

## DESEMPENHO DO TRIGO SUBMETIDO À APLICAÇÃO DO BIOESTIMULANTE A BASE DE *Ascophyllum nodosum* EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO

Ana Hellen de Oliveira Tavares<sup>1</sup>, Lucas Rodrigues Alves<sup>1</sup> e Martios Ecco<sup>2</sup>

**RESUMO** - O principal fator limitante para a produtividade do trigo é a deficiência nutricional, que pode causar esterilidade do pólen da espiga do trigo, acarretando má formação dos grãos e perdas de produtividade, além de ocorrer baixo crescimento da planta e redução no número de afilhos, entre outros. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi identificar o melhor período de desenvolvimento da cultura do trigo a ser aplicado o bioestimulante a base de *Ascophyllum nodosum*, e analisar os efeitos no processo fisiológico da planta, assim avaliando os componentes de produtividade da cultura, comparado a aplicação em tratamento de semente e se há efeito deste produto. O experimento foi realizado em delineamento de blocos causalizados com 4 repetições, totalizando 28 parcelas experimentais. Os sete tratamentos testados foram: testemunha, sem aplicação do extrato de alga; aplicação no tratamento de sementes; aplicação no tratamento de sementes + período de afilhamento de E3; aplicação no período de afilhamento de E3; aplicação no início de alongamento (E6); tratamento de semente + alongamento (E6); tratamento de semente + E3 + E6. Após a mensuração e tabulação dos dados, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O tratamento que conferiu os resultados mais expressivos foi quando aplicado em TS e, quando associado com as aplicações em parte aérea em E3 e E6, resultando em maior desenvolvimento radicular, e com isso, um possível aumento na absorção de água e nutrientes, em acréscimos nos componentes de produção como número de espiguetas por espiga, grãos por espiguetas e na massa de grãos, resultando em acréscimos de produtividade. Contudo, a maior produtividade, se deu quando aplicado apenas em TS, sendo economicamente viável.

**Palavras-chave:** Deficiência nutricional, extrato de algas, tratamento de sementes.

## PERFORMANCE OF WHEAT SUBJECTED TO THE APPLICATION OF BIOSTIMULANT BASED ON *Ascophyllum nodosum* AT DIFFERENT STAGES OF DEVELOPMENT

**ABSTRACT**- The main limiting factor for wheat productivity is nutritional deficiency, which can cause sterility of the wheat ear pollen, leading to poor grain formation and productivity losses, in addition to low plant growth and a reduction in the number of tillers, among others. Thus, the objective of this work was to identify the best period of development of the wheat crop to apply the biostimulant based on *Ascophyllum nodosum* and analyze the effects on the physiological process of the plant, thus evaluating the productivity components of the crop, compared to application in seed treatment and whether there is an effect of this product. The experiment was carried out in a randomized block design with 4 replications, totaling 28 experimental plots. The 7 treatments tested were: control, without application of algae extract; application in seed treatment; application in seed treatment + tillering period of E3; application in the E3 tillering period; application at the beginning of stretching (E6); seed treatment + stretching (E6); seed treatment + E3 + E6. After measuring and tabulating the data, the means were compared using the Tukey test at 5% probability. The treatment that gave the most significant results was when applied in TS and, when associated with applications in the aerial part in E3 and E6, resulting in greater root development, and with this, a possible increase in the absorption of water and nutrients, in increments in production components such as number of spikelets per spike, grains per spikelet and grain mass, resulting in increases in productivity. However, the highest productivity occurred when applied only in TS, being economically viable.

**Keywords:** Nutritional deficiency, algae extract, seed treatment.

<sup>1</sup> Estudantes de graduação do curso de Agronomia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Câmpus Toledo, Avenida da União, 500, 85.902-532, Toledo, PR. e-mails: anaoliveiratavares1999@gmail.com; lucas200400@hotmail.com

<sup>2</sup> Professor Doutor do curso de Agronomia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Câmpus Toledo, Avenida da União, 500, 85.902-532, Toledo, PR. e-mail: ecco.martios@pucpr.br ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8885-4347>



## INTRODUÇÃO

O principal fator limitante para a produtividade do trigo é a deficiência nutricional, que pode causar esterilidade do pólen da espiguetta do trigo, podendo também ocorrer baixo crescimento da planta e redução no número de afilhos, entre outros. As características morfológicas e fisiológicas das plantas e sistemas de cultivo são extremamente importantes para reverter a deficiência nutricional, bem como, os níveis de radiação solar, temperatura, luz e água, por estarem intimamente associados à produção, mas que podem ser controlados através de manejo adequado durante o ciclo da cultura (MANFRON et al., 2014).

Neste sentido, estratégias básicas no manejo e implantação da cultura podem ser adotadas, tais como o tratamento de sementes, que pode contribuir para um o estande inicial adequado, atenuar nos efeitos de fatores estressantes de natureza biótica e abiótica e, aumentar os níveis de produtividade da cultura. Dentre os tipos de tratamento, destaca-se a utilização de fungicidas, inseticidas, bioestimulantes, micronutrientes e inoculantes (COELHO et al., 2021).

Os bioestimulantes são uma classe de potencializadores metabólicos, não considerados fertilizantes, utilizados para aumentar a resistência das culturas a diversos estresses e, por vezes, patógenos, enquanto melhora o crescimento e o desempenho das plantas, possibilita que a planta extraia mais nutrientes e água do solo. Os bioestimulantes produzidos a partir de extratos de algas contêm moléculas bioativas complexas que apresentam funcionalidades variadas, de acordo com o método de extração e modo de aplicação (SHUKLA et al., 2019). Em baixas aplicações, os bioestimulantes já demonstraram em inúmeras pesquisas seu potencial em estimular o crescimento das plantas, aumentar o número de flores, frutos e raízes, melhorando a tolerância das plantas à salinidade, à seca e ao calor (BATTACHARYYA et al., 2015).

Produtos obtidos a partir do extrato da alga *Ascophyllum nodosum*, têm sido utilizados como bioestimulantes em diversas culturas, seu extrato é extraído de superfícies e proximidades de rochas onde fica seu habitat. Possuem a propriedade de estimular o crescimento vegetal devido à sua composição rica em macro e micronutrientes (potássio e enxofre em maior quantidade, carboidrato e aminoácidos) e hormônios vegetais próprios da alga, como por exemplo, as citocininas, classe de hormônios vegetais que promovem a divisão celular aumentando o sistema radicular e retardam a senescência. Além disso, o extrato de algas pode estimular a atividade de síntese da fitoalexina capsidiol e a peroxidases, aumentando a resistência das plantas às doenças (ABREU et al., 2008).

A utilização desses extratos de algas que possuem aminoácidos, ácidos húmicos e fúlvicos e reguladores vegetais (auxinas, citocininas, giberelinas). Com isso podem favorecer alguns parâmetros produtivos da cultura, como peso de sementes e produtividade, podendo aumentar a percentagem de emergência das plântulas e a velocidade de crescimento radicular, além de originar plântulas mais vigorosas, podem também influenciar a germinação e a biomassa da matéria seca e promover o crescimento das plantas em altura (MELO et al., 2013).

No trigo, visando melhores resultados produtivos, os bioestimulantes devem ser aplicados no tratamento de sementes, perfilhamento ou florescimento. No TS, busca estimular a germinação e emergência de maneira uniforme, favorecendo principalmente o crescimento do sistema radicular. Via foliar tem a função de continuar o desenvolvimento radicular, além de incrementar o número de espiguetas, número de grãos e produção por planta, devido à atuação no crescimento pelo alongamento do caule, e no desenvolvimento reprodutivo (FERREIRA et al., 2019; BUCHELT et al., 2019; ROCHA et al., 2022).

Alterações nos componentes de produção da cultura, estão relacionados com o aspecto nutricional da cultura, em que pode ser influenciado pela aplicação de bioestimulantes. Métodos indiretos como a determinação do índice SPAD, pode ser uma forma de analisar a quantificação do conteúdo de clorofila que é reflexo da atividade fotossintética e das condições de desenvolvimento da planta, envolvendo nutrição, disponibilidade hídrica (WENNECK et al., 2021).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi identificar a melhor forma e período de desenvolvimento da cultura do trigo a ser aplicado o bioestimulante a base de *Ascophyllum nodosum*, com base na análise do índice SPAD e dos componentes de produção da cultura.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na safra 2023 na área experimental da fazenda da Pontifícia Universidade Católica do Paraná, campus Toledo, localizada entre as coordenadas de latitude 24° 43' 13" S, longitude 53° 47' 06" W e, a uma altitude de 566 m.

Foi realizado previamente a instalação do experimento, a coleta de solo na profundidade de 0 – 20 cm com auxílio de um trado holandês, sendo coletadas 15 amostras simples e misturadas posteriormente em um balde de polietileno de 10 L para homogeneizar as amostras em uma composta, sendo acondicionada em embalagem

de plástico para envio ao laboratório de análise de solos (MOREIRA et al., 2012). Obtendo os seguintes resultados na camada avaliada: pH (CaCl<sub>2</sub>) 5,20 mg dm<sup>-3</sup>, 5,35 de H<sup>+</sup> + Al<sup>3+</sup>; 7,35 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Ca<sup>2+</sup>; 2,58 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de Mg<sup>2+</sup>; 0,67 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de K<sup>+</sup>; 15,95 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> de capacidade de troca de cátions e 66,45% de saturação por bases (V%).

A cultivar utilizada foi a Tbio Toruk, que possui um ciclo precoce em média de 130 dias. A cultivar possui porte médio-baixo de 0,90 m. É moderadamente suscetível a ferrugem da folha (*Puccinia triticina*), manchas foliares (*Mycosphaerella fragariae*), oídio (*Erysiphe diffusa*), brusone (*Magnaporthe grisea*) e acamamento, é suscetível a giberela (*Gibberella zeae*), e resistente a germinação na espiga e debulha (COPERCAMPOS et al., 2017).

O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso, com os tratamentos constituídos pela aplicação de um bioestimulante a base de *Ascophyllum nodosum* em diferentes estádios de desenvolvimento sendo: T1 = Testemunha, sem aplicação do extrato de alga; T2 = aplicação no tratamento de sementes; T3 = aplicação no tratamento de sementes + período de afilhamento de E3; T4 = aplicação no período de afilhamento de E3; T5 = aplicação no início de alongamento (E6); T6 = tratamento de semente + alongamento (E6); T7 = tratamento de semente + E3 + E6. Cada tratamento continha quatro repetições, totalizando 28 parcelas experimentais com um tamanho de 3,00 x 7,00 m, totalizando uma área experimental total de 588 m<sup>2</sup>. Os estádios utilizados e designados pela letra E, segue a escala de Feekes modificado por Large (1954).

A semeadura foi realizada no dia 24 de abril de 2023 em uma área de sistema de semeadura direta, onde apresentava palhada de milho. Foi utilizado o espaçamento de 0,17 m entre linhas, com uma profundidade de 0,04 m, com um estande de 330 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Para a adubação de base foi usado o adubo com formulação NPK 10-15-15 na quantia de 120 kg ha<sup>-1</sup>. Já o tratamento de sementes (TS) foi realizado no dia da semeadura com o bioestimulante nas parcelas indicadas nos tratamentos com o uso do TS, sendo utilizados 15 mL do produto para cada 5 kg de semente. Com base na análise de solo e, visto que as plantas apresentavam um amarelecimento, foi realizada uma aplicação de ureia a lanço 12 dias após a semeadura (DAS) com uma dose de 247 kg ha<sup>-1</sup> em que as plantas ainda estavam em estádio E1, porém, algumas plantas estavam iniciando o afilhamento.

No dia 27 de maio, 33 dias após a semeadura (DAS), foi realizada a aplicação do bioestimulante a base do extrato da alga (*Ascophyllum nodosum*) no estádio E3 do trigo caracterizado pelo afilhamento e ao mesmo tempo crescimento de raízes adventícias. Foi usada uma dose de 300 mL ha<sup>-1</sup>, realizado manualmente com auxílio de bomba

costal, no momento da aplicação a temperatura era de 21°C, com umidade relativa de 70%, realizado na parte da manhã.

No dia 9 de junho, 46 DAS, foi realizado a aplicação do bioestimulante no estádio E6 caracterizado pelo alongamento do colmo e espiguetas terminal, sendo utilizado uma dose de 300 mL ha<sup>-1</sup>, aplicado da mesma forma dos tratamentos anteriores. Nesse mesmo dia, foi realizada também uma aplicação de inseticida para controle de *Diabrotica speciosa*, que se não controlado a fase larval desta praga, se alimenta das raízes e, interfere na absorção de nutrientes e água, além de reduzir a sustentação das plantas. Foi aplicado o inseticida Engeco pleno que possui o ingrediente ativo tiametoxam e lambda-cialotrina, com o grupo químico neonicotinoide e piretroide, usando uma dose de 50 mL ha<sup>-1</sup>. No momento das aplicações a temperatura era de 22°C, com umidade relativa de 70%, realizado na parte da manhã.

Para a mensuração das variáveis biométricas, foram selecionadas 10 plantas aleatoriamente por parcela. Foi utilizada uma trena para fazer a medição da altura das plantas, tendo como distância (cm) da área do colmo da planta até seu ponto mais alto e, realizado também o comprimento de raiz. O diâmetro do colmo foi medido com um paquímetro na sua base, 5 cm acima do solo usando o perfilho principal. Foi realizado também a contagem dos perfilhos manualmente e, foi realizado a avaliação da clorofila, a qual pode ser realizada por medida direta, em que se estuda o fracionamento da mesma, e a medida indireta, que é realizada pelo clorofilômetro (SPAD – Soil Plant Analysis and Development), de maneira rápida e não destrutiva. Neste caso foi realizado o método indireto, com a leitura realizada no terço médio da folha bandeira de cinco plantas por parcela, no estádio de florescimento da cultura.

Para análise do número de espiguetas por espiga, foram utilizadas as mesmas espigas da avaliação. A contagem foi realizada a partir da quantidade de espiguetas presentes em cada espiga, manualmente, contabilizando as médias de cada parcela dentro de sua área útil, e da mesma forma foi contabilizado o número de grãos por espiga. Para massa de mil grãos foi realizado a pesagem dos grãos das 10 plantas coletadas de cada parcela, em balança de precisão e com umidade ajustada a 13%, conforme metodologia descrita por Brasil (2009), onde foi utilizado amostra dos grãos colhidos de cada tratamento.

Os dados foram tabulados e submetidos a análise de variância ao nível de 5% de significância pelo Teste F, e as médias qualitativas comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas utilizando o programa estatístico SISVAR 5.6 - Sistemas para análise de variância (FERREIRA et al., 2011).



## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Observa-se na Figura 1, as condições meteorológicas durante o período de condução deste

trabalho, onde pode-se observar uma alta precipitação logo após a implantação no mês de abril e, posteriormente uma boa distribuição hídrica e baixa variação de temperatura.

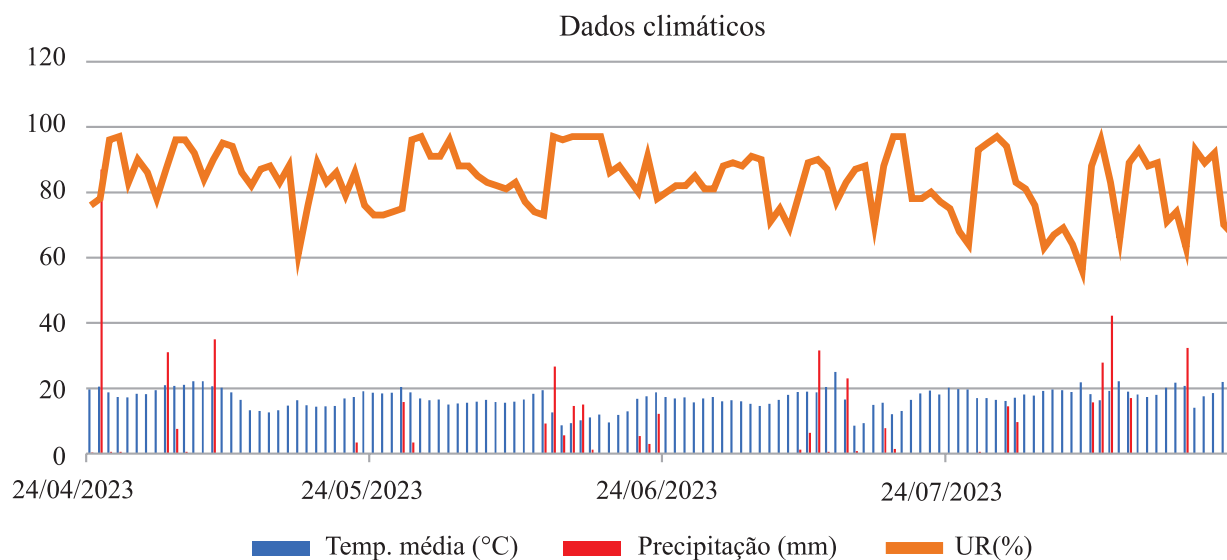


Figura 1 - Temperatura média (°C), precipitação (mm) e umidade relativa (%) durante os meses da cultura implantada na região de Toledo, PR.

Fonte: Instituto nacional de meteorologia, 2023.

No dia 17 de junho, 54 DAS, foi realizada a primeira avaliação do experimento que se encontrava no estádio E8 caracterizado pelo início de emborrachamento, folha bandeira visível mais ainda enrolada, sendo assim foi analisando as variáveis possíveis que são: comprimento de parte aérea, comprimento de raiz, diâmetro de colmo, índice SPAD e número de perfilhos (Tabela 1), onde houve efeito significativo para as variáveis comprimento da parte aérea (CPA) e comprimento de raiz (CR), entretanto, não houve efeito significativo para diâmetro de colmo (DC), índice SPAD (SPAD) e número de perfilho (NP).

Na variável comprimento de parte aérea, o tratamento TS + E3 + E6 obteve a maior média, diferenciando-se dos tratamentos que receberam o bioestimulante de maneira isolada no estádio E3, E6 e, da não aplicação do mesmo (testemunha). Isso se explica devido ao extrato de algas marinhas possuírem compostos contendo reguladores vegetais como a auxina que atua no alongamento do ápice caulinar, folhas jovens e frutos e sementes em desenvolvimento. As auxinas produzidas são transportadas ao longo do caule em direção às raízes. Este

transporte unidirecional é chamado de transporte polar. Ele ocorre através das células parenquimáticas que circundam os tecidos vasculares, principalmente o xilema, de forma ativa, ou seja, com gasto de energia (TAIZ et al., 2013).

Neste caso o bioestimulante pode ser aplicado em conjunto com inseticidas e fungicidas com o objetivo de economia de tempo e reduções de custo de aplicação. E as vantagens do maior comprimento de parte aérea são o aumento da biomassa e do volume de palhada e consequentemente ocorrendo a proteção do solo, aumento da área fotossintética na produção de fotoassimilados e ainda a possibilidade do trigo ser utilizado para forragem.

Vale a pena ressaltar, que esse aumento do CPA, pode ter uma relação com uma maior absorção do bioestimulante, já que foi realizado a aplicação em TS e nas aplicações aéreas de E3 e E6. Entretanto, mesmo podendo ser aplicado em conjunto com defensivos agrícolas como descrito acima, a aplicação em diferentes estádios da cultura, não diferiu da aplicação no tratamento de sementes.

Tabela 1 - Médias, média geral, valores de F e coeficiente de variação (CV), para as variáveis; Comprimento de parte aérea (CPA), Comprimento de raiz (CR), Diâmetro de colmo (DC), índice SPAD (SPAD) e número de perfilho (NP), em função da aplicação de bioestimulante em diferentes estádios de desenvolvimento do trigo, cultivados em Toledo – PR, safra 2023

Fonte de variação	CPA	CR	DC	SPAD	NP
Estádios de desenvolvimento da cultura	cm				
Testemunha	38,02 cd	8,59 b	0,37 a	43,85 a	7,25 a
TS	45,75 abc	11,52 a	0,38 a	43,37 a	7,00 a
TS + E3	47,45 ab	11,70 a	0,39 a	43,82 a	8,75 a
E3	39,85 bcd	7,77 b	0,37 a	45,82 a	6,50 a
E6	33,22 d	9,15 b	0,36 a	46,32 a	8,50 a
TS + E6	46,92 ab	11,92 a	0,39 a	44,85 a	8,00 a
TS + E3 + E6	49,62 a	12,57 a	0,42 a	46,32 a	7,50 a
	Valor de F				
	13,07*	20,00*	1,53 <sup>ns</sup>	0,86 <sup>ns</sup>	2,31 <sup>ns</sup>
	Média geral				
	42,97	10,46	0,38	44,91	7,64
CV (%)	7,74	8,12	8,73	6,02	14,01
DMS	7,77	1,98	0,07	6,31	2,50

Nota: <sup>ns</sup>: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; \* : significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Fonte: os autores, 2023.

Para a variável comprimento de raiz, o tratamento TS + E3 + E6 também obteve melhor resultado, assim como os outros tratamentos que tiveram a aplicação no TS, diferindo-se do tratamento testemunha e das aplicações isoladas em E3 e E6. Devido a presença da auxina que estimula o crescimento das raízes, pelos radiculares, raízes laterais e adventícias através do alongamento celular, sendo assim, o extrato de algas afeta o metabolismo celular vegetal, influenciando positivamente o crescimento da planta (BONILL et al., 2011). O produto utilizado neste estudo, possui 0,02% do aminoácido triptofano, que é precursor da síntese de auxina (CARVALHO; CASTRO, 2014).

A vantagem do aumento do comprimento das raízes, contribui diretamente com a absorção aumentada de nutrientes. Também ajudam a quebrar a dormência das sementes, regulam a floração e tamanho dos frutos, além de induzirem as atividades do sistema fotossintético e dos tecidos vegetativos (PARADIKOVIĆ et al., 2019).

As variáveis diâmetro de colmo, índice SPAD e número de perfilho, não apresentaram diferenças

significativas na comparação de médias entre os tratamentos testados, ou seja, o produto a base de extrato de algas não proporcionou ganhos nestas três variáveis. Um dos fatores de não ter ocorrido diferença nessas variáveis foi o clima, pois no período de cultivo (até estágio E10 – espigamento), foi um clima favorável para a cultura, onde ocorreram chuvas regulares e temperaturas amenas, sendo assim, **não** houve adversidades durante o período de aplicação do bioestimulante de acordo com o desenvolvimento da cultura para a eficácia do produto.

Em estudo com a cultura do milho segunda safra em Minas Gerais, Souza et al. (2023) encontraram resultado positivo em produtividade testando diferentes doses de extrato de *Ascophyllum nodosum* no onde mesmo sob irrigação suplementar, a cultura passou por restrição térmica e luminosa, e que associado às menores taxas de umidade relativa do ar, causaram estresses nas plantas, que puderam ser atenuados pelos compostos bioativos dos extratos de algas.





De acordo com Shukla et al. (2019), conforme é extraído e aplicado, bioestimulantes a base de extrato de algas, podem desempenhar várias funções nas plantas, que segundo Dourado Neto et al. (2014), quando aplicado em sementes, houve maior enraizamento, aumentando a tolerância a estresses como o hídrico, resultado que corrobora com o trabalho de Battacharyya et al. (2015), que observaram aumento no crescimento tanto de parte aérea como de raízes, aumentando pegamento de flores e desenvolvimento de frutos em plantas hortícolas.

O extrato de *A. nodosum* pode estimular a síntese de metabólitos primários, que protegem a planta do estresse e que, através de alterações lipídicas, diminuem a morte celular e degradação de cloroplastos. Plantas quando expostas ao tratamento com extrato comercial de *A. nodosum* exibe maior tolerância à seca, aumentando a fotossíntese e a condutância estomática (CHRYSARGYRIS et al., 2018). Com isso, neste caso o trigo não sofreu com estresse hídrico, para que o produto pudesse agir na planta, portanto, não houve resultado nas variáveis diâmetro de colmo, índice SPAD e número de perfilho.

Quanto a importância do índice SPAD, reside que a determinação da clorofila apresenta estreita correlação com o teor de nitrogênio da planta, nutriente este base para os manejos de adubação a base deste elemento. De acordo com Marengo e Lopes (2005), alguns trabalhos de pesquisa têm demonstrado que, para algumas culturas, a concentração de clorofila ou o enverdecimento das folhas se correlaciona positivamente com a concentração foliar de N. Isso se dá pelo fato de que 70% do N contido nas folhas estão nos cloroplastos, participando da síntese e da estrutura das moléculas de clorofila. Portanto, o teor de clorofila no final da fase vegetativa tem sido relacionado com o estado nutricional de N de diversas culturas (PORTO et al., 2011).

Quanto as variáveis apresentadas na Tabela 2, houve diferença significativa quanto aos tratamentos aplicados para todos os parâmetros; número de espiguetas (NE), número de grãos por espiguetas (NGE), massa de mil grãos (MMG) e produtividade (PROD).

Tabela 2 - Médias, média geral, valores de F e coeficiente de variação (CV), para as variáveis; Número de espiguetas (NE), número de grãos por espiga (NGE), massa de mil grãos (MMG) e produtividade de grãos (PROD) em função da aplicação de bioestimulante em diferentes estádios de desenvolvimento do trigo, cultivados em Toledo – PR, safra 2023.

Fonte de variação	NE	NGE	MMG	PROD
Estádios de desenvolvimento da cultura			— g —	— kg ha <sup>-1</sup> —
Testemunha	24,50 ab	21,75 b	22,75 ab	2220,26 bc
TS	34,75 ab	31,25 a	25,00 a	2633,04 a
TS + E3	27,25 ab	23,75 ab	17,75 c	1477,73 e
E3	23,25 b	18,50 ab	20,25 bc	1741,52 d
E6	24,00 ab	20,00 ab	20,25 bc	2186,06 c
TS + E6	31,25 ab	27,25 ab	22,50 ab	1841,66 d
TS + E3 + E6	35,25 a	30,00 a	18,75 c	2352,15 b
	Valor de F			
	4,14*	4,16*	18,74*	197,00*
	Média Geral			
	28,60	24,64	21,03	2064,63
CV (%)	17,60	19,73	5,53	2,73
DMS	11,76	11,36	2,71	131,93

Nota: <sup>ns</sup>: não significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; <sup>\*</sup>: significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Fonte: os autores, 2023.

Nas variáveis de produção, o TS foi melhor nas três variáveis, pois houve uniformidade de aplicação via semente, permitindo maior absorção pelo órgão, e consequentemente maior estímulo a plântula, devido a não ocorrer perda da dose como ocorre via campo, onde parte da dose é depositada no solo. Outro fator importante para a planta, é a temperatura ideal na emergência, sendo entre 15 e 20°C e, neste caso ocorreu por volta dos 17°C e, com precipitações pluviométricas desejáveis.

O número de espiguetas por espiga de trigo o mesmo tratamento que resultou em maior crescimento de parte aérea e raiz, auxiliou no aumento desta variável, entretanto, sua média, diferiu apenas do tratamento quando aplicado no estágio de E3 e, igual estatisticamente a testemunha. Portanto, esse parâmetro avaliado não permite darmos ênfase em uma melhor estratégia de manejo do bioestimulante, pois o tratamento testemunha foi igual estatisticamente a ambos os tratamentos citados neste parágrafo. Esperava-se que a aplicação em E3, pudesse aumentar este componente de produção, já que se inicia a formação de espiguetas, finalizando em estágio E6, entretanto, não diferiu da aplicação em TS e, do tratamento testemunha.

A aplicação do bioestimulante via TS e TS + E3 + E6, diferiu do tratamento testemunha que não recebeu a aplicação do bioestimulante para a variável NGE. Entretanto, estes dois tratamentos (TS e TS + E3 + E6), não se diferiram dos demais tratamentos. Pode-se afirmar que a aplicação em TS é suficiente em proporcionar ganho nesta variável de produção, proporcionando a cultivar de trigo a expressar seu potencial produtivo de número de grãos por espiguetas, por meio do fornecimento nutricional adequado desde o início do desenvolvimento da planta, permitindo maior índice de fertilidade as espiguetas.

Quanto a massa de mil grãos (MMG), pode-se observar na tabela 2, que os valores estão abaixo da massa de grãos características do material que é de aproximadamente 37 g. Tal fato resultou em um PH (Peso do hectolitro) baixo, fora de tipo, em que os resultados proporcionaram em alto coeficiente de variação, portanto, não sendo apresentados estes dados. Entretanto, mesmo assim, a aplicação em TS, diferiu da maioria dos tratamentos, com exceção de quando aplicado em TS + E6.

Um dos fatores ocorrentes da baixa massa de mil grãos, foi o surgimento da doença brusone causada pelo fungo *Pyricularia grisea* no fim do ciclo da cultura na fase do enchimento do grão, que teve ocorrência em todas as parcelas. Tal doença é potencializada pelas condições climáticas, sendo que as condições favoráveis são temperaturas variando de 25 a 28°C e 10 a 14 horas de

molhamento do tecido vegetal, causando um branqueamento na parte da espiga a partir do ponto de infecção no raquis, assim ocorrendo a interrupção de nutrientes para a parte superior do ponto de infecção, fazendo com que os grãos formados na parte branca se tornem chochos.

Conforme as variáveis anteriores, percebe-se que aplicação em TS se destacou junto com outros tratamentos para a maioria das variáveis analisadas, conforme com o que foi observado. Entretanto, o que proporcionou maior produtividade, foi a influência do comprimento radicular e do NGE. O componente de produção de maior importância para as culturas graníferas, são os grãos. Portanto, esta variável analisada foi a que mais impactou na produtividade, possivelmente devido a uma maior absorção de água e nutrientes, referente a um maior desenvolvimento radicular proporcionando pela aplicação do bioestimulante via semente.

Ressalta-se que a aplicação do tratamento de sementes usando o extrato de algas, resulta em um maior crescimento radicular das plântulas, o que pode ajudar no estabelecimento em campo, promovendo efeito enraizador, acelerando a germinação e estimulando o crescimento de raízes primárias e secundárias. Além disso, o tratamento ainda incrementa a massa seca dos grãos, aumentando assim a produtividade, melhora o equilíbrio fisiológico das plantas e incrementa o crescimento vegetativo, proporcionando uma melhor uniformidade de estande e fornecendo esses benefícios para planta adulta expressar todo o seu potencial produtivo (ROCHA et al., 2020).

Frente aos desafios em que o mundo enfrente quanto a segurança alimentar e a conservação dos recursos naturais, a agricultura precisa se adaptar e inovar. Talvez, o maior desafio no uso de algas, seja a seleção de espécies de apropriadas para as diferentes condições agrícolas, devido a variabilidade na composição dos extratos e das necessidades dos diferentes tipos de solos. Sabe-se que as algas são fontes de nutrientes para as plantas, podendo melhorar a qualidade do solo devido aos nutrientes disponíveis e pelo aumento da matéria orgânica, o que pode ser benéfico para a agricultura. Perspectivas futuras incluem a produção de fertilizantes orgânicos à base de algas, que podem reduzir a dependência de fertilizantes químicos. Além disso, as algas também têm potencial na produção de bioplásticos sustentáveis, contribuindo para a agricultura ecológica.

## CONCLUSÕES

A aplicação do bioestimulante via tratamento de sementes (TS) e, associado em combinações com as



aplicações aéreas, foram os tratamentos que conferiram as melhores médias para a maioria das variáveis analisadas, como o comprimento de raiz. Entretanto, quando aplicado o bioestimulante isoladamente em TS, permitiu uma maior produtividade, diferindo-se dos demais tratamentos, sendo, portanto, viável economicamente quanto a sua aplicação.

O aumento da produtividade em relação a aplicação em TS, deve-se principalmente em relação ao desenvolvimento radicular das plantas, permitindo possivelmente maior nutrição das plantas. Isso refletiu em acréscimos na massa de mil grãos, no número de espiguetas e grãos por espiguetas.

## 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, 2008.
- BATTACHARYYA, D. et al. Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, v. 196, p. 39–48, 2015.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. *Secretaria de Defesa Agropecuária*. Brasília, DF: Mapa/ACS. p.395.2009
- BONILL, G. A. E. *Seleção de Bactérias Diazotróficas Solubilizadoras de Fósforo e seu Efeito no Desenvolvimento de Plantas de Arroz*. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2011.
- BUCHELT, A. C., Metzler, C. R., Castiglioni, J. L., Dassoller, T. F., & Lubian, M. S. Aplicação de bioestimulantes e *Bacillus subtilis* na germinação e desenvolvimento inicial da cultura do milho. *Revista de Agricultura Neotropical*, 6(4), p.69-74. 2019
- CARVALHO, M.E.A. & CASTRO, P.R.C. 2014. *Extratos de algas e suas aplicações na agricultura*. 1 ed. ESALQ, Piracicaba.
- CHRYSARGYRIS, A. et al. Effects of *Ascophyllum nodosum* seaweed extracts on lettuce growth, physiology and fresh-cut salad storage under potassium deficiency. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 98, n. 15, p. 5861–5872, 2018.
- COELHO, J.D. Trigo: produção e mercados. *Caderno Setorial do Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste*, v.5, n. 151. Janeiro, 2021.
- COPERCAMPOS. Cultivar trigo tbio toruk, 2017. Disponível em: <https://www.sementescopercampos.com.br/tbio-toruk.html> Acesso em: 06 de abril de 2023.
- DOURADO NETO, D., DARIO, G. J. A., BARBIERI, A. P. P., & MARTIN, T. N. Ação de bioestimulante no desempenho agrônômico de milho e feijão. *Bioscience Journal*. 30 (1), 371-379, 2014.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- FERREIRA, L. L., Souza, B. R., Pereira, A. I. A., Curvêlo, C. R. S., Fernandes, C. S., Dias, N. S., & Nascimento, E. K. A. *Bioestimulante e nitrogênio de liberação gradual no desempenho do sorgo*. *Nativa*, 7(4), p.330- 335. 2019.
- Instituto nacional de pesquisa, 2023. Disponível em: <https://tempo.inmet.gov.br/TabelaEstacoes/A001>. Acesso em: 8 nov 2023.
- LARGE, E. C. Growth stage in cereals: illustration of the Feekes scale. *Plant Pathology*, v.3, p.128-129, 1954. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.1954.tb00716.x>. Acesso em: 04 maio 2022.
- MANFRON. P. A. *RIGO - Aspectos agrometeorológicos*. Scielo. Santa Maria, RS, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/jL4gmHG6ZskxRTjRkX4VjM/> Acesso em: 03 de maio de 2023.
- MARENCO RA; LOPES NF. 2005. Fisiologia Vegetal: fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral. 2. ed. Viçosa: UFV. 439p.
- MELO, A, V. *Uso de bioestimulantes no crescimento de plantas de zea maysl*. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.12, n.3, p. 307-318, 2013.
- MOREIRA, A. Precisão é exigência na coleta de solo. *Campo & Negócios*, Uberlândia, v. 9, p. 6-8, 2012.
- PARADIKOVIĆ, N. et al. Biostimulants research in some horticultural plant species—A review. *Food and Energy Security*, v. 8, n. 2, p. 1–17, 2019.
- PORTO M.L; PUIATTI M; FONTES PCR; CECON PR; ALVES JC; ARRUDA JA. Índice SPAD para o diagnóstico do estado de nitrogênio na cultura da abobrinha. *Horticultura Brasileira* 29: 311-315.2011
- ROCHA, R. R. (2020). Algas no tratamento de sementes. *Campo e negócios*. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/algas-no-tratamento-de-sementes/> Acesso em: 18 de setembro de 2023.
- ROCHA, R. R. (2022). Produtividade da soja x aplicação de bioestimulantes. *Campo e negocio online*. Disponível



em: <https://revistacampoenegocios.com.br/produktividade-da-soja-xaplicacao-de-bioestimulantes/>. Acesso em: 16 de maio de 2023.

SHUKLA, P. S. et al. *Ascophyllum nodosum*-based biostimulants: Sustainable applications in agriculture for the stimulation of plant growth, stress tolerance, and disease management. *Frontiers in Plant Science*, v. 10, n. May, p. 1–22, 2019.

SOUZA, L. P. de et al. Bioestimulante *Ascophyllum nodosum* na cultura do milho. *Research, Society and Development*, v. 12, n. 2, e21112240072, p. 1-7, 2023.

TAIZ. L; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*. 5ª ed. Porto Alegre: Artmed, 918 p.2013.

WENNECK, G. S.; SAATH, R.; REZENDE, R.; SILVA, L. H. M. SPAD index and leaf pigments in cauliflower in different water conditions and silicon fertilization. *Revista Engenharia na Agricultura*, v.29, p.204-210, 2021. DOI:10.13083/reveng. v29i1.12460.

Recebido para publicação em 10/11/2023, aprovado em 06/07/2024 e publicado em 30/07/2024.

