

---

---

## TRATAMENTO DE SEMENTES E APLICAÇÃO FOLIAR DE BIOESTIMULANTES A BASE DE ALGAS NA SOJA.

### SEED TREATMENT AND FOLIAR APPLICATION OF ALGAE-BASED BIOSTIMULANTS IN SOYBEAN.

**Vinícius Cordeiro de Moraes<sup>1</sup>; Pedro Maia Zeny<sup>1</sup>; Luís Miguel Schiebelbein<sup>2</sup>;  
Heverton Fernando Melo<sup>3</sup>; Roberto Bianchini Derner<sup>4</sup>; Silvana Ohse<sup>5\*</sup>.**

1 - Acadêmicos do curso de Agronomia - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa-PR.

2 - Docente do Departamento de Solos, Curso de Agronomia - UEPG, Ponta Grossa/PR.

3 - Pós-graduando do curso de Pós-Graduação em Agronomia - UEPG, Ponta Grossa-PR.

4 - Docente do Departamento de Aquicultura - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC.

5 - Docente do Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade - UEPG, Ponta Grossa/PR.

#### RESUMO:

Na agricultura moderna, produtos a base de algas têm sido utilizados, não como fonte de nutrientes às plantas, mas por seus efeitos bioativos, estimulando respostas de sinalização. Assim, desenvolveu-se um experimento com o objetivo de avaliar o efeito do tratamento de sementes com dois produtos comerciais à base de macroalgas (FISIROOT, FISOGRAN e testemunha) associados à aplicação foliar do extrato da microalga *Nannochloropsis oculata* e do produto FISOGRAN sobre variáveis do desenvolvimento e componentes da produção da cultura da soja, delineados em faixas com 4 repetições. A aplicação foliar do produto FISOGRAN e do extrato de *Nannochloropsis oculata* não tiveram efeito sobre as variáveis do desenvolvimento das plantas de soja. A aplicação foliar de FISOGRAN reduziu a massa de 100 grãos independentemente do tratamento de sementes, bem como a produtividade quando do não tratamento de sementes com os produtos FISIROOT e FISOGRAN. O tratamento de sementes com FISIROOT e FISOGRAN aumentou a altura de plantas na fase vegetativa e o número de sementes por vagem. O tratamento de sementes com FISIROOT induziu maior número de ramificações por planta e de sementes por vagem, em contrapartida o FISOGRAN repercutiu em maior número de vagens por planta. O tratamento de sementes com FISIROOT associado à aplicação foliar de FISOGRAN aumentou em 19,8% a produtividade da soja, demonstrando o potencial dos bioestimulantes testados.

**Palavras-Chave:** bioestimulante; *Glycine max*; *Kappaphycus alvarezii* *Nannochloropsis oculata*.

#### ABSTRACT:

In modern agriculture, products called biostimulants based on algae have been used, not as a source of nutrients for plants, but for their bioactive effects, stimulating signaling responses. Thus, an experiment was developed with the objective of evaluating the effect of seed treatment with commercial products based on macroalgae (FISIROOT, FISOGRAN and control) associated with the foliar application of the extract of the microalgae *Nannochloropsis oculata* and the product FISOGRAN on variables of the development and production components of the soybean crop, outlined in strips with 4 repetitions. The foliar application of the FISOGRAN product and the *Nannochloropsis oculata* extract had no effect on the development variables of the soybean plants. The foliar

---

---

application of FISIOPGRAN reduced the mass of 100 grains regardless of seed treatment, as well as productivity when seeds were not treated with FISIOPROOT and FISIOPGRAN products. Seed treatment with FISIOPROOT and FISIOPGRAN increased plant height in the vegetative phase and the number of seeds per pod. The treatment of seeds with FISIOPROOT induced a greater number of branches per plant and seeds per pod, on the other hand, FISIOPGRAN resulted in a greater number of pods per plant. Seed treatment with FISIOPROOT associated with foliar application of FISIOPGRAN increased soybean productivity by 19.8%, demonstrating the potential of the tested biostimulants.

**Keywords:** biostimulants; *Glycine max*; *Kappaphycus alvarezii*; *Nannochloropsis oculata*.

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura da soja desenvolve-se principalmente nas regiões Centro-Oeste e Sul do Brasil, atingindo produção anual de aproximadamente 154,8 milhões de toneladas, sendo o Estado do Paraná o segundo maior produtor, perdendo para o Mato Grosso, respondendo por cerca de 14,4% da produção nacional em aproximadamente 13,3% da área cultivada no País. No Paraná, cultivou-se cerca de 5,8 milhões de hectares com soja, atingindo produtividade média de 3.847 kg ha<sup>-1</sup> na safra 2022/23, aumento de 43,8% na produtividade e 45,2% na produção em relação à safra anterior. A valorização dos produtos derivados da soja e de sua exportação reafirmam a manutenção de seu mercado. Somado a isso, o aumento da ocorrência de variações extremas de temperaturas e precipitações, têm impactado a produtividade da cultura (CONAB, 2023).

O aumento da produtividade das culturas é alcançado com uso de cultivares melhoradas; maquinários de alta tecnologia e intensificação do uso de macronutrientes e micronutrientes, exportados das áreas de produção via grãos sem a devida reposição (MARCHEZAN et al., 2001). Produtos denominados bioestimulantes, constituídos pela mistura de aminoácidos, vitaminas, nutrientes e reguladores de crescimento surgem com o fim de maximizar a produtividade de culturas (CALVO; NELSON; KOEPLER, 2014). Dentre os bioestimulantes, os a base da macroalga *Ascophyllum nodosum* (L.) têm se destacado (LORENZO et al., 2017). No entanto, a macroalga *Kappaphycus alvarezii* tem demonstrado eficiência sobre o desenvolvimento e produtividade de plantas (RATHORE et al., 2009; COSTA, 2015). Ademais, tem-se considerado o uso de extratos de microalgas para essa finalidade (COLLA; ROUPHAEL, 2020; BELLO et al., 2021; REFAAY et al., 2021; GITAU et al., 2022).

A composição química da macroalga *K. alvarezii* diverge de acordo com a literatura. O trabalho de Khalil et al. (2018) revelou 65,2% de carboidratos, 3,4% de proteínas, 1,1% de gordura e 11,6% de cinzas. Em contrapartida, o trabalho de Khotijah; Irfan; Muchdar

(2020) evidenciou 5,4% de proteína; 33,3% de carboidratos; 8,6% de gordura; 3% de fibra bruta e 22,5% de cinzas. Ademais, a alga *K. alvarezii* é rica em polissacarídeos, como agar, alginatos e carragenanas (KHOTIJAH; IRFAN; MUCHDAR, 2020) e elementos essenciais às plantas, com destaque para Na, K, Ca, Mg; Fe, Zn, Mn e Cu (SURESH KUMAR; GANESAN; SUBBA RAO, 2015).

As microalgas produzem ampla variedade de metabólitos secundários com efeitos biológicos (PETERSEN et al., 2020), particularmente ácidos graxos, polissacarídeos, ficocianinas, carotenoides, terpenoides, enzimas e compostos fenólicos (NETHRAVATHY et al., 2019). A microalga marinha *Nannochloropsis oculata* é notadamente considerada para a produção de biocombustíveis e como componente de alimentos funcionais, devido à sua capacidade de síntese lipídica (HOFFMANN et al., 2010). Na agricultura moderna, as microalgas são consideradas como bioestimulante, biofertilizante ou agente antiestresse abiótico, visto que não são propriamente fonte de nutrientes para as plantas, mas se caracterizam por seus efeitos bioativos, estimulando resposta de sinalização nas plantas (BELLO et al., 2021; FERNÁNDEZ et al., 2021; FERREIRA et al., 2021). Na massa seca de *Nannochloropsis oculata*, Coopens et al. (2016) encontraram 23,22% de cinzas, consistindo de 8,07; 1,29 e 1,36% de N, P e K (6:1:1); 0,20; 0,40; 0,05 e 1,34 % de Ca, Mg, S e Na; 143; 12; 67; 1,2; 113 mg kg<sup>-1</sup> de Fe, Cu, Zn, B e Mn, respectivamente.

A atual conjuntura aponta para aumento significativo do valor dos produtos derivados da soja para o consumidor final, bem como de sua exportação, principalmente para a China, aumentando a necessidade de se manter ou ampliar sua produção, sem expandir fronteiras agrícolas. Somado a isso, a ocorrência de eventos climáticos como variações extremas de temperaturas e precipitações vêm aumentando substancialmente, com impacto direto sobre a produtividade da cultura (CONAB, 2023).

Ante ao exposto, torna-se imprescindível à busca por alternativas de manejo que visem maximizar a produtividade da cultura. Logo, o uso de bioestimulantes a base de macro e microalgas podem contribuir para a manutenção e obtenção de altas produtividades, bem como propiciar condições adequadas de autodefesa para que a planta possa melhor expressar seu potencial produtivo. Neste contexto, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do tratamento de sementes com dois produtos a base de macroalgas (*Kappaphycus alvarezii* e *Ascophyllum nodosum*) associados à aplicação foliar do extrato da microalga *Nannochloropsis oculata* e de um produto a base de macroalgas sobre variáveis do desenvolvimento e da produtividade da cultura da soja na região de Ponta Grossa/PR.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2022/23, na Fazenda Escola Capão da Onça (FESCON), da Universidade Estadual de Ponta Grossa/UEPG, município de Ponta Grossa-PR. Segundo a classificação de Wilhelm Köppen, o clima da região dos Campos Gerais é do tipo Cfb, ou seja, mesotérmico (subtropical e temperado), sempre úmido (sem estação seca definida) e possui verões com temperaturas amenas (NITSCHKE et al., 2019). O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 2006). Antes da instalação do experimento foi realizada a análise química do solo (Tabela 1).

**Tabela 1.** Características químicas do solo na área experimental, classificado como Cambissolo Háplico Distrófico (EMBRAPA, 2006). Ponta grossa, 2023

Atributos	Unidades	Profundidade (0-20 cm)
pH em CaCl <sub>2</sub>	-	4,46
H + Al	cmolc dm <sup>-3</sup>	5,15
Al trocável	cmolc dm <sup>-3</sup>	0,17
Ca trocável	cmolc dm <sup>-3</sup>	2,19
Mg trocável	cmolc dm <sup>-3</sup>	0,51
K trocável	cmolc dm <sup>-3</sup>	0,36
P	mg dm <sup>-3</sup>	37,90
CTC a pH 7,0	cmolc dm <sup>-3</sup>	8,21
CTC efetiva	cmolc dm <sup>-3</sup>	3,23
Sat. por bases (V)	%	37,30
Sat. por Al (m)	%	5,30
Sat. por Ca	%	26,70
Sat. por Mg	%	6,20
Sat. por K	%	4,40
Relação Ca/Mg	-	4,30
Relação Ca + Mg/K	-	7,50

H + Al = Solução Tampão SMP; Al, Ca e Mg trocáveis = KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; P e K = Mehlich-1 e C-orgânico = Walkley-Black. Fonte: Elaborado pelo Laboratório de Fertilidade do Solo da Universidade Estadual de Ponta Grossa.

Durante o ciclo da soja a precipitação foi de 844,8 mm e a temperatura variou entre 15,4 e 24,2°C (Estação Agrometeorológica de Ponta Grossa - Mini Farm BASF S.A, 2023). Precipitação esta considerada superior à faixa ideal para a soja, que segundo Chavarriai et al. (2015) varia de 550 e 800 mm. A safra 2022/23 foi no geral úmida, com maiores precipitações nos meses de janeiro; fevereiro e março (222; 314 e 141 mm), condições propícias ao desenvolvimento da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi* e *Phakopsora meibomiae*). A temperatura também foi propícia à ocorrência da ferrugem, dado que, a faixa para a infecção varia de 18°C e 26,5°C (HENNING et al., 2021).

A área experimental utilizada encontra-se sob sistema de plantio direto há 15 anos, apresentando como cultura antecessora o tremoço branco (*Lupinus albus*). A dessecação foi realizada aos 2 dias antes da semeadura (DAS) da soja, com o herbicida Roundup Transorb® (glyphosate), na dose de 960g do i.a. ha<sup>-1</sup>. A cultivar utilizada foi a 5445 IPRO, almejando-se população entre 300 a 355 mil plantas ha<sup>-1</sup>. As sementes de soja foram tratadas com fungicida/inseticida Standak Top® (tiofanato metílico+fipronil) na dose 200 mL 100 kg<sup>-1</sup>, mais o inoculante Biomax®, na dose 120 mL 100 kg<sup>-1</sup> de semente. A semeadura ocorreu em 20/12/2022, utilizando-se espaçamento de 0,45 m entre linhas, densidade de 14 sementes m<sup>-1</sup>, visando população em torno de 311 mil plantas ha<sup>-1</sup>. A adubação de base foi de 300 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 4-20-20. O controle de pragas e doenças foi realizado aos 26, 30, 62 e aos 85 DAS, utilizando-se o volume de 150 L ha<sup>-1</sup> de calda.

Os tratamentos obedeceram a um esquema fatorial (3x3), entre três tratamentos de sementes (testemunha, FISIOROOT e FISIOGRAN) combinados com aplicação foliar (testemunha, extrato da microalga *Nannochloropsis oculata* e FISIOGRAN). Os produtos comerciais FISIOROOT e FISIOGRAN encontram-se registrados como Fertilizantes Minerais Mistos. O produto comercial FISIOROOT possui na sua composição 3,0% de N total; 10,0% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 0,3% de Co; 3,0% de Mo; 1,2% de B; 1% de Zn; 0,2% de Ni (p/p), combinados com extratos de macroalgas hidrolisados (*Kappaphycus alvarezii* e *Ascophyllum nodosum*). O produto comercial FISIOGRAN possui na sua composição 2,0% de N total; 2,0% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>; 0,2% de B; 1,5% de Zn; 4,0% de S; 3% de Mn; 2,0% de Mg; 0,2% de Ni (p/p), contendo extratos de macroalgas (VIGRAN®, 2023).

O delineamento experimental foi em blocos aleatorizados com 4 repetições. Para o tratamento de sementes de soja utilizou-se 3 mL kg<sup>-1</sup> de sementes dos produtos FISIOGRAN e FISIOROOT. As doses foram dissolvidas em 20 mL de água destilada e distribuídas sobre 3 kg de sementes acondicionadas em sacos plásticos. Posteriormente, os sacos plásticos foram fechados e agitados até a completa uniformização do produto. A

---

---

testemunha passou pelo mesmo processo, porém foi umedecida somente com 20 mL de água destilada.

As parcelas foram constituídas por 4,05 m de comprimento por 3 m de largura perfazendo 12,15 m<sup>2</sup> de área. A área útil foi composta por 4 linhas de soja com 2 m de comprimento, totalizando 3,6 m<sup>2</sup>. Os tratamentos foliares foram aplicados aos 33, 48 e 65 DAS (23/01; 07/02 e 24/02/23). Os tratamentos foliares foram aplicados com pulverizador costal equipado com barra de 4 bicos espaçados a 0,5 m, pontas XR 110.02 e pressão constante mantida por CO<sub>2</sub> comprimido a 0,3 bares. O tratamento testemunha foi conduzido sem aplicação foliar.

As variáveis avaliadas foram: estande inicial (34 DAS) e final (100 DAS), avaliados em 1 m de linha de cultivo. A altura de plantas em V4 e R4, considerando-se a distância da superfície do solo até a extremidade do caule principal. O índice de área foliar foi determinado por meio do ceptômetro AccuPAR, LP-80 (Decagon Devices, Pullman, USA) aos 71 DAS. Após a colheita, avaliou-se o número de ramificações por planta, número de vagens por planta, número de grãos por vagens dimensionadas em cinco plantas da área útil das parcelas, e massa de 100 grãos. A colheita foi realizada no dia 19/04/2023 com colhedora de parcelas, perfazendo 119 dias de ciclo. A umidade dos grãos foi determinada pela diferença entre a massa antes e após a secagem em estufa de ventilação forçada de ar a 65°C, corrigindo-se os valores para 14%.

Os dados obtidos para cada variável foram processados através da análise da variância com aplicação do teste de F, comparando-se as médias pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK) ao nível de 5% de probabilidade, por meio do software estatístico R Core Team (R CORE TEAM, 2016).

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A análise da variância revelou interação entre os fatores tratamentos de sementes e aplicação foliar para a variável produtividade (PROD), significância do fator aplicação foliar para a variável massa de 100 grãos (MCG) e do fator tratamento de sementes com produtos a base de algas para as variáveis altura de planta no vegetativo (APV), número de ramificações por planta (NRP), número de vagem por planta (NVP), número de sementes por vagem (NSV), massa de 100 grãos (MCG) e PROD (Tabela 2). Os coeficientes de variação (CV) foram inferiores a 10%, demonstrando boa precisão experimental, devido à alta homogeneidade dos dados e à baixa variação ao acaso

somente para as variáveis altura de planta na colheita (APC) e PROD, baixa para as variáveis estande inicial (EI) e final (EF), índice de área foliar (IAF), NRP e NVP e, mediana para APV, NSV e MCG (PIMENTEL GOMES, 2009) (Tabela 3). A alta variabilidade denotada para as variáveis EI e EF pode estar relacionada ao ataque de lebres observado logo após a emergência. Por outro lado, a alta variação ao acaso para as variáveis IAF, NRP e NVP, pode estar associada à alta incidência da ferrugem asiática, principal doença da cultura da soja no país.

**Tabela 2.** Resumo da análise da variância para as variáveis estande inicial (EI) e final (EF), altura de planta na fase vegetativa (APV) e na colheita (APC), índice de área foliar na fase reprodutiva (IAF), número de ramificações por planta (NRP), número de vagens por planta (NVP), número de sementes por vagem (NSV), massa de 100 grãos (MCG) e produtividade (PROD) em função do tratamento de sementes e da aplicação foliar com produtos a base de algas na cultura da soja, cv. 5445 IPRO. Ponta Grossa/PR, 2023

Causa da variação	GL	Quadrado médio (Q.M.)									
		EI	EF	APV	APC	IAF	NRP	NVP	NSV	MCG	PROD
TS	2	2,08 <sup>ns</sup>	2,86 <sup>ns</sup>	26,78*	28,1 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>	80,5*	344,7*	2,01*	3,39*	142754,5*
TF	2	1,75 <sup>ns</sup>	2,11 <sup>ns</sup>	0,72 <sup>ns</sup>	15,3 <sup>ns</sup>	0,6 <sup>ns</sup>	1,1 <sup>ns</sup>	39,3 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	5,68*	469,55 <sup>ns</sup>
TS x TF	4	1,33 <sup>ns</sup>	0,44 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>ns</sup>	7,59 <sup>ns</sup>	0,3 <sup>ns</sup>	4,3 <sup>ns</sup>	35,7 <sup>ns</sup>	0,2 <sup>ns</sup>	1,1 <sup>ns</sup>	7487,37*
Resíduo	24	3,22	2,93	6,87	25,10	0,97	2,13	41,13	0,11	0,78	1104,36
CV (%)		21,5	22,0	12,8	9,6	28,7	28,2	20,4	14,4	13,8	8,8

<sup>ns</sup>= não significativo; \* significativo a 5% de probabilidade. TS= Tratamento de sementes; TF= Tratamento foliar.

A população de plantas almejada foi de 311 mil plantas ha<sup>-1</sup>, que seria obtida se as 14 sementes houvessem germinado e emergido, todavia, somente 8,33 emergiram (EI), redução de 40,5%. O estande final (EF) foi de 7,78 plantas m<sup>-1</sup>, redução de 6,6% em relação ao EI, e de 44,4% em relação ao almejado. Tanto o EI como o EF não foram influenciados pelos tratamentos testados, no entanto, o EF foi superior em 9,89% quando da aplicação do produto FISIOROOT via tratamento de sementes em relação à testemunha e, 4,34% quando da aplicação do produto FISIOGRAN via foliar (Tabela 3), ambos os produtos a base de macroalgas. Tal fato por estar relacionado à baixa emergência decorrente

do baixo poder germinativo das sementes ou ser atribuído ao acaso.

**Tabela 3** - Estande inicial (EI) e final (EF), altura de planta na fase vegetativa (APV) e na colheita (APC), índice de área foliar na fase reprodutiva (IAF), número de ramificações por planta (NRP), número de vagens por planta (NVP), número de sementes por vagem (NSV), massa de 100 grãos (MCG) em função do tratamento de sementes e da aplicação foliar com produtos a base de algas na cultura da soja, cv. 5445 IPRO. Ponta Grossa/PR, 2023

Tratamentos	EI	EF	APV	APC	IAF	NRP	NVP	NSV	MCG
	(plantas m <sup>-1</sup> )		(m)						(g)
<b>Tratamento de sementes</b>									
<b>Testemunha</b>	7,92	7,58	18,67 b	50,55	3,27	3,27 b	28,40 b	1,88 c	5,99 b
<b>FISIROOT</b>	8,33	7,42	21,33 a	53,58	3,46	8,12 a	28,40 b	2,70 a	7,00 a
<b>FISIOGRAN</b>	8,75	8,33	21,17 a	52,40	3,57	4,11 b	37,68 a	2,25 b	6,20 b
<b>Tratamento foliar</b>									
<b>Testemunha</b>	8,41	7,83	20,29	51,30	3,18	4,93	31,20	2,30	7,18 a
<b>FISIOGRAN</b>	8,67	8,17	20,21	53,45	3,60	5,52	33,43	2,30	6,10 b
<b>NOC</b>	7,92	7,33	20,67	51,78	3,52	5,05	29,85	2,23	5,90 b
<b>Média</b>	8,33	7,78	20,39	52,18	3,43	5,17	31,49	2,28	6,39

\*Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de SNK a 5% de probabilidade dentro dos tratamentos de sementes e foliar, de maneira isolada. NOC= *Nannochloropsis oculata*.

A APV não foi influenciada pela aplicação foliar do produto FISIOGRAN nem pela aplicação do extrato da microalga *N. oculata* (Tabela 3). Todavia, os tratamentos de sementes com os produtos FISIROOT e FISIOGRAN elevaram a APV em 14,25 e 13,39%, respectivamente (Tabela 3). Segundo Nepomuceno; Farias; Neumaier (2021), a altura das plantas de soja deve variar entre 60 e 110 cm, a depender da cultivar e das condições ambientais. A APC foi de 52,18 cm (Tabela 3), valor este, inferior à faixa considerada ideal. O resultado pode estar associado à alta incidência da ferrugem asiática e de seu controle ineficaz.

O IAF é uma variável que influencia o desenvolvimento e produtividade das culturas. A variável é resultado da relação da área foliar com a área de solo ocupada pela cultura (HEIFFIG et al., 2006). Assim, o IAF médio obtido de 3,43 corresponde a 3,43 m<sup>2</sup> de folhas em 1 m<sup>2</sup> de solo. Segundo Floss (2008), o IAF para a cultura da soja deve variar entre 4 e 7, sugerindo que IAF inferiores a 4 correspondem a áreas foliares fotossinteticamente ativas insuficientes para que a cultura possa alcançar bons



rendimentos. Em contrapartida, IAF superiores a 7 aumentam o sombreamento, o que pode comprometer a produção de fotossintatos a ponto de tornar as folhas sombreadas drenos, reduzindo a exportação de fotossintatos para as estruturas reprodutivas. O baixo IAF obtido para a cultura, provavelmente seja fruto da alta incidência da ferrugem asiática e à ineficiência de seu controle.

O tratamento de sementes com o produto FISIOROOT suscitou incremento de 148,3 e 97,6% no NRP, de 43,6 e 20% no NSV e de 16,9 e 12,9% na MCG da cultura da soja em relação à testemunha e à aplicação do produto FISIOGRAN via sementes, respectivamente (Tabela 3). Por outro lado, o NVP foi acrescido em 32,7% quando do tratamento de sementes de soja com o produto FISIOGRAN em relação, tanto à testemunha e como à aplicação do produto FISIOROOT. A MCG também foi influenciada pelos tratamentos foliares, porém deletoriamente, tendo o produto FISIOGRAN a base da macroalga *K. alvarezii*, reduzido em 15,0% e o extrato da microalga *N. oculata* em 17,8% a MCG de soja (Tabela 3).

A produtividade da soja foi influenciada de forma conjunta pelos fatores tratamento de sementes e aplicação foliar dos produtos comerciais e do extrato da microalga *N. oculata*. Com a aplicação foliar do produto FISIOGRAN e do extrato da microalga *N. oculata*, a soja produziu 109,22 e 52,13 kg ha<sup>-1</sup> a menos que a testemunha, correspondendo a 26,58 e 12,69% de redução na produtividade (Tabela 4).

**Tabela 4** - Produtividade da cultura da soja, cv. 5445 IPRO, em função do tratamento de sementes e da aplicação foliar com produtos a base de algas. Ponta Grossa/PR, 2023

<b>Produtividade (kg ha<sup>-1</sup>)</b>			
<b>Tratamento de sementes</b>			
<b>Tratamento Foliar</b>	<b>Testemunha</b>	<b>FISIOROOT</b>	<b>FISIOGRAN</b>
Testemunha	410,93 a B	470,72 a A	265,53 a C
FISIOGRAN	301,71 c B	512,45 a A	301,85 a B
NOC	358,80 b B	509,71 a A	281,19 a C
Média	357,14	497,63	282,85
Média geral		379,21	

\*Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de SNK a 5% de probabilidade. NOC= *Nannochloropsis oculata*.

O tratamento de sementes com o produto FISIROOT foi o que induziu os melhores resultados em produtividade, tanto em relação à ausência de tratamento de sementes como em relação ao tratamento de sementes com o produto FISIOGRAN. Ressalta-se que este produto é indicado para aplicação foliar. A cultura da soja apresentou maior produtividade quando submetidas ao tratamento de sementes com o produto FISIROOT, independentemente do tratamento foliar, tendo produzido em média 28,23% a mais que a testemunha e 43,16% a mais que quando as sementes foram tratadas com FISIOGRAN, que é indicado para tratamento foliar. As maiores produtividades da soja foram observadas quando se associou o tratamento de sementes com FISIROOT com a aplicação foliar de FISIOGRAN e com o extrato da microalga *N. oculata*, tendo sido 19,81 e 19,38% superior à testemunha absoluta (Tabela 4).

A maior produtividade demonstrada pela soja quando do tratamento de sementes com o produto FISIROOT pode ser atribuída ao fato do produto conter na sua constituição cobalto (Co) e molibdênio (Mo). O Co, por ser constituinte da cobalamina, componente de várias enzimas em bactérias fixadoras de nitrogênio (N) e o Mo por ser constituinte da nitrogenase, enzima responsável por converter o gás nitrogênio em amônio em microrganismos fixadores de N (TAIZ et al., 2021). Adicionalmente, o Zn presente no produto, necessário à síntese do triptofano, precursor da auxina, fitormônio que participa dos processos de divisão e diferenciação celular, enraizamento etc., em combinação com os extratos das macroalgas, ricos em reguladores de crescimento, polissacarídeos e nutrientes, podem ser responsáveis pelo melhor desempenho produtivo da soja. Segundo a Empresa VIGRAN® (2023), o produto pode uniformizar a germinação e a emergência de plântulas, melhorar o desenvolvimento inicial das culturas, o crescimento radicular e, conseqüentemente maximizar a produtividade.

O FISIOGRAN quando aplicado via foliar, pode melhorar diversos processos fisiológicos e metabólicos das plantas como a divisão e o alongamento celular, translocação de nutrientes, síntese de clorofila, floração, brotação, desenvolvimento e enchimento de grãos, aumentando a produtividade. Benefícios decorrentes do fato de suas formulações conterem precursores hormonais, aminoácidos, macro e micronutrientes combinados com extratos de macroalgas hidrolisados (*Kappaphycus alvarezii* e *Ascophyllum nodosum*) (VIGRAN®, 2023).

A produtividade da cultura da soja na safra 2022/23 foi de 3.532 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2023), valor este 9,31 vezes superior à média observada neste estudo (Tabela 4). Tal diferença pode ser atribuída à falha no controle da ferrugem asiática, visto que os

tratamentos antifúngicos foram realizados aos 30; 62 e 85 DAS, ou seja, tanto falha no número de aplicações como na amplitude temporal entre as aplicações, em um ciclo com condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento do patógeno.

A redução da produtividade quando da ausência de tratamento de sementes e aplicação foliar do produto FISIOGRAN e do extrato da microalga *N. oculata* pode estar associada ao fato de serem fonte de elementos químicos essenciais (SURESH KUMAR; GANESAN; SUBBA RAO, 2015) também ao fungo *P. pachyrhizi*, maximizando sua proliferação. Além de conter hormônios promotores do crescimento, tais como auxinas, citocininas e giberelinas (COKROWATI et al., 2021). Auxinas e citocininas participam do processo de divisão celular e, juntamente com giberelinas regulam a diferenciação celular (TAIZ et al., 2021). Assim, pode-se inferir que a aplicação foliar pode ter beneficiado mais a ferrugem que a soja, dado as condições climáticas propícias ao patógeno e a baixa eficiência dos fungicidas existentes e recomendados, associados à baixa frequência de pulverizações. Em vista disso, torna-se imprescindível a intensificação de pesquisas nesta área.

#### **4. CONCLUSÕES**

A aplicação foliar do extrato da microalga *Nannochloropsis oculata* não influenciou o desenvolvimento da soja. O tratamento de sementes com o produto FISIOROOT maximizou a altura de plantas na fase vegetativa, número de ramificações por planta, número de sementes por vagem e a massa de 100 sementes de soja e, o produto FISIOGRAN a altura de plantas na fase vegetativa e o número de vagens por planta. A aplicação foliar de FISIOGRAN reduziu a massa de 100 grãos independentemente do tratamento de sementes, assim como a produtividade da soja quando da ausência do tratamento de sementes com FISIOROOT e FISIOGRAN. A produtividade da soja foi acrescida em 19,8 e 19,4% quando da associação do tratamento de sementes com o produto FISIOROOT e a aplicação foliar com o produto FISIOGRAN ou com o extrato da microalga *Nannochloropsis oculata*.

#### **5. AGRADECIMENTOS**

Agradecemos à Fundação Araucária pela concessão de bolsa de Iniciação Científica, à Empresa Vigran® por disponibilizar os produtos comerciais e equipamento para pulverização, à Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) por viabilizar a estrutura para a realização do

---

---

experimento e, ao Laboratório de Camarões Marinhos da Universidade Federal de Santa Catarina (LCM/UFSC), por prover o extrato da microalga.

## REFERÊNCIAS

BELLO, A.S.; SAADAOU, I.; BEN-HAMADOU, R. "Beyond the Source of Bioenergy": Microalgae in Modern Agriculture as a Biostimulant, Biofertilizer, and Anti-Abiotic Stress. *Agronomy*, v.11, n.8, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy11081610>.

CALVO, P.; NELSON, L.; KOEPLER, J. W. Agricultural uses of plant biostimulants. *Plant Soil*, v.383, p.3-41. 2014. DOI: [10.1007/s11104-014-2131-8](https://doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8)

CHAVARRIAI, G.; DURIGONII, M. R.; KLEINI, V. A.; KLEBERI, H. Restrição fotossintética de plantas de soja sob variação de disponibilidade hídrica. *Ciência Rural*, v.45, n.8, p.1387-1393, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20140705>

COKROWATI, N.; RISJANI, Y.; ANDAYANI, S.; FIRDAUS, M.; HONIAR, R. Identification and determination of growth hormones of *Kappaphycus alvarezii* cultivated in Ekas Bay East Lombok. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, v.890, n.1, p.012040, 2021. DOI: [10.1088/1755-1315/890/1/01204](https://doi.org/10.1088/1755-1315/890/1/01204)

COLLA, G.; ROUPHAEL, Y. Microalgae: New Source of Plant Biostimulants. *Agronomy*, v.10, n.1240, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy10091240>

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da Safra Brasileira: Grãos. Brasília, DF: Conab, 2023. Oitavo Levantamento Safra 2022/23 - v.10, n.8. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos/>. Acesso em: 01 de Jun. de 2023.

COPPENS, J.; GRUNERT, O.; VAN DEN HENDE, S.; VANHOUTE, I.; BOON, N.; HAESAERT, G.; De GELDER, L. The use of microalgae as a high-value organic slow-release fertilizer results in tomatoes with increased carotenoid and sugar levels. *Journal of Applied Phycology*, v.28, p.2367-2377, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-015-0775-2>

COPPENS, J.; GRUNERT, O.; VAN DEN HENDE, S.; VANHOUTTE, I.; BOON, N.; HAESAERT, G.; GELDER, L.D. The use of microalgae as a high-value organic slow-release fertilizer results in tomatoes with increased carotenoid and sugar levels. *Journal of Applied of Phycology*, v.28, p.2367-2377, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-015-0775-2>

COSTA, M.A.D. Avaliação do potencial do extrato da macroalga marinha *Kappaphycus alvarezii* como fertilizante orgânico, para uso via tratamento de semente e pulverização foliar na cultura de soja. 2015, 70 f. Dissertação (Mestrado em Agroenergia) - Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2015. Disponível em: <https://tede.unioeste.br/handle/tede/756>. Acesso em: 01 de Jun. de 2023.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Sistema Brasileiro de Classificação de Solos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/338818>. Acesso em: 03 de Nov. de 2022.

FERNÁNDEZ, F.G.A.; REIS, A.; WIJFFELS, R.H.; BARBOSA, M.; VERDELHO, V.; LLAMAS, B. The role of microalgae in the bioeconomy. *New Biotechnology*, v.61, p.99-107, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2020.11.011>

FERREIRA, A.; MELKONYAN, L.; CARAPINHA, S.; RIBEIRO, B.; FIGUEIREDO, D.; AVETISOVA, G.; GOUVEIA, L. Biostimulant and biopesticide potential of microalgae growing in piggery wastewater. *Environmental Advances*, v.4, 100062, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2021.100062>

FLOSS, E.L.L. *Fisiologia das Plantas cultivadas: o estudo que está por trás do que se vê*. Passo Fundo, 5ª.ed. Editora UPF, 2011. 733p.

GITAU, M.M.; FARKAS, A; ÖRDÖG, V.; MARÓTI, G. Evaluation of the biostimulant effects of two Chlorophyta microalgae on tomato (*Solanum lycopersicum*). *Journal of Cleaner Production*, v.364, 132689, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.132689>

HEIFFIG, L.S.; CÂMARA, G.M.S.; MARQUES, L.A.; PEDROSO, D.B.; PIEDADE, S.M.S. Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais.

---

---

*Bragantia*, v.65, p.285-295, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0006-87052006000200010>

HENNING, A.A.; ALMEIDA, A.M.R.; GODOY, C.V.; SEIXAS, C.D.S.; YORINORI, J.T.; COSTAMILAN, L.M.; FERREIRA, L.P.; MEYER, M.C.; SOARES, R.M.; DIAS, W.P. *Manual de identificação de doenças de soja*. 5ª edição Porto Alegre: Artmed, 2021. 558p. Documento 256. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/991687/manual-de-identificacao-de-doencas-de-soja>. Acesso em: 03 de Jun. de 2023.

HOFFMANN, M.; MARXEN, K.; SCHULZ, R.; VANSELOW, K.H. TFA and EPA productivities of *Nannochloropsis salina* influenced by temperature and nitrate stimuli in turbidostatic controlled experiments. *Mar Drugs*, v.8, n.9, p.2526-4255, 2010. DOI: 10.3390/md8092526.

KHALIL, H.A.; YAP, S.W.; TYE, Y.Y.; TAHIR, P.M.; RIZAL, S.; FAZITA, M.N. Effects of corn starch and *Kappaphycus alvarezii* seaweed blend concentration on the optical, mechanical, and water vapor barrier properties of composite films. *BioResources*, v.13, n.1, p.1157-1173, 2018. DOI: 10.15376/biores.13.1.1157-1173.

KHOTIJAH, S.; IRFAN, M.; MUCHDAR, F. Nutritional Composition of Seaweed *Kappaphycus alvarezii*. ***Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan***, v.13, n.2, p.139-146, 2020. DOI: <https://doi.org/10.29239/j.agrikan.13.2.139-146>.

LORENZO, J.M.; AGREGÁN, R.; MUNEKATA, P.E.; FRANCO, D.; CARBALLO, J.; ŞAHIN, S.; BARBA, F.J. Proximate composition and nutritional value of three macroalgae: *Ascophyllum nodosum*, *Fucus vesiculosus* and *Bifurcaria bifurcata*. *Marine Drugs*, v.15, n.11, p.1-11, 2017. DOI: 10.3390/md15110360.

MARCHEZAN, E.; SANTOS, O.S. dos; AVILA, L.A. de; SILVA, R.P. da. Adubação foliar com micronutrientes em arroz irrigado, em área sistematizada. *Ciência Rural*, v.31, n.6, p.941-945, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782001000600003>.

NEPOMUCENO, A.L.; FARIAS, J.R.B.; NEUMAIER, N. *Características da soja*. 2021.

Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/soja/>. Acesso em: 01 de Jun. de 2023.

NETHRAVATHY, M.U.; JITENDRA, G.M.; SANDEEP, N.M.; AJAM, Y.S. Recent advances in microalgal bioactives for food, feed, and healthcare products: commercial potential, market space, and sustainability. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, v.18, n.6, p.1882-1897, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12500>

**NITSCHÉ, P.R.; CARAMORI, P.H.; RICCE, W. da S.; PINTO, L.F.D. *Atlas Climático do Estado do Paraná*. Londrina, PR: IAPAR, 2019.** Disponível em: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=2533>. Acesso: 27 de Mai. de 2023.

PETERSEN, L.E.; KELLERMANN, M.Y.; SCHUPP, P.J. Secondary Metabolites of Marine Microbes: From Natural Products Chemistry to Chemical Ecology. In: JUNGBLUT, S.; LIEBICH, V.; BODE-DALBY, M. (eds) *YOUMARES 9 - The Oceans: Our Research, Our Future*. Springer, Cham., 2020, pp;159-180. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-030-20389-4\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-030-20389-4_8).

PIMENTEL GOMES, F.P. *Curso de Estatística Experimental*. 15ª Ed., Livraria Nobel S.A., São Paulo. 2009. 451p.

**R CORE TEAM (2016). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Disponível em: <https://www.R-project.org>. Acesso em: 11 de Nov.de 2022.**

RATHORE, S.S.; CHAUDHARY, D.R.; BORICHA, G.N.; GHOSH, A.; BHATT, B.P.; ZODAPE, S.T.; PATOLIA, J.S. Effect of seaweed extract on the growth, yield and nutrient uptake of soybean (*Glycine max*) under rainfed conditions. *South African Journal of Botany*, v.75, p.351-355, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2008.10.009>.

REFAAY, D.A.; EL-MARZOKI, E.M.; ABDEL-HAMID, M.I.; HAROUN, S.A. Effect of foliar application with *Chlorella vulgaris*, *Tetrademus dimorphus*, and *Arthrospira platensis* as biostimulants for common bean. *Journal of Applied Phycology*, v.33, n.6, p.3807-3815,

---

2021. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10811-021-02584-z>.

SANTOS, J.B.; FERREIRA, E.A.; REIS, M.R.; SILVA, A.A.; FIALHO, C.M.T.; FREITA, M.A.M. Avaliação de formulações de glyphosate sobre soja Roundup Ready. *Planta Daninha*, Viçosa-MG, v.25, n.1, p.165-171, 2007. DOI: <https://dx.doi.org/10.1590/S0100-83582007000100018>.

SURESH KUMAR, K.; GANESAN, K.; SUBBA RAO, P.V. Seasonal variation in nutritional composition of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty-an edible seaweed. *Journal of Food Science and Technology*, v.52, p.2751-2760, 2015. DOI: 10.1007/s13197-014-1372-0.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. ***Fundamentos de Fisiologia Vegetal***. 1ª.ed. 584p.

**Autor(a) para correspondência:**

**Silvana Ohse**

**Email: [sohse@uepg.br](mailto:sohse@uepg.br)**

**Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa/PR**

**RECEBIDO: 04/08/2023 ACEITE: 23/08/2023**