

**TRATAMENTO DE SEMENTES DE MILHO COM ESTIMULANTES DE  
CRESCIMENTO VISANDO ADAPTAÇÃO AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

por

**ALARISSE COSTA AVELAR**

Rio Verde

Outubro – 2023

Projeto de dissertação apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e  
Tecnologia Goiano -Campus Rio Verde, como parte das exigências da disciplina de  
Seminários Avançados em Bioenergia e Grãos, do Programa de Pós-Graduação – *Stricto*  
*sensu* em  
Bioenergia e Grãos.

Rio Verde

Outubro – 2023

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP  
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
**Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano**

A948t Avelar, Alarisse Costa  
TRATAMENTO DE SEMENTES DE MILHO COM ESTIMULANTES  
DE CRESCIMENTO VISANDO ADAPTAÇÃO AS MUDANÇAS  
CLIMÁTICAS / Alarisse Costa Avelar; orientadora  
Sílvia Sanielle Costa de Oliveira; co-orientadora  
Sihélio Júlio Silva Cruz. -- Rio Verde, 2024.  
31 p.

Dissertação (Mestrado em Mestrado em Bioenergia e  
grãos) -- Instituto Federal Goiano, Campus Rio  
Verde, 2024.

1. Zea mays. 2. potencial osmótico. 3. qualidade  
fisiológica. 4. Speed Advantage. I. Costa de  
Oliveira, Sílvia Sanielle, orient. II. Júlio Silva  
Cruz, Sihélio, co-orient. III. Título.

Rio Verde

Outubro – 2023

## TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

### IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- |  |   |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> Tese (doutorado)                  | <input type="checkbox"/> Artigo científico              |
| <input checked="" type="checkbox"/> Dissertação (mestrado) | <input type="checkbox"/> Capítulo de livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia (especialização)       | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input type="checkbox"/> TCC (graduação)                   | <input type="checkbox"/> Trabalho apresentado em evento |

Produto técnico e educacional - Tipo: \_\_\_\_\_

Nome completo do autor:

Alarisse Costa Avelar

Matrícula:

2022102331540006

Título do trabalho:

TRATAMENTO DE SEMENTES DE MILHO COM ESTIMULANTES DE CRESCIMENTO VISANDO  
ADAPTAÇÃO AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

### RESTRICÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 02 /01 /2024

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

### DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;

- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;

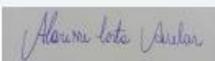
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Rio Verde

Local

02 /01 /2024

Data



Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:



Assinatura do(a)  
orientador(a)

Rio Verde

Outubro – 2023



Ata nº 105/2023 - SREPG/CMPR/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO**  
**ATA Nº 68 (SESSENTA E OITO)**  
**BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO**

Aos vinte e sete dias do mês de outubro do ano de dois mil e vinte e três, às 15h00min (quinze horas), reuniram-se os componentes da banca examinadora em sessão pública realizada na Sala 1 do Bloco de Salas de Aula da Fazenda Escola do Campus Iporá do Instituto Federal Goiano, para procederem a avaliação da defesa de Dissertação, em nível de mestrado, de autoria de **ALARISSE COSTA AVELAR**, discente do Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos do Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A sessão foi aberta pela presidente da Banca Examinadora, Prof.ª Dr.ª Sílvia Sanielle Costa de Oliveira, que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida à autora da Dissertação que, em 30 min, procedeu a apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca arguiu a examinada, tendo-se adotado o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Bioenergia e Grãos, e procedida às correções recomendadas, a Dissertação foi **APROVADA**, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM BIOENERGIA E GRÃOS**, na área de concentração Agroenergia, pelo Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGBG da versão definitiva da Dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade, se não cumprida essa condição, em até **60 (sessenta) dias** da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou a publicação dos artigos científicos oriundos dessa Dissertação em periódicos de circulação nacional e/ou internacional, após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de Dissertação de Mestrado, e para constar, foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada eletronicamente pelos membros da Banca Examinadora.

Membros da Banca Examinadora

Nome	Instituição	Situação no Programa
Sílvia Sanielle Costa de Oliveira	IF Goiano – Campus Iporá	Presidente
Sihélio Júlio Silva Cruz	IF Goiano – Campus Iporá	Membro interno
Vanessa Fátima Grah Ponciano	IF Goiano – Campus Iporá	Membro externo

Documento assinado eletronicamente por:

- Sílvia Sanielle Costa de Oliveira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO, em 31/10/2023 14:21:56.
- Vanessa de Fátima Grah Ponciano, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO, em 31/10/2023 15:11:57.
- Sihélio Júlio Silva Cruz, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLÓGICO, em 31/10/2023 16:21:29.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 24/10/2023. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 541623  
Código de Autenticação: c9149ed181



Rio Verde

Outubro – 2023

**TRATAMENTO DE SEMENTES DE MILHO COM ESTIMULANTES DE  
CRESCIMENTO VISANDO ADAPTAÇÃO AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

por

**ALARISSE COSTA AVELAR**

Rio Verde

Outubro – 2023

Orientação:

Prof.(a) Dr.(a) Silvia Sanielle Costa de Oliveira – IF

Goiano – Campus Iporá

Prof. Dr. Sihélio Júlio Silva Cruz – IF Goiano – Campus

Iporá

Rio Verde

Outubro – 2023

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que me sustentou até aqui e abençoou em mais essa jornada.

Agradeço a minha família que me deu apoio e me encorajou. A meus irmãos que tanto me incentivaram para continuar os estudos após a graduação. Ao meu marido que esteve ao meu lado, deu suporte e incentivo em todos os momentos difíceis. Às minhas amigas, Daniella e Anna Paulla, por todo companheirismo durante essa nova aventura que embarcamos juntas.

Agradeço imensamente a minha orientadora Silvia Sanielle Costa Oliveira e coorientador Sihelio Julio Silva Cruz pela dedicação, paciência, orientação e incentivo para concluir esse desafio. Agradeço também a todos os discentes de iniciação científica, em especial as alunas Iza Gabrielle e Amábelles, pelo apoio durante a fase de laboratório.

Agradeço ao Instituto Federal Goiano – Campus Iporá, que por muitos anos foi minha segunda casa, e agora finalizo mais uma etapa no instituto.

Gratidão a todos que me acompanharam e se envolveram de alguma forma para que eu pudesse concluir, vocês foram essenciais.

Pai, estou apenas começando!

Rio Verde

Outubro – 2023

# Sumário

1. INTRODUÇÃO .....	5
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	6
2.2. Aspectos gerais da cultura do milho .....	6
2.3. Estimulantes de Crescimento e Aminoácidos .....	8
2.4. Impactos do estresse térmico e hídrico no milho .....	10
3. OBJETIVOS .....	11
3.1. Geral .....	11
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	11
4.1. Garantias do Speed Advantage .....	11
4.2. Condução dos Experimentos .....	12
4.2.1. Testes em Laboratório .....	13
4.3. Análises Estatísticas .....	14
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....	14
5.1. Temperatura .....	14
5.2. Estresse Hídrico .....	18
6. CONCLUSÕES .....	23
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	24

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Primeira contagem (PC), germinação (G) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de milho submetidas a diferentes temperaturas, com e sem tratamento com estimulante de crescimento. Iporá – GO, 2023.....	12
Tabela 2: Comprimento da parte aérea (CPA), raiz (CRA) e total (CTOTAL) de plântulas de milho submetidas a diferentes temperaturas, com e sem tratamento com estimulante de crescimento. Iporá –GO,2023.....	14
Tabela 3: Massa seca da parte aérea (MSPA) e total (MSTOTAL) de plântulas de milho submetidas a diferentes temperaturas, com e sem tratamento com estimulante de crescimento. Iporá – GO, 2023.....	15
Tabela 4: Primeira contagem (PC), germinação (G) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de milho submetidas a diferentes potenciais hídricos, com e sem tratamento com estimulante de crescimento. Iporá – GO, 2023.....	16
Tabela 5: Comprimento da parte aérea (CPA), raiz (CRA) e total (CTOTAL) de plântulas de milho submetidas a diferentes potenciais hídricos, com e sem tratamento com estimulante de crescimento. Iporá – GO, 2023.....	18
Tabela 6: Massa seca da parte aérea (MSPA) e total (MSTOTAL) de plântulas de milho submetidas a diferentes estresses hídricos, com e sem tratamento com estimulante de crescimento. Iporá – GO, 2023.....	19

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Massa seca (MS) de raiz de plântulas de milho submetidas a diferentes temperaturas. Iporá – GO, 2023.....	16
Figura 2. Massa seca (MS) de raiz de plântulas de milho submetidas a diferentes potenciais hídricos. Iporá – GO, 2023.....	21

# TRATAMENTO DE SEMENTES DE MILHO COM ESTIMULANTES DE CRESCIMENTO VISANDO ADAPTAÇÃO AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

## RESUMO

O milho é uma das maiores culturas agricultáveis no Brasil e contribui com grande participação nas exportações do país. A aplicação dos aminoácidos em diversas culturas tem como principal função ativar o metabolismo fisiológico, conduzindo a planta a sair de condição de pós-estresse. Portanto, objetivou-se, avaliar a germinação e o vigor de sementes de milho tratadas com estimulante de crescimento sob condições de estresses abióticos. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Análise de Sementes do IF Goiano, Campus de Iporá – GO, utilizando o híbrido de milho DKB 360, e as sementes foram tratadas com o produto comercial Speed Advantage®, na dose de 4 mL. Para ambos os tratamentos serão avaliados: Porcentagem e índice de velocidade de germinação, comprimento, massa seca, emergência em campo e velocidade de emergência das plântulas. Para o estresse térmico foi possível constatar que as sementes de milho quando tratadas só apresentaram resultados satisfatórios, quando submetidas a temperaturas adequadas para a germinação. Já para o estresse hídrico não houve interferência significativa com a utilização do estimulante de crescimento para sementes. Portanto, conclui-se que o tratamento na dose utilizada não apresentou efeito positivo sobre os aspectos de vigor e germinação das sementes de milho expostas a condições de estresse térmico e hídrico.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Zea mays*, potencial osmótico, qualidade fisiológica, Speed Advantage.

## ABSTRACT

Corn is one of the largest arable crops in Brazil and contributes in a large share to the country's exports. The main function of the amino acids application in various crops is to activate physiological metabolism, leading the plant to exit a post-stress condition. Therefore, the objective was to evaluate the germination and vigor of corn seeds treated with a growth stimulant under abiotic stress conditions. The experiments were conducted at the Seed Analysis Laboratory at IF Goiano, Campus de Iporá – GO using the corn hybrid DKB 360, and the seeds were treated with the commercial product Speed Advantage®, at a dose of 4 mL. For both treatments, the following will be evaluated: Percentage and index of germination speed, length, dry mass, field emergence and seedling emergence speed. For thermal stress, it was possible to verify that the treated corn seeds only presented satisfactory results when subjected to temperatures suitable for germination. As for water stress, there was no significant interference using growth stimulant for seeds. Therefore, it is concluded that the treatment at the dose used did not have a positive effect on the vigor and germination aspects of corn seeds exposed to thermal and water stress conditions.

**KEYWORDS:** *Zea mays*, osmotic potential, physiological quality, Speed Advantage.

## 1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é uma das maiores culturas agricultáveis no Brasil, ficando atrás apenas da soja, e possui grande participação nas exportações brasileiras. De acordo com o boletim lançado pela CONAB em julho de 2023, as previsão para a safra 22/23 é recorde de produção, com a estimativa esperada de 131,8 milhões de toneladas, significando o aumento de 16,6% em relação à safra anterior (CONAB, 2023).

A cultura pode ser conduzida em períodos de primeira ou segunda safra e em condição de irrigação ou sequeiro. Em algumas regiões do Brasil, o milho é cultivado em período de segunda safra, se tornando mais suscetível a condições climáticas desfavoráveis a cultura, como períodos de seca mais extensos e altas temperaturas.

As alterações climáticas influenciam diretamente na condução e produção final de diversas culturas, mas, tratando-se de milho segunda safra em condições de sequeiro podem limitar ou mesmo inviabilizar o plantio. Recorrentes, diversos eventos ambientais causam danos significativos para as plantações, como o prolongamento do período de estiagem e baixo volume de precipitações (Bender, 2017).

Diversas tecnologias são apresentadas ao mercado com o objetivo de amenizar os danos causados por estresses abióticos nos híbridos de milho, sendo posicionadas para garantir um manejo mais seguro e eficiente da cultura. Os estimulantes de crescimento são alternativas propostas para garantir o potencial produtivo em cenários de instabilidade climática.

Os estimulantes de crescimento possuem em sua composição a mistura de dois ou mais reguladores de crescimentos, aminoácidos, nutrientes e vitaminas que favorecem a expressão do potencial genético da planta, promovendo um equilíbrio hormonal e estimulando o desenvolvimento de raízes. São compostos sintéticos ou naturais que podem

ser aplicados diretamente sobre a planta ou como tratamento de sementes (Silva *et al.* 2018).

Devido a sua composição, esses produtos são alternativas para mitigar os efeitos dos estresses abióticos nas plantas de milho, sendo que o aproveitamento dos compostos pode variar a partir da forma de aplicação. Quando utilizado via tratamento de semente promove maior crescimento radicular, oferecendo a planta maior resistência a períodos de estresse hídrico (Neto *et al.* 2014).

Silva (2019) afirma em sua pesquisa com a cultura da soja, que a utilização de estimulante de crescimento em sementes aumentou a germinação e crescimento inicial de plântulas. Rosa (2020) conclui que o tratamento de sementes de milho utilizando estimulante de crescimento foi eficaz para produzir plântulas mais vigorosas, tornando uma alternativa viável para o fornecimento de nutrientes na fase inicial do desenvolvimento da cultura.

Assim, o estimulante de crescimento Speed Advantage®, da empresa Fertilizer Agrosience, pode ser uma alternativa de manejo para amenizar os sintomas causados pela instabilidade climática durante o processo de estabelecimento da planta em campo. Fornecendo micronutrientes e aminoácidos importantes para a fase inicial da cultura, possibilitando uma emergência uniforme.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.2. Aspectos gerais da cultura do milho**

*Zea mays*, popularmente conhecido como milho, é uma planta originária da América Central e pertence à família das gramíneas (*Poaceae*). Faz parte dos cereais com mais áreas de cultivo no mundo, por causa da ampla variedade genética que são capazes de adaptar-se a diversas situações de climas e regiões, o grão rico em amido é a principal

fonte alimentar de vários países, conferindo grande papel socioeconômico (MARTINS *et al.*, 2016).

A cultura do milho possui grande participação na agricultura brasileira, segundo a CONAB (2023) corresponde a estimativa de 22.267,4 mil hectares de área plantada com a cultura, tornando uma das maiores *commodities* do mercado brasileiro. Além de ser expressivo na economia, o milho também desempenha papel fundamental na alimentação humana e animal, matéria-prima para indústria, bioenergia e bebidas. (EMBRAPA, 2022).

Desempenhando papel importante no contexto brasileiro, a cultura do milho vem sendo implantada em pequenas e grandes áreas, podendo ser cultivado em safras de verão e safras de inverno ou segunda safra (safrinha). O milho safrinha, plantado no final de fevereiro até meados de março em algumas regiões do Brasil, é conduzido durante períodos de instabilidade climática, podendo prejudicar o desempenho da cultura.

O processo de germinação de sementes é uma série de eventos desencadeados por reações metabólicas e fisiológicas, que dependem tanto da qualidade e vigor da semente como também das condições ambientais. Esse evento tem início com a absorção de água pela semente seca, reativando o seu metabolismo, terminando com a emergência do eixo embrionário (Taiz & Zeiger, 2016).

A germinação pode ser dividida em três fases. A fase um é denominada de fase da embebição, que acontece quando existe diferença entre os potenciais osmóticos da semente e do ambiente externo, como por exemplo o substrato. A fase dois é marcada de intensos processos metabólicos e é a fase preparatória para o crescimento. Por fim, na fase três há a retomada de absorção de água para suprir o crescimento da plântula. Diante disso, é possível afirmar que estresse hídrico durante os processos de germinação, mais precisamente durante as fases um e três, ocasionaria perdas significativas do potencial de germinação de sementes a campo (Silva, 2019).

O desenvolvimento da ciência através de pesquisas e desenvolvimento de híbridos adaptados a diversas regiões do Brasil, tolerantes a estresses, pragas e doenças tem permitido que a cultura alcance novos patamares de produção a cada safra. Garantir um bom estabelecimento inicial de plantas no campo é passo fundamental para atingir bons índices de produção, para isso, diversas estratégias são levantadas a fim de atenuar condições adversas nas fases iniciais no campo, a utilização dos estimulantes de crescimento é uma tecnologia crescente entre os produtores.

### **2.3. Estimulantes de Crescimento e Aminoácidos**

No intuito de melhorar a qualidade do desenvolvimento das sementes a campo, novas tecnologias são incorporadas aos sistemas de produções. A manutenção da fisiologia da planta, desde a semeadura até a época de colheita tem sido preocupação crescente entre as empresas e produtores. Algumas estratégias abordadas para realizar essa manutenção de forma mais eficiente são as aplicações de nutrientes via tratamento de semente (TS) e foliar. As aplicações via TS ganham espaço por possibilitar melhor operacional na época do plantio.

A utilização de estimulantes de crescimento é uma das estratégias apresentadas para melhorar a qualidade da semente a campo, destacando-se como estratégia agrônômica promissora para o incremento da produtividade. Estimulantes de crescimento são misturas de reguladores de crescimento vegetal, compostos por um ou mais componentes químicos como, aminoácidos, nutrientes e vitaminas. Favorecem a expressão do potencial genético das plantas, promove equilíbrio hormonal e estimula o desenvolvimento radicular. São produtos naturais ou sintéticos que podem ser aplicados diretamente sobre as plantas, ou como tratamento de sementes, no propósito de alterar seus processos vitais, com a finalidade de aumentar a produção e a qualidade (Silva *et al.* 2018).

Quando os estimulantes de crescimento são aplicados exogenamente possuem ação semelhante aos dos grupos de hormônios vegetais, auxinas, giberelina e citocininas, que são os principais hormônios vegetais de uso exógeno (Taiz & Zeiger, 2017).

Presente na composição da maioria dos estimulantes os aminoácidos são moléculas solúveis de fácil degradação que possuem funções nas plantas de síntese de proteína, compostos intermediários de hormônios endógenos, conferem maiores resistências à estresse hídrico e altas temperaturas, porém, a forma de ação dos aminoácidos nas plantas ainda deixa dúvidas científicas, como a absorção e local de ação no metabolismo (Castro & Carvalho, 2014). A aplicação dos aminoácidos em diversas culturas tem como principal função ativar o metabolismo fisiológico, conduzindo a planta a sair de condição de pós- estresse (Taiz & Zeiger, 2017).

Os aminoácidos podem ser catabolizados em diversas fases, sendo que na germinação as proteínas armazenadas na semente são degradadas para o fornecimento de aminoácidos, que serão utilizados para a síntese de novas proteínas exigidas pela planta em crescimento (Reis & Lanza, 2022).

Os aminoácidos vão participar ativamente do processo de germinação, e as proteínas de reservas são degradadas para fornecer aminoácidos para a biossíntese de novas proteínas exigidas durante a fase de germinação e emergência (Reis & Lanza, 2022). Assim, a aplicação de estimulantes de crescimento nas sementes pode aumentar a taxa de síntese de enzimas que participam do processo de germinação (Silva *et al.* 2018).

Em sua composição os estimulantes apresentam quantidades expressivas de diversos aminoácidos que são essenciais para a cultura do milho. Como exemplo, a Cistina que exerce fundamental importância para a germinação das sementes e desenvolvimento de raízes, entre diversos outros aminoácidos que vão participar de etapas essenciais da planta (Reis & Lanza, 2022).

Devido a sua constituição, esses produtos podem ser alternativa para auxiliar as plantas em condições de estresse hídrico, pois na cultura do milho, um dos fatores que mais limitam a produção é o déficit de água durante as fases determinantes da culturas como desenvolvimento inicial e enchimento de grãos. A instabilidade climática, ocorrida nos últimos anos, tem interferido no desenvolvimento das plantas de milho safrinha, provocando diminuição na produção de sementes e no peso dos grãos (Bergamaschi *et al.* 2004).

Apesar da importância da utilização de novas tecnologias, como os estimulantes de crescimento, são poucos os estudos que abordam esse tema de forma prática e objetiva. Novos estudos são importantes para estimular e auxiliar na utilização de tecnologias que darão sustentação ao benefício, permitindo que tanto o profissional técnico quanto o produtor estejam amparados em relação a utilização, manipulação e possíveis resultados, antes da tomada de decisão (Mello *et al*, 2021).

Assim, faz-se necessário estudos que visam compreender sobre a utilização de estimulantes de crescimento em sementes de milho, a fim de validar a utilização desses compostos para melhorar aspectos como germinação e vigor das sementes, podendo a planta expressar seu potencial genético mesmo em condições adversas, durante o estabelecimento inicial em condições de campo.

#### **2.4. Impactos do Estresse Térmico e Hídrico no Milho**

Por definição (Taiz & Zeiger, 2017) estresse compreende qualquer condição ambiental que dificulte a planta de alcançar seu máximo potencial, sendo que em campo as plantas são expostas a diversas situações que geram estresses abióticos durante seu ciclo. O estresse hídrico ocasionado pelo déficit de água ocorre em períodos longos de ausência de precipitação, essa condição afeta a produtividade em grandes proporções, tornando-se o principal ponto de atenção para a instalação de diversas culturas.

O déficit hídrico afeta diretamente as plantas durante o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, reduzindo a expansão celular, reduz as atividade metabólicas e ocorre a desidratação celular, além da concentração de íons que pode se tornar citotóxicos (Taiz & Zeiger, 2017).

Já o estresse térmico ocasionado pelo aumento da temperatura é prejudicial ao estabelecimento inicial da cultura em campo, podendo ocasionar perdas de *stand* e afetar a velocidade de germinação das sementes. Temperaturas elevadas ocasionam uma série de perturbações dos processos fisiológicos da germinação, principalmente a desestabilização de membranas e proteínas (Taiz & Zeiger, 2017).

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1. Geral**

Avaliar o tratamento de sementes de milho com estimulantes de crescimento sobre o desempenho fisiológico de plântulas submetidas a condições de estresses abióticos (temperaturas e deficiência hídrica).

### **4. MATERIAL E MÉTODOS**

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Análise de Sementes do Instituto Federal Goiano, Campus de Iporá, GO e, o híbrido utilizado foi o DKB 360 PRO 3. As sementes do híbrido foram tratadas com o estimulante de crescimento, Speed Advantage®, da empresa Fertilizer Agrosiences, na dose de 4 mL para cada quilo de sementes.

#### **4.1. Garantias do Speed Advantage**

O produto utilizado possui altas concentrações de aminoácidos, carbono orgânico (COT) e nitrogênio (N), conforme consta nas tabelas abaixo:

Quadro 1: Aminograma do Speed Advantage.

Ácido Aspártico	2,08%
Ácido Glutâmico	5,05%
Alanina	2,69%
Arginina	2,01%
Cistina	0,02%
Fenilalanina	0,79%
Glicina	4,75%
Histidina	0,39%
Isoleucina	1,16%
Leucina	1,24%
Metionina	1,24%
Prolina	0,55%
Tirosina	0,02%
Ornitina	0,03%
Metilistidina	0,07%
Triptofano	1,10%
Serina	0,92%
Valina	0,92%
Treonina	0,67%

Quadro 2: Composição do Speed Advantage.

Elementos	p/p	p/v
Nitrogênio Solúvel em água	4,00%	50,00 g/L
Carbono Orgânico Total (COT)	15,00%	187,50 g/L

Densidade: 1,25 g/cm<sup>3</sup>

#### 4.2. Condução dos Experimentos

Na primeira etapa foi preparado a solução, ajustando-se as dosagens para 10 g de sementes e, diluídas em 10 ml de água destilada e tratadas adicionando-se a solução em

sacos plásticos contendo 400 sementes por tratamento, em seguida realizou-se a agitação para promover a completa distribuição do produto e cobertura das sementes.

#### **4.2.1. Testes em Laboratório**

As sementes tratadas foram distribuídas sobre papel toalha para secagem pelo período de uma hora. Para avaliação dos estresse abióticos (térmico e hídrico), o arranjo foi em esquema fatorial dispostos em delineamento inteiramente ao acaso.

Para os experimentos das sementes sob estresse térmico, os tratamentos foram compostos pelo mesmo híbrido de milho e cinco temperaturas constantes (10, 20, 25, 30 e 35°C) e fotoperíodo de 12 horas.

Já o experimento sob estresse hídrico, as sementes foram semeadas em papel filtro umedecido em soluções de polietileno glicol (PEG 6000), nos potenciais osmóticos de 0,0, - 0,2, -0,4, -0,6 e - 0,8 MPa. Após a distribuição das sementes no papel foram confeccionados rolos que foram acondicionados em sacos plásticos e, dispostos na posição vertical no germinador a temperatura constante de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$  e fotoperíodo de 12 horas.

Ambos os tratamentos foram avaliados de acordo com os testes seguintes:

*Porcentagem de germinação:* conduzido com quatro repetições de 100 sementes por tratamento, em rolos de papel mata borrão umedecidos com quantidade de água (variando de acordo com o que foi descrito anteriormente – estresse hídrico) equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco e mantidos em germinador com temperatura constante de 25°C (variando de acordo com o que foi descrito anteriormente – estresse térmico), com fotoperíodo de 12 horas (BRASIL, 2009). A contagem será realizada diariamente após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais.

*Índice de velocidade de germinação (IVG):* calculado pelo somatório do número de sementes germinadas a cada dia, até o final do experimento, dividido pelo número

de dias decorridos entre a sementeira e a germinação, de acordo com a fórmula proposta por Maguire (1962);

*Classificação do vigor de plântulas* – conduzido o juntamente com o teste de germinação, classificando as plântulas normais em categorias: normais fortes, fracas, sendo os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais fortes (NAKAGAWA, 1999).

*Comprimento das plântulas* – ao final do teste de germinação todas as plântulas serão mensuradas com o auxílio de uma régua, e os resultados expressos em cm plântula<sup>-1</sup>;

*Massa seca das plântulas* – após a mensuração necessária ao teste anterior, as plântulas serão acondicionadas em sacos de papel e levadas para secagem em estufa a 80°C, durante 24 horas. Após este período as amostras serão retiradas e pesadas em balança de precisão de 0,0001g, sendo os resultados expressos em mg plântula<sup>-1</sup> (NAKAGAWA, 1999).

### **4.3. Análises Estatísticas**

Por fim, os dados experimentais foram submetidos à análise de variância e, para o fator quantitativo (temperatura ou potencial hídrico) significativo, as médias relativas às características foram submetidas à regressão polinomial, definindo o melhor ajuste segundo combinação de significância e maior coeficiente de determinação.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### **5.1. Temperatura**

Ao analisar os dados obtidos através dos tratamentos com as sementes expostas a variação de temperatura (tabela 1), com e sem a aplicação do estimulante de crescimento, percebe-se que as sementes tratadas apresentaram resultados inferiores quando

comparados com a testemunha. Segundo Taiz & Zeiger (2017), o estresse térmico aumenta a fluidez das membranas, podendo também bloquear a degradação de proteínas que vai inibir a biossíntese de compostos enzimáticos utilizados durante o processo de germinação. Através desses eventos e ainda associando a aplicação de forma exógena de aminoácidos, ocorre uma série de perturbações na membrana da semente que dificulta na mobilização de reservas importantes para a germinação da semente.

Tabela 1: Primeira contagem (PC), germinação (G) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de milho submetidas a diferentes temperaturas, com e sem tratamento com estimulante de crescimento. Iporá – GO, 2023.

Temperatura (°C)	PC (%)				G (%)				IVG			
	Sem		Com		Sem		Com		Sem		Com	
10	0	D a	0	D a	0	B a	0	D a	0,0	C a	0,0	C a
20	50	B a	45	B a	96	A a	83	A b	11,4	AB a	8,5	A b
25	92	A a	63	A b	96	A a	68	B b	12,0	A a	8,5	A b
30	30	C b	51	AB a	98	A a	66	B b	10,4	B a	7,6	A b
35	82	A a	21	C b	96	A a	32	C b	11,3	AB a	4,3	B b

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha dentro de cada variável e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey.

Vendruscolo *et al.* (2016) observou em seu estudo com sementes de melão tratadas com estimulante de crescimento (Stimulate®) que houve efeito deletério na velocidade de germinação das sementes, afetando o crescimento inicial das plântulas. Os autores ainda citam que a diminuição da velocidade de germinação foi proporcional ao aumento da dose do produto utilizado, evidenciando que a adição de fitormônios de forma exógena pode ser prejudicial ao desenvolvimento. Já Carmo *et al* (2021) constataram que as sementes de milho doce tratadas com Vitakelp® e Simulate® apresentaram maiores porcentagens de germinação quando comparados com os demais tratamentos.

Os cultivos de milho safrinha em sequeiro estão expostos a diversos intemperes climáticos e como forma de atenuar possíveis estresses utiliza-se tecnologias, como os estimulantes de crescimento, na busca de oferecer mais condições para o desenvolvimento da

semente, porém dados apresentados da tabela 1, é possível observar que as sementes tratadas quando submetidas a estresse térmico apresentaram médias inferiores as sementes sem tratamento em todas as variáveis analisada.

Altas temperaturas prejudicam a estabilidade proteica e reações enzimáticas, isso causando diferentes reações que vão provocar o acúmulo de intermediários tóxicos e espécies reativas ao oxigênio (EROs), sendo que EROs em excesso danificam o DNA e inibem a síntese de proteína (Taiz & Zeiger, 2017).

Durante o processo de germinação a semente sintetiza compostos como fitormônios e aminoácidos, sendo que a adição do produto contendo altas concentrações de aminoácidos pode ter colaborado para antagonismo ou mesmo a síntese em excesso de algum aminoácido ou hormônio, deixando de biossintetizar alguma outra molécula.

Na tabela 2, pode-se observar que o comprimento de parte aérea não diferiu entre os tratamentos nas temperaturas de 20°C e 25°C, sendo que a adição do estimulante prejudicou o desenvolvimento nas demais temperaturas. E, quando se avalia o comprimento de raiz, em temperatura de 25°C o tratamento diminuiu o crescimento de raízes, afetando o comprimento total das plântulas.

Tabela 2: Comprimento da parte aérea (CPA), raiz (CRA) e total (CTOTAL) de plântulas de milho submetidas a diferentes temperaturas, com e sem tratamento com estimulante de crescimento. Iporá – GO, 2023.

Temperatura (°C)	CPA		CRA -----cm-----		CTOTAL	
	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com
10	0,0 D a	0,0 D a	0,0 D a	0,0 C a	0,0 D a	0,0 D a
20	4,8 B a	4,4 B a	8,4 B a	5,1 A b	13,2 B a	9,5 A b
25	6,4 A a	5,4 A a	12,0 A a	4,9 A b	18,4 A a	10,3 A b
30	6,2 A a	3,9 B b	8,0 B a	3,4 B b	14,2 B a	7,3 B b
35	3,6 C a	2,5 C b	4,6 C a	2,5 B b	8,2 C a	5,0 C b

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha dentro de cada variável e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey.

Silva *et al.* (2015) realizaram testes com guandu em diferentes temperaturas, e constataram que o crescimento das raízes das plântulas foram decrescente a medida que aumentava a temperatura, relacionando esse resultado ao fato que a 35°C foram encontrados menores comprimentos de raízes, em tratamentos diferentes. ((rever a frase)

A desorganização celular causada pela adição exógena de aminoácidos e o aumento da temperatura nas sementes submetidas ? ((rever a frase) podem ter atingido a divisão celular, afetando na produção de enzimas importantes para o crescimento, tanto na parte aérea quanto na raiz, afetando diretamente na massa seca total.

Na tabela 3, verifica-se que o tratamento teve efeito positivo, quando avaliado nas temperaturas de 25° e 30°C, temperaturas ideais para a germinação da semente do milho, porém, quando exposta a temperatura mais elevada, o tratamento diminuiu a massa seca total das plântulas, sendo possível afirmar que em situações de estresse térmico para temperaturas supraótimas, o tratamento não contribuiu para melhor desempenho das sementes.

Tabela 3: Massa seca da parte aérea (MSPA) e total (MSTOTAL) de plântulas de milho submetidas a diferentes temperaturas, com e sem tratamento com estimulante de crescimento. Iporá – GO, 2023.

Temperatura (°C)	MSPA		MSTOTAL	
	-----mg/plântula-----			
	Sem	Com	Sem	Com
10	0,0 D a	0,0 C a	0,0 C a	0,0 B a
20	13,0 C a	13,0 A a	203,0 A a	200,0 A a
25	16,0 B a	14,0 A b	197,0 AB a	200,0 A a
30	20,0 A a	13,0 A b	190,0 B a	195,0 A a
35	13,0 C a	10,0 B b	200,0 AB a	185,0 A B

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha dentro de cada variável e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey.

No gráfico abaixo, observa-se que à medida que a temperatura aumenta têm-se a tendência de diminuir a massa seca das raízes. Isso pode ser influenciado não só pela

diminuição da raiz primária, mas, também pela redução da quantidade de raízes secundárias. *Silva et al.* (2018), estudando o efeito do estresse térmico em sementes de melancia, constatou que tanto as temperaturas baixas e as mais elevadas, considerando a faixa adequada para a germinação das sementes, proporcionaram menor quantidade de massa seca de raiz. Os autores mostram ainda que na temperatura de 30°C, a emissão de radícula foi limitada pela temperatura.

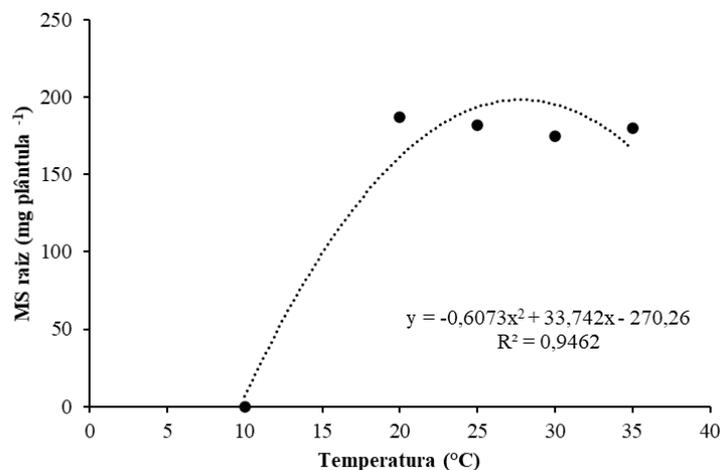


Figura 1. Massa seca (MS) de raiz de plântulas de milho submetidas a diferentes temperaturas. Iporá – GO, 2023.

Assim, é possível constatar que as sementes de milho quando tratadas com o estimulante de crescimento e submetidas a estresse térmico só apresentaram resultados satisfatórios, comparadas com a testemunha, quando submetidas a temperaturas adequadas para a germinação e para as variáveis massa seca de parte aérea e massa seca total.

## 5.2. Estresse Hídrico

Na tabela 4, pode-se observar que em relação a primeira contagem, o tratamento das sementes de milho com estimulante de crescimento proporcionou maior velocidade de germinação em situações de déficit até o potencial hídrico de -0,4 MPa. Porém, ao analisar os parâmetros de germinação e índice de velocidade de germinação, os resultados obtidos com o tratamento do estimulante de crescimento foram reduzidos em comparação com a

testemunha (sem estimulante). Netto *et. al* (2019) em seu trabalho utilizando o produto comercial Stimulate, não encontrou diferenças entre os tratamentos analisados para a variável IVG.

Tabela 4: Primeira contagem (PC), germinação (G) e índice de velocidade de germinação (IVG) de sementes de milho submetidas a diferentes potenciais hídricos, com e sem tratamento com estimulante de crescimento. Iporá – GO, 2023.

Potencial Hídrico (MPa)	PC (%)		G (%)		IVG	
	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com
0,0	48 A a	29 A b	95 A a	65 B b	11,7 A a	7,6 B b
-0,2	0 B b	30 A a	94 A a	88 A a	9,1 B a	9,6 A a
-0,4	0 B b	18 B a	83 B a	67 B b	7,4 C a	6,5BC b
-0,6	0 B b	5 C a	86AB a	47 C b	6,6CD a	5,7 C b
-0,8	0 B a	3 C a	82 B a	39 C b	5,6 D a	3,6 D b

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha dentro de cada variável e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey.

A disponibilidade hídrica é um dos fatores essenciais para o sucesso da germinação da semente, sendo responsável por reativar diversos processos metabólicos e fisiológicos que vão desencadear os demais eventos da germinação. Em situações que o potencial hídrico do ambiente é mais baixo que o da semente, é considerado estresse hídrico, podendo prejudicar o processo de embebição da semente (Silva, 2019).

Carvalho *et al.* (2013) em seu estudo com feijão constataram que a germinação das sementes, em situações de estresse hídrico foram reduzidas com a adição de aminoácido ácido glutâmico. Podendo ser explicado pelo poder inibitório do aminoácido sobre o meristema apical da raiz primária, agravado porque o aminoácido foi aplicado diretamente na semente. Quando se reduz o potencial osmótico a concentração do ácido glutâmico pode ser maior em decorrência da plena disponibilidade no substrato da semente, acentuando os efeitos negativos na raiz primária, atrasando a germinação das sementes.

Carmo *et al.* (2021) detalharam em seu estudo que os resultados com sementes de milho doce tratadas bioestimulantes (Vitakelp®, Stimulate® e Booster®) e submetidas a estresse hídrico (-0,3 Mpa) não sofreram influência positiva do bioestimulante na germinação. Possivelmente pelo efeito fitotóxico do tratamento das sementes, quando expostas a menor potencial osmótico já que, segundo o autor, existe a concentração adequada para que os hormônios sejam efetivos, sendo que abaixo dessa concentração não há efeito e acima ocorre efeito de inibição.

A partir da análise do resultado acima, pode-se concluir que as faixas de diferentes potenciais osmóticos causaram efeito inibitório na germinação das sementes tratadas com o estimulante de crescimento, explicando as taxas de germinação menores, quando comparadas a testemunha. Podendo constatar que apenas no potencial -0,2 MPa o estimulante de crescimento auxiliou na germinação das sementes em situação de estresse, quando comparado a testemunha.

A partir da tabela 5 observa-se que o tratamento de sementes com estimulante de crescimento auxiliou no desenvolvimento de parte aérea em situações de estresse hídrico, aumentando o comprimento da parte aérea em condições de estresse hídrico. Olsen *et al.* (2016) encontrou resultados semelhantes em seu estudo, sendo que foi possível inferir que o tratamento utilizado proporcionou maior alongamento ou crescimento da parte aérea. Esse efeito pode estar relacionado a adição de compostos no balanço hormonal, como por exemplo o triptofano que estimula a síntese de auxina, sendo que a auxina também estimula a produção de etileno que inibe o crescimento das raízes em altas concentrações.

Tabela 5: Comprimento da parte aérea (CPA), raiz (CRA) e total (CTOTAL) de plântulas de milho submetidas a diferentes potenciais hídricos, com e sem tratamento com estimulante de crescimento. Iporá – GO, 2023.

Potencial Hídrico (MPa)	CPA		CRA		CTOTAL	
	Sem	Com	Sem	Com	Sem	Com
0,0	7,2 A a	5,3 A b	12,2 A a	3,8 B b	19,4 A a	9,0 A b
-0,2	2,4 B b	2,9 C a	10,1 B a	7,4 A b	12,6 B a	10,3 A b
-0,4	1,3 C b	3,5 B a	6,3 C a	3,4 B b	7,6 C a	6,8 B a
-0,6	2,2 B b	3,6 B a	6,3 C a	3,4 B b	8,5 C a	7,0 B b
-0,8	1,3 C b	2,0 D a	6,5 C a	3,7 B b	7,9 C a	5,6 B b

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha dentro de cada variável e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey.

Porém para a variável comprimento de raiz (CRA) o tratamento não proporcionou incrementos no comprimento das raízes. Resultados opostos foram encontrados por Ferreira *et al.* (2019) em seu trabalho utilizando sementes de milho pipoca, tratadas com o regulador de crescimento Stimulate® e submetidas a estresse hídrico. Os autores constataram efeito positivo do regulador sob o crescimento das raízes das sementes submetidas a potenciais osmóticos negativos, proporcionando maior emissão de raízes.

O sistema radicular está associado ao desenvolvimento da parte aérea e é influenciado pela disponibilidade de carboidratos produzidos e acumulados na parte aérea, sendo que essa diminuição da disponibilidade de carboidratos para as raízes acarreta a inibição do sistema radicular (EMBRAPA, 1995).

Martins *et al.* (2016) em seu estudo com sementes de milho tratadas com Fertiacetyl® SD e cultivadas em vasos, não obtiveram diferenças entre os tratamentos utilizados com o estimulantes, quando avaliado em relação a altura de plantas. Por outro lado, Piaceski *et al.* (2019) encontrou resultados relevantes no comprimento de parte aérea (cm) do híbrido de milho DKB 290 tratadas com estimulantes de crescimento (Bioative, Booster e Basfoliar®Top) quando comparado a testemunha.

De acordo com dados da massa seca de parte aérea (Tabela 6) é possível observar que o estimulante de crescimento influenciou positivamente no aumento de parte aérea em

situações de estresse hídrico, contribuindo com a variável massa seca total maior para sementes tratadas e submetidas a potenciais osmóticos negativos.

Tabela 6: Massa seca da parte aérea (MSPA) e total (MSTOTAL) de plântulas de milho submetidas a diferentes estresses hídricos, com e sem tratamento com estimulante de crescimento. Iporá – GO, 2023.

Potencial Hídrico (MPa)	MSPA		MSTOTAL	
	-----mg/plântula-----			
	Sem	Com	Sem	Com
0,0	17,0 A a	15,7 A a	198,0 C a	197,0 C a
-0,2	8,0 B a	7,2 C a	207,0 AB a	212,0 A a
-0,4	7,0 B b	11,2 B a	210,0 A a	208,0 AB a
-0,6	8,0 B b	12,0 B a	200,0 BC a	202,0 BC a
-0,8	7,0 B a	6,7 C a	204,0 ABC	206,0 AB a

Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha dentro de cada variável e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste Tukey.

Para a variável massa seca de raiz não houve interação entre o tratamento e os diferentes potenciais hídricos, ou seja, independente da semente ser tratada ou não com estimulantes de crescimento o resultado para essa variável não foi significativo. A partir da análise do gráfico (Figura 2) observa-se que a massa seca de raiz tende a diminuir com a redução do potencial hídrico, esse fator pode ser decorrente da diminuição da expansão celular ou da redução dos processos bioquímicos e fisiológicos (Olsen *et al.*, 2016).

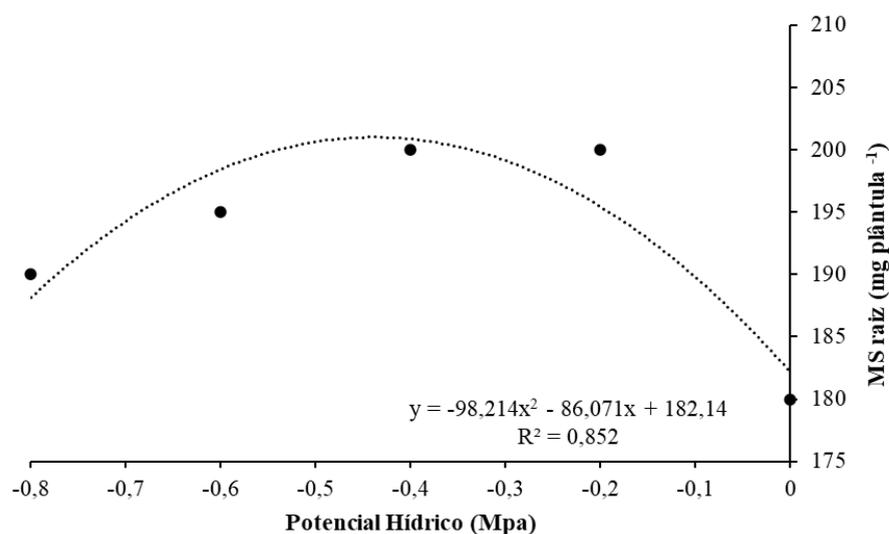


Figura 2. Massa seca (MS) de raiz de plântulas de milho submetidas a diferentes potenciais hídricos. Iporá – GO, 2023.

Esse fator pode ser explicado através das análises das fases da germinação, sendo que na fase III intensifica-se a absorção de água, expansão celular e a mobilização das substâncias de reservas, através da ativação de processos químicos como a quebra do amido pelas enzimas alfa e beta-amilase. A semente estando em condições de estresse hídrico a ocorrência desses eventos serão afetadas, prejudicando todas as etapas posteriores da germinação (Taiz & Zeiger, 2017).

Observa-se que mesmo o produto utilizando em sua composição aminoácidos precursores de hormônios fundamentais, como o triptofano, não houve interferência significativa com a utilização do estimulante de crescimento para sementes de milho híbrido DKB 360 submetidas a estresse hídrico.

## 6. CONCLUSÕES

Portanto, conclui-se que o tratamento na dose utilizada de 4 mL e com o híbrido DKB 360 não apresentou efeito positivo sobre os aspectos de vigor e germinação das sementes expostas a condições de estresse térmico e hídrico.

Sugere-se que seja feita outra pesquisa utilizando faixas inferiores de dosagens do produto, a fim de avaliar o comportamento das sementes em cada dosagem.

## **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

**BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. 2009.** Regras para análise de sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 399 p.

**BENDER, F.D. 2017.** Mudanças Climáticas e Seus Impactos na Produtividade da Cultura do Milho e Estratégias de Manejo Para Minimização de Perdas Em Diferentes Regiões Brasileiras. ESALQ.

**CARVALHO, T.C., S.S. SILVA, R.C. SILVA, M. PANOBIANCO & A.F. MÓRGOR. 2013.** Influência de Bioestimulantes na germinação e desenvolvimento de plântulas de *Phaseolus vulgaris* sob restrição hídrica. Sociedade de Ciências Agrárias de Portugal.

**CASTRO, P.R.C. & E.A.C. MARIA. 2014.** Aminoácidos e suas aplicações na agricultura. Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Piracicaba. nº57. p.58.

**CARMO, M.A.P., M.L.M. CARVALHO, H.O. SANTOS, D.K. ROCHA, J.A. OLIVEIRA, V.F. SOUZA, M.M.S. GUARALDO & C.A.M. MESQUITA. 2021.** Bioestimulantes Aplicados em Sementes e Plantas de Milho Doce Sob Condições de Estresse Abiótico. Brazilian Journal of Development. Curitiba. v.7, p.31727:31741.

**CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. 2022.** Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, safra 2021/22, Brasília, DF, v. 9, n. 12 décimo segundo levantamento, setembro.

**CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. 2023.** Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, safra 2022/23, Brasília, DF, n. 10 décimo levantamento, julho.

**FERREIRA, B.R., C. CHICHANOSKI, L.M. MORTELE, R.F. SANTOS & A.L. BRACCINI. 2019.** Physiological Potential of Popcorn Seeds Submitted to Water Stress After Treated With Bioregulator. Semina: Ciências Agrárias, v.40, p.573-584.

**MARTINS, A.G., E.P. SEIDEL, L. RAMPIM, J.S. ROSSET, M. PRIOR & J.C. COPPO. 2016.** Aplicação de Bioestimulante em Sementes de Milho Cultivado em Solos de Diferentes Texturas. Scientia Agraria Paranaensis, v.15, n.4, p.440:445.

**MELLO, W.M., J.O. SANTOS & S. OHSE. 2021.** Vigor de Sementes de Milho Tratadas com Bioestimulantes. Visão Acadêmica. Curitiba, v.22.

**NETO, D.D., G.J.A. DARIO, A.N.P.P BARBIERI & T.N MARTIN. 2014.** Ação de Bioestimulante no Desempenho Agronômico de Milho e Feijão. Biosci. J., Uberlandia, v.30, p.371:379.

**NETTO, L.A., G., RITTER, D.C.S. ECKHARDT, T. EBERLING, T.S. BRITO & V.F GUIMARAES. 2019.** Uso de Biorregulador no Tratamento de Sementes de Milho. Cultivando o saber, v12, p54:62.

**OLSEN, D., T. PEDÓ, F. KOCH, E.G. MATINAZZO, T.Z. AUMONDE & F.A. VILLELA. 2017.** Tratamento de sementes com bioestimulantes: vigor e isoenzimas de plântulas de arroz de sequeiro sob restrição hídrica. Revista Agrarian. V.9, p. 296:302.

**PIACESKI, W., M.P., PAIM, T.B. SILVA, A. LAVAGNOLLI & N.S. LAZZARETTI. 2019.** Aplicação de Bioestimulantes na Germinação do Milho. 13º Seagro.

**REIS, A.R. & M.G.D.B., LANZA. 2022.** Aminoácidos: desmitificando o uso na agricultura. Physiotel Crop Science.

**ROSA, C.C. 2020.** Qualidade Fisiológica de Sementes de Milho Submetidas a Tratamento Químico eBioestimulantes. Dissertação de Mestrado, UnB, Brasília, 51p.

**SILVA, R.C.B., M.N. ARAUJO, F.L.S. ORNELLAS & B.F. DANTAS. 2018.** Thermal stress and physiological changes in watermelon seeds. Pesquisa Agropecuaria Tropical. Goiania. V.48, p.66:74.

**SILVA, G.R. 2019.** Produção, Tecnologia e Armazenamento de Sementes. Londrina. Editora e Distribuidora Educacional S.A., p.192.

**SILVA, J., V.A.V. SACCINI & D.M.M. SANTOS. 2015.** Estresse térmico no acúmulo de prolina livre de plântulas de guandu oriundas de sementes tratadas com poliaminas. Semina: Ciências Agrárias. v.36, p.103:112.

**SILVA, A.M.P., G.P. OLIVEIRA & D.C.C. NERES. 2018.** Germinação e Vigor de Sementes de sojaSubmetidas ao Tratamentos com Substâncias Bioativas. Caderno de Publicação Univag, n. 8.

**TAIZ, L. & E. ZEIGER. 2017.** Fisiologia Vegetal. 5. ed. Porto Alegre: Artmed.

**VENDRUSCOLO, E.P., A.P.B. MARTINS, L.F.C. CAMPOS, A. SELEGUINI & M.M. SANTOS. 2016.** Amenização de estresse térmico via aplicação de bioestimulante em sementes de meloeiro cantaloupe. Brazilian Journal of Biosystems Engineering. V.10, p241:247.