

**Extrato líquido de macroalgas dulciaquícolas na germinação e desenvolvimento inicial de *Daucus carota* L.**

**Liquid extract of freshwater macroalgae on germination and initial development of *Daucus carota* L.**

Rogério Antonio Krupek<sup>1</sup>; Thalita Luana Varenholt<sup>2</sup>.

DOI: <https://doi.org/10.52719/bjas.v5i1.5546>

**RESUMO**

A utilização de bioestimulantes naturais está cada vez mais presente no cenário agrícola. Extratos a base de algas destacam-se por apresentar efeitos favoráveis como fertilizantes e produtos fitossanitários. O presente estudo teve como objetivo avaliar os efeitos do extrato de macroalgas dulciaquícolas na germinação de sementes de cenoura. O delineamento experimental foi composto de quatro tratamentos, com cinco réplicas contendo 20 sementes cada (n=100 sementes/tratamento). Os tratamentos foram organizados da seguinte maneira: T1 (controle – contendo apenas água destilada); T2 (1% do extrato de algas); T3 (5% do extrato de algas); T4 (10% do extrato de algas). O experimento foi realizado em laboratório onde as placas de Petri (réplicas) foram dispostas em estufa incubadora a 25°C e 12 horas de fotoperíodo. As avaliações foram realizadas diariamente através da contagem de sementes germinadas. Cada uma das réplicas foi fotografada para obtenção das medidas morfométricas (comprimento da raiz, parte aérea e folhas). As medidas foram tomadas através do programa *Image J*. Em relação ao processo de germinação das sementes de cenoura, os resultados obtidos de porcentagem de germinação, índice de velocidade, e tempo médio de germinação revelaram um possível efeito alelopático. Já para o desenvolvimento inicial, foi observado um efeito positivo do extrato algas (principalmente em relação aos tratamentos com 1% e 5%) sobre os parâmetros biométricos, principalmente em relação ao tamanho da raiz. Embora a germinação tenha sido prejudicada, os efeitos positivos sobre o crescimento inicial da cenoura mostram um potencial bioestimulante do extrato de algas de água doce.

---

<sup>1</sup> Universidade Estadual do Paraná — UNESPAR. E-mail: [rogerio.krupek@unespar.edu.br](mailto:rogerio.krupek@unespar.edu.br)

<sup>2</sup> Universidade Estadual do Paraná — UNESPAR. E-mail: [thalitaluanavarenholt@gmail.com](mailto:thalitaluanavarenholt@gmail.com)

**Palavras-chave:** Bioestimulante. Cenoura. Plântula

## ABSTRACT

The use of natural biostimulants is present in the agricultural scenario, with seaweed-based extracts standing out for having favorable effects as fertilizers and phytosanitary products. This work aims to evaluate the effects of freshwater macroalgae extract on carrot seed germination. The experimental design consisted of four treatments, with five replicates containing 20 seeds each (n=100 seeds/treatment). The treatments were organized as follows: T1 (control – containing only distilled water); T2 (1% of algae extract); T3 (5% of algae extract); T4 (10% of algae extract). The experiment was carried out in the laboratory where the Petri dishes (replication) were placed in an incubator at 25°C and 12 hours of photoperiod. The evaluations were carried out daily by counting germinated seeds. Each one of the replicas was photographed to obtain the morphometric measurements (length of the root, stem, and leaves). The measurements were taken with the help of the Image J program. Concerning the carrot seed germination process, the results obtained from germination percentage, speed index, and average germination time revealed a possible allelopathic effect. For the initial development, a positive effect of the freshwater extract was observed (mainly about the treatments with 1% and 5%) on the biometric parameters, mainly with the root size. Although germination was impaired, the positive effects on early carrot growth show a biostimulant potential of the freshwater algae extract.

**Keywords:** Biostimulant. Carrot. Seedling.

## INTRODUÇÃO

A agricultura cresce contínua e substancialmente a cada ano, sendo o Brasil um grande produtor agrícola a base de fertilizantes químicos (Costa et al., 2020). Segundo Echert (2019), uma cultura de qualidade e produtiva depende diretamente de questões como solo, água e ecossistemas circunvizinhos, que trazem grande biodiversidade aos locais de produção. Entretanto, para que se consiga manter a produtividade anualmente em níveis elevados é necessário a utilização de fertilizantes químicos. Isto, porém, acarreta uma série de problemas ambientais, tais como a poluição de corpos de água, morte de micro-organismos e, conseqüentemente, o desequilíbrio dos recursos ambientais. Para evitar ou diminuir esse impacto é necessário buscar soluções urgentes que diminuam a utilização excessiva de fertilizantes químicos, herbicidas e pesticidas.

Com isso, o uso de bioestimulantes naturais está cada vez mais presente no cenário agrícola, sendo que muitos destes produtos são testados e explorados, inclusive

comercialmente. Dentre estes, os extratos de algas vêm se destacando por constituírem um grupo que apresenta efeitos favoráveis sobre as mais diversas culturas, apresentando variadas finalidades como fertilizantes, produtos fitossanitários e como hormônios naturais (Silva et al., 2015).

Existem estudos que demonstram a eficácia da utilização do extrato de algas como bioativo natural para tentar suprir a carência de nutrientes que muitas vezes os solos podem apresentar. Atualmente sabe-se que o uso de algas traz muitos benefícios para produtores de todo Brasil, com a formação de lavouras mais sustentáveis e produtivas, além de possuir um papel importante na recuperação da biota dos solos (Sartore, 2021).

Até o momento, os estudos focaram na utilização de macroalgas marinhas como fonte para produção de bioestimulantes, no entanto, trabalhos com espécies de macroalgas de água doce são completamente inexistentes. Tal situação é perfeitamente compreensível, uma vez que temos uma costa marítima muito extensa, além da facilidade de se trabalhar com o material algal marinho, por este ser de maior tamanho e conseqüentemente gerar maior biomassa final. Entretanto, devemos levar em consideração a quantidade de ambientes dulciaquícolas presentes em nosso país e a facilidade de obtenção de macroalgas de água doce em ambientes lênticos, muito comuns em propriedades rurais brasileiras.

Neste sentido, por meio deste estudo objetivou-se analisar o efeito do extrato líquido de algas macroscópicas dulciaquícolas (algas filamentosas dos gêneros *Spirogyra*, *Mougeotia* e *Oedogonium*) na germinação e desenvolvimento inicial da cenoura (*Daucus carota* L.).

## MATERIAL E MÉTODOS

### Coleta e processamento do material algal

As coletas foram realizadas em tanques de piscicultura localizados no município de Cruz Machado, Paraná. Estes ambientes apresentam alta disponibilidade de matéria orgânica, motivo pelo qual é comum ocorrer proliferação de algas filamentosas com crescimento macroscópico. As massas macroscópicas de algas foram coletadas manualmente da superfície dos tanques e acondicionadas em frascos plásticos contendo água do próprio ambiente. Uma amostra do material foi encaminhada para análise do componente nutricional orgânico (proteínas, lipídios e carboidratos) e inorgânico (nutrientes minerais).

O material algal foi então lavado em água corrente para retirada de impurezas e em seguida foram dispostos em bandejas e expostas ao sol até estarem completamente secas. Todo o material algal seco obtido foi triturado completamente, utilizando-se um liquidificador. O material triturado (pó de alga) foi reservado para utilização no experimento de germinação e crescimento inicial de cenoura (*D. carota* L.). Uma amostra do pó de alga foi enviada para análise da composição nutricional (Laboratório de Fisiologia e Nutrição Vegetal, Epagri – SC), sendo os resultados mostrados na tabela 1. Embora o material não tenha sido avaliado em relação a sua pureza, e que, com certeza existiam espécies endofíticas e epifíticas associadas, estes representam uma porcentagem muito baixa do material.

**Tabela 1**

*Composição nutricional do pó de algas preparado e utilizado neste estudo.*

Macronutrientes (g/Kg)					Micronutrientes (mg/Kg)				
N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B
23,1	2,2	3,8	7,2	2,4	8230	1853	88	122	23

### **Procedimentos laboratoriais**

Para a produção do extrato, foram utilizados pó de alga e água destilada nas seguintes proporções: a) extrato 1%: 10 gramas de pó de alga para 1 litro de água; b) extrato 5%: 50 gramas de pó de alga para 1 litro de água; c) extrato 10%: 100 gramas de pó de alga para 1 litro de água. As soluções foram então mantidas em banho-maria à 70°C, por um período de uma hora (Kumar & Sahoo, 2011). Posteriormente, foi retirado o sobrenadante por filtração (a solução foi duplamente filtrada em papel filtro) e armazenado ao abrigo da luz a - 2 °C.

### **Desenho experimental**

O delineamento experimental foi do tipo casualizado (DIC), sendo que os tratamentos foram dispostos num esquema fatorial 4x5, onde o primeiro fator corresponde a 4 tratamentos (controle, 1%, 5% e 10% de extrato de algas) e o segundo fator corresponde às réplicas (sendo 5 para cada tratamento). Cada réplica foi constituída de uma placa de Petri contendo duas camadas de papel filtro onde foram dispostas 20 sementes (n = 100 por tratamento). As placas foram umedecidas com aproximadamente 2,5 ml de cada solução conforme o tratamento. Sempre que necessário, as placas foram novamente umedecidas ao longo do experimento. As placas foram dispostas em estufa do tipo incubadora com temperatura constante de 25 °C e fotoperíodo de 12/12 horas.

As sementes de cenoura (*D. carota* L.) utilizadas foram da cultivar Alvorada produzida pela empresa Isla sementes (98% de pureza). Optou-se por escolher sementes livres de agrotóxicos e transgênicos.

### **Avaliação do processo de germinação e crescimento inicial**

As avaliações foram realizadas após 1, 2, 5, 7 e 8 dias após a disposição das placas. Em cada um dos períodos, cada uma das placas foi fotografada (sempre na mesma posição e com uma medida métrica padrão como referência). As imagens foram analisadas através do programa de análise de imagem *Image J* (programa de domínio público desenvolvido pelo National Institutes of Health). A germinação das sementes foi computada a partir da protusão da radícula ( $\pm 1$  mm).

A porcentagem de germinação foi calculada a partir da fórmula (conforme Labouriau e Valadares, 1976):

$$G(\%) = (N/A) \cdot 100$$

Onde: N = número de sementes germinadas e A = número total de sementes

O índice de velocidade de germinação (IVG) foi calculado para cada réplica seguindo a equação abaixo (conforme Maguire, 1962):

$$IVG = N_1/D_1 + N_2/D_2 + \dots + N_n/D_n$$

Onde:  $N_1$  = número de plântulas germinadas no dia 1 e  $D_1$  = dias de ocorrência da germinação.

Em adição, foram ainda obtidas as seguintes métricas (conforme Labouriau, 1983):

Tempo médio de germinação (TMG):

$$TMG = (\sum n_i t_i / \sum n_i)$$

Onde:  $n_i$  = número de sementes germinadas por dia e  $t_i$  = dia em que foi realizada a contagem

Frequência relativa (Fr):

$$Fr = n_i / \sum n_i$$

Onde:  $n_i$  = número de sementes germinadas por dia

Índice de Sincronização de Germinação (U):

$$U = - \sum Fr * \log_2 Fr$$

Onde: Fr = frequência relativa

O desenvolvimento inicial foi avaliado após o término do experimento de germinação (8 dias), a partir da obtenção das métricas: comprimento da raiz, comprimento da parte aérea, número, comprimento e largura das folhas. As medidas de comprimento da raiz e parte aérea

foram consideradas a distância entre o ápice e a base de cada estrutura, para as folhas, o comprimento foi considerado a distância entre o ápice e a base do limbo foliar e a largura foi obtida na porção mediana (maior largura). Todas as medidas foram obtidas a partir das imagens utilizando o programa Image J, qual foi preferido por apresentar uma precisão maior em relação às medidas tomadas com paquímetro ou régua, além de evitar qualquer interferência mecânica (toque) durante as mensurações.

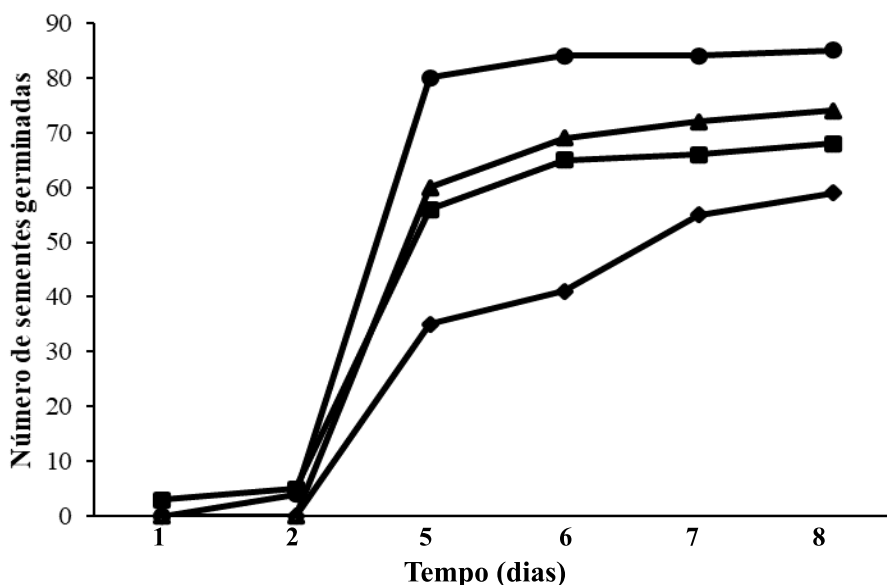
**Análise dos dados** - Todos os dados foram submetidos à estatística descritiva e os resultados apresentados na forma de figuras e tabelas. Considerando que, para os dados de germinação de sementes, os dados não apresentaram distribuição normal (via teste de normalidade), diferenças entre os tratamentos foram avaliados através do teste de Kruskal-Wallis. Para os dados referentes ao desenvolvimento inicial das plântulas, cuja distribuição foi normal, as diferenças foram obtidas através do teste de Análise de Variância (Anava). Todos os testes estatísticos foram realizados com o programa estatístico Past.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando a amplitude de uso e reconhecido efeito de produtos à base de algas marinhas como bioestimulantes (Echert, 2019) a hipótese inicial deste estudo previa a obtenção de um efeito positivo do uso de extratos aquosos de algas de água doce sobre o processo de germinação de sementes da cenoura. Os resultados obtidos, no entanto, mostraram um efeito completamente contrário ao postulado inicialmente (Figura 1).

**Figura 1**

Varição do número de sementes germinadas ao longo do tempo amostrado nos diferentes tratamentos (-●- = controle; -■- = 1% de extrato algal; -▲- = 5% de extrato algal; -◆- = 10% de extrato algal).



Aparentemente, parece ter ocorrido um efeito alelopático negativo do extrato algal sobre o processo de germinação, pois, como observado na figura 1, quanto maior a concentração do extrato, menor foi o número de sementes germinadas. A exceção vista entre os tratamentos T2 e T3 pode ser explicada pela maior variação observada entre as réplicas (Tabela 2), possivelmente ocasionada por algum outro efeito não aparente.

**Tabela 2.**

Número de sementes germinadas (mínimo, máximo, média e desvio padrão) de cenoura obtidos entre as réplicas (n=5) para cada um dos tratamentos avaliados (T1 = controle; T2 = 1% de extrato de alga; T3 = 5% de extrato de alga; T4 = 10% de extrato de alga).

Métricas	T1	T2	T3	T4
Mínimo	15	8	9	9
Máximo	19	19	18	16
Média	17	13,6	14,8	11,8
Desvio padrão	1,58	4,61	3,49	2,68

As algas marinhas são fontes de uma grande variedade de compostos que são benéficos para o homem, sendo amplamente utilizada na indústria de alimentos e fertilização dos solos. Sua composição química baseia-se em nutrientes e minerais que podem representar até 36% do peso seco total (Sampaio, 2011). A composição nutricional do pó de algas

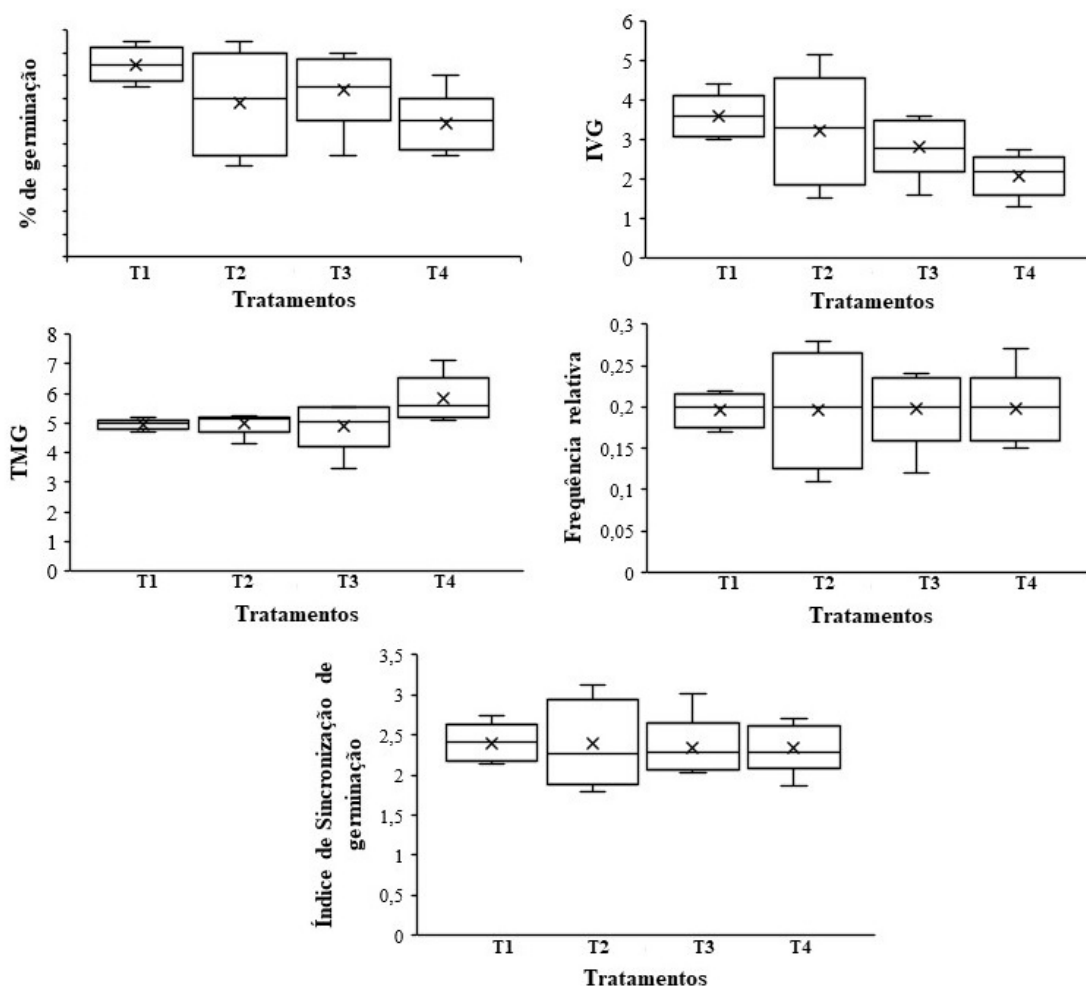
filamentosas de água doce utilizado neste estudo, apresentou teores de macro e micronutrientes similares aos observados em algas marinhas, com exceção da presença significativa de iodo (Sampaio, 2011). Destaca-se, entretanto, um elevado teor de ferro e manganês em sua composição. Embora o ferro seja um micronutriente essencial, quando em excesso pode causar a redução no crescimento e na produtividade de plantas (Jucoski et al., 2016), o que poderia explicar o efeito negativo sobre o processo de germinação. A toxicidade causada pelo excesso de ferro pode afetar o processo de embebição de água, causando danos diretos sobre a germinação e a velocidade de germinação (Rodrigues et al., 2020). Considerando que o manganês apresenta características similares ao ferro (p.ex. micronutriente, presente como cátion e facilmente adsorvido), seus efeitos podem ser similares, embora informações do seu efeito específico sobre a germinação de sementes não foram encontrados.

O excesso de ferro e manganês observado nesta amostra pode, entretanto, não representar a condição típica observada para algas macroscópicas de água doce, mas sim ser reflexo da acumulação proveniente de práticas agrícolas inadequadas do entorno dos corpos aquáticos onde o material algal foi coletado. Entretanto, Tófoli (2017) também observou valores altos de ferro e manganês em amostras das algas verdes *Oedogonium* sp. (Fe = 1796; Mn = 544 mg/Kg) e *Nitella microcarpa* var. *wrightii* (Fe = 3.413; Mn = 765 mg/kg), ressaltando seu potencial como biofertilizante.

Os valores obtidos para as métricas relacionadas ao processo de germinação em cada um dos tratamentos são apresentados na Figura 2. Para todas as métricas, foi observado um padrão semelhante àquele obtido para o número de sementes germinadas, com os melhores valores observados no tratamento 1 (controle), diminuindo continuamente até o tratamento 4 (extrato com 10% de algas). As diferenças estatísticas entre os tratamentos são apresentadas na tabela 3.



Figura 2



Varição (valores máximo, mínimo, 1º e 3º quartil, mediana e média) das métricas do processo de germinação obtido para a espécie *Daucus carota* L. nos diferentes tratamentos avaliados (T1 = controle; T2 = 1% de extrato de alga; T3 = 5% de extrato de alga; T4 = 10% de extrato de alga. IVG = índice de velocidade de germinação; TMG = tempo médio de germinação).

Tabela 3

Resultados do teste de Kruskal-Wallis para cada uma das métricas avaliadas durante processo de germinação de sementes de *Daucus carota* L. entre os diferentes tratamentos avaliados (T1 = controle; T2 = 1% de extrato de alga; T3 = 5% de extrato de alga; T4 = 10% de extrato de alga).

Métricas	H	P	Comparação entre tratamentos (teste de Mann-Whitney)
% de germinação	5,20	< 0,05	T1 ≠ T4 ( $p = 0,027$ )
IVG	6,95	< 0,05	T1 ≠ T4 ( $p = 0,012$ )
TMG	7,23	< 0,05	T1 ≠ T4 ( $p = 0,021$ )
Fr	0,12	> 0,05	-
U	0,23	> 0,05	-

IVG = índice de velocidade de germinação; TMG = tempo médio de germinação; Fr = Frequência relativa; U = índice de sincronização de germinação.

A porcentagem de germinação seguiu o mesmo padrão observado para o número de sementes germinadas, com o tratamento 2 levemente menor que o tratamento 3. Já o índice de velocidade de germinação mostrou uma sequência descendente em direção ao tratamento 4, revelando a necessidade de maior tempo para a germinação quanto maior a concentração do extrato de algas. De modo contrário, o tempo médio de germinação mostrou tendência de aumento quanto maior a concentração extrato, o que complementa os dados de IVG observados. Estes três parâmetros mostraram diferenças significativas entre os tratamentos 1 e 4 (Tabela 3), confirmando o efeito alelopático negativo do extrato de algas no processo de germinação. A ausência de diferenças entre os tratamentos T2 e T3 deve-se, provavelmente a elevada variação do processo de germinação dentro das réplicas (Figura 2). Por fim, a frequência relativa e o índice de sincronização de germinação mostraram-se muito próximos entre os tratamentos, sem diferença estatística significativa (Figura 2 e Tabela 3).

Vieira et al. (2021) avaliaram o efeito bioestimulante da alga *Solieria filiformis* na germinação de sementes de cenoura e não verificaram efeito significativo para as cultivares Brasília, Danvers e Planalto. Resultado similar ao encontrado neste estudo para a cultivar Alvorada. Entretanto, para a cultivar Esplanada, foi observado efeito positivo em relação ao tratamento controle. Segundo os autores o efeito positivo pode estar relacionado com a presença de carragenanas (composto presente na parede celular de algas vermelhas como *S. filiformis*). Carragenanas podem atuar como promotores de crescimento vegetal como processos fisiológicos durante a germinação (Shukla et al., 2016). Algas verdes filamentosas como as utilizadas neste estudo não possuem carragenanas.

De um modo geral, efeitos de extratos de algas marinhas, bem como o extrato de algas de água doce aqui utilizado, não apresentam efeitos significativos sobre qualquer parâmetro relacionado a germinação de sementes (p.ex. Becker, 2019; Serraglio, 2022 em estudos realizados com alface). Os mesmos autores apontam, no entanto, um efeito positivo no vigor das plântulas (comprimento e massa da raiz e parte aérea).

Os valores das métricas utilizadas para avaliação do desenvolvimento inicial das plântulas de cenoura são apresentados na Tabela 4.

#### **Tabela 4**

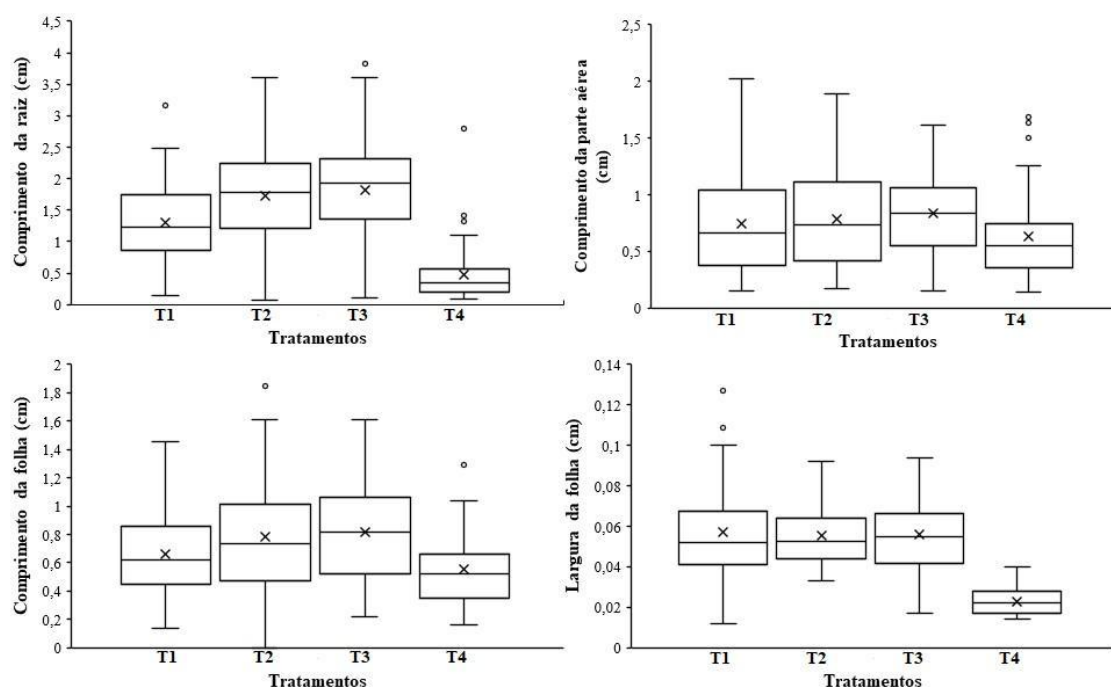
Métricas (média e desvio padrão) das plântulas de cenoura (*Daucus carota* L.) obtidas nos diferentes tratamentos avaliados (T1 = controle; T2 = 1% de extrato de alga; T3 = 5% de extrato de alga; T4 = 10% de extrato de alga).

Métricas	Tratamentos			
	T1	T2	T3	T4
Comprimento da raiz (cm)	1,30±0,60	1,72±0,79	1,81±0,85	0,47±0,46
Comprimento da parte aérea (cm)	0,74±0,44	0,78±0,42	0,84±0,37	0,63±0,40
Comprimento da folha (cm)	0,66±0,31	0,80±0,38	0,81±0,36	0,55±0,26
Largura da folha (cm)	0,056±0,022	0,055±0,014	0,055±0,016	0,022±0,006

De um modo geral, todas as métricas avaliadas apresentaram um mesmo padrão de variação, com valores crescentes entre os tratamentos T1 ao T3, entretanto, com uma queda acentuada no tratamento T4 (Figura 3).

**Figura 3**

Varição (valores máximo, mínimo, 1º e 3º quartil, mediana e média) das métricas do desenvolvimento inicial das plântulas de cenoura (*Daucus carota* L.) nos diferentes tratamentos avaliados (T1 = controle; T2 = 1% de extrato de alga; T3 = 5% de extrato de alga; T4 = 10% de extrato de alga).



Com exceção do tratamento T4, os resultados mostraram um efeito positivo do extrato de algas sobre o desenvolvimento inicial das plântulas de cenoura. Tal efeito fertilizante,

conforme esperado inicialmente e não observado no processo de germinação das sementes, deve-se provavelmente a disponibilização de nutrientes dissolvidos no extrato e mais facilmente absorvível pelas plântulas.

O menor desenvolvimento obtido para o tratamento T4 pode ser um reflexo do efeito negativo observado na análise de germinação. Um processo mais lento de germinação (menor IVG e maior TMG – Figura 2), aliado ao baixo número de plântulas interferiu no desenvolvimento inicial, principalmente considerando o curto espaço de tempo de análise (8 dias). Araújo (2017) também apontou um possível efeito de retardo no tempo de germinação de sementes de catingueira (*Poincianella pyramidalis*) submetidas a diferentes proporções de extrato da alga marinha, refletindo negativamente em parâmetros de crescimento inicial (altura da planta, diâmetro do coleto e número de folhas). A autora relata, entretanto, um efeito positivo do extrato de alga sobre os mesmos parâmetros no crescimento subsequente da planta.

As diferenças estatísticas observadas para as métricas de desenvolvimento nos diferentes tratamentos estão apresentadas na tabela 5.

**Tabela 5**

*Resultados do teste Análise de Variância para cada uma das métricas relacionadas ao desenvolvimento das plântulas de Daucus carota L. entre os diferentes tratamentos avaliados (T1 = controle; T2 = 1% de extrato de alga; T3 = 5% de extrato de alga; T4 = 10% de extrato de alga).*

Métricas	F	p	Comparação entre tratamentos (teste de Mann-Whitney)
<b>Comprimento da Raiz</b>	43,43	<0,001	T1 ≠ T2 ( $p < 0,01$ ) T1 ≠ T3 ( $p < 0,001$ ) T1 ≠ T4 ( $p < 0,001$ ) T2 ≠ T4 ( $p < 0,001$ ) T3 ≠ T4 ( $p < 0,001$ )
<b>Comprimento da Parte aérea</b>	2,09	>0,05	T3 ≠ T4 ( $p < 0,05$ )
<b>Comprimento da Folha</b>	5,37	<0,001	T2 ≠ T4 ( $p < 0,01$ ) T3 ≠ T4 ( $p < 0,01$ )
<b>Largura da Folha</b>	30,44	<0,001	T1 ≠ T4 ( $p < 0,001$ ) T2 ≠ T4 ( $p < 0,001$ ) T3 ≠ T4 ( $p < 0,001$ )

Excetuando as diferenças verificadas em relação ao tratamento T4 (já apontado acima), a análise de variância comprovou estatisticamente a diferença no comprimento da raiz

entre o tratamento controle e os tratamentos T2 (1% de extrato algal) e T3 (5% de extrato algal). No desenvolvimento inicial das plântulas, a raiz é a estrutura que apresenta maior e mais rápido crescimento, o que justifica as diferenças encontradas. Este rápido crescimento inicial apresenta vantagem em estudos desta natureza pois o efeito do extrato pode ser testado mais rapidamente (Rayorath et al., 2008).

Efeitos pós germinativos observados aqui podem sustentar um efeito fertilizante do extrato de algas sobre o crescimento de hortaliças como a cenoura. A análise da composição nutricional do material algal mostrou que existe uma disponibilização de nutrientes no meio aquoso e que este pode promover um desenvolvimento mais acelerado de plântulas. Embora não avaliado neste estudo, podemos postular que em estágios de maior desenvolvimento (mudas e/ou plantas adultas) e em diferente substrato (terra ou outro substrato sólido), seja possível averiguar tal efeito com ainda maior intensidade, uma vez que a taxa de absorção de água e nutrientes tenda a aumentar.

O maior desenvolvimento (estatisticamente comprovado) da raiz na presença do extrato de algas (T2 e T3) também foi notado em trabalho desenvolvido por Fontes Neto (2017) em plantas de soja sob efeito do extrato da alga marinha *Ascophyllum nodosum*. Este autor, assim como Fan et al. (2011) apontam que substâncias bioativas de algas marinhas produzem efeitos positivos no crescimento tanto da raiz quanto do caule. Embora Schuch et al. (2019) tenham observado um maior desenvolvimento inicial do caule sob o efeito de extrato algal, associando este à qualidade fisiológica da semente, neste estudo, não foram verificados efeitos similares no desenvolvimento do caule.

Vieira et al. (2021) também obtiveram valores mais elevados do comprimento radicular de plântulas de cenoura utilizando o extrato da alga vermelha *Solieria filiformis* nas proporções de 4 e 8 ml.L<sup>-1</sup> de extrato. Tal resultado reforça o efeito bioestimulante de algas no processo de crescimento inicial de *D. carota*, corroborando os resultados aqui obtidos em relação ao uso do extrato aquoso de algas de água doce.

Considerando este um estudo pioneiro, salientamos a necessidade de mais estudos similares e mais pormenorizados que possam dar mais robustez aos resultados aqui obtidos. Entretanto, podemos afirmar que, embora um efeito germinativo pouco satisfatório tenha sido observado, os resultados obtidos para o crescimento inicial das plântulas são promissores e podem servir como base para o uso de bioestimulantes a base de algas dulciaquícolas.

## CONCLUSÕES

Nas condições de estudo aqui apresentadas, conclui-se que o extrato de algas verdes filamentosas macroscópicas (gêneros *Mougeotia*, *Oedogonium* e *Spirogyra*) não mostrou um efeito substancial no processo de germinação das sementes de cenoura (*Daucus carota* L.). Porém, após a germinação o extrato contribui para o bom desenvolvimento das plântulas de cenoura, como observado para os tratamentos T1 a T3.

## REFERÊNCIAS

- Araújo, J. M. H. (2017). *Algas marinhas como bioestimulantes no crescimento inicial de espécies florestais da Caatinga* (p. 47). Dissertação. Programa de pós graduação em Ciências Florestais, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.
- Becker, A. J. S. (2019). *Tratamento de sementes de alface com bioestimulantes a base de algas* (p. 53). Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Chapecó, Santa Catarina, Brasil.
- Costa, M. A. da, Nogueira, C. E. C., Alves, H. J., Marra, B. M., & Alab, J. H C. (2000). O uso de macroalgas marinhas na agricultura. *Acta Iguazu*, 3(2), 69–76.
- Echert, T. T. (2019). “*Uso de extratos de alga na agricultura*” (p. 36). Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdade de Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Brasil.
- Fan, D., Hodges, D. M., Zhang, J., Kirby, C.W., Ji, X., Locke, S. J., Critchley, A. T., & Prithviraj, B. (2011). Commercial extract of the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* enhances phenolic antioxidant content of spinach (*Spinacia oleracea* L.) which protects *Caenorhabditis elegans* against oxidative and thermal stress. *Food Chem.*, 124, 195–202.

- Jucoski, G. O., Cambraia, J., Ribeiro, C., & Oliveira, J. A. (2016). Excesso de ferro sobre o crescimento e a composição mineral em *Eugenia uniflora*. *Revista Ciência Agronômica*, 47(4), 720-728.
- Kumar, G., & Sahoo, D. (2011). Effect of seaweed liquid extract on growth and yield of *Triticum aestivum* var. *Pusa Gold*. *Biology Journal of Applied Phycology*, 23, 251-255.
- Labouriau, L. G. (1983). *A germinação das sementes* (p. 173). Washington, USA: Secretaria Geral da OEA.
- Labouriau, L.G., & Valadares, M. B. (1976). On the germination of seeds of *Calotropis procera*. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 48(1), 263-284.
- Maguire, J. D. (1962). Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science, Madison*, 2, 176-177.
- Neto, D. T. F. (2017). *Extrato de Ascophyllum nodosum (L.) Le sob diferentes doses na cultura da soja* (p.50). Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Norte do Paraná, Bandeirantes, Paraná, Brasil.
- Rayorath, P., Jithesh, M. N., Farid, A., Khan, W., Palanisamy, R., Hankins, S. D., Critchley, A. T., & Prithviraj, B. (2008). Rapid bioassays to evaluate the plant growth promoting activity of *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. using a model plant, *Arabidopsis thaliana* (L.) Heynh. *J Appl Phycol.*, 20, 423–429.
- Rodrigues Filho, J., Corte, V. B., Perin, T. A. L., Santos, C. R. dos, & Silva, R. da. (2020). Efeitos da toxicidade por ferro na germinação e crescimento inicial de *Carica papaya* L. *Scientia Plena*, 16(10), 1-12.
- Sampaio, S. H. (2011). Avaliação dos teores de lipídios e proteínas e do perfil químico sob diferentes condições de cultivo da macroalga *Styopodium zonale* Papenfuss (Dictyotales, Phaeophyta): Rio de Janeiro.



- Serraglio, J. (2022). *Germinação de sementes e desenvolvimento de plântulas de alface tratadas com diferentes bioestimulantes a base de algas* (p. 34). Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Federal da Fronteira Sul, Brasil.
- Shukla, P. S., Borza, T., Critchley, A. T., & Prithiviraj, B. (2016). Carrageenans from red seaweeds as promoters of growth and elicitors of defense response in plants. *Frontiers in Marine Science*, 3, 1-9.
- Silva, C. P. da, Garcia, K. G. V., Silva, R. M. da, Oliveira, L. A. A., & Tosta, M. S. (2012). Desenvolvimento inicial de mudas de couve-folha em função do uso de extrato de alga (*Ascophyllum nodosum*). *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 7(1), 07–11.
- Sartore, N. (2021). *Algas marinhas na agricultura é eficaz?* Agro inovadores.  
<https://agro.genica.com.br/2021/02/02/algas-marinhas-agricultura/>.
- Schuch, B. O. L., Kolchinski, M. E., Finatto, J. A. (2009). Qualidade fisiológica da semente e desempenho de plantas isoladas em soja. *Revista Brasileira de Sementes*, 31(1), 144-149.
- Tófoli, R. J. (2017). *Avaliação de biocompostos e composição numeral de extratos provenientes de duas macroalgas lóxicas do estado de São Paulo* (p. 58). Dissertação de Mestrado – Faculdade de Ciências e Letras de Assis – Universidade Estadual Paulista, São Paulo, Brasil.
- Vieira, L. C., Lucas, D. C., Silva, M. B. P. da, Bedin, F., & Silva, V. N. (2021). Vigor de sementes de cenoura recobertas com bioestimulante de *Solieria filiformis*. *Colloquium Agrariae*, 17(1), 93-103.