalho
Membro 01


Paulo Roberto B. De Jesus Júnior
Membro 02

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me fortalecer diariamente e iluminar meu caminho. Agradeço pela força, coragem e sabedoria concedidas durante todo este processo e por nunca permitir que eu desistisse, pois *“o Senhor é meu pastor e nada me faltará”* (Salmo 23:1).

Sou profundamente grata à minha orientadora, Dra. Anna Christina Passos Menezes, pelo carinho, amizade, paciência e dedicação. Agradeço por compartilhar seus conhecimentos de forma tão generosa e por me acompanhar em cada etapa deste processo. Seu apoio foi essencial para o amadurecimento deste trabalho.

Não poderia deixar de agradecer aos membros da banca, Layslene Leal de Carvalho e Paulo Roberto B. de Jesus Júnior, pela disponibilidade em participar deste momento tão importante, pelo apoio e pela amizade que tornaram esta etapa mais significativa e enriquecedora.

Deixo também meu sincero agradecimento aos amigos de laboratório, em especial Raquel, Wilma e Pedro, pelo apoio nas atividades e pela convivência agradável durante este percurso.

Sou igualmente grata aos amigos que estiveram comigo ao longo da graduação, dividindo risadas, desafios e aprendizados — Crislaine, Hembrile, José, André e Ramon. A presença de vocês tornou essa jornada muito mais leve e acolhedora.

A minha colega de quarto, Charlene, agradeço por estar sempre disposta a ajudar e pelos momentos de conversas e risadas que tornaram o dia a dia mais tranquilo.

Agradeço à minha família, que sempre foi o meu porto seguro. Cada palavra de incentivo, cada gesto de carinho e cada sorriso de vocês me sustentaram nos dias difíceis. Em especial, à minha mãe Sônia Magali, que é minha força diária; à minha irmã Danielle; ao meu irmão Raphael; ao meu avô Nelson e à minha avó Deijanira, que me inspiram com amor e sabedoria.

Agradeço também à minha segunda família, que me acolheu quando tudo era novo e desconhecido. Tia Keila, Tio Mário, Guilherme, Felipe e Davi: obrigada por abrirem suas portas e seus corações para mim. Vocês fizeram deste lugar um lar.

Por fim, manifesto minha gratidão a todos que deixaram sua marca na minha trajetória e contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho. Cada gesto, palavra ou orientação fez diferença.

RESUMO

Este estudo teve como finalidade avaliar o impacto do extrato da alga *Ascophyllum nodosum* no vigor, condicionamento fisiológico e na resistência de sementes de abóbora. O experimento foi conduzido no Laboratório de Tecnologia de Sementes da Universidade do Estado da Bahia (UNEB), no período de agosto a setembro de 2025. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições, em esquema fatorial duplo (3×4), envolvendo três tempos de envelhecimento acelerado (0, 48 e 72h) e quatro doses de um produto comercial à base de extrato de alga: 0; 0,5; 1,0 e 1,5 ml/L. As variáveis analisadas compreenderam porcentagem e velocidade de germinação, comprimento de plântulas, massa fresca e massa seca de plântulas, além da classificação das plântulas normais, anormais e mortas. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e agrupadas pelo método *Scott e Knott* ($p < 0,05$), com a utilização do software AgroEstat 1.1.0.712. O uso do extrato de alga *Ascophyllum nodosum* mostrou-se eficiente na dose de 0,5 ml/L, a qual proporcionou maior porcentagem de germinação e vigor.

Palavras-chaves: *Cucurbita moschata*; Algas marinhas; Germinação; Fisiologia vegetal; Sementes F2; Tecnologia de sementes.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the impact of *Ascophyllum nodosum* seaweed extract on the vigor, physiological conditioning, and resistance of pumpkin seeds. The experiment was conducted at the Seed Technology Laboratory of the State University of Bahia (UNEB) from August to September 2025. A completely randomized design (CRD) was adopted, with four replicates, in a double factorial scheme (3×4), involving three accelerated aging periods (0, 48, and 72h) and four doses of a commercial seaweed extract product: 0, 0.5, 1.0, and 1.5 ml/L. The variables analyzed included germination percentage and speed, seedling length, seedling fresh and dry mass, as well as the classification of normal, abnormal, and dead seedlings. The results were subjected to analysis of variance (ANOVA) and grouped by the Scott-Knott method ($p < 0.05$) using the AgroEstat 1.1.0.712 software. The use of *Ascophyllum nodosum* extract proved efficient at a dose of 0.5 ml/L, which provided the highest germination percentage and vigor.

Keywords: *Cucurbita moschata*; Seaweed; Germination; Plant physiology; F2 seeds; Seed technology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Sementes de abóbora na caixa Gerbox.....	15
Figura 2. Caixas Gerbox na câmara de envelhecimento.....	15
Figura 3. Sementes no papel Germitest.....	15
Figura 4. Papel Germitest em forma de rolo.....	16
Figura 5. Comprimento da plântula.....	17
Figura 6. Massa fresca da parte aérea.....	17
Figura 7. Massa seca da parte aérea.....	17
Figura 8. Plântulas normais.....	18
Figura 9. Plântulas anormais.....	18

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1. Constituintes do biofertilizante a base do extrato de alga <i>Ascophyllum nodosum</i>	13
Tabela 2. Tratamentos utilizados.....	14
Tabela 3. Análise de variância para germinação (%G), índice de velocidade de germinação (IVG), velocidade de germinação (VG), plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA), sementes não germinadas (SNG) de abóbora embebidas em extrato alga marinha (<i>Ascophyllum nodosum</i>), sob envelhecimento acelerado (0, 48, 72h).....	19
Tabela 4. Continuidade da análise de variância, para comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), massa fresca parte aérea (MFPA), massa seca parte aérea (MSPA), massa fresca raiz (MFR), massa seca raiz (MSR) de abóbora embebidas em extrato alga marinha (<i>Ascophyllum nodosum</i>), sob envelhecimento acelerado (0, 48 e 72h).....	20
Tabela 5. Efeito do envelhecimento acelerado (horas), sobre as variáveis germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes não germinadas (SNG).....	21
Tabela 6. Efeito do envelhecimento acelerado (horas), sobre as variáveis comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), massa fresca parte aérea (MFPA), massa seca parte aérea (MSPA), massa fresca raiz (MFR), massa seca raiz (MSR).....	22
Tabela 7. Efeito das doses de <i>Ascophyllum nodosum</i> (ml), sobre as variáveis germinação (G), índice de velocidade de germinação (IVG), plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA), sementes não germinadas (SNG) e condutividade elétrica.....	23

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	11
2. MATERIAL E MÉTODOS	13
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	19
4. CONCLUSÕES	24

1. INTRODUÇÃO

A abóbora jacarezinho (*Cucurbita moschata* Duchesne ex Poir) é uma planta pertencente à família Cucurbitaceae. Sua classificação botânica a inclui na divisão Magnoliophyta, na classe Magnoliopsida, subclasse Dicotiledônea e ordem Violales. O gênero *Cucurbita* é bastante diversificado, com cerca de 27 espécies. Sua domesticação aconteceu há aproximadamente 9.000 anos, o qual se consolidou como um cultivo de grande importância para as antigas civilizações Maias, Astecas e Incas. Atualmente, a abóbora é cultivada em todo o mundo e possui grande relevância nutricional e cultural (Patro, 2022).

A abóbora possui relevância econômica e social global, com aplicações na culinária, medicina e decoração. No Brasil, seu cultivo abrange todos os estados, com produções expressivas em Minas Gerais, Goiás, São Paulo e na Bahia (HFBRASIL, 2018). Segundo o IBGE (2017), a produção nacional atingiu 417.839 toneladas. Nesse cenário, a Bahia consolidou-se como um dos principais produtores, colhendo 61.235 toneladas em 11.732 hectares. Esse desempenho evidencia a vocação agrícola e a tradição de cultivo da hortaliça no estado, especialmente na região do semiárido baiano.

A semente corresponde a um óvulo que atingiu sua maturidade e contém um embrião, uma planta em estágio inicial, com capacidade de crescer até a sua fase adulta. Para as sementes desempenhar esse papel, ela é constituída por três partes principais: o embrião, as reservas nutritivas e o tegumento. O processo de germinação começa quando a semente, ainda viva e apta a se desenvolver, absorve água do meio, fenômeno denominado embebição. Essa entrada de água serve como um sinal para que o embrião retome seu crescimento e dê origem a uma nova planta (Vieira e Carvalho, 2023).

A germinação das sementes é influenciada por diversos fatores, tais como temperatura, substrato, fotoperíodo e até mesmo a forma de aplicação dos bioestimulantes, seja via solo, sistemas de irrigação ou pulverização (Hong *et al.*, 2007). É importante ressaltar que o envelhecimento das sementes também desempenha um papel crucial nesse processo, pois sua qualidade diminui com o tempo, o que impacta diretamente na germinação, no vigor e, conseqüentemente, na produção final (Xing *et al.*, 2025).

O vigor de uma semente pode ser compreendido como a sua capacidade de germinar de forma rápida e uniforme, o que assegura plântulas saudáveis mesmo em condições ambientais diversas (Dias, 2022). O vigor e a capacidade de germinação das sementes podem ser afetados se as condições de temperatura e umidade durante o armazenamento não forem adequadas. Isso acontece porque o calor e a umidade

excessiva aceleram a respiração e a degradação dos compostos internos, o que culmina em perdas da qualidade fisiológica das sementes (Marcos Filho, 2015).

As técnicas de envelhecimento acelerado simulam a deterioração das sementes ao expô-las a altos níveis de temperatura e umidade relativa, fatores determinantes nesse processo (Delouche e Baskin, 2021). A temperatura influencia diretamente a velocidade, uniformidade e porcentagem final de germinação (Vieira e Carvalho, 2023). Já a umidade relativa, condicionada pela temperatura, afeta o potencial hídrico e a fisiologia das sementes, alterando a taxa de absorção de água e a dinâmica de gases como O₂ e CO₂ (Rossetto *et al.*, 1995; Hegarty, 1978).

O teste de envelhecimento acelerado se baseia em sementes que possuem alto vigor e que conseguem manter sua capacidade de germinar mesmo quando são expostas a condições extremas de calor e umidade por um período curto. Por outro lado, as sementes de baixo vigor perdem sua viabilidade muito mais rápido quando expostas a essas mesmas condições (Krzyzanowski *et al.*, 2025).

Em busca de métodos que favoreçam a germinação de sementes mesmo quando estão sobre os efeitos ocasionados pelo calor e umidade excessiva surgem alternativas como o condicionamento fisiológico, que é uma técnica promissora para melhorar o desempenho das sementes.

Essa técnica consiste em hidratar as sementes em água ou soluções para iniciar processos metabólicos essenciais, visando aumentar a velocidade e a uniformidade da emergência sem que a raiz primária chegue a emergir (Ramos *et al.*, 2015). Entre as soluções utilizadas, destaca-se o extrato da alga *Ascophyllum nodosum*, rico em nutrientes, carboidratos, aminoácidos e hormônios como as citocininas. Estes hormônios promovem a divisão celular, fortalecendo as raízes e retardando o envelhecimento vegetal (Tavares *et al.*, 2024). Assim, o uso desse extrato no tratamento de sementes favorece o estabelecimento inicial da plântula, refletindo em uma melhor produtividade da cultura.

O objetivo desse estudo foi analisar o impacto de um extrato de alga (*Ascophyllum nodosum*) na germinação de sementes de abóbora, e verificar como as sementes se comportam em condições estressantes de alta temperatura e umidade, após serem tratadas com diferentes doses do bioestimulante, usando o teste de envelhecimento acelerado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Sementes do Departamento de Tecnologia e Ciências Sociais (DTCS), campus III, em Juazeiro-BA na Universidade do Estado da Bahia (UNEB). Foram utilizadas sementes F2 de abóbora cv. Jacarezinho, adquiridas de produtores locais em julho de 2025. As sementes foram submetidas à desinfestação em solução de hipoclorito de sódio a 50% e água destilada e imersas por um período de dois minutos. Em seguida, foram lavadas repetidamente com água destilada para remover completamente os resíduos do desinfetante e colocadas sobre papel toalha por 30 minutos para secagem.

Após a secagem, as sementes foram submetidas a diferentes doses de um produto comercial a base de extrato da alga marinha *Ascophyllum nodosum*. A composição desse extrato, incluindo seus componentes, está detalhada na Tabela 1, enquanto a descrição dos tratamentos aplicados nos experimentos se encontra na Tabela 2.

Tabela 1. Constituintes do biofertilizante a base do extrato de alga *A. nodosum*.

Constituintes	Concentração
<i>Ascophyllum nodosum</i>	100%
Potássio (K ₂ O) solúvel em água	5,30% (61,48 g/L)
Carbono Orgânico total	6% (69,60 g/L)

Fonte: O autor (2025)

Tabela 2. Tratamentos utilizados

Tratamento	Produto	Dose	Envelhecimento acelerado (horas)
1	Extrato de alga	0 ml/L	0
2	Extrato de alga	0,5 ml/L	0
3	Extrato de alga	1 ml/L	0
4	Extrato de alga	1,5 ml/L	0
5	Extrato de alga	0 ml/L	48
6	Extrato de alga	0,5 ml/L	48
7	Extrato de alga	1 ml/L	48
8	Extrato de alga	1,5 ml/L	48
9	Extrato de alga	0 ml/L	72
10	Extrato de alga	0,5 ml/L	72
11	Extrato de alga	1 ml/L	72
12	Extrato de alga	1,5 ml/L	72

Fonte: O autor (2025)

O extrato correspondente a cada tratamento foi preparado em um becker de vidro com capacidade de 1.000 mL e posteriormente diluído em água destilada. A solução obtida foi homogeneizada, e as sementes permaneceram imersas no becker por 4 horas, com agitação a cada 1 hora. Após esse período, as sementes foram secas à sombra, sobre folhas de papel toalha, por aproximadamente 30 minutos.

Em seguida, as sementes foram submetidas ao envelhecimento acelerado, realizado em caixas plásticas do tipo "Gerbox" contendo 40 mL de água destilada, onde as sementes foram distribuídas em camada única sobre tela metálica suspensa. As caixas foram então fechadas e colocadas em câmara de envelhecimento a 44 °C, por períodos de 0, 48 e 72 horas. Após o tratamento, as sementes foram conduzidas à germinação, conforme a metodologia descrita por Krzyzanowsky *et al.* (1999) para o teste de germinação, e avaliadas durante oito dias. Os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

Figura 1: Sementes de abóbora na caixa Gerbox



Fonte: O autor (2025)

Figura 2: Caixas Gerbox na câmara de envelhecimento



Fonte: O autor (2025)

Após os tratamentos, as sementes foram então distribuídas em 3 folhas de papel germitest, duas abaixo das sementes e uma acima e enroladas em forma de rolo. As folhas foram umedecidas com água destilada, na quantidade de 2,5 vezes a massa do papel não hidratado (BRASIL, 2009). Em cada rolo foram colocadas 25 sementes e as mesmas mantidas sob temperatura constante de 25 °C em germinador.

Figura 3: Sementes no papel Germitest



Fonte: O autor (2025)

Figura 4: Papel Germitest em forma de rolo



Fonte: O autor (2025)

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em fatorial duplo (3x4). O primeiro fator foi o tempo de envelhecimento (0, 48 e 72h) e o segundo fator foi a dosagem do extrato de alga (0, 0,5 ml, 1,0 ml e 1,5 ml), com quatro repetições cada, totalizando 12 tratamentos. Foram realizadas as seguintes análises: porcentagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento de plântulas, massa fresca e massa seca de plântulas, plântulas normais, anormais e mortas.

Índice de velocidade de germinação: determinado em conjunto com o teste de germinação, com contagens diárias, contabilizando-se as sementes germinadas e calculando-se o índice de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962).

$$IVG: \frac{G1}{N1} + \frac{G2}{N2} + \dots + \frac{Gn}{Nn}$$

Onde: IVG: Índice de velocidade de germinação

G: Número de plântulas emergidas em cada dia

N: Número de dias decorridos desde a colocação das sementes nos rolos de papel Germitest®.

Comprimento de plântulas: determinado ao final do teste de germinação (8 dias), com 5 plântulas normais por unidade experimental, a partir das quais será determinado o comprimento da parte aérea e da raiz, realizado com régua graduada em cm. (Nakagawa,1999).

Figura 5: Comprimento da plântula



Fonte: O autor (2025)

Massa seca de plântulas: as mesmas plântulas utilizadas para avaliar o comprimento foram separadas em parte aérea e raízes e submetidas à secagem em estufa de circulação de ar forçado, regulada a 65 °C por 48 horas; posteriormente retiradas da estufa e colocadas no dessecador, e após pesadas em balança de precisão de 0,001g (Nakagawa, 1999).

Figura 6: Massa fresca da parte aérea



Fonte: O autor (2025)

Figura 7: Massa seca da parte aérea



Fonte: O autor (2025)

Plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e mortas: foram determinadas a partir da contagem aos 8 dias após a instalação dos experimentos, sendo que plântulas anormais foram consideradas aquelas que apresentam aparência doentias e raquíticas.

Figura 8: Plântulas normais



Fonte: O autor (2025)

Figura 9: Plântulas anormais



Fonte: O autor (2025)

Teste de condutividade elétrica (CE): as repetições (com 25 sementes) foram pesadas, depois imersas nos tratamentos com a alga por 4h e secas à sombra. Após a secagem foram acondicionadas em copos de plástico com água deionizada (50 mL) e mantidas a 25°C por 24 horas. Após o período de embebição, a CE foi determinada por meio de leituras em condutivímetro e os resultados apresentados em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ de sementes (Dutra e Vieira, 2006).

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) agrupadas pelo método *Scott e Knott* ($p < 0,05$), com a utilização do software AgroEstat 1.1.0.712.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos resultados da análise de variância verifica-se que a interação entre envelhecimento e dosagens do bioestimulante não foi significativa (NS) para todas as variáveis testadas (tabelas 3 e 4). De acordo com os dados obtidos através do agrupamento realizada pelo método *Scott e Knott* o fator envelhecimento (E) teve efeito altamente significativo ($P \leq 0,01$) para todas as variáveis avaliadas relacionadas à qualidade da semente: porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes não germinadas (SNG).

O envelhecimento impactou de forma significativa ($P \leq 0,01$) em todas as variáveis relacionadas às plântulas, tais como o comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), o acúmulo de massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), a massa fresca da raiz (MFR) e massa seca da raiz (MSR). Em contraste, o fator dosagem do extrato de *Ascophyllum nodosum* demonstrou um efeito mais limitado. Houve significância ($P \leq 0,05$) apenas para a porcentagem de germinação (%G), índice de velocidade de germinação (IVG), plântulas normais (PN) e sementes não germinadas (SNG).

Tabela 3 - Análise de variância para porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA), sementes não germinadas (SNG) de abóbora embebidas em extrato alga marinha (*Ascophyllum nodosum*), sob envelhecimento acelerado (0, 48, 72h)

FV	GL	PG	IVG	PN	PA	SNG
Envelhecimento						
(E)	2	39,70**	32,16**	56,51**	8,96**	37,13**
Dosagem (D)	3	3,76*	3,67*	2,95*	1,61NS	4,28*
E x D	6	0,80NS	0,80NS	1,78NS	1,25NS	0,87NS
Resíduo	36	5,23	0,55	3,99	3,38	5,37
CV(%)		31,15	39,28	37,32	54,86	16,22

FV = Fator de variação; CV = Coeficiente de variação; NS = Não significativos, ** = $p < 0,01$, * = $p < 0,05$;

Tabela 4 – Continuidade da análise de variância, para comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), massa fresca parte aérea (MFPA), massa seca parte aérea (MSPA), massa fresca raiz (MFR), massa seca raiz (MSR) de abóbora embebidas em extrato alga marinha (*Ascophyllum nodosum*), sob envelhecimento acelerado (0, 48 e 72h).

FV	GL	CPA	CR	MFPA	MSPA	MFR	MSR
Envelhecimento (E)	2	94,26**	65,20**	73,18**	83,36**	26,62**	61,60**
Dosagem (D)	3	0,94NS	0,80NS	1,29NS	1,24NS	0,24NS	1,18NS
E x D	6	1,59NS	1,29NS	1,46NS	1,35NS	1,81NS	1,64NS
Resíduo	36	0,75	1,39	0,45	0,07	0,13	0,03
CV		37,33	43,69	40,69	39,13	67,43	44,76

FV = Fator de variação; CV = Coeficiente de variação; NS = Não significativos, ** = $p < 0,01$, * = $p < 0,05$;

Os resultados indicam que o efeito do bioestimulante não foi alterado mesmo em condição de estresse, o que torna evidente que os fatores atuam de forma independente e que o teste de envelhecimento acelerado submete as sementes a condições que promovem reações oxidativas nos componentes celulares e acarretam, assim, a deterioração dos tecidos e na redução do vigor (Menezes *et al.*, 2014).

A perda no vigor afetou diretamente no desenvolvimento das plântulas reforçando o conceito clássico da fisiologia de sementes, no qual a deterioração é um processo sequencial que, segundo autores como Carvalho e Nakagawa (2012) e Marcos Filho (2015), afeta primeiramente o vigor da semente. Este declínio no vigor compromete o fornecimento energético necessário ao desenvolvimento embrionário, visto que provoca a queda do potencial de crescimento da plântula. Fisiologicamente, essa perda de potencial reflete em danos estruturais que são causados pelo estresse imposto pelo envelhecimento acelerado, como a desorganização das membranas celulares e falhas no mecanismo de reparo do DNA.

Os dados obtidos demonstram que o extrato de *Ascophyllum nodosum* pode mitigar os efeitos iniciais do envelhecimento, mas sua ação é limitada quando o dano fisiológico nas sementes já está em estado avançado. Estudos mostram que o

pré-tratamento com extratos de *Ascophyllum nodosum* aumenta a porcentagem de germinação e índices de vigor em sementes submetidas a envelhecimento moderado, embora não seja possível recuperar totalmente a qualidade de sementes severamente deterioradas (Verma *et al.*, 2021; Arab *et al.*, 2023).

No fator envelhecimento da tabela 5 observa-se uma redução significativa na porcentagem de germinação (PG), que passou de 48,25% nas sementes não envelhecidas (0 h) para 26,75% e 15,75% após 48 e 72 horas de envelhecimento, respectivamente. O índice de velocidade de germinação (IVG) também apresentou decréscimo acentuado, variando de 3,39 para 1,02. Essa redução demonstra que o estresse causado pelo envelhecimento pode comprometer o metabolismo germinativo e reduzir o vigor.

A porcentagem de plântulas normais (PN) diminuiu de forma significativa, de 37,5% (0 h) para 7,75% (72 h), enquanto as plântulas anormais (PA) apresentaram leve variação, na qual, 48h de envelhecimento apresentou o maior índice com 18% de plântulas anormais comparado com 10,75% (0h) e 8,25% (72h). O número de sementes não germinadas (SNG) aumentou de 51,75% para 84,0% conforme o avanço do envelhecimento, indicando uma redução da viabilidade das sementes.

Tabela 05 – Efeito do envelhecimento acelerado (horas), sobre as variáveis porcentagem germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA) e sementes não germinadas (SNG).

Envelhecimento acelerado (E.A.) (horas)	PG	IVG	PN	PA	SNG
0	48,25 a	3,39 a	37,50 a	10,75 b	51,75 c
48	26,75 b	3,93 a	19,00 b	18,00 a	63,00 b
72	15,75 c	1,02 b	7,75 c	8,25 b	84,00 a
CV(%)	31,15	39,28	37,32	54,86	16,22

*Média seguida de letras iguais minúsculas na coluna não diferem entre si pelo método *Scott e Knott* a 0,05 de probabilidade.

O envelhecimento acelerado exerceu efeito significativo sobre todas as variáveis avaliadas, como indicativo de um declínio fisiológico das sementes conforme o aumento do tempo de exposição ao estresse. Zhang *et al.* (2021) afirmam que o envelhecimento das sementes causa a deterioração fisiológica, um processo que é inevitável e que resulta na acumulação de danos celulares. Essa condição compromete a qualidade das sementes, expressando-se pela redução da resistência a fatores adversos, pelo retardo na emergência e pela queda da viabilidade.

Comportamento semelhante foi relatado por Rastegar *et al.* (2011) em um trabalho realizado com sementes de soja submetidas ao envelhecimento acelerado, nas quais o aumento do tempo de exposição também resultou em declínio significativo nos índices de velocidade de germinação (IVG). Esses resultados confirmam que o envelhecimento é um fator determinante na deterioração fisiológica das sementes, refletida pela redução do IVG, um parâmetro sensível para avaliar a perda de qualidade e viabilidade germinativa.

Segundo Krzyzanowski *et al.* (2022) o envelhecimento acelerado ocasiona a deterioração da semente, que se inicia com a desestruturação das membranas celulares, causada pela peroxidação dos fosfolipídios. Esse dano primário compromete a biossíntese celular, resultando na redução da velocidade de germinação e em maior sensibilidade aos estresses de armazenamento, o que afeta o desempenho da plântula. Em estágios finais, a deterioração é caracterizada por mutações e morte de tecidos meristemáticos, o que gera plântulas anormais e, eventualmente, a morte da semente.

O efeito do envelhecimento acelerado (tabela 6), demonstra que houve um efeito significativamente negativo relacionado ao comprimento e peso das plântulas. Na testemunha (0 horas), as plântulas exibiram os maiores índices de desenvolvimento, com comprimento da parte aérea (CPA) de 7,09 cm e comprimento da raiz (CR) de 10,63 cm, além de apresentar os maiores valores de massa fresca e massa seca da plântula e da raiz (MF e MS). A exposição a 48 horas de E.A. provocou uma redução estatisticamente significativa em todas as variáveis analisadas, resultando em uma diminuição do CPA para 4,95 cm e do CR para 8,52 cm, o que é um indicativo de perda de vigor com o aumento do envelhecimento. O tratamento mais severo foi de 72 horas de E.A. pois não houve plântulas normais germinadas o suficiente para serem avaliadas.

Tabela 06 – Efeito do envelhecimento acelerado (horas), sobre as variáveis comprimento de parte aérea (CPA), comprimento de raiz (CR), massa fresca parte aérea (MFPA), massa seca parte aérea (MSPA), massa fresca raiz (MFR), massa seca raiz (MSR).

Envelhecimento acelerado (E.A.)						
(horas)	CPA (cm)	CR (cm)	MFPA	MSPA	MFR	MSR
0	7,09 a	10,63 a	3,51 a	0,61 a	0,60 a	0,056 a
48	4,95 b	8,52 b	3,12 a	0,45 b	0,54 a	0,046 a
72	0 c	0 c	0 b	0 c	0 b	0 b
CV	37,33	43,69	40,69	39,13	67,43	44,76

*Média seguida de letras iguais minúsculas na coluna não diferem entre si pelo método Scott e Knott a 0,05 de probabilidade.

Binotti *et al.*(2008) observou em seu trabalho que após 72 horas de envelhecimento acelerado foi provocado uma redução drástica na germinação e na porcentagem de plântulas normais de feijão. A partir desse ponto de estresse a semente perde sua capacidade intrínseca de reparar os danos celulares. Resultando na incapacidade de a semente germinar, nesse contexto, representa o estágio final e irreversível do processo de deterioração.

A análise dos resultados (Tabela 7) demonstram que o extrato de *Ascophyllum nodosum* teve influência significativa no processo germinativo e no vigor das plântulas. Observa-se que a dose de 0,5 ml/L se destacou como a mais eficaz, pois promoveu um aumento significativo de 42,33% na germinação (G) e de 3,69 no índice de velocidade de germinação (IVG), com valor estatisticamente superior as demais doses. Essa dosagem também resultou na maior proporção de plântulas normais (PN) com 27,33% e na menor taxa de sementes não germinadas (SNG) com 56,66%.

Entretanto, as doses mais elevadas (1,0 ml e 1,5 ml) não apresentaram efeitos diferenciais em relação à testemunha (0 ml) para as variáveis de germinação e vigor, o que demonstra que as doses elevadas se tornaram ineficazes ou até inibitórias. Para as variáveis velocidade de germinação (VG), plântulas anormais (PA) e condutividade elétrica (CE), nenhuma das doses avaliadas, incluindo a testemunha, diferiu estatisticamente entre si.

Tabela 07 – Efeito das doses de *Ascophyllum nodosum* (ml), sobre as variáveis porcentagem de germinação (PG), índice de velocidade de germinação (IVG), plântulas normais (PN), plântulas anormais (PA), sementes não germinadas (SNG) e condutividade elétrica.

Doses (ml)	PG	IVG	PN	PA	SNG	CE
0	31,0 b	2,46 b	19,33 b	11,66 a	69,00 a	28,45 a
0,5	42,33 a	3,69 a	27,33 a	16,00 a	56,66 b	27,36 a
1,0	30,0 b	2,53 b	19,00 b	10,66 a	70,33 a	31,87 a
1,5	31,0 b	2,45 b	20,00 b	11,00 a	69,00 a	29,10 a
CV(%)	31,15	39,28	37,32	54,86	16,22	

– Efeito das concentrações de *Ascophyllum nodosum* (ml), sobre as variáveis

O extrato de *Ascophyllum nodosum* possui uma composição rica, que inclui reguladores de crescimento vegetal (como auxinas, citocininas e giberelinas), além de aminoácidos, proteínas e uma variedade de moléculas orgânicas, como alginatos,

manitol e polifenóis. Esses componentes não só estimulam o desenvolvimento da planta, mas também são cruciais para conferir tolerância ao estresse. Essa tolerância é importante, pois o estresse causa a produção de espécies reativas de oxigênio (ROS), que danificam estruturas celulares (proteínas, lipídios e DNA) e prejudicam o crescimento da planta (Kumari *et al.*, (2023).

Resultados semelhantes foram observados em um trabalho realizado por Carvalho e Castro (2014), no qual a faixa de concentração mais eficaz do extrato de *Ascophyllum nodosum* para o tratamento de sementes de abóbora demonstrou ser entre 0,3% e 0,5%. Dentro deste intervalo de dosagem, as sementes tratadas apresentaram níveis elevados de germinação e vigor, superando significativamente os resultados obtidos pela testemunha.

No trabalho de Melo *et al.* (2021), por exemplo, foi observado que ao avaliar o tratamento de sementes de soja com o mesmo tipo de bioestimulante, concluiu que o aumento das doses ocasiona a perda de vigor das sementes, o que sugere que a alta concentração do produto pode causar fitotoxicidade.

Ternus *et al.* (2021) observaram resultados semelhantes em sua pesquisa realizada, na qual não foram observadas diferenças significativas no processo germinativo de sementes de couve tratadas com o bioestimulante, em comparação com a testemunha. Indicando que as respostas aos bioestimulantes à base de algas são variáveis entre as espécies e dependendo das condições nem sempre resulta em benefícios.

4. CONCLUSÕES

O envelhecimento acelerado provocou a deterioração fisiológica nas sementes de abóbora, o que comprometeu significativamente a sua capacidade de germinar, o vigor e o desenvolvimento das plântulas. O uso do extrato de alga *Ascophyllum nodosum* mostrou-se eficiente na dose de 0,5 ml/L, a qual proporcionou maior percentagem de germinação e vigor.

6. REFERÊNCIAS

ARAB, S. *et al.* Effect of pretreatment with seaweed extract (*Ascophyllum nodosum*) on germination traits and heterotrophic growth of soybean seeds under aging conditions. **Iranian Journal of Seed Research**, v. 10, n. 2, p. 123-134, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.61186/yujrs.9.2.113>. Acesso em: 21 out. 2025.

BINOTTI, F. F. S. *et al.* Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 157-163, 2008. Disponível em: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=303026578014>. Acesso em: 2 nov. 2025.

CARVALHO, M. E. A.; CASTRO, P. R. C. **Extratos de algas e suas aplicações na agricultura**. Piracicaba: ESALQ - Divisão de Biblioteca, 2014. (Série Produtor Rural, n. 56). Disponível em: https://www.esalq.usp.br/biblioteca/publicacoes/produtor_rural/PR56.pdf. Acesso em: 30 out. 2025.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 590 p.

DELOUCHE, J. C.; BASKIN, C. C. **Técnicas de envelhecimento acelerado para prever a capacidade de armazenamento relativo de lotes de semente**. [S. l.: s. n.], 2021. Disponível em: <https://scholar.google.com.br>. Acesso em: 28 ago. 2021.

DIAS, A. F. N. **500 Perguntas - Sementes**. Brasília, DF: Embrapa, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1144078/500-perguntas-sem-ente>. Acesso em: 11 set. 2025.

HORTIFRUTI/CEPEA. **Principais características da abóbora no BR**. HF Brasil, 7 maio 2018. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/br/hortifruti-cepea-principais-caracteristicas-da-abobora-no-br.aspx>. Acesso em: 15 out. 2025.

IBGE. **Produção de abóbora no Brasil**. 2017. Disponível em: <https://censoagro2017.ibge.gov.br>. Acesso em: 28 ago. 2025.

KRZYZANOWSKI, F. C.; DIAS, D. C. F. S.; FRANÇA-NETO, J. B. **Deterioração e vigor da semente**. Londrina: Embrapa Soja, 2022. 54 p. (Circular Técnica, 191).

Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1143831>. Acesso em: 29 out. 2025.

KRZYZANOWSKI, F. C. *et al.* **Teste de envelhecimento acelerado para avaliar o vigor em sementes de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2025. 12 p. (Circular Técnica, 216). Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/publicacoes>. Acesso em: 26 ago. 2025.

KUMARI, S. *et al.* *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jolis, a Key Biostimulant for Sustainable Agriculture: A Comprehensive Review. **Agriculture**, v. 13, n. 6, p. 1179, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agriculture13061179>. Acesso em: 29 out. 2025.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 2015.

MELO, G. B. *et al.* Tratamento de sementes com doses do bioestimulante à base de algas. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 1, p. 97-106, jan. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.34117/bjdv7n1-097>. Acesso em: 30 out. 2025.

MENEZES, V. O. *et al.* Cytogenetic analysis of wheat seeds submitted to artificial aging stress. **Journal of Seed Science**, v. 36, n. 1, p. 71-78, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jss/a/XvP7VvM8LzJqLzRkGfXzLzH/>. Acesso em: 21 out. 2025.

NETO, D. C. *et al.* Qualidade das sementes de soja. **Revista Cultivar Grandes Culturas**, n. 195, 26 fev. 2020. Disponível em: <https://revistacultivar.com.br/artigos/qualidade-das-sementes-de-soja>. Acesso em: 11 set. 2025.

PATRO, R. **Abóbora - Cucurbita spp.** Jardineiro.net, 31 maio 2022. Disponível em: <https://www.jardineiro.net/plantas/abobora-cucurbita-spp.html>. Acesso em: 29 ago. 2025.

RAMOS, A. R. *et al.* Bioestimulante no condicionamento fisiológico e tratamento de sementes de feijão. **Revista Biociências**, Taubaté, v. 21, n. 1, p. 76-88, 2015. Disponível em: <https://periodicos.unitau.br/index.php/biociencias/article/view/1944>. Acesso em: 2 set. 2025.

RASTEGAR, Z.; SEDGHI, M.; KHOMARI, S. Effects of Accelerated Aging on Soybean Seed Germination Indexes at Laboratory Conditions. **Notulae Scientia Biologicae**, Cluj-Napoca, v. 3, n. 3, p. 126-129, 2011. Disponível em: <https://www.notulaebiologicae.ro/index.php/nsb/article/view/6065>. Acesso em: 28 out. 2025.

ROSSETTO, C. A. V.; FERNANDEZ, E. M.; MARCOS FILHO, J. Metodologias de ajuste do grau de umidade e comportamento das sementes de soja no teste de germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 17, n. 2, p. 171-178, 1995. Disponível em: <https://www.abrates.org.br/revista>. Acesso em: 2 set. 2025.

TAVARES, A. H. O. *et al.* Desempenho do trigo submetido à aplicação do bioestimulante à base de *Ascophyllum nodosum* em diferentes estádios de desenvolvimento. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 14, n. 1, p. 47-55, 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufv.br/rbas>.

TERNUS, F. L. *et al.* Efeito do extrato de *Ascophyllum nodosum* na germinação de sementes de couve em diferentes temperaturas. **Scientific Electronic Archives**, [S. l.], v. 14, n. 5, p. 29-34, abr. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.36560/14520211274>. Acesso em: 30 out. 2025.

VIEIRA, E. L.; CARVALHO, Z. S. **Fisiologia de sementes: Parte I – formação e germinação de sementes**. Cruz das Almas: Boletim Científico Agrônômico do CCAAB/UFRB, v. 1, e2259, 2023. Disponível em: <https://ufrb.edu.br/ccaab/boletim-cientifico-agronomico>. Acesso em: 25 ago. 2025.

XING, W. *et al.* Deciphering Seed Deterioration: Molecular Insights and Priming Strategies for Revitalizing Aged Seeds. **Plants**, Basel, v. 14, n. 11, p. 1730, jun. 2025. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/plants14111730>. Acesso em: 28 out. 2025.

ZHANG, K. *et al.* Deterioration of orthodox seeds during ageing: Influencing factors, physiological alterations and the role of reactive oxygen species. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 158, p. 475-485, jan. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.11.031>. Acesso em: 28 out. 2025.