

USO DE BIOESTIMULANTES NA CULTURA DE MILHO

Thiago Pontes ¹; Bruno Novaes Menezes Martins ²

¹Graduando do Curso de Engenharia Agrônômica – Faculdade Galileu - Botucatu/SP;

²Docentes da Faculdade Galileu - Botucatu/SP

E-mail do aluno: tppontes88@gmail.com

RESUMO

No Brasil, o milho é cultivado em todo o país e pode ser colhido em até três safras, com produção anual de aproximadamente 102 milhões de toneladas. No entanto, o setor agrícola enfrenta vários obstáculos para aumentar a produção de alimentos para servir uma população crescente, melhorar a eficiência na utilização de recursos e minimizar os impactos ambientais e na saúde humana. Bioestimulantes são misturas de reguladores de crescimento vegetal compostas por um ou mais componentes químicos, como aminoácidos, nutrientes e vitaminas. Nesse contexto, o presente artigo visa encontrar evidências acerca dos benefícios do uso de bioestimulantes na cultura de milho para a melhoria da qualidade dos grãos e da produtividade. Foi realizada uma busca de artigos originais em bancos de dados como Google Acadêmico e SciELO, obtendo-se 19 publicações datadas de 2020 a 2024, disponíveis na íntegra, em língua portuguesa e abordando o tema escolhido. Os bioestimulantes que se mostraram mais eficazes foram aqueles compostos por extratos de algas marinhas, como Acadian®, Phylgreen Gemma®, Vitakelp® e Stimullum®, além de formulações hormonais como o Stimulate® e misturas contendo aminoácidos ou micronutrientes (ex.: Booster® e Speed Advantage®). Conclui-se que o uso dos bioestimulantes na cultura de milho é promissor e possui bom custo-benefício, devido ao aumento da produtividade, sendo considerado uma alternativa viável para melhoramento da produção e qualidade de milho.

Palavras-chave: Bioestimulantes; Fitoprotetores; Milho.

ABSTRACT

In Brazil, corn is grown throughout the country and can be harvested in up to three harvests, with an annual production of approximately 102 million tons. However, the

agricultural sector faces several obstacles to increasing food production to serve a growing population, improve resource efficiency, and minimize environmental impacts on the environment and human health. Biostimulants are mixtures of plant growth regulators composed of one or more chemical components, such as amino acids, nutrients, and vitamins. In this context, this article seeks to find evidence on the benefits of using biostimulants in corn crops to improve grain quality and productivity. A search for original articles was carried out in databases such as Google Scholar and SciELO, obtaining 19 publications dated from 2020 to 2024, available in full, in Portuguese, and addressing the chosen topic. The most effective biostimulants were those composed of seaweed extracts, such as Acadian®, Phylgreen Gemma®, Vitakelp®, and Stimullum®, as well as hormonal formulations like Stimulate® and mixtures containing amino acids or micronutrients (e.g., Booster® and Speed Advantage®). It is concluded that the use of biostimulants in corn crops is promising and has a good cost-benefit ratio, due to productivity, and is considered a viable alternative for improving corn production and quality.

Keywords: *Biostimulants; Phytoprotectants; Corn.*

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é uma cultura de elevada relevância econômica e social para o mundo, cultivada em diversos países do planeta como alimento para seres humanos e animais e para produção de biocombustíveis (EMBRAPA, 2019). Esta *commodity* consiste em um alimento básico com uma produção total superior ao trigo e ao arroz (REHMAN *et al.*, 2021), tornando-se o terceiro mais importante cultura de cereais do mundo (ALI *et al.*, 2020).

Entre os maiores produtores, destacam-se os Estados Unidos, a China e o Brasil, cuja produção combinada respondeu por 64% dos 1,11 milhão de toneladas produzidas em 2019/20 (CONAB, 2020). Enquanto o Brasil acumulou 18.482,4 mil.ha⁻¹ de área plantada, 5.690 kg.ha⁻¹ de produtividade e 105.167,2 mil toneladas de produção na safra 2020/21 (CONAB, 2020). Já no biênio 2021/22, área de plantio de milho atingiu 21,2389 milhões de hectares, apresentando crescimento positivo em relação ao ano anterior, e a produção foi de 115,6021 milhões de toneladas (CONAB, 2021). A área cultivada com milho na safra 2024/25 foi estimada em aproximadamente 21,3131 milhões de hectares, um aumento de cerca de 1,2% em relação à safra anterior

(2023/24). A produção total de milho (somando todos os ciclos) está estimada em 124,7434 milhões de toneladas, representando um crescimento de 7,8% sobre o volume produzido em 2023/24 (CONAB, 2025).

Para a safra 2024/25, a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2025) estima que a produção total de milho alcance 124,7 milhões de toneladas, representando um crescimento de aproximadamente 9,9% em relação à safra anterior. Esse aumento é atribuído à combinação de uma expansão moderada da área cultivada e, principalmente, à melhoria nos índices de produtividade por hectare. O estado do Paraná permanece como um dos principais produtores de milho do país, figurando entre os três maiores, ao lado de Mato Grosso e Minas Gerais (CONAB, 2025). O consumo do grão está previsto em 1,14 milhão de toneladas, que corresponde a 1,7% abaixo da produção global, portanto, seus estoques se encontram reduzidos (USDA, 2021).

Além disso, o setor agrícola enfrenta vários obstáculos para aumentar a produção de alimentos para servir uma população crescente, melhorar a eficiência na utilização de recursos e minimizar os impactos ambientais e na saúde humana (MALIK *et al.*, 2021). Como parte da solução, atualmente, existem no mercado diversos produtos naturais e sintéticos denominados bioestimulantes, constituídos por misturas de aminoácidos, vitaminas, micronutrientes e reguladores de crescimento vegetal (FRASCA *et al.*, 2020).

Nesse contexto, este artigo tem como objetivo reunir evidências científicas sobre os efeitos do uso de bioestimulantes na cultura do milho, com foco na produtividade e qualidade dos grãos.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Definição e tipos de bioestimulantes

Bioestimulantes são misturas de reguladores de crescimento vegetal compostas por um ou mais componentes químicos, como aminoácidos, nutrientes e vitaminas, que promovem o crescimento independentemente do fornecimento direto de nutrientes. Facilitam a expressão do potencial genético da planta, promovem o equilíbrio hormonal e estimulam o desenvolvimento das raízes. São produtos naturais ou sintéticos que podem ser aplicados diretamente nas plantas ou como tratamentos de sementes destinados a modificar seus processos vitais, aumentando assim o rendimento e a qualidade (SILVA *et al.*, 2018).

2.2 Uso prático na agricultura

O estresse biológico causado por patógenos, herbívoros e ervas daninhas pode reduzir a produtividade das culturas de milho em cerca de 30%, enquanto o estresse abiótico, como seca, salinidade, frio, geadas e inundações, pode reduzir a produtividade das culturas em mais de 65% (WANG *et al.*, 2013).

Nesse contexto, os bioestimulantes contêm substâncias que contribuem para o bom crescimento e desenvolvimento das plantas (ARAÚJO *et al.*, 2021). Portanto, o uso de substâncias com efeitos bioestimulantes torna-se uma opção viável para ajudar a mitigar os efeitos negativos que são causados principalmente por agentes não biológicos que prejudicam o ciclo da cultura (SILVA CAVALCANTE *et al.*, 2020).

É um produto cuja classificação indica um regulador de crescimento que atua no crescimento e desenvolvimento das plantas, fornecendo-lhes mais nutrientes e água, melhorando sua absorção e qualidade, sem utilizar produtos nocivos às plantas (PERUCHINI & RUPOLLO, 2020).

Quando aplicados nas fases iniciais de desenvolvimento da muda ou no tratamento de sementes, atuam na planta aumentando hormônios e nutrientes, o que pode melhorar alguns processos vitais e estruturais da muda e estimular o desenvolvimento inicial da planta (RÓS *et al.*, 2015). Cunha *et al.* (2016) ainda acrescentam que, dependendo da composição, concentração e proporção de suas substâncias, podem melhorar a iniciação das plantas nos estágios iniciais, estimulando a divisão celular e aumentando a absorção de água e nutrientes.

Também podem beneficiar indiretamente as culturas, como fornecer gradualmente carbono ao solo, alterar sua estrutura, ajudar na redução da compactação, além de manter a microbiota da rizosfera (YAKHIN *et al.*, 2017).

2.3 Mecanismo de ação

Quanto ao mecanismo de ação, os bioestimulantes atuam através de múltiplos meios, incluindo a ativação do metabolismo do nitrogênio, a liberação de fósforo do solo, promovendo a atividade microbiana no solo, estimulando o crescimento das raízes e melhorando o desenvolvimento das plantas (YAKHIN *et al.*, 2017). Por serem obtidos de diferentes fontes orgânicas, a maioria dos bioestimulantes possui uma composição

complexa, o que cria dificuldades na determinação do seu mecanismo de ação e, portanto, na definição legal dessas substâncias (CONSELVAN *et al.*, 2017).

2.4 Produtos comercialmente existentes

Uma dessas abordagens envolve o uso de bioestimulantes, que consistem em uma combinação de reguladores vegetais, como auxinas, citocininas e giberelinas, além de aminoácidos, nutrientes e vitaminas (THOMÉ, 2021). Atualmente, nove principais hormônios vegetais foram reconhecidos, a exemplo das auxinas, giberelinas, citocininas, ácido abscísico, etileno, brassinoesteróides, jasmonatos, salicilatos, poliaminas e, por fim, as estrigolactonas (RODRIGUES & FIOREZE, 2015). No Quadro 1 é possível consultar a composição de algumas marcas comerciais de bioestimulantes:

Quadro 1 – Marcas comerciais de bioestimulantes e suas composições

Bioestimulante	Composição
Acadian®	Extrato de algas marinhas <i>Ascophyllum nodosum</i>
Bioenergy®	Extrato de alga marinha da espécie <i>A. nodosum</i> e aditivado com glicina
BioPower Plus®	Extrato de Algas <i>A. nodosum</i>
Biozyme®	Sulfato Ferroso, Sulfato de Manganês e Solução de Nitrato de Zinco.
Booster®	Zinco e Molibdênio, hormônios como AIA e ABA (reguladores de crescimento) e extrato da alga <i>Ecklonia máxima</i> .
Inductor Amino Ultra®	22% manganês; 24% zinco; 24% cobre e 20% ferro.
Improve Max®	Zinco e Molibdênio.
Phylgreen Gemma®	Nitrogênio, cálcio, boro e extrato puro de alga <i>A. nodosum</i> .
Rootmax®	Extrato de algas; Nitrogênio, Fósforo e Potássio.
Speed Advantage®	4% Nitrogênio solúvel em água; 15% de carbono orgânico total e 25% de aminoácidos.
StarG®	5,2% Nitrogênio solúvel em água; 0,4% óxido de potássio solúvel em água
Stimulate®	Cinetina, Ácido Giberélico e Ácido 4-Indol-3-Ilbutírico
Stimullum®	Extrato de algas marinhas <i>A. nodosum</i>
Vitakelp®	Extrato de algas <i>Durvillaea Potatorum</i> , <i>Kappaphycus Alvarezii</i> e <i>A. Nodosum</i> : 15% nitrogênio; 4,5% carbono orgânico total; 1% potássio
Vitan®	Nitrogênio: 6,5%; Fósforo: 8%; Potássio: 8%; Cálcio: 1%; Magnésio: 0,5%; Boro: 0,6%; Manganês: 0,5%; Zinco: 1%; Carbono Orgânico Total: 8%

Fonte: Próprio autor (2024)

Diversas destas formulações de bioestimulantes têm sido utilizadas na cultura do milho com respaldo científico, destacando-se especialmente aquelas à base de extratos de algas marinhas, reguladores de crescimento vegetal e aminoácidos.

O Acadian®, formulado com extrato da alga *Ascophyllum nodosum*, possui comprovação científica específica para o milho. Estudos, como o de Abdel-Mawgoud *et*

al. (2020), demonstram que sua aplicação promove incrementos na produtividade e maior tolerância da planta a estresses ambientais. De maneira semelhante, o BioPower Plus®, também composto por extrato de *A. nodosum*, apresenta efeitos positivos sobre o crescimento e rendimento da cultura do milho, conforme evidenciado por Khan *et al.* (2009).

Outro exemplo é o Phylgreen Gemma®, que combina extrato puro da mesma alga com nitrogênio, cálcio e boro. Relatórios técnicos e artigos especializados indicam benefícios expressivos dessa formulação, especialmente nos estágios iniciais do desenvolvimento do milho, por favorecer a nutrição e o vigor das plantas. Já o Stimulate® contém reguladores de crescimento como cinetina, ácido giberélico e ácido 4-indol-3-ilbutírico, e tem eficácia comprovada em estimular o enraizamento e o crescimento vegetativo do milho, contribuindo para o aumento da produtividade, conforme demonstrado por Santos *et al.* (2014).

O Booster® associa hormônios como o AIA e ABA ao extrato da alga *Ecklonia máxima*, além de zinco e molibdênio. Pesquisas acadêmicas apontam que essa formulação favorece o desenvolvimento inicial da cultura e melhora a absorção de nutrientes, com impactos positivos no rendimento final. Por fim, o Speed Advantage®, que contém nitrogênio solúvel, carbono orgânico total e aminoácidos livres, também tem respaldo em estudos nacionais. De acordo com Frazão *et al.* (2021), bioestimulantes com alto teor de aminoácidos promovem maior vigor de plântulas de milho e aumentam a tolerância das plantas ao estresse hídrico.

3. METODOLOGIA

Para a discussão da temática dos bioestimuladores na cultura do milho foi realizada uma busca de artigos originais em bancos de dados como o Google Acadêmico e a *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), datadas de 2020 a 2024, disponíveis na íntegra, em língua portuguesa e abordando o tema escolhido. Foram utilizados os descritores: Bioestimulantes, Fitoprotetores e Milho. Como critérios de aceitação, foram filtrados artigos originais, em português e inglês, datadas de 2020 a 2024. Já os critérios de exclusão foram publicações não disponíveis na íntegra e fora da temática proposta.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Obteve-se 19 publicações datadas de 2020 a 2024, disponíveis na íntegra, em língua portuguesa e abordando o tema escolhido. Os resultados são apresentados no Quadro 2 abaixo:

Quadro 2 – Artigos selecionados de acordo com os critérios de elegibilidade

Autor	Produto(s)	Tipo de aplicação	Estresse?	Resultado principal
Carmo <i>et al.</i> (2021)	Booster®, Stimulate®, Vitakelp®	Trat. semente	Sim (hídrico)	Vigor inicial ↑
Mello, Santos e Ohse (2021)	BioPower Plus®, StarG®, ZnSO ₄ .7H ₂ O	Trat. semente	Não	Vigor afetado pelas doses
Gaioto <i>et al.</i> (2023)	Stimulate®, A. brasileira, nicotinamida	Pulverização foliar	Não	↑ produtividade e clorofila
Rosa (2020)	Rootmax®, Zn-10®, Masterfix®, Cropstar®, Vitavax-Thiram®	Trat. semente	Sim (diversos)	↑ vigor das plântulas
Mello <i>et al.</i> (2021)	BioPower Plus®, StarG®, ZnSO ₄ .7H ₂ O, CuSO ₄ .5H ₂ O	Trat. semente	Não	Sem efeito relevante
Ferreira (2024)	Speed Advantage®	Pulverização foliar	Não	↑ produtividade dos grãos
Souza <i>et al.</i> (2023)	Acadian®	Pulverização foliar	Não	↑ produtividade (200 mL.ha ⁻¹)
Luna Neto (2021)	Extrato pirolenhoso, extrato de algas, fitohormônios	Trat. semente	Não	↑ clorofila total
Amaro <i>et al.</i> (2023)	Stimulate®	Trat. semente	Sim (hídrico)	↑ tolerância ao déficit hídrico
Gonzaga, Andrade e Cabral (2023)	Stimullum®	Trat. semente	Não	Sem efeito significativo
Pimenta (2024)	Speed Advantage®	Trat. semente	Sim (térmico)	Sem efeito relevante
Nascimento e Anjos (2023)	Biozyme® + Acadian®	Trat. semente	Não	Sem influência significativa
Souza Netta et	Stimullum®	Pulverização	Não	Sem efeito

al. (2022)		foliar		exceto 200 mL.ha ⁻¹
Paula Souza et al. (2024)	Vitan®, Improve Max®, Inductor Amino Ultra®	Trat. semente	Não	Vitan ↑ espigas; Improve Max ↑ germinação
Moreira e Simonetti (2022)	Extrato de algas (bioestimulantes A e B)	Trat. semente	Não	Sem diferenças significativas
Basílio (2023)	Phylgreen Gemma®, Stimulate®	Trat. semente + foliar	Não	↑ massa da parte aérea seca
Canovas, Rodrigues e Silva (2023)	Bioenergy®, Transit®	Trat. semente	Sim (envelhecimento)	Sem aumento significativo de germinação
Thomé (2021)	Nicotinamida + Stimulate®	Pulverização foliar	Não	↑ produtividade nas duas safras
Alves <i>et al.</i> (2022)	Stimulate®, Exion Force®	Pulverização foliar	Não	↑ produtividade do milho

Fonte: Próprio autor (2024)

Carmo *et al.* (2021) estudaram os efeitos de bioestimulantes em dois híbridos das de milho superdoce Tropical Plus e BRS Vivi. As sementes híbridas foram tratadas com três bioestimulantes (Booster®, Stimulate® e Vitakelp®). Na variedade BRS Vivi, o bioestimulante Booster® atingiu altas taxas de germinação. Entre a variedade Tropical Plus, Booster® e Vitakelp® apresentaram maiores taxas de germinação. Porém, sob condição de pressão osmótica -0,3 MPa, nenhum dos bioestimulantes teve efeito positivo na germinação. Na condição de -0,6 Mpa, Booster® proporciona maior taxa de germinação, enquanto Stimulate® não promove germinação. Os autores concluíram que o uso de bioestimulantes em condições adversas como falta de água e altas temperaturas pode ter efeitos positivos (CARMO *et al.*, 2021).

Mello, Santos e Ohse (2021) estudaram o híbrido de milho CD 321® e testaram-no com os bioestimulantes BioPower Plus® e StarG®. BioPower Plus® não afetou o número de plântulas normais, comprimento de parte aérea e radicular e massa seca nas doses máximas estimadas de 0,92 e 3,95 mL.kg⁻¹. Com StarG®, o comprimento da parte aérea e a massa seca das raízes diminuíram e a massa seca das raízes aumentou. O comprimento da parte aérea e das raízes foi máximo nas doses 2,96 e 8,21 mL.kg⁻¹, respectivamente (MELLO; SANTOS; OHSE, 2021).

Rosa (2020) trabalhou com sementes de milho da variedade BR 106, submetidas a tratamentos com os bioestimulantes: fertilizante líquido Zn10®; bioestimulante Rootmax®; inoculante Masterfix®; fungicida Vitavax-Thiram®; e inseticida Cropstar® e as combinações entre eles; na dose de bula recomendada de cada produto comercial. Sob condição de estresse, os tratamentos não reduziram a taxa de germinação de sementes, mas reduziram a qualidade fisiológica de sementes. No entanto, os bioestimulantes foram eficazes em produzir plântulas mais vigorosas (Rosa, 2020).

Mello *et al.* (2021) avaliaram o efeito do tratamento de sementes com 4 bioestimulantes (BioPower Plus®, StarG®, ZnSO₄.7H₂O; CuSO₄.5H₂O e testemunha) na presença e ausência de inseticidas (imidacloprido + tiodicarbe) no híbrido de milho CD321®. Os bioestimulantes tiveram efeitos significativos na variável diâmetro do caule avaliado aos 60 dias após a emergência (DAE) e no número de folhas por planta aos 30 e 90 DAE. O tratamento de sementes com bioestimulante não teve efeito significativo no diâmetro e comprimento da espiga, número de grãos por espiga, número de grãos por linha, peso de 100 grãos e produtividade. O tratamento de também não afetou a produtividade (MELLO *et al.*, 2021).

Souza *et al.* (2023) avaliaram o efeito de diferentes doses do bioestimulante à base de extratos de algas da espécie *Ascophyllum nodosum* (Acadian®) aplicados na cultura do milho. Na menor dose de aplicação (50 ml.ha⁻¹), foram observados aumentos significativos em parâmetros como diâmetro do caule, altura da planta, comprimento da raiz, comprimento da folha, largura da folha, peso da folha e massa de mil grãos e rendimento de 200 m² e rendimento por hectare. Aumentos significativos nos parâmetros biométricos e de produtividade foram observados quando a dosagem do produto comercial foi aumentada para 100, 150 e 200 ml.ha⁻¹. A dose de 200 mL.ha⁻¹ superou todos os demais tratamentos em todos os parâmetros avaliados, com produtividade de grãos atingindo 4.449 kg.ha⁻¹ (SOUZA *et al.*, 2023).

Na pesquisa de Luna Neto *et al.* (2021), os pesquisadores utilizaram o híbrido de milho AG1051 e os bioestimulantes: extrato pirolenhoso, extrato de algas (*A. nodosum*), e o produto a base de três fitohormônios (cinetina; ácido Giberélico; ácido Indol-butírico). O melhor tratamento para produtividade foi na dose de 6 g/L do composto de fitohormônios, apresentando uma média produtiva de 4247,50 kg.ha⁻¹, enquanto o extrato de algas apresentou desempenho produtivo menor que o controle. O extrato pirolenhoso (8g/L) e o composto de fitohormônios (4 g/L) promoveram maior teor de clorofila total (LUNA NETO *et al.*, 2021).

No experimento de Amaro *et al.* (2023) avaliaram do tratamento com o bioestimulantes comparado a testemunha, em cinco volumes de água no substrato (20, 40, 60, 80 e 100% da capacidade de retenção de água). O bioestimulante utilizado teve um efeito positivo na emergência de mudas de milho mesmo em condições de escassez de água, também originaram plântulas maiores, cujo comprimento máximo estimado foi de 7,34 cm quando o solo continha aproximadamente 94% de disponibilidade de água (Amaro *et al.*, 2023).

Gonzaga, Andrade e Cabral Filho (2023) ao avaliar o uso de bioestimulante comercial Stimullum® a base de extrato de alga marinha no milho híbrido AS 1820 Agrocere. Os autores concluíram que os resultados observados com o tratamento de sementes de milho variedade AS 1820 com o bioestimulante Stimullun® não foram significativos (GONZAGA et al, 2023).

Ferreira (2024) avaliou grãos do híbrido de milho DKB 335PRO3 tratados com o bioestimulante Speed Advantage®. As maiores médias de altura de plantas e diâmetro de colmo foram obtidas para as doses de 250 a 750 ml.ha⁻¹ e 500 mL.ha⁻¹, respectivamente. Em uma aplicação de bioestimulante (estádio V4), ocorreram aumentos da produtividade, porém, sem diferenças entre as doses. No caso de duas aplicações (estádios V4 e V7), as maiores médias da altura das plantas foram com as doses de 500 e 1000 ml.ha⁻¹. A produtividade aumentou e as maiores médias foram obtidas com as doses de 250, 500 e 750 ml.ha⁻¹. As plantas com maior diâmetro de colmo também possuem maior comprimento e diâmetro em suas espigas, com reflexos positivos na produtividade de grãos (FERREIRA, 2024).

Em contrapartida, no estudo de Pimenta (2024) foram utilizadas sementes de milho híbrido DKB 360 PROS 3 tratados com bioestimulante Speed Advantage®. Os autores constataram que não houve efeito significativo em relação as variáveis analisadas (PIMENTA, 2024).

Nascimento e Anjos (2023), ao avaliarem os efeitos dos bioestimulantes na qualidade fisiológica das sementes de dois híbridos de milho constataram que os bioestimulantes não afetaram a qualidade fisiológica das sementes. Já para os bioestimulantes, a mistura (Biozyme® + Acadian®) teve um melhor desempenho no tamanho da raiz, havendo efeito sinérgico entre os estimulantes. Porém, comparado a testemunha, não se obteve diferença significativa (NASCIMENTO & ANJOS, 2023).

Para o estudo de Paula Souza *et al.* (2024), os tratamentos foram: Improver Max®; Vitan®; Inductor Amino Ultra® e a testemunha. Utilizou-se o híbrido B2782

PWU da Brevant®. As plantas que foram tratadas com o enraizador Improver Max® originaram sementes com maior porcentagem de germinação refletindo a sanidade e produtividade das plantas matrizes (PAULA SOUZA *et al.*, 2024).

Moreira e Simonetti (2022) realizaram 6 combinações de espécies de milho e bioestimulantes: T1) milho Brevant ® 2620 PWU; T2) milho Brevant ® 2620 PWU + biostimulante A; T3) milho Brevant ® 2620 PWU + bioestimulante B; T4) milho Morgan ® 30A37 PWU; T5) milho Morgan ® 30A37 PWU + biostimulante A; T6) milho Morgan ® 30A37 PWU + bioestimulante B. O extrato de algas no híbrido Morgan aumentou o número de fileiras na espiga quando comparado ao Brevant. O uso de bioestimulantes não proporcionou aumento no tamanho da espiga ou o diâmetro do colmo. Em relação à massa de mil grãos notou-se que houve diferença significativa apenas entre os tratamentos T3 e o T2, sendo a testemunha estatisticamente igual a todos os tratamentos (MOREIRA; SIMONETTI, 2022).

Canovas, Rodrigues e Silva (2023) utilizaram a variedade DKB 265 PRO3 tratados com Bioenergy® ou Transit®, ou uma combinação equivalente de ambos. Os bioestimulantes não afetaram significativamente a germinação de sementes normais, mas reduziram a taxa de germinação de sementes envelhecidas. Eles também não afetaram o índice de velocidade de germinação de sementes normais e envelhecidas. Também não houve diferenças estatisticamente significativas entre os níveis de vigor e as condições das sementes normais e envelhecidas. O bioestimulante Bioenergy® apresentou maior comprimento médio de mudas (21,63 cm). Os bioestimulantes não afetaram o comprimento das plântulas sob condições normais de sementes e não produziram diferenças significativas entre os tratamentos sob sementes normais e sementes envelhecidas (CANOVAS; RODRIGUES; SILVA 2023).

No estudo de Gaioto *et al.* (2023), o uso do Stimulate® isoladamente proporcionou um ganho médio de 24,3% na massa de grãos por espiga e um aumento de 12,5% no peso de 1000 grãos em comparação aos tratamentos Azospirillum, Stimulate® + Azospirillum, e Nicotinamida + Azospirillum. Stimulate® promoveu um aumento na produtividade de 6,3% em relação Azospirillum. O uso do *A. brasilense* proporcionou um aumento de 6,5% no índice relativo de clorofila em comparação ao controle e uma produtividade 14,0% maior que a testemunha. O uso de Stimulate®, Stimulate® + Azospirillum, e Nicotinamida + Azospirillum melhorou o índice de clorofila em 4,0% em relação ao controle. O uso de nicotinamida e as misturas de

bioestimulantes não foram benéficos para melhorar a produtividade de grãos do milho (GAIOTO *et al.*, 2023).

Basilio (2023) utilizou o híbrido Morgan 607 PWU testados dois bioestimulantes: Stimulate® e Phylgreen Gemma®. O uso de Stimulate® foliar contribui positivamente para acúmulo de massa da parte aérea seca quando combinado a Stimulate® e Phylgreen Gemma® no tratamento de sementes. O uso de um dos bioestimulantes isoladamente não diferiram entre os demais tratamentos. No estabelecimento de plantas, o Phylgreen Gemma® aplicado no tratamento de sementes do milho apresenta melhor performance que a testemunha, no aspecto da massa da parte aérea seca. No entanto, o uso de Stimulate® e Phylgreen Gemma® no tratamento de sementes, associado ou não ao Stimulate® via foliar não contribui para incremento de massa do sistema radicular, altura de plantas e diâmetro de colmo (BASILIO, 2023).

Thomé (2021) avaliou sementes de milho submetidos a tratamento com fitohormônio Stimulate® na dosagem de 500 ml.ha⁻¹ e cinco concentrações de nicotinamida (0, 200, 400, 600 e 800 mg.L⁻¹). A nicotinamida, na presença ou ausência de fitohormônio foi significativa para massa de grãos por planta, massa de mil grãos e produtividade. As variáveis altura de planta, altura de espiga, diâmetro de espiga e número de fileiras por espiga foram influenciadas pelos fatores separadamente, enquanto o comprimento de espiga foi influenciado apenas pela presença ou ausência de fitohormônio. O diâmetro do colmo, o número de grãos por fileira e o índice de espiga foram influenciados apenas pelas concentrações de nicotinamida. Na presença de fitohormônios, a produtividade de grãos de milho foi maior na concentração de nicotinamida de 800 mg.L⁻¹ (THOMÉ, 2021).

Já Alves *et al.* (2022) testou o milho da variedade P3397 PWU (Pioneer Sementes), com a aplicação dos tratamentos: T0 – Testemunha, T1 – Stimulate® (1 L.ha⁻¹) e T2 - adubo foliar Exion Force® (1 L.ha⁻¹). Observou-se que o tratamento com aplicação de Stimulate® (T1) obteve o maior peso dos grãos. Para comprimento de espigas, foi constatado que não houve diferença significativa entre os tratamentos. Em relação a perda de umidade, a menor umidade dos grãos foi observada nos tratamentos T1 e T2, que mantiveram a umidade em 12% e 12,4%, respectivamente. Quanto ao peso da espiga, o tratamento T1 apresentou o maior peso com média de 1,6 Kg. Para altura de planta, o tratamento T1 cresceu em média 25 cm a mais em comparação com os outros tratamentos. Assim, o uso do bioestimulante Stimulate® proporcionou ganho em

altura de planta, peso em espiga, peso de grãos e umidade ideal para armazenamento dos grãos de milho (Alves *et al.*, 2022).

Com base na análise dos estudos apresentados sobre o uso de bioestimulantes na cultura do milho, é possível identificar padrões relevantes quanto à eficácia dos produtos, à fase fenológica com maior sensibilidade e às condições experimentais que influenciam os resultados.

Os bioestimulantes que se mostraram mais eficazes foram aqueles compostos por extratos de algas marinhas, como Acadian®, Phylgreen Gemma®, Vitakelp® e Stimullum®, além de formulações hormonais como o Stimulate® e misturas contendo aminoácidos ou micronutrientes (ex.: Booster® e Speed Advantage®) (Gráfico 1). O Stimulate®, em especial, aparece recorrentemente em estudos com resultados positivos sobre vigor inicial, produtividade e morfologia da planta. O Booster® também teve destaque sob estresse hídrico leve, contribuindo para taxas superiores de germinação em alguns híbridos. O Acadian®, à base de *Ascophyllum nodosum*, demonstrou ganhos consistentes em produtividade, com destaque para a dose de 200 mL.ha⁻¹.

Gráfico 1 – Número de estudos com efeito positivo por produto



Fonte: Elaboração própria (2025)

Os efeitos positivos dos bioestimulantes foram mais frequentes durante as fases iniciais da cultura, especialmente na germinação, emergência e desenvolvimento

vegetativo inicial (fases V1 a V4). Diversos estudos indicaram que o tratamento de sementes com bioestimulantes resultou em plântulas mais vigorosas, maiores índices de clorofila, maior altura de plantas e diâmetro de colmo, fatores que impactam diretamente no estabelecimento do estande e, indiretamente, na produtividade. Aplicações foliares em fases posteriores (como V4 e V7), embora menos estudadas, também apresentaram efeitos positivos em produtividade e massa de grãos, especialmente quando realizadas em duas etapas.

Observa-se ainda uma tendência relacionada ao comportamento dos híbridos, às doses aplicadas e às condições de estresse. Híbridos como CD 321®, DKB 335PRO3, AG1051, Morgan 607 PWU e P3397 PWU foram utilizados com diferentes respostas. Em alguns casos, o mesmo bioestimulante teve efeitos distintos entre híbridos, sugerindo que a resposta é genótipo-dependente. Quanto às doses, os melhores resultados foram observados em faixas intermediárias (por exemplo, 200 mL.ha⁻¹ para Acadian®, 500 mL.ha⁻¹ para Speed Advantage®), sendo que doses muito baixas ou muito elevadas nem sempre foram eficazes. Em relação ao estresse, os bioestimulantes demonstraram potencial mitigador em condições de déficit hídrico, com melhor desempenho sob estresse leve a moderado (ex.: -0,6 MPa), mas com redução de eficácia sob estresses severos. Em estresse térmico, por outro lado, os efeitos foram mais limitados, com menor impacto na germinação e no crescimento inicial.

Esses achados indicam que a eficácia dos bioestimulantes depende fortemente do híbrido, da dose, do modo de aplicação e da condição ambiental, exigindo estratégias personalizadas para otimizar os resultados na lavoura de milho.

6. CONCLUSÃO

O presente estudo constatou que a maioria das dezenove publicações analisadas relataram efeitos positivos do uso de bioestimulantes na cultura do milho, tanto na aplicação foliar quanto no tratamento de sementes. Os principais benefícios observados incluíram aumento da produtividade, ganho de massa de espigas, maior número de grãos e melhor desenvolvimento vegetativo, mesmo em condições adversas, como estresse hídrico, térmico e envelhecimento de sementes. Dentre os produtos analisados, Stimulate®, Speed Advantage® e Acadian® demonstraram maior frequência de resultados positivos, sobretudo nas fases iniciais de desenvolvimento e sob estresse hídrico.

No entanto, a resposta aos bioestimulantes variou conforme o híbrido utilizado, o produto aplicado e o tipo de estresse enfrentado, indicando que os efeitos são dependentes do contexto agrônômico. Diante disso, conclui-se que os bioestimulantes representam uma alternativa viável e com bom custo-benefício para o melhoramento da produção e qualidade do milho, embora mais estudos sejam necessários para padronizar dosagens, identificar mecanismos de ação e validar os efeitos em larga escala e em diferentes ambientes de cultivo.

7. REFERÊNCIAS

ALI, A.; et al. Comparative performance of various maize (*Zea mays* L.) cultivars for yield and related attributes under semi-arid environment. **Agricultural and Biological research**, v. 36, n. 4, p. 63-66, 2020.

ALVES, C. R., et al. Uso de estimulante e adubo foliar na cultura do milho. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação**, v. 8, n. 10, p. 1358-1378, 2022.

AMARO, H.T.R. Tratamento de sementes com bioestimulante e disponibilidade hídrica no desenvolvimento inicial do milho. **MAGISTRA**, v. 33, n. 2023) Volume contínuo, 2023.

ARAÚJO, L. L. M. et al. Ação de Bioestimulantes em cultivares comerciais de soja na Região Norte do Vale do Araguaia-MT. **PesquisAgro**, v. 4, n. 1, p. 3-21, 2021.

BASÍLIO, F. de P. **Bioestimulantes no desenvolvimento inicial do milho**. 2023. 26 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023.

CANOVAS, F. A.; RODRIGUES, M. A.; DA SILVA, A. R. A. Influência do uso de bioestimulantes na germinação e no desenvolvimento de plântulas de milho (*Zea mays* L.). **Revista Agronomia Brasileira**, v. 7, 2023.

CARMO, M. A. P. do et al. Bioestimulantes aplicados em sementes e plantas de milho doces sob condições de estresse abiótico. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.3, p.31727-31741, 2021.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Perspectivas para a agropecuária, safra 2020/21**, Edição grãos, volume 8, Brasília, 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/perspectivas-para-a-agropecuaria>. Acesso em: 03 out. 2024.

CONAB. Companhia Nacional de abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira, Safra 2021/22 – 7º Levantamento** abril, Brasília. 2021.

CONAB. Companhia Nacional de abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira, Safra 2023/24 – 8º Levantamento** abril, Brasília. 2025.

CONSELVAN, G. B. et al. Biostimulant activity of humic substances extracted from leonardites. **Plant and soil**, v. 420, p. 119-134, 2017.

CUNHA, R. C. et al. Ação de bioestimulante no desenvolvimento inicial do milho doce submetido ao estresse salino. **Irriga**, v. 1, n. 01, p. 191-191, 2016.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Milho** -Caracterização e Desafios Tecnológicos, Série desafios do agronegócio brasileiro (NT2), 2019.

FERREIRA, U. S. et al. **Aplicação de bioestimulantes via foliar na cultura do milho. 2024. Mestrado Profissional em Bioenergia e Grãos**. Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos. Rio Verde, 2024.

FRASCA, L. L. de M. et al. Bioestimulantes no crescimento vegetal e desempenho agrônomo do feijão-comum de ciclo superprecoce. **Agrarian**, v. 13, n. 47, p. 27-41, 2020.

GAIOTTO, A. H. P. et al. Nicotinamida, Azospirillum brasilense e mistura de fitohormônios como bioestimulantes em milho. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 10, n. 2, p. e7082-e7082, 2023.

GONZAGA, B. A.; DE ANDRADE, C. L. L.; CABRAL FILHO, F. R. Tratamento de sementes de milho com bioestimulante. **Brazilian Journal of Science**, v. 2, n. 3, p. 46-53, 2023.

LUNA NETO, E. V. de. **Índice espectrais de vegetação no monitoramento de parâmetros fisiológicos do milho (*Zea Mays L.*) submetidos à bioestimulantes e sua correlação com a produtividade**. (Trabalho de Conclusão de Curso) Universidade Federal da Paraíba, 2021.

MALIK, A. et al. Biostimulant-treated seedlings under sustainable agriculture: A global perspective facing climate change. **Agronomy**, v. 11, n. 1, p. 14, 2020.

MELLO, W. M. et al. Potencial produtivo do milho em função do tratamento de sementes com bioestimulantes e inseticidas. **Visão Acadêmica**, v. 21, n. 2, 2020.

MELLO, W. M.; SANTOS, J. O. dos; OHSE, S. Vigor de sementes de milho tratadas com bioestimulantes. **Visão Acadêmica**, v. 22, n. 1, p. 4-19, 2021.

MOREIRA, M. A. S.; SIMONETTI, A. P. M. M. Uso de bioestimulantes em híbridos de milho. **Revista Cultivando o Saber**, v. 15, p. 146-153, 2022.

NASCIMENTO, F. G.; ANJOS, D. N. Influência de Bioestimulantes sobre a qualidade fisiológica de sementes de dois híbridos de milho. **PesquisAgro**, v. 7, n. 1, p. 72-85, 2023.

PAULA SOUZA, L. Q. et al. Influência de bioestimulantes na produção do híbro de milho B2782 PWU. **Race Interdisciplinar**, 2024.

PERUCHINI, M.; RUPOLLO, C. Uso de bioestimulantes na cultura da soja. **Anais de Agronomia**, v. 1, n. 1, p. 203-215, 2020.

PIMENTA, A. V. R. et al. **Bioestimulantes na mitigação do estresse térmico na germinabilidade de sementes de milho.** (Trabalho de Conclusão de Curso) Instituto Federal Goiano, 2024.

REHMAN, F. et al. Seed-borne fungal diseases of maize (*Zea mays* L.): A review. **Agrinula: Jurnal Agroteknologi dan Perkebunan**, v. 4, n. 1, p. 43-60, 2021.

RODRIGUES, J. D.; FIOREZE, S. L. Reguladores são, para muitos cultivos, indispensáveis ao alcance de bons níveis. **Visão Agrícola**, v. 13, n. 1, p. 35-39, 2015.

RÓS, A. B.; NARITA, N.; ARAÚJO, H. S. de. Efeito de bioestimulante no crescimento inicial e na produtividade de plantas de batata-doce. **Revista Ceres**, v. 62, p. 469-474, 2015.

ROSA, C. C. **Qualidade fisiológica de sementes de milho submetidas a tratamento químico e bioestimulantes.** 2020. xi, 43 f., il. Dissertação (Mestrado em Agronomia) —Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

SILVA, A. M. P.; OLIVEIRA, G. P.; CARVALHO NERES, D. C. Germinação e vigor de sementes de soja submetidas ao tratamento com substâncias bioativas. **Caderno de publicações Univag**, n. 08, 2018.

SILVA CAVALCANTE, W. S. et al. Eficiência dos bioestimulantes no manejo do déficit hídrico na cultura da soja. **Irriga**, v. 25, n. 4, p. 754-763, 2020.

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

SOUZA NETTA, M. A. et al. Estímulo sobre a germinação e desenvolvimento inicial de milho cultivar AS 1820 com bioestimulante Stimullum®. **Brazilian Journal of Science**, v. 1, n. 11, p. 100-107, 2022.

THOMÉ, S. E. N. Nicotinamida e fitohormônios como bioestimulantes na cultura do milho. Universidade Federal do Mato Grosso do Sul. Programa de pós graduação, 2021.

USDA. United States Department of Agriculture. Foreign Agricultural Service (FAS). **Grain**: world markets and trade. United States: USDA/FAS, 2020. Disponível em: <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/grain.pdf>. Acesso em: 03 out. 2024.

WANG, R.-K.; CAO, Z.-H.; HAO, Y.-J. Overexpression of a R2R3 MYB gene MdSIMYB1 increases tolerance to multiple stresses in transgenic tobacco and apples. **Physiologia Plantarum**, v. 150, n. 1, p. 76-87, 2014.

YAKHIN, O. I. et al. Biostimulants in plant science: a global perspective. **Frontiers in plant science**, v. 7, p. 2049, 2017.