

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**MACROALGA *Ascophyllum nodosum* NO TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA E
SUA IMPLICAÇÃO NO VIGOR DE PLÂNTULAS**

ANA FLÁVIA RIBEIRO OLIVEIRA
MARCELO PAULINO DA SILVA

Dourados, MS

Agosto- 2023

MACROALGA *Ascophyllum nodosum* NO TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA E SUA IMPLICAÇÃO NO VIGOR DE PLÂNTULAS

ANA FLÁVIA RIBEIRO OLIVEIRA
MARCELO PAULINO DA SILVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Agronomia da Universidade Federal Da Grande Dourados (UFGD).

Orientador: Prof. Dr. Cleberton Correia Santos

Dourados, MS
Agosto - 2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

O48m Oliveira, Ana Flavia Ribeiro
MACROALGA *Ascophyllum nodosum* NO TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA E
SUA IMPLICAÇÃO NO VIGOR DE PLÂNTULAS [recurso eletrônico] / Ana Flavia Ribeiro
Oliveira, Marcelo Paulino da Silva. -- 2023.
Arquivo em formato pdf.

Orientador: Cleberton Correia Santos.
Coorientador: Silvana de Paula Quintão Scalon.
TCC (Graduação em Agronomia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2023.
Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. *Glycine max.* 2. Bioestimulante. 3. Germinação. 4. Vigor. I. Silva, Marcelo Paulino da. II.
Santos, Cleberton Correia. III. Scalon, Silvana De Paula Quintão. IV. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

Macroalga *Ascophyllum nodosum* no tratamento de sementes e sua implicação no vigor de plântulas

Por

Ana Flávia Oliveira Ribeiro

Marcelo Paulino da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÔNOMO

Aprovado em: 11 de Setembro de 2023



Prof. Dr. Cleberton Correia Santos

Documento assinado digitalmente

gov.br

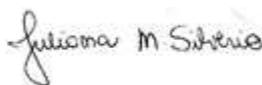
SILVIA CORREA SANTOS

Data: 13/09/2023 13:47:11-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Profa. Dra. Silvia Correa Santos

Membro da Banca – UFGD-FCA



Me. Juliana Milene Silverio

Membro da Banca – UFGD-FCA



Me. Thaise Dantas

Membro da Banca – UFGD-FCA



AGRADECIMENTOS

Queremos agradecer primeiramente a Deus, por estar conosco durante toda nossa jornada nos dando força e nos motivando a nunca desistir.

Aos nossos familiares pelo apoio.

Ao nosso orientador Cleberton Correia Santos por todo ensinamento e direcionamento ao longo do curso como nosso professor e agora como nosso orientador, agradecemos a paciência e o auxílio prestado para a conclusão desse trabalho.

Aos colegas de faculdade que nos auxiliaram nas análises do nosso experimento.

E a nós pelo empenho no desenvolvimento desse trabalho, mesmo com a correria de final de curso conseguimos finalizar dentro dos prazos estabelecidos.

OLIVEIRA, A. F; SILVA, M. P. **MACROALGA *Ascophyllum nodosum* NO TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA E SUA IMPLICAÇÃO NO VIGOR DE PLÂNTULAS** 2023. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2022.

RESUMO

A soja é uma leguminosa de grande interesse comercial, e o uso de bioinsumos como fonte de bioestimulantes pode ser uma alternativa sustentável ao tratamento de sementes visando contribuir na germinação e vigor de plântulas. Assim, objetivou-se com esse estudo avaliar o efeito de doses de macroalga marrom *Ascophyllum nodosum* no tratamento de sementes de soja sobre a germinação e vigor de plântulas. Foram conduzidos dois ensaios, sendo o I em laboratório e o II de emergência em campo. Nos dois ensaios, foram testadas seis doses de extrato de *A. nodosum*: 0, 1, 2, 3, 4, e 5 mL kg⁻¹ de semente⁻¹, com delineamento experimental inteiramente casualizado. As plântulas provenientes de sementes tratadas com 5 mL kg⁻¹ do extrato de *Ascophyllum nodosum* em laboratório tiveram maior biomassa da parte aérea e raiz e crescimento. Em condições campo, a dose de 3 mL kg⁻¹ promoveu aumento da biomassa das raízes e parte aérea. Além disso, na dose 5 mL kg⁻¹ foi possível observar incremento no índice de velocidade de emergência, comprimento das plântulas e índice de clorofila. Dessa forma o uso do extrato de *Ascophyllum nodosum* foi benéfico as plântulas de soja, conferindo melhores características de crescimento.

Palavras-chaves: *Glycine max* L. Biofertilizante. Bio insumo. Germinação.

OLIVEIRA, A. F; SILVA, M. P. **MACROALGA *Ascophyllum nodosum* NO TRATAMENTO DE SEMENTES DE SOJA E SUA IMPLICAÇÃO NO VIGOR DE PLÂNTULAS.** 2023. 27 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2022.

ABSTRAT

Soybean is a legume of great commercial interest, and the use of bioinputs as a source of biostimulants can be a sustainable alternative to seed treatment in order to contribute to the germination and vigor of seedlings. Thus, the aimed of this study was to evaluate the effect of doses of brown macroalgae *Ascophyllum nodosum* in the treatment of soybean seeds on germination and seedling vigor. Two tests were carried out, the I in the laboratory and the II of emergency in the field. In both trials, six doses of *A. nodosum* extract: 0, 1, 2, 3, 4, and 5 mL kg⁻¹ of seed⁻¹ were tested, with a completely randomized experimental design. Seedlings from seeds treated with 5 mL kg⁻¹ of *Ascophyllum nodosum* extract in the laboratory had higher shoot and root biomass and growth. Under field conditions, the dose of 3 mL kg⁻¹ promoted an increase in root and shoot biomass. In addition, at a dose of 5 mL kg⁻¹, it was possible to observe an increase in the emergence speed index, seedling length and chlorophyll index. Thus, the use of *Ascophyllum nodosum* extract was beneficial to soybean seedlings, providing better growth characteristics.

Keywords: *Glycine max* L. Biofertilizer. Bio input. Germination.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	4
2. MATERIAL EMÉTODOS	6
2.1 Laboratório.....	6
2.2 Campo.....	7
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
3.1 Teste em laboratório.....	10
3.2 Teste a campo.	13
4.CONCLUSÃO.	19
5.REFERÊNCIAS	20

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) é uma das espécies de maior interesse econômico devido a sua representatividade mundial, com uma produção de para 2023 de 154,617,4 milhões de toneladas, o Brasil possui uma área plantada de 44.076,6 hectares com rendimento medio de 3.508kg/ha sendo superior à da safra anterior 21/22 que fechou em 119.523.533 toneladas, obtendo assim um rendimento médio de 2.923 kg/ha (CONAB, 2023). Com relação ao plano safra para 2022/2023, o crédito rural disponibilizado no valor de 340,88 bilhões, 246,3 bilhões destinados a custeios e comercialização e 94,6 bilhões para investimentos no setor agrícola (MAPA, 2021).

Para obter uma boa produtividade temos que destacar a importância dos cuidados no cultivo inicial da soja para obter plântulas de ótimo desenvolvimento, como semeadura muito profunda, danos causados por embebição em solos com característica de encharcamento ou de baixas temperaturas a ou até altas temperaturas provocando a escaldadura de plantas quando o solo não tem cobertura de palha (EMBRAPA, 2015).

Considerando a expressiva representatividade da cultura são necessários realizar estudos fitotécnicos para potencializar sua produtividade. O tratamento de sementes com bioestimulantes é uma prática de elevada importância, pois contribui no aumento da qualidade fisiológica, aspectos de germinação e vigor das plântulas (SILVA et al., 2019). A utilização dos produtos à base de macroalgas atende os objetivos do desenvolvimento sustentável por se tratar de um bioinsumo e favorecer a bio economia. No Brasil, em 2021 foi criado um Plano Nacional de Bioinsumos, o qual incentiva os produtores a utilizarem esses produtos à base de origem vegetal ou animal, em seus processos produtivos (MAPA, 2021).

As algas marinhas são consideradas ricas fontes de matéria orgânica e fertilizantes para o solo e nutrição de diversas plantas, são encontradas em maior quantidade na região da costa do atlântico norte, a *Ascophyllum nodosum* L., uma alga marrom pode estar disponível na forma de pó ou líquida ou até mesmo em formulações podendo conter ou não outros ingredientes adicionados (MÓGOR et al., 2008). Na composição dos produtos à base de algas, contém hormônios vegetais, que estimulam a germinação (KLAHOLD et al., 2006), além de conter compostos bioativos e nutrientes (ABREU et al., 2008) que favorecem o crescimento das plântulas.

No entanto, trabalhos utilizando algas marinhas no tratamento de sementes de soja ainda são insuficientes. Assim, objetivou-se com esse estudo avaliar o efeito de doses de ANE

no tratamento de sementes de soja sobre a germinação e vigor de plântulas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os ensaios foram conduzidos em Laboratório e em condição de campo. Os ensaios de laboratório foram realizados no Laboratório de Tecnologia de Sementes, do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI). A etapa do ensaio a campo foi realizada na Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), ambos em Dourados – MS.

Para isso, sementes de soja cv. BMX FIBRA 64I61 foram submetidas ao tratamento de sementes com macroalga *Ascophyllum nodosum* (ANE) nas doses de 0, 1, 2, 3, 4 e 5 mL kg de sementes⁻¹, com delineamento experimental inteiramente casualizado no qual as sementes foram acondicionadas em embalagem plástica, adicionada a dose correspondente e feita sua homogeneização, deixando-as em descanso por 15 minutos. O extrato de ANE utilizado foi o comercial Acadian[®], com as seguintes especificações conforme fabricante: aparência = líquido viscoso marrom-escuro; odor = marinho; solubilidade em água = 100%; pH = 7,4 - 8,2; matéria orgânica = 13 - 16%; N total = 0,30 - 0,60%; fósforo disponível (P₂O₅) = < 0,1%; potássio solúvel (K₂O) = 5,00 - 7,00; S = 0,30 - 0,60%; Mg = 0,05 - 0,10%; Ca = 0,10 - 0,20%; Fe = 30 - 80 ppm; Cu = 1 - 5 ppm, Zn = 5 - 15 ppm; Mn = 1 - 5 ppm; B = 20 - 50 ppm; carboidratos = ácido algínico, manitol e fucoidinas e aminoácidos = 1,01%, produzido com 100% de alga *A. nodosum* fresca.

Foram realizados os seguintes testes:

2.1 Laboratório

Primeira contagem - Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, as quais foram dispostas em papel Germitest[®] umedecido com água destilada ao equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos de papel foram mantidos em câmara B.O.D regulada em temperatura alternada de 25 °C. O registro das percentagens de plântulas normais foi realizado no quinto dia após a semeadura. (BRASIL, 2009).

Germinação - foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes, dispostas em rolo de papel Germitest[®] previamente umedecidos com água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco. Os rolos foram acondicionados em câmara B.O.D. com temperatura de 25 °C na presença de luz branca, e contabilizada aos 8 dias após a semeadura, de acordo com os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Em laboratório as sementes de soja var. BMX FIBRA 64I61 tratadas com doses de *Ascophyllum nodosum* (Figura 1a), e o resultado após 8 dias das plântulas no papel Germitest[®] (Figura 1b) no teste em laboratório.

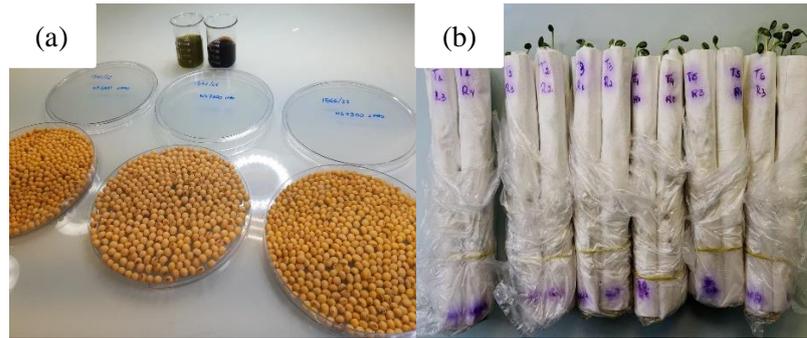


FIGURA 1. Tratamento de semente de soja (a) e teste de germinação (b) em laboratório. Dourados, Ms. Fonte: arquivo pessoal.

Comprimento de plântulas – Aleatoriamente foram medidas 10 plântulas, sendo que o comprimento da parte aérea, determinado pela distância do coleto até a gema apical e o comprimento da raiz determinado pela medida da inserção até a ponta da raiz primária com o auxílio de régua milimetrada.

Massa fresca e massa seca – As plântulas foram cortadas rente ao coleto que separa a parte aérea da raiz e colocadas em saquinhos plásticos para avaliar a massa seca das plântulas com balança de precisão milesimal (0,0001 g), logo em seguida foram levadas para estufa regulada a 60 °C com circulação forçada de ar durante 72 horas, e depois pesadas as massas secas em balança de precisão milesimal (0,0001 g).

2.2 Campo

Durante o ensaio a campo foram registrados os valores médios de temperaturas máxima e mínima de 23 e 24 °C, e umidades relativas máximas e mínimas de 75 e 61%, respectivamente, utilizando termo-higrômetro.

Emergência em campo - o experimento foi desenvolvido em viveiro coberto por cobertura plástica transparente de 150 micras, as quais as sementes previamente tratadas com as doses do extrato de *A. nodosum* foram semeadas em bandejas com 128 células preenchidas com substrato de areia, durante 10 dias até sua completa emergência, realizando a irrigação diariamente com dois turnos.

As avaliações foram realizadas todos os dias para verificar o número de plantas emergidas diariamente, ao final de doze dias após a semeadura foi computado a porcentagem de plântulas emergidas (NAKAGAWA, 1999).

Índice de Velocidade de emergência (IVE): foram contabilizados diariamente os números de plântulas normais no teste de emergência e calculada utilizando a fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVE = \frac{E1}{N1} + \frac{E2}{N2} + \dots + \frac{En}{Nn}$$

sendo:

IVE = índice de velocidade de emergência.

E1, E2,... En = número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem.

N1 , N2,... Nn = número de dias da sementeira à primeira, segunda e última contagem.

Índice de clorofila das plantas - foi medido após a emergência completa das plântulas com 12 dias, escolhidas duas folhas de plântulas aleatórias utilizando clorofilômetro portátil SPAD (*Soil Plant Analyzer Development*) em folhas totalmente expandidas, no período das 8 as 11 h da manhã.

Fluorescência da clorofila *a* e processos fotoquímicos – foi realizado após a emergência com 12 dias, as folhas de duas plântulas de cada repetição foram submetidas à condição de escuro utilizando clips adaptadores durante 30 minutos. Após esse período, utilizando fluorômetro portátil OS-30p (OptiSciences Chlorophyll Fluorometer, Hudson, USA), sob flash de 1.500 mmol m⁻² s⁻¹ foi determinada a fluorescência inicial - F₀, fluorescência máxima -F_m a eficiência quântica potencial fotoquímica no fotossistema II - F_v/F_m. Posteriormente, foi calculada a eficiência de conversão de energia absorvida - F_v/F₀ e o rendimento máximo dos processos não fotoquímicos - F₀/F_m.

A seguir as imagens das avaliações realizadas a campo (Figura 2).

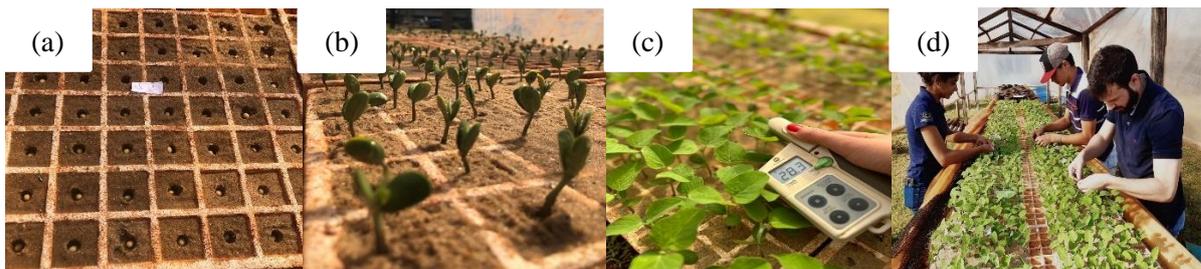


FIGURA 2. Semeadura (a), emergência das plântulas (b), medição do índice de clorofila (c) e avaliação (d). Fonte: arquivo pessoal.

Comprimento de plântulas – foi realizado após 12 dias da completa emergência das plântulas utilizando quatro repetições de 10 plântulas de cada, medindo o comprimento das plântulas desde a gema apical até a ponta da raiz. Comprimento da parte aérea, determinado pela distância do coleto até a gema apical e o comprimento da raiz determinado pela medida da inserção até a coifa da raiz primária com o auxílio de régua milimetrada.

Massa fresca e massa seca de plântulas - as plântulas foram separadas em parte aérea e sistema radicular, pesadas em balança de precisão milesimal (0,0001 g), e foram acondicionadas

em sacos de papel Kraft, sendo submetidas a secagem estufa regulada a 60 °C com circulação forçada de ar por 72 horas, e pesadas em balança de precisão milesimal (0,0001 g).

Análise de dados

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Will. Todos os dados foram submetidos à análise de variância (teste F, $p \leq 0,05$), e quando significativos as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a $p \leq 0,05 \pm$ erro padrão, utilizando o software SISVAR.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Teste em Laboratório

Em nosso estudo com as sementes de soja tratadas com ANE foi possível observar que conforme o aumento da dose de extrato, as plântulas apresentaram crescimento e formação dos órgãos vegetativos de maneira mais acelerada (Figura 3).



FIGURA 3. Aspecto visual de plântulas de soja cv. BMX FIBRA 64I61 provenientes de sementes tratadas com doses de ANE em laboratório. (a)= 0 mL kg⁻¹, (b)= 1 mL kg⁻¹, (c)= 2 mL kg⁻¹, (d)= 3 mL kg⁻¹, (e)= 4 mL kg⁻¹, (f)= 5 mL kg⁻¹. Fonte. Arquivo pessoal.

A primeira contagem e germinação de sementes não foi influenciada pelas doses de extrato de alga ANE (Figura 4A e 4B). Em contrapartida foi possível observar que o comprimento da raiz (Figura 4C) e da parte aérea (Figura 4D) foi influenciado pelas doses, com maiores valores (18,14 e 12,66 cm, respectivamente) com 5 mL kg⁻¹ de ANE.

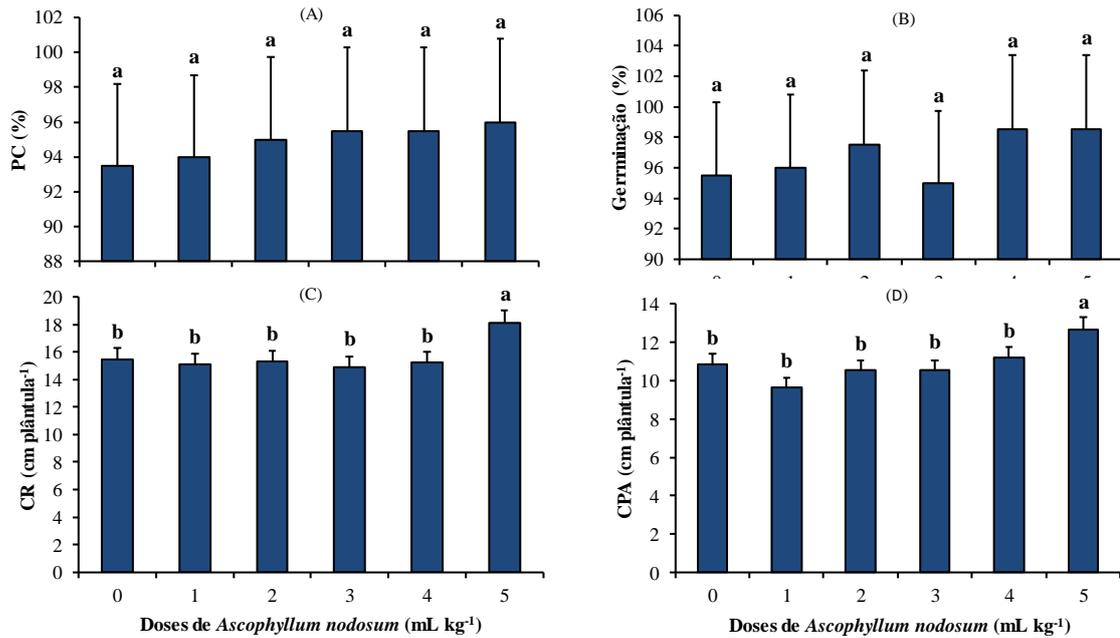


FIGURA 4. Primeira contagem (A), germinação (B), comprimento da raiz (C) e comprimento da parte aérea (D) em plântulas de soja cv. BMX fibra 6461, proveniente de sementes tratadas com doses de ANE. UFGD, Dourados – MS, 2023. Letras iguais entre colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

O fato de o ANE não ter influenciado nas características de germinação pode estar associado aspectos intrínsecos da própria semente, ou seja, suas reservas e características morfofisiológicas. De maneira semelhante, Ternus et al. (2021) observaram que sementes de couve tratadas com *A. nodosum* (0,25, 0,5 e 1 mL) não foram influenciadas quanto a germinação. Em nosso estudo, sugerimos a pouca influência nesses aspectos por meio do levamento das seguintes possibilidades: i) doses mais altas poderiam ter influenciado de maneira acentuada na germinação, uma vez que observamos tendência de aumento com as doses 4 e 5 mL kg⁻¹, e ii) o maior tempo de exposição das sementes a alga marrom poderia ter contribuído de maneira mais expressiva ou até mesmo fazer o tratamento por imersão das sementes da solução com ANE.

Por outro lado, o maior crescimento da raiz com a dose de 5 mL kg⁻¹, está associado por conta da presença de hormônios vegetais como auxinas e citocininas, juntamente com elementos orgânicos como polissacarídeos presentes na formulação do extrato de alga, podendo desempenhar um papel fisiológico nos processos metabólicos das plantas (ARIOLI et al., 2015). Isso porque se conectam a determinados micronutrientes, tais como o B, Cu, Zn, Mn, Fe, que têm significativo valor nutricional para as plantas (CHANDA et al., 2019).

De maneira semelhante, Amorim Neto (2019) afirma que o comprimento das raízes das plântulas de tomate cereja vermelho tratadas com 2,5% de extrato de *A. nodosum* tiveram incremento de 47,32%, em relação as não tratadas, resultados semelhantes aos observados em nosso estudo com soja. No que se refere a parte aérea, esse mesmo autor observou que as plântulas

tratadas com 7% de alga tiveram acréscimo de 82,93% quando comparado às que não foram tratadas com a macroalga.

Os maiores valores de crescimento em parte aérea se deve ao fato de no produto conter teores de minerais importante ao desenvolvimento vegetal, dentre eles o nitrogênio e o potássio, que desempenha um papel fundamental para o desenvolvimento das plantas, uma vez que está incorporado nas biomoléculas mais essenciais, clorofila, aminoácidos, proteínas e processos enzimáticos diversos (NOGUEIRA et al., 2010, MAURI et al., 2022). Isso porque o N está associado diretamente ao crescimento da parte aérea da planta (BARROS et al., 2019). O potássio presente no produto, participa do processo fotossintético, balanço iônico e ajuste osmótico (GUERRA et al., 2020).

A massa fresca da parte aérea foi maior (0,693 g plântula⁻¹) quando as sementes foram tratadas com 5,0 mL kg⁻¹ de ANE (Figura 5A), a massa fresca da raiz foi maior ao tratar as sementes com 2,0 e 5,0 mL kg⁻¹ de ANE, com valores de 0,171 e 0,185 g plântula⁻¹, respectivamente (Figura 5B). Os valores de massa seca da parte aérea não foram influenciados pelas doses de ANE ($p > 0,05$) (Figura 5C), enquanto que a seca de raiz foi maior nas plântulas provenientes das sementes tratadas com 5,0 mL kg⁻¹ com o valor 0,016 g plântula⁻¹, diferindo estatisticamente das demais doses (Figura 5D), sugerindo que o ANE atua de maneira mais acentuada em acúmulo de biomassa seca do sistema radicular.

O ANE contém em sua composição compostos bioativos, dentre eles manitol, fucoidinas, alginato e os elementos minerais prontamente disponíveis (STAMATIADIS et al., 2015, PANDEY et al., 2023). Por exemplo, a presença do fósforo favoreceu o incremento de biomassa devido a sua participação na síntese proteica e produção de ATP e NADPH, favorecendo a produção de fotoassimilados (ANDRADE et al., 2022). Assim como em nosso estudo, Amorim Neto (2019) constatou que em plantas de tomate o peso da raiz em plantas tratadas com 7% de extrato de algas se destacou entre os tratamentos testados, obtendo diferença de 22,11% em relação a testemunha.

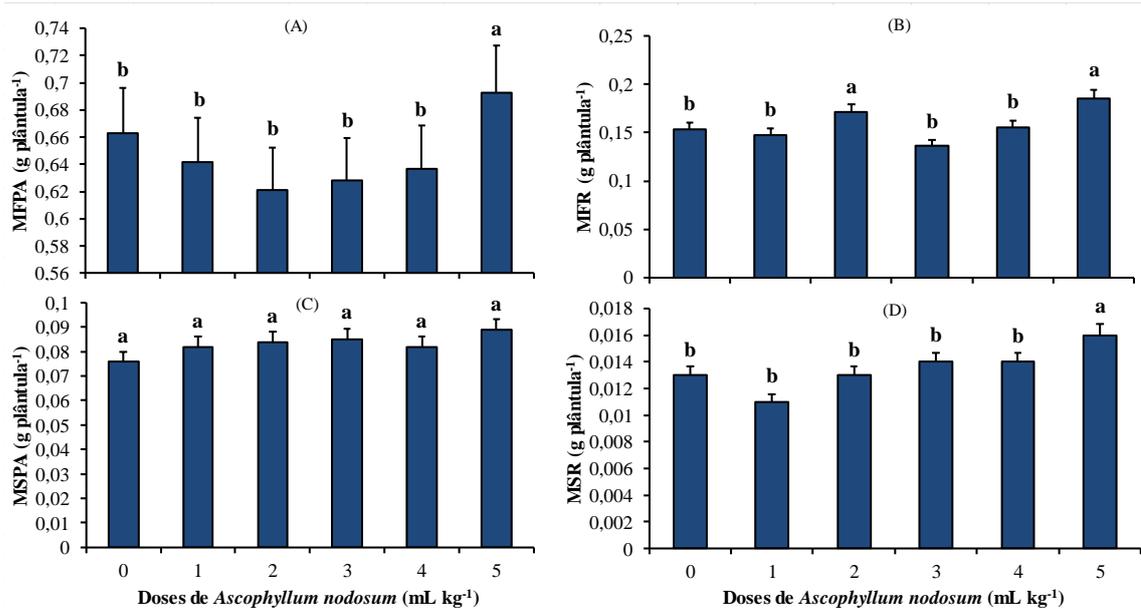


FIGURA 5. Massa fresca da parte aérea (A), massa fresca das raízes (B), massa seca da parte aérea (C) e massa seca das raízes (D) em plântulas de soja cv. BMX fibra 6461, proveniente de sementes tratadas com doses de ANE. UFGD, Dourados – MS, 2023. Letras iguais entre colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

3.2. Teste a campo

A emergência das plântulas não foi influenciada pelas doses de ANE (Figura 6A), enquanto que o índice de velocidade de emergência e o tempo médio de emergência foram influenciados, com maiores valores ao utilizar 0, 3 e 5 mL kg⁻¹ (Figura 6B e 6C). Esses resultados sugerem que para os indicadores de emergência ocorrem variações quanto a participação efetiva do ANE, necessitando analisar de maneira a agrupar com outras características associadas ao vigor das plântulas.

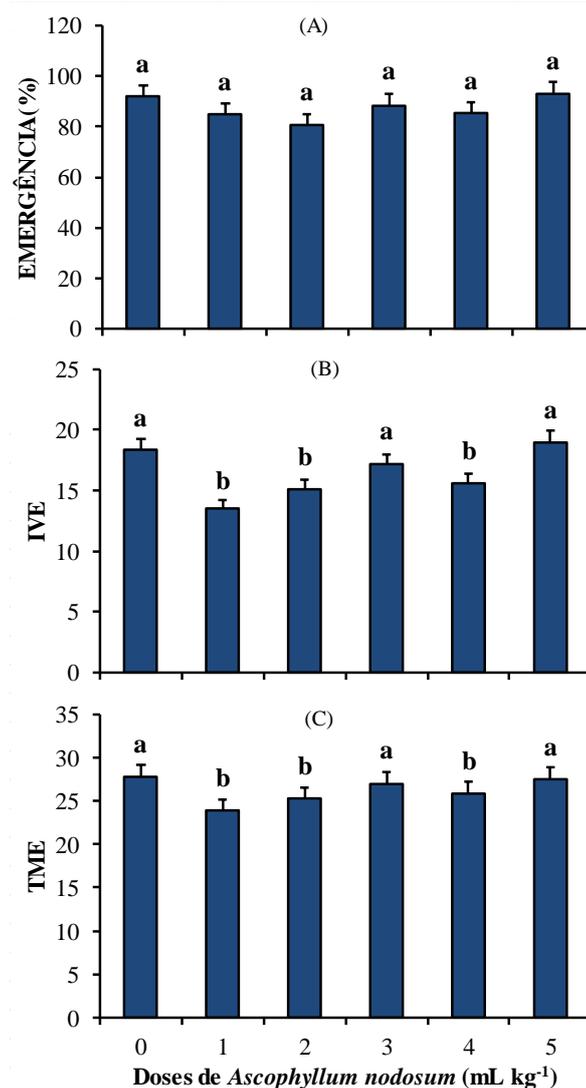


FIGURA 6. Emergência (A), índice de velocidade de emergência (B), tempo médio de emergência (C) em plântulas de soja cv. BMX fibra 64i61, proveniente de sementes tratadas com doses do extrato de alga *Ascophyllum nodosum*. UFGD, Dourados – MS, 2023. Letras iguais entre colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

A influência do ANE em aumentar os valores de IVE pode estar associada ao relatado em outros trabalhos pela presença dos hormônios, tal como a citocinina, auxina (FRIONI et al., 2018, MENG et al., 2018, BERTOLDO et al., 2023), e outros composto bioativos. Em trabalho de Carvalho (2013) foi observado que sementes de feijão var. Alvorada tratadas por meio de imersão em 0,8 mL L⁻¹ de *A. nodosum* por 15 minutos tiveram maior IVE.

O aumento do índice de clorofila com as sementes de soja tratadas com ANE, especialmente 5 mL kg⁻¹ de *A. nodosum* (Figura 7A) pode ser explicado pelos teores de N e Mg, prontamente disponíveis no produto, que contribuem na nutrição das plântulas. Goni et al. (2018) explicam que a influência sobre o teor de clorofila nas folhas pode indicar um aumento na eficiência fotossintética das plantas. Esse resultado pode ser atribuído às moléculas bioativas

presentes no extrato de algas marrons como alginato, fucose, manitol e laminarina (STAMATIADIS et al., 2015), que segundo esses mesmos autores, favorecem a eficiência do metabolismo do N. Corroborando nosso trabalho, Vila et al. (2023) afirmam que o teor de clorofila em tomate foi maior nas plantas ao longo do seu desenvolvimento fenológico com aplicação de ANE.

As características da fluorescência da clorofila *a* e processos fotoquímicos das atividades no fotossistema II não foram influenciadas pelas doses de ANE (Figuras 7B-7F). Acreditamos que o tratamento de sementes com o ANE participa principalmente dos processos iniciais associados a germinação, não tendo reflexo direto nos processos fotoquímicos, mas possivelmente nos bioquímicos da fotossíntese das plântulas, uma vez que ocorreu incremento na produção de biomassa. Possivelmente, se aplicado via foliar ou via solo, quando a plântula tivesse emergido, as respostas teriam sido mais expressivas, tornando-se necessários estudos complementares na fase de campo, especialmente considerando o posicionamento adequado com base nos estádios fenológicos da soja.

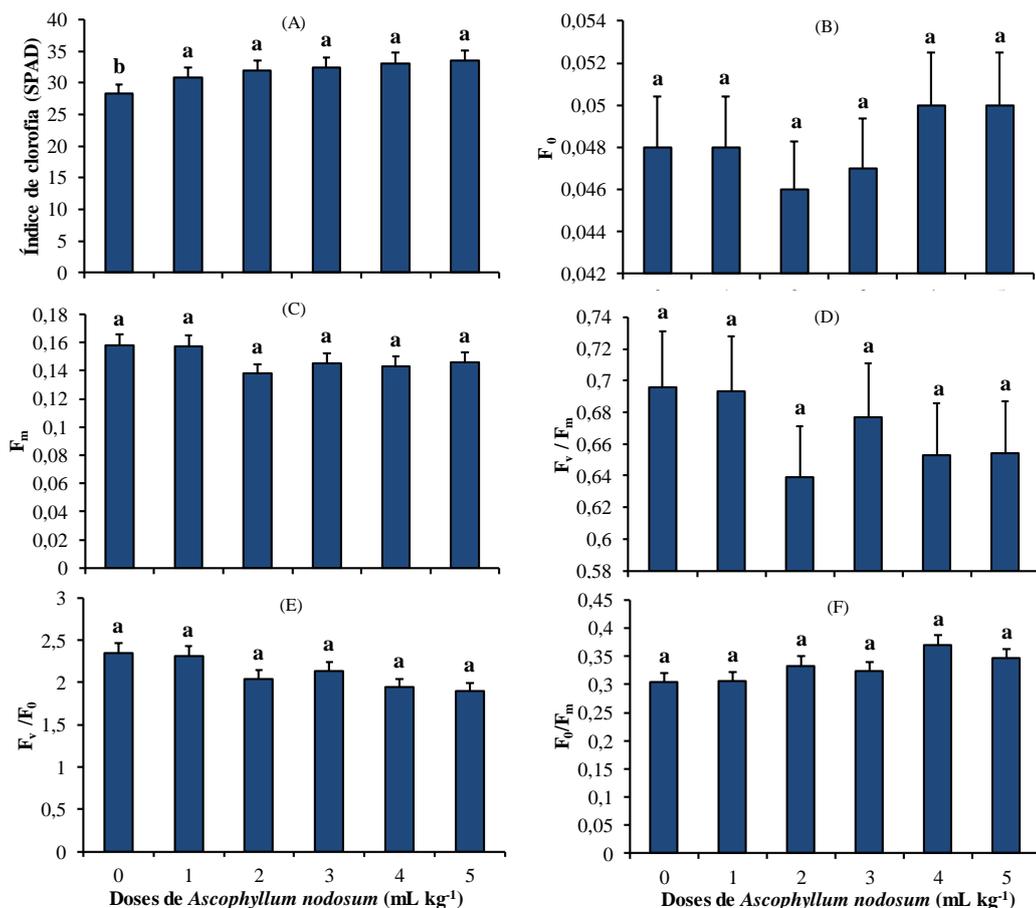


FIGURA 7. Índice de clorofila (A), fluorescência inicial - F₀ (B), fluorescência máxima - F_m (C), eficiência quântica potencial fotoquímica no fotossistema II - F_v/F_m (D), eficiência de conversão de energia absorvida - F_v/F₀ (E) e o rendimento máximo dos processos não fotoquímicos - F₀/F_m (F) em plântulas de soja cv. BMX fibra 64i61 proveniente

de sementes tratadas com doses de ANE. UFGD, Dourados – MS, 2023. Letras iguais entre colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

O comprimento da parte aérea e da raiz, e a massa seca da raiz (Figuras 8A, B e F) não foram influenciadas pelas doses de ANE. Em contrapartida houve significância em massas frescas e secas da parte aérea e raiz (Figura 8C e 8D) e massa fresca da raiz (Figura 8E).

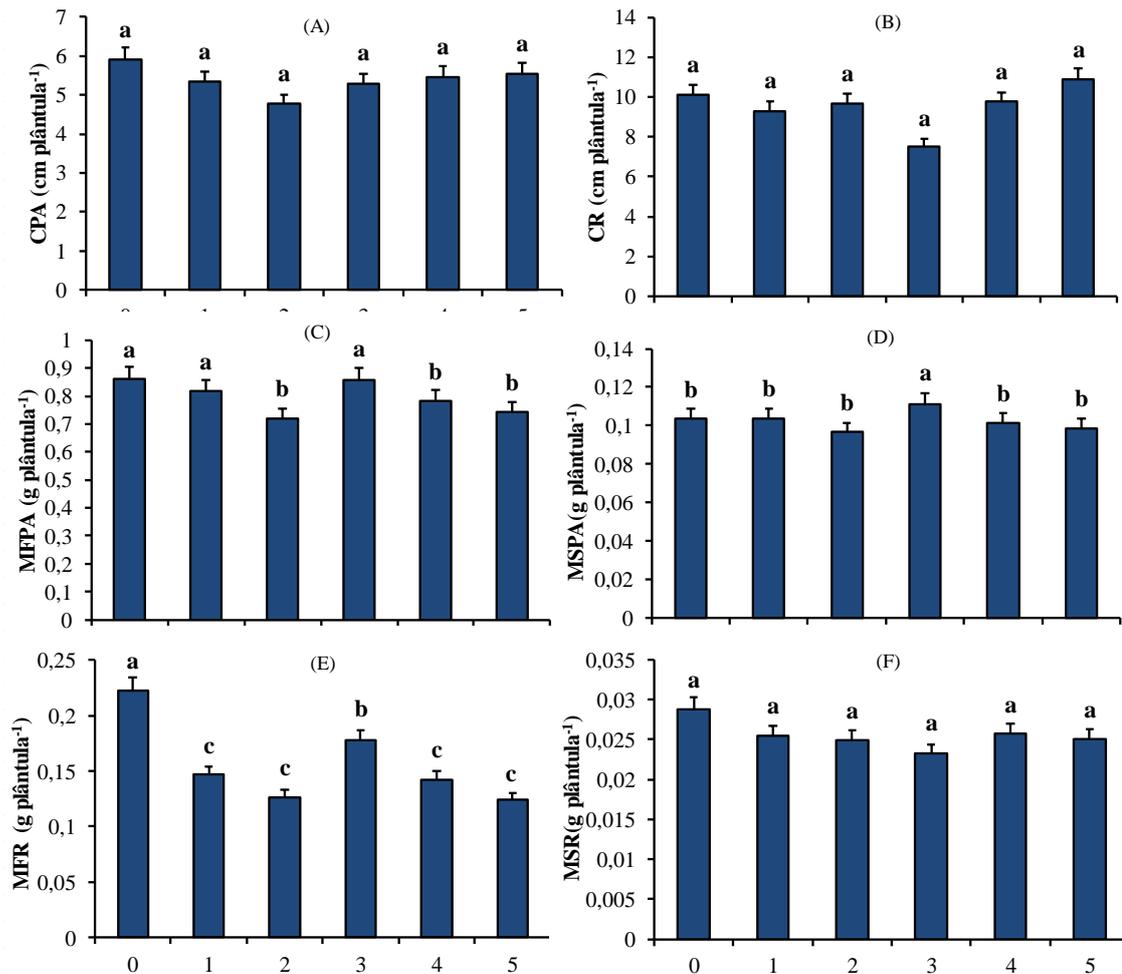


FIGURA 8. Comprimento da parte aérea (A), comprimento de raiz (B), massa fresca da parte aérea (C), massa seca da parte aérea (D), massa fresca da raiz (E) e massa seca da raiz (F) em plântulas de soja cv. BMX fibra 64i61 proveniente de sementes tratadas com doses de ANE. UFGD, Dourados – MS, 2023. Letras iguais entre colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

Neste trabalho foi possível observar os maiores valores de massas frescas e secas da parte aérea nas plântulas provenientes do tratamento com 3 mL kg⁻¹ de ANE com valores de 0,8566 e 0,1114 g plântula⁻¹, respectivamente. Para a massa fresca de raiz para MFR o maior valor ficou com a testemunha 0.2228 g, acompanhada do tratamento 3 mL kg⁻¹ com 0,1783 g. Esses maiores valores podem ser explicados pela *A. nodosum* contribuir na modulação da expressão gênica de

certos hormônios vegetais, como a giberelina, que melhoram a formação dos órgãos vegetativos (ALI et al., 2019).

Esse mecanismo também pode contribuir para o estímulo do crescimento das plantas e, por conseguinte, resultar em um aumento da biomassa vegetal (ALI et al., 2019), essa comprovação foi feita em trabalho com tomates e pimentões. Morelato (2019), relatou maior acúmulo de massa seca da raiz e da parte aérea em plântulas de pepino, tratados com 1 e 2 mL L⁻¹ de ANE. Da mesma forma, Machado et al. (2017), estudando alface var. Serena, observaram que a aplicação do fertilizante Asco, contendo em sua composição 50% *A. nodosum* + outros minerais e ingredientes inertes, promoveram melhor rendimento de matéria fresca da parte aérea, com média de 5,38 g, foi confirmado ao analisar a massa seca deste mesmo tratamento, que obteve o valor de 0,64 g.

Em relação ao grupo de controle (sem ANE), observou-se aumento de aproximadamente 10% no enraizamento das plantas com 40% de extrato de algas. Da mesma maneira neste trabalho a testemunha apesar de ter sido positiva para crescimento de raiz de soja, o melhor valor foi com a dose 5,0 mL kg⁻¹.

De maneira geral, na fase de campo as sementes tratadas com as doses de ANE não apresentam respostas visuais expressivas tanto quanto as sementes não tratadas (Figura 9), mas observa-se incremento de biomassa seca da parte aérea (Figura 8D).



FIGURA 9. Aspecto visual de plântulas de soja cv. BMX FIBRA 64I61 provenientes de sementes tratadas com doses de extrato de ANE em condições de campo.

O uso de ANE teve destaque superior a testemunha em algumas das características avaliadas e dessa forma é possível afirmar que a utilização da biomassa de alga tem muito a acrescentar à agricultura pois é uma forma de gerar subprodutos que atinjam os objetivos do desenvolvimento sustentável. Seu uso como biofertilizantes ou bioestimulantes podem agregar para o tratamento de sementes. No entanto, ainda são as lacunas existentes quanto ao seu uso em

sementes, dentre eles futuros estudos avaliando outras formas de tratamento, como a imersão em solução contendo ANE, tempos de imersão, tempo de descanso após a homogeneização das sementes. Além disso, sugere-se novos trabalhos utilizando sementes com qualidades fisiológicas inferiores, que possivelmente possam ser mais expressivas e até apresentar melhorias no vigor.

4 CONCLUSÃO

Em nosso experimento o uso do ANE foi benéfico para as plântulas de soja, sendo que as sementes tratadas com 5 mL kg⁻¹ contribuiu na produção de biomassa e aspecto visual morfológico. Em campo, as doses 3 e 5 mL kg⁻¹ contribuíram no índice de velocidade de emergência, e especialmente a dose de 5 mL kg⁻¹ favoreceu aumento de comprimento das plântulas, índice de clorofila, enquanto a dose 3 mL kg⁻¹ acrescentou a produção de biomassa.

REFERÊNCIAS

- ABREU, G. F.; TALAMINI, V.; STADNIK, M. J. Bioprospecção de macroalgas marinhas e plantas aquáticas para o controle da antracnose do feijoeiro. *Summa Phytopathologica*, v. 34, n. 1, p. 78-82, 2008.
- ALI, O., RAMSUBHAG, A., JAYARAMAN, J. Biostimulatory activities of *Ascophyllum nodosum* extract in tomato and sweet pepper crops in a tropical environment. **Plos one**, v.14, n. 5, p. 1-19, 2019.
- AMORIM NETO, A. F. Produção de mudas de tomate com extrato de algas marinhas. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em engenharia Agrônômica) **Centro Universitário de Anápolis - UniEVANGÉLICA**, Anápolis, 2019.
- ANDRADE, R. A., SILVA, A. P., RAPOSO, R. W. C., ROCHA, J. L. A., RODRIGUES, A. A., RODRIGUES, J. B. B. Eficiência nutricional de fósforo e enxofre pelo abacaxizeiro ‘Pérola’ em função de doses de P e S. **Scientia Plena**, v. 18, n. 7, p. 1-9, 2022.
- ARIOLI, T., MATTNER, S., WINBERG, P. Applications of seaweed extracts in Australian agriculture: past, present and future. **Journal of Applied Phycology**, v. 27, p. 2007-2015, 2015.
- BARROS, D. T. S. Produção de milho doce sob diferentes fontes e doses de nitrogênio em associação à *Azospirillum brasilense*. Dissertação de mestrado (Bacharel em agronomia) **Universidade federal de Alagoas- UFAL**, Rio Largo, 2019.
- BERTOLDO, G., CHIODI, C., LUCIA, M. C. D., BORELLA, M., RAVI, S., BAGLIERI, A., LUCENTI, P., GANASULA, B. K., MULAGALA, C., SQUARTINI, A., CONCHERI, G., MAGRO, F., CAMPAGNA, G., STEVANATO, P., NARDI, S. Brown Seaweed Extract (BSE) Application Influences Auxinand ABA-Related Gene Expression, Root Development, and Sugar Yield in *Beta vulgaris L.* **Plants**, v. 12, n. 843, p. 1-14, 2023.
- Biofertilizantes de microalgas: Desafios para uma produção competitiva e sustentável. 7º **Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia e Inovação de Biodiesel**. p. 457–458, 2019.
- BRASIL.Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: MAPA/ACS**, 2009.
- CARVALHO, M. E. A. Efeitos do extrato *Ascophyllum nodosum* sobre o desenvolvimento e produção de cultivos. Dissertação para mestrado (Bacharel em ciências biológicas) **Escola superior de agricultura “Luiz de Queiroz” -USP**, Piracicaba, 2013.
- CHANDA, MJ., MERGHOU, N., EL ARROUSSI, H. Microalgae polysaccharides: the new sustainable bioactive products for the development of plant bio-stimulants? **World Journal of Microbiology and Biotechnology** v. 35, n. 177, p. 1-10, 2019.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Acompanhamento da** FRIONI, T., SABBATINI, P., TOMBESI, S., NORRIE, J., PONI, S., GATTI, M., PALLIOTTI, A. Effects of a biostimulant derived from the brown seaweed *Ascophyllum nodosum* on ripening dynamics and fruit quality of grapevines. *Scientia Horticulturae*, v. 232, p. 97-106, 2018.

GOÑI, O., QUILLE, P., O'CONNELL, S. *Ascophyllum nodosum* extract biostimulants and their role in enhancing tolerance to drought stress in tomato plants. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 126, p. 63-73, 2018.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Tecnologias de produção de soja. Embrapa Soja, Londrina, 2013. 265p. _____. **Tecnologias para Produção de Sementes de Soja**. Embrapa Soja, 1ª Edição, Londrina, PR, 2015.

GUERRA, A. M. N. M., SILVA, M. G. M., EVANGELISTA, R. S., SANTOS, E. B. Parcelamento de doses de K₂O sobre a produção de feijão-caupi. **Scientia Plena**, v. 16, n. 8, p. 1-9, 2020.

<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/7832#resultado>

IBGE. Instituto Brasileiro de geografia e estatística, 2023. Disponível em: **Instituto Brasileiro de geografia e estatística**. Acesso e 24 de março 2023.

KLAHOLD, C. A.; GUIMARÃES, V. F.; ECHER, M. M.; KLAHOLD, A.; CONTIERO, R. L.; BECKER, A. Resposta da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) à ação de bioestimulante. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 2, p. 179-185, 2006.

MACHADO, R., GAI, V. F., HOJO, E. T. D. Uso de *Ascophyllum nodosum* e fertilizantes em diferentes cultivares de alface. **Revista cultivando o saber**, v. 10, p. 29-38, 2017.

MAPA. Conceitos-Ministério da Agricultura e Pecuária, 2020. Disponível em: Conceitos—CARVALHO

MENG, C., GU, X., LIANG, H., WU, M., WU, Q., YANG, L., LI, Y., SHEN, P. Optimized preparation and high-efficient application of seaweed fertilizer on peanut. **Journal of Agriculture and Food Research**, v. 7, p. 1-7, 2022.

MAURI, G. S., GERLACH, G. A. X., CATALANI, G. C., CRUSCIOL, G. C. D. Produtividade da cultura do milho em função da adubação de cobertura. **Revista científica UNILAGO**, v. 1, n. 1, p. 1-8, 2022.

Ministério da Agricultura e Pecuária Acesso em: 27 de março 2023. <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/politica-agricola/plano-safra/2022-2023>.

MÓGOR, Á.F.; ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D.; MÓGOR, G. Aplicação foliar de extrato de alga, ácido l-glutâmico e cálcio em feijoeiro. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, n.4, p.431-437, 2008. 431.

MORELATTO, L. A. Efeito de extratos de *Ascophyllum nodosum esolieriafiliformis* no tratamento de sementes de hortaliças. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em engenharia Agrônômica) **Universidade federal Anápolis**, 2019.

NOGUEIRA, P. D. M., JÚNIOR, D. G. S., RAGAGNIN, V. A. Clorofila foliar e nodulação em soja adubada com nitrogênio em cobertura. **Global science and technology**, v. 03, n. 02, p. 117-124, 2010.

PANDEY, D., NAESS, G., FONSECA, A. J. M., MAIA, M. R. G., CABRITA, A. R. J., KHANAL, P. Differential impacts of post-harvest hydrothermal treatments on chemical composition and in vitro digestibility of two brown macroalgae (Fucales, Phaeophyceae), *Ascophyllum nodosum* and *Fucus vesiculosus*, for animal feed applications. **Journal of Applied Phycology**, v. 34, n. 4, p. 1-19, 2023.

Safra Brasileira–Grãos. V.2 Safra2021/22. 6ºlevantamento, 2023. 97p. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/safra-graos/boletim-da-safra-de-graos/item/download/46652_f188a008ced5b450560104a8593053f9.

SILVA, A. C. M., SANTOS, A. C., ANJOS, S. S. N., ROSADO, T. B., CANÇADO, L. J. STAMATIADIS, S., EVANGELOU, L., YVIN, J. C., TSADILAS, C., MINA, J. M. G., CRUZ, F. Responses of winter wheat to *Ascophyllum nodosum* (L.) Le Jol. extract application under the effect of N fertilization and water supply. **Journal of Applied Phycology**, v. 27, p. 589-600, 2015.

TERNUS, F. L., TORTELLI, B., MILANESI, P. M., SILVA, V. N. Efeito do extrato de *Ascophyllum nodosum* na germinação de sementes de couve em diferentes temperaturas. **Scientific electronic archives**, v. 13, n. 5, p. 29-34, 2021.

VILA, V. V., REZENDE, R., MARQUES, P. A. A., WENNECK, G. S., NOCCHI, R. C. F., TERASS, D. S., ANDREAN, A. F. B., MATUMOTO-PINTRO, P. T. Seaweed extract of *Ascophyllum nodosum* applied in tomato crop as a biostimulant for improving growth, yield and soil fertility in subtropical condition. **Journal of Applied Phycology**, v. 35, p. 1-11, 2023.