

GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE SORGO E MILHO TRATADAS COM
ESTIMULANTE DE CRESCIMENTO

por

GUILHERME ANDRAOS MOTA GEORGES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Bioenergia e Grãos do
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde, como
parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Bioenergia e Grãos.

Iporá – GO

Setembro – 2023

GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE SORGO E MILHO TRATADAS COM
ESTIMULANTE DE CRESCIMENTO

por

GUILHERME ANDRAOS MOTA GEORGES

Comitê de Orientação:

Prof^a. Dr^a. Silvia Sanielle Costa de Oliveira – Instituto Federal Goiano

Prof. Dr. Sihélio Júlio Silva Cruz – Instituto Federal Goiano

GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE SORGO E MILHO TRATADAS COM
ESTIMULANTE DE CRESCIMENTO

por

GUILHERME ANDRAOS MOTA GEORGES

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Silvia Sanielle Costa de Oliveira

Coorientador: Prof. Dr. Sihélio Júlio Silva Cruz

Examinadores: Prof^a. Dr^a. Silvia Sanielle Costa de Oliveira

Prof. Dr. Sihélio Júlio Silva Cruz

Prof^a. Dr^a. Vanessa Fátima Grah Ponciano



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Documentos 74/2023 - SREPG/CMPR/CPG-RV/DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE SORGO E MILHO TRATADAS COM ESTIMULANTE DE CRESCIMENTO

Autor: Guilherme Andraos Mota Georges
Orientadora: Sílvia Sanielle Costa de Oliveira

TITULAÇÃO: Mestre em Bioenergia e Grãos - Área de Concentração Agroenergia

APROVADO em 29 de setembro de 2023.

Assinado eletronicamente
Prof.^a Dr.^a Vanessa Fátima Grah
Ponciano
Avaliadora externa - IF Goiano
Campus Iporá

Assinado eletronicamente
Prof. Dr. Sihélio Júlio Silva Cruz
Avaliador interno - IF Goiano
Campus Iporá

Assinado eletronicamente
Prof.^a Dr.^a Sílvia Sanielle Costa de Oliveira
Presidente da Banca - IF Goiano Campus Iporá

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

G351g Georges, Guilherme Andraos Mota
GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE SORGO E MILHO
TRATADAS COM ESTIMULANTE DE CRESCIMENTO / Guilherme
Andraos Mota Georges; orientadora Silvia Sanielle
Costa de Oliveira ; co-orientador Sihélio Júlio
Silva Cruz. -- Rio Verde, 2023.
30 p.

Tese (Doutorado em Mestrado Profissional em
Bioenergia e Grãos) -- Instituto Federal Goiano,
Campus Rio Verde, 2023.

1. Zea mays. 2. Sorgum bicolor. 3. Tratamento de
Sementes. 4. Potencial fisiológico. 5. Agressiva
Desperta. I. Oliveira , Silvia Sanielle Costa de,
orient. II. Cruz, Sihélio Júlio Silva, co-orient.
III. Título.

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 |
| <input type="checkbox"/> Produto técnico e educacional - Tipo: | <input type="text"/> |

Nome completo do autor:

Matrícula:

Título do trabalho:

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 02 /01 /2023

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 inclusos 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 - GO
Local

23 / 11 / 2022
Data

Guilherme Anderson M. Georges

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Silvia Janielle Costa de Camp

Assinatura do(a) orientador(a)

Documento assinado eletronicamente por:

- **Vanessa de Fatima Grah Ponciano**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 29/09/2023 17:26:30.
- **Sihelio Julio Silva Cruz**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 29/09/2023 16:33:32.
- **Silvia Sanielle Costa de Oliveira**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 29/09/2023 16:29:18.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 28/09/2023. 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: 535276

Código de Autenticação: 2aa296107d



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Rio Verde
Rodovia Sul Goiana, Km 01, Zona Rural, 01, Zona Rural, RIO VERDE / GO, CEP 75901-970
(64) 3624-1000

DEDICATÓRIA

Dedico este estudo a minha família que sempre me apoia e ampara. Em especial aos meus pais, que são minha base, e ao meu filho, que é minha motivação. Amo vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por sempre guiar meus passos, dando forças e fé frente às adversidades.

Agradeço, ainda, ao meu pai, Andraos Hanna Georges, à minha mãe, Euza Mota Gonçalves, e ao meu filho Vitor Gabriel Lopes Andraos, por todo apoio durante a caminhada.

À minha orientadora Silvia Sanielle Costa de Oliveira e coorientador Sihélio Júlio Silva Cruz, por todo apoio, compreensão e disposição para me ajudar a concluir mais este objetivo, sem vocês isso não seria possível. Gratidão.

E, por fim, expresso minha gratidão ao Instituto Federal Goiano, pela oportunidade de ter cursado minha graduação em Bacharelado em Agronomia, e por, agora, estar concluindo o Mestrado Profissional em Bioenergia e Grãos, dando-me a oportunidade de transformar minha vida e trajetória através dos estudos.

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	1
ABSTRACT.....	3
1. INTRODUÇÃO.....	5
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	7
2.1. A importância do milho e do sorgo	7
2.2. Milho... ..	8
2.3. Sorgo... ..	9
2.4. Tratamento de sementes com estimulantes de crescimento	10
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1. Local	14
3.2. Tratamento utilizado	14
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
5. CONCLUSÃO.....	25
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26

GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE SORGO E MILHO TRATADAS COM
ESTIMULANTE DE CRESCIMENTO

por

GUILHERME ANDRAOS MOTA GEORGES

(Sob orientação da Professora Doutora Silvia Sanielle Costa de Oliveira – IF Goiano)

RESUMO

O milho e o sorgo são culturas de expressiva importância em meio ao agronegócio. Ambas têm demanda elevada tanto para uso nacional, na alimentação animal e humana, quanto para exportação. Nesse sentido, a utilização de sementes de alta qualidade pode aumentar a viabilidade das lavouras, tornando um aliado importante aos produtores. Nesse sentido, o objetivo do presente estudo foi verificar os efeitos do tratamento de sementes de sorgo e milho utilizando estimulante de crescimento contendo micronutrientes e aminoácidos sobre a germinação e vigor das plantas. Para tanto, realizou-se o tratamento das sementes através da aplicação de seis doses (0, 1, 2, 3, 4 e 5 ml kg⁻¹ de sementes) do fertilizante mineral misto “Agressivo Desperta” e analisadas as variáveis: teste de germinação, crescimento das plântulas e massa seca de plântulas. Pode-se observar que os tratamentos não proporcionaram diferenças na porcentagem de germinação das sementes de milho. Além de redução no comprimento da parte aérea e raiz, e aumento na matéria seca da raiz do milho. No sorgo, por sua vez, foi observada redução na porcentagem de germinação das sementes, aumento no comprimento de plântulas de sorgo relacionadas as variáveis: parte aérea, raiz e total, e redução na matéria seca da raiz do sorgo.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays*, *Sorgum bicolor*, Tratamento de Sementes, Potencial fisiológico, Agressivo Desperta.

GERMINATION AND VIGORITY OF SORGHUM AND CORN SEEDS TREATED WITH
GROWTH STIMULANT

by

GUILHERME ANDRAOS MOTA GEORGES

(Sob orientação da Professora Doutora Silvia Sanielle Costa de Oliveira - IFG)

ABSTRACT

Corn and sorghum are crops of significant importance for Brazilian agriculture. They are in high demand for national use, in animal and human food, and for exportation. In this sense, the use of high-quality seeds may increase the viability of crops, becoming an important ally for producers. In this sense, the objective of the present study was to verify the effects of the treatment of sorghum and corn seeds using growth stimulants containing micronutrients and amino acids on the germination and vigor of the plants. For that, there were used six doses (0, 1, 2, 3, 4 and 5 ml kg⁻¹ of seeds) of the mixed mineral fertilizer “Agressiva Desperta” and the germination test variables were analyzed to determine seedling growth and seedling dry mass. The treatment did not provide differences in the germination percentage of corn seeds. In addition to reduction in shoot and root length and increase in corn root dry matter. In sorghum a reduction in the percentage of seed germination was observed, an increase in the length of sorghum seedlings related to the variables: aerial part, root and total, and a reduction in the dry matter of the sorghum root.

KEY WORDS: *Zea mays*, *Sorghum bicolor*, Seed Treatment, Physiological Potential, Agressiva Desperta.

1. INTRODUÇÃO

Entre os anos de 2000 e 2021 foram produzidos no mundo 53,7 bilhões de toneladas de grãos, com destaque para os Estados Unidos da América (EUA) e China. Destes, 10 bilhões de toneladas foram destinadas à exportação, com o principal exportador sendo os EUA, e com valor total das exportações superando 3 trilhões de dólares americanos (ARAGÃO; CONTINI, 2022).

O Brasil recebe destaque na produção de grãos não apenas pelo volume produzido, mas pela área plantada, sendo o milho o cereal que possui produção estimada em 127 milhões de toneladas na safra 2022/2023 (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO, 2022), e a cultura do sorgo com forte expansão, tanto em área quanto em produção, tendo sido produzidos 2,85 milhões de toneladas na última safra, em 1,03 milhão de hectares (EMBRAPA, 2022).

Ambas as culturas se evidenciam pelas inúmeras aplicações que apresentam, são utilizadas na alimentação animal como grãos de forragem verde ou conservada na alimentação humana, e na geração de receita através da comercialização da produção (GONTIJO NETO, 2018).

Novas tecnologias vêm contribuindo para que o Brasil alcance tais avanços na produção, uma vez que estão correlacionadas a cultivares de alto potencial genético e transgênicas; melhoria na qualidade das sementes utilizadas; controle químico de doenças; entre outros (EMBRAPA, 2017).

Nesse cenário, a utilização de sementes de qualidade pode ser uma prática de manejo viável na melhora do desempenho das culturas. Importante citar, ainda, que se trata

de uma opção de grande viabilidade para a agricultura, por ser um veículo mais compacto, resistente e prático, através do qual as cultivares são propagadas no tempo e no espaço (AMARO *et al.*, 2020).

Os nutrientes são essenciais as plantas por desenvolverem funções específicas em seus processos fisiológicos e por interferirem diretamente no crescimento e produtividade (FAQUIN, 2005). Estes podem ser ofertados as plantas através de aplicação direta no solo, adubação foliar ou ainda através do tratamento de sementes (CHENG, 1985). Segundo Parducci (1989), o tratamento de sementes é uma alternativa viável para aplicação de nutrientes, visto que apresenta resultados positivos, além de menores custos para aplicação e maior uniformidade de distribuição.

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo verificar os efeitos do tratamento de sementes de sorgo e milho utilizando estimulantes de crescimento contendo micronutrientes e aminoácidos sobre a germinação e vigor das plantas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A importância do milho e sorgo

Desde os primórdios da humanidade os grãos integram a base da alimentação humana, seja no consumo direto, em alimentos processados ou como insumo para ração na produção de carnes, sendo responsáveis não apenas pela energia diária dos seres humanos, mas pela significativa parcela de vitaminas e nutrientes indispensáveis à saúde (CONTINI; ARAGÃO, 2021).

O Brasil é um dos maiores produtores de grãos (CONAB, 2019) e uma das principais fontes de alimento do mundo. No ano de 2020, a produção agrícola brasileira alimentou sua população, de 212,235 milhões de pessoas, e mais 424,687 milhões de pessoas em outros países através da exportação de grãos, oleaginosas e carnes (CONTINI; ARAGÃO, 2021).

O milho (*Zea mays* L.), espécie de cereal nativa das américas, e o sorgo (*Sorghum bicolor* L.), espécie nativa no noroeste africano, são culturas que recebem destaque no setor agropecuário brasileiro por possuírem atributos notáveis relacionados a produtividade, adaptação e digestibilidade (DA SILVA *et al.*, 2021). As culturas de milho e de sorgo apresentam grande importância econômica por serem consideradas ingredientes indispensáveis na produção de rações, e uma vez que o mercado brasileiro atua fortemente na produção de carnes, e a consequente produção destes cereais vem aumentando consideravelmente (SOUZA *et al.*, 2020).

Na alimentação animal, o milho e o sorgo possuem ampla utilização na silagem, graças a vasta produção de forragem e composição da planta, que resultam em fermentação adequada

no silo, como a silagem com grande valor nutritivo (SOUZA *et al.*, 2020).

2.2. Milho

Da ordem Poales, família Poaceae, subfamília Panicoidae, tribu Maydeae, gênero *Zea*, espécie *Zea mays*, o milho é uma planta herbácea anual, de ciclo completo de quatro a cinco meses (QUEIROZ, 2006; TOLEDO, 1980).

A produção de milho no Brasil é dividida em duas safras, sendo a primeira no verão e a segunda no inverno, e estas sofrem influência de fatores como temperatura, umidade, fotoperíodo e radiação solar (COÊLHO, 2018). Apesar disto, dados da Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2019) apontam que a produção nacional de milho subiu de 56 milhões de toneladas na safra 2009/2010 para 100 milhões de toneladas na safra de 2018/2019, graças a viabilidade técnica e financeira da segunda safra em detrimento da primeira (SILVA *et al.*, 2020).

A produção brasileira de milho alcançou, segundo a Embrapa, o patamar de maior cultura agrícola do mundo ao ser a única cultura a ultrapassar a marca de 1 bilhão de toneladas. Somada a sua importância relacionada a produção, ressalta-se as diversas possibilidades de uso deste cereal. Trata-se de um produto fundamental para a agricultura brasileira (CONTINI *et al.*, 2019).

Segundo Contini *et al.* (2019) diversas áreas encontram-se dependentes do milho, tanto na agricultura quanto na pecuária, seja na forma de silagem, grão, ou ainda na produção de etanol e DDGS (subproduto da produção de etanol). Para os autores, todas as regiões agrícolas e pecuárias brasileiras dependem do milho para novas oportunidades de receita, redução nos custos de produção e, ainda, oportunidades de novos negócios.

Dados do Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos da Conab referente a safra de 2022/2023 apontam que a produção de milho no Brasil ocorreu em área de 4.401 mil hectares, com produtividade de 6.189kg/ha. No que se relaciona a produção, houve

crescimento de 8,8% na safra de milho, passando de 25.026,8 mil toneladas na safra de 2021/22 para 27.240,7 mil toneladas na safra de 2022/23.

De acordo com Souza *et al.* (2020) a demanda mundial por milho vem crescendo nos últimos anos, e, é fortemente impulsionada pelo crescimento econômico dos países asiáticos e pela utilização deste cereal nos EUA para produzir etanol. Ainda, o consumo interno vem crescendo consideravelmente por causa do crescimento do setor de carnes, principalmente de aves e suínos.

2.3. Sorgo

Da família Poaceae, gênero Sorghum, e espécie cultivada *Sorghum bicolor* (L.), o sorgo é uma espécie forrageira com grande vantagem fotossintética, que vem se destacando em meio a agricultura por ser uma gramínea energética de alta digestibilidade, produtividade e adaptabilidade, com possibilidade de uso para diferentes fins que variam desde a ração animal e silagem até o consumo humano (ANDRADE NETO *et al.*, 2010; DA SILVA *et al.*, 2021).

Trata-se do quinto cereal em área plantada no mundo, e cuja produção destina-se tanto a alimentação animal quanto humana, e que é apontado como sendo um “bom substituto do milho na produção agrícola e na alimentação animal” (SOUZA *et al.*, 2020, p. 2339).

A cultura do sorgo vem se destacando no meio agrícola por ser uma gramínea energética de elevada produtividade e adaptação aos mais diversos ambientes. Trata-se de um cereal que necessita de menor quantidade de água para desenvolver-se, quando comparado aos demais, garantindo maior adaptabilidade a diferentes regiões do país (DA SILVA *et al.*, 2021).

Nas indústrias de ração, o sorgo é amplamente utilizado como substituto para o

milho na ração para animais monogástricos, ou seja, não ruminantes, como biomassa de corte, e na forma de feno e silagem para os ruminantes (SOUZA *et al.*, 2020). Ainda, o sorgo possui ampla utilização para fins industriais e caseiros, possuindo usos similares aos do milho, como a produção de amido, bolos, pipocas, cookies sem glúten, entre outros, e vem se tornando relevante entre as culturas voltadas a produção de bioenergia (SOUZA *et al.*, 2020).

Nesse contexto, o levantamento de dados realizado por Souza e colaboradores (2020) apontou que a área cultivada com sorgo no Brasil teve “salto extraordinário” a partir dos anos 1990, sendo a região centro-oeste a principal região de cultivo.

Ainda segundo Souza *et al.* (2020), apesar da ausência de grandes investimentos na produtividade do sorgo, esta cultura vem apresentando aumento exponencial nos últimos 10 anos. Conforme o Levantamento de Safras da Conab (2018) vem sendo produzido em grandes quantidades, tendo variações a cada ano, com grandes produções entre os anos de 2009 e 2014.

2.4. Tratamento de sementes com estimulantes de crescimento

O considerável aumento na produção de milho e sorgo no Brasil em consequência aos inúmeros modos de uso na alimentação humana, na alimentação animal e na geração de combustíveis, acaba por estimular diversos programas de melhoramento que dedicam estudos a estes cereais, buscando obter meios de aumentar ainda mais a produtividade das lavouras (SOUZA *et al.*, 2020).

O uso de variedades melhoradas de sementes de milho e sorgo, bem como a utilização de insumos e técnicas de cultivo adequados são responsáveis pelo rendimento progressivo

das lavouras (SILVA *et al.*, 2021).

Segundo da Silva *et al.* (2021) para o primeiro passo na produção de uma cultura é necessário realizar a escolha da semente, pois o resultado de produção de uma lavoura de milho é consequência do potencial genético da semente e das condições edafoclimáticas do local de plantio, além do manejo da plantação. Sendo assim, pode-se considerar que, de maneira geral, a cultivar é responsável por 50% do rendimento final, porém a escolha adequada da semente pode ser o motivo do sucesso ou do fracasso da lavoura.

Segundo Amaro *et al.* (2020) os principais atributos que a semente deve conter são a alta pureza genética, boa germinação e vigor, pureza física e qualidade sanitária. Quanto à qualidade genética, a semente deve apresentar atributos agronômicos como distinguibilidade das demais cultivares, homogeneidade fenotípica e estabilidade na performance dos caracteres de uma geração para outra. Além disso, é necessário conter atributos que demonstrem ser úteis para o fim que se destinam, como indústria, alimentação humana e alimentação animal.

Ainda, a qualidade da semente caracteriza-se como fator primordial no estabelecimento da lavoura, pois sementes de baixa qualidade, com germinação e vigor reduzidos, originam lavouras com população inadequada de plantas, implicando em instabilidade e prejuízo econômico (AMARO *et al.*, 2020).

Estudos como o de Dourado Neto *et al.* (2014) e de da Silva e de Oliveira (2021) citam, entre as finalidades do tratamento de sementes, o incremento da produção, melhora na qualidade fisiológica das sementes, aumento no número de plântulas normais, entre outros.

Segundo Menten e Moraes (2010) esta não é uma prática atual, pois as primeiras referências datam de 1670 com o uso de soluções salinas em sementes. Existem, ainda relatos do uso de sal, cal e lixívia entre 1750-1775, de sulfato de cobre e outros produtos inorgânicos entre 1807 e 1880, de tratamento térmico em 1888, tratamento com produtos orgânicos entre 1920 e 1950, e tratamentos químicos a partir de 1960.

Conforme Evangelista *et al.* (2010) a realização do tratamento de sementes pode ser vista como alternativa de suplementação e complementação do fornecimento de nutrientes para as plantas, uma vez que macro e micronutrientes são indispensáveis e a falta de qualquer um deles pode resultar em perdas significativas na produção (DA SILVA; DE OLIVEIRA, 2021).

Entre os benefícios proporcionados pelo tratamento de sementes, ressalta-se êxitos no estabelecimento de espécies forrageiras recobertas, incremento na sobrevivência de plântulas de espécies olerícolas em semeadura direta no campo, aumento na produção total dos cultivos, correção da acidez do solo na área circundante às sementes, maior desenvolvimento de plantas e acesso mais uniforme de todas as plântulas aos nutrientes fornecidos (DA SILVA; DE OLIVEIRA, 2021).

Segundo Ohse *et al.* (2014) esses benefícios ocorrem porque a maioria dos micronutrientes constituem-se de ativadores enzimáticos e componentes estruturais, favorecendo, desta forma, a germinação e o vigor das sementes, e conseqüentemente o estabelecimento da cultura.

Relacionados à adubação estão os estimulantes de crescimento, fitohormônios responsáveis pela comunicação entre células, tecidos e órgãos e desempenhando papel na regulação do crescimento e desenvolvimento vegetal em busca da homeostase vegetal (ROCHA, 2018).

Os estimulantes de crescimento são reguladores vegetais sintéticos ou naturais e são formados a partir de aminoácidos, vitaminas, nutrientes e/ou microrganismos (SANTOS *et al.*, 2017). Os estimulantes de crescimento trazem benefícios às culturas, melhorando a absorção de nutrientes quando aplicados via sementes, folhagens e solo e na eficiência das culturas (SILVA *et al.*, 2017); age no equilíbrio hormonal, que irão estimular o desenvolvimento do seu sistema raízes, favorecendo a expressão do seu potencial genético (RAMOS *et al.*, 2015), proporcionando recuperação rápida, após o período de estresse hídrico e resistência a pragas ou doenças.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local

O experimento foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes pertencente ao Instituto Federal Goiano – Campus Iporá-GO, e o delineamento foi inteiramente ao acaso, com seis tratamentos e quatro repetições por tratamento.

3.2. Tratamento utilizado

Foram utilizadas seis doses do produto comercial “Agressiva Desperta”, (0, 1, 2, 3, 4 e 5 ml kg⁻¹ de sementes) em sementes de sorgo e milho.

O estimulante de crescimento utilizado é um produto da empresa *Fertilizer Agrosiences*, constituído por 1,5% de enxofre (S), 0,1% de boro (B), 0,5% de cobalto (Co), 0,1% de cobre (Cu), 0,6% de manganês (Mn), 5% de molibdênio (Mo), 2% de zinco (Zn), e 5% de aminoácidos (sendo: ácido aspártico 0,69%; ácido glutâmico 1,68%; alanina 0,89%; arginina 0,67%; cistina 0,01%; fenilalanina 0,26%; glicina 1,58%; histidina 0,13%; isoleucina 0,39%; leucina 0,41%; metionina 1,56%; prolina 0,18%; tirosina 0,01%; ornitina 0,01%; metilistidina 0,02%; triptofano 0,37%; serina 0,31%; valina 0,31% e treonina 0,22%). Além disso, há 5% de extrato de algas e 3,7% de ácido carboxílico, como níveis de garantia.

As soluções foram preparadas ajustando as dosagens para 10 g de sementes e diluídas em 10 ml de água destilada. Em seguida, as sementes foram tratadas adicionando a solução em sacos plásticos contendo 400 sementes por tratamento, em seguida foi feita a agitação para promover a completa distribuição do produto e cobertura das sementes.

Posteriormente, as sementes tratadas foram distribuídas sobre papel toalha para secagem

pelo período de uma hora. Para avaliar o efeito do tratamento das sementes com o estimulante de crescimento foram realizados os seguintes testes:

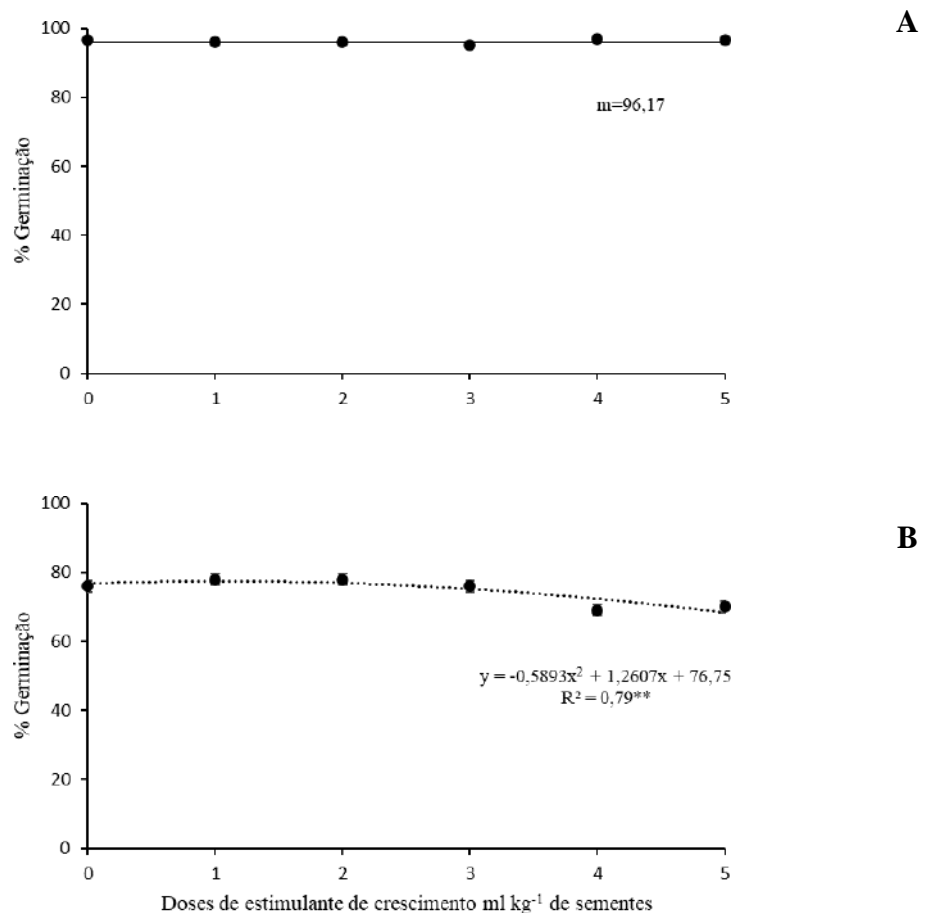
Para o teste de germinação foram utilizadas quatro subamostras de 50 sementes por tratamento em rolos de papel filtro, umedecidos com 2,5 vezes a massa (g) do papel em água, acondicionados em germinador regulado a temperaturas constante de 25°C para ambas as espécies. Durante o teste, os rolos de papel permaneceram em sacos plásticos de 0,033 mm de espessura fechados, para evitar a desidratação (COIMBRA *et al.*, 2007). A primeira contagem foi realizada no quarto dia após a sementeira (milho e sorgo) e a contagem final no sétimo e décimo dia, milho e sorgo respectivamente. Foram contabilizados a percentagem de plântulas normais, anormais, sementes dormentes e mortas (BRASIL, 2009).

Ao final do teste de germinação todas as plântulas foram mensuradas com o auxílio de uma régua, e os resultados de comprimento das plântulas foram expressos em cm plântula⁻¹. Para mensuração da massa seca das plântulas, estas foram acondicionadas em sacos de papel e levadas para secagem em estufa a 80°C, durante 24 horas. Após este período as amostras foram retiradas e pesadas em balança de precisão de 0,0001g, sendo os resultados expressos em mg plântula⁻¹ (NAKAGAWA, 1999).

Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias relativas às características submetidas à regressão polinomial, definindo o melhor ajuste segundo combinação de significância e maior coeficiente de determinação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

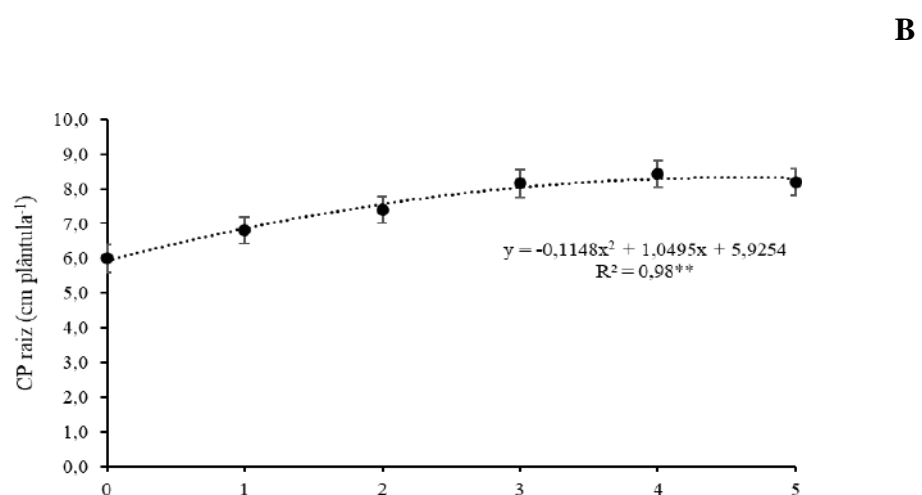
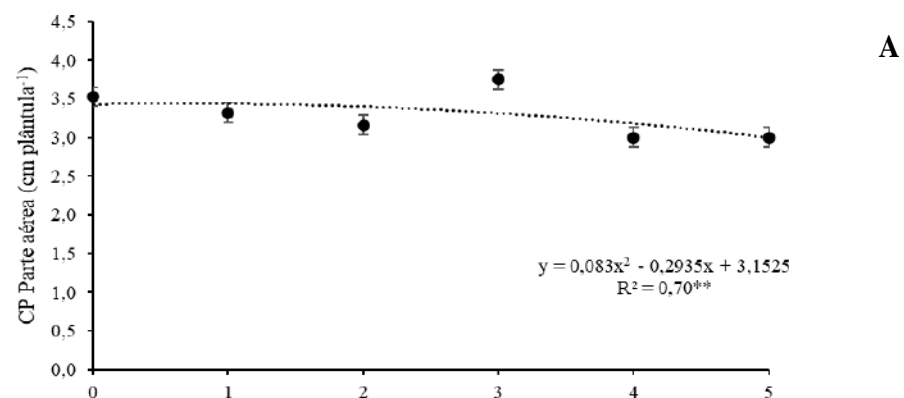
O tratamento das sementes com o estimulante de crescimento não proporcionou diferenças quanto a variável percentagem de germinação de sementes de milho (Figura 1A), no entanto, para as sementes de sorgo (Figura 1B) com o aumento da dose do estimulante de crescimento, houve a redução quanto a percentagem de germinação, quando tratadas com as doses de 4 e 5 ml kg⁻¹ de sementes, ajustando-se a função quadrática.

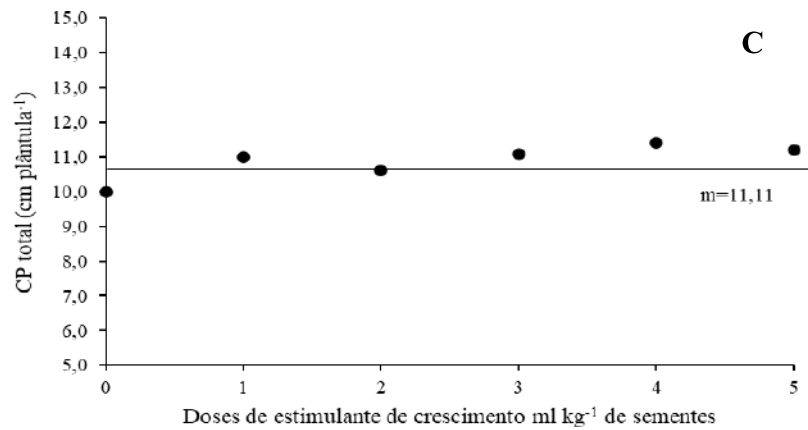


Conforme figura 1, Porcentagem de germinação de sementes de milho (A) e sorgo (B) tratadas com seis doses de estimulante de crescimento “Agressiva dispersa”.

Deve-se atentar as composições e doses de produtos que serão utilizados nos tratamentos de sementes, principalmente em sementes pequenas, como é o caso das sementes de sorgo. Há relatos na literatura que isso pode promover decréscimos na percentagem de germinação em condições de laboratório, pois haverá a concentração maior do produto no substrato (papel filtro), podendo promover desbalanço hormonal interferindo na germinabilidade. Abati; Brzezinski e Henning (2013) relatam que estudos com combinação de moléculas aplicados na mesma semente podem afetar a qualidade fisiológica e reduzir germinação.

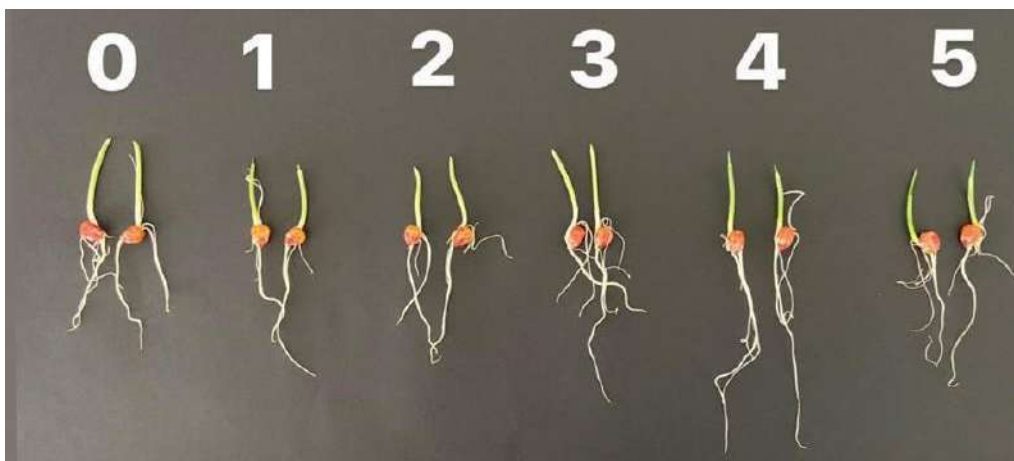
Quanto ao Comprimento de Plântulas (CP) de milho, houve redução na parte aérea (figura 2A), e no crescimento da raiz houve aumento (figura 2B), de modo que o comprimento total se manteve constante (figura 2C).





Conforme figura 2, Comprimento de plântulas (CP) de milho da parte aérea (A), raiz (B) e total (C) oriundas de sementes tratadas com seis doses de estimulante de crescimento “Agressiva desperta”.

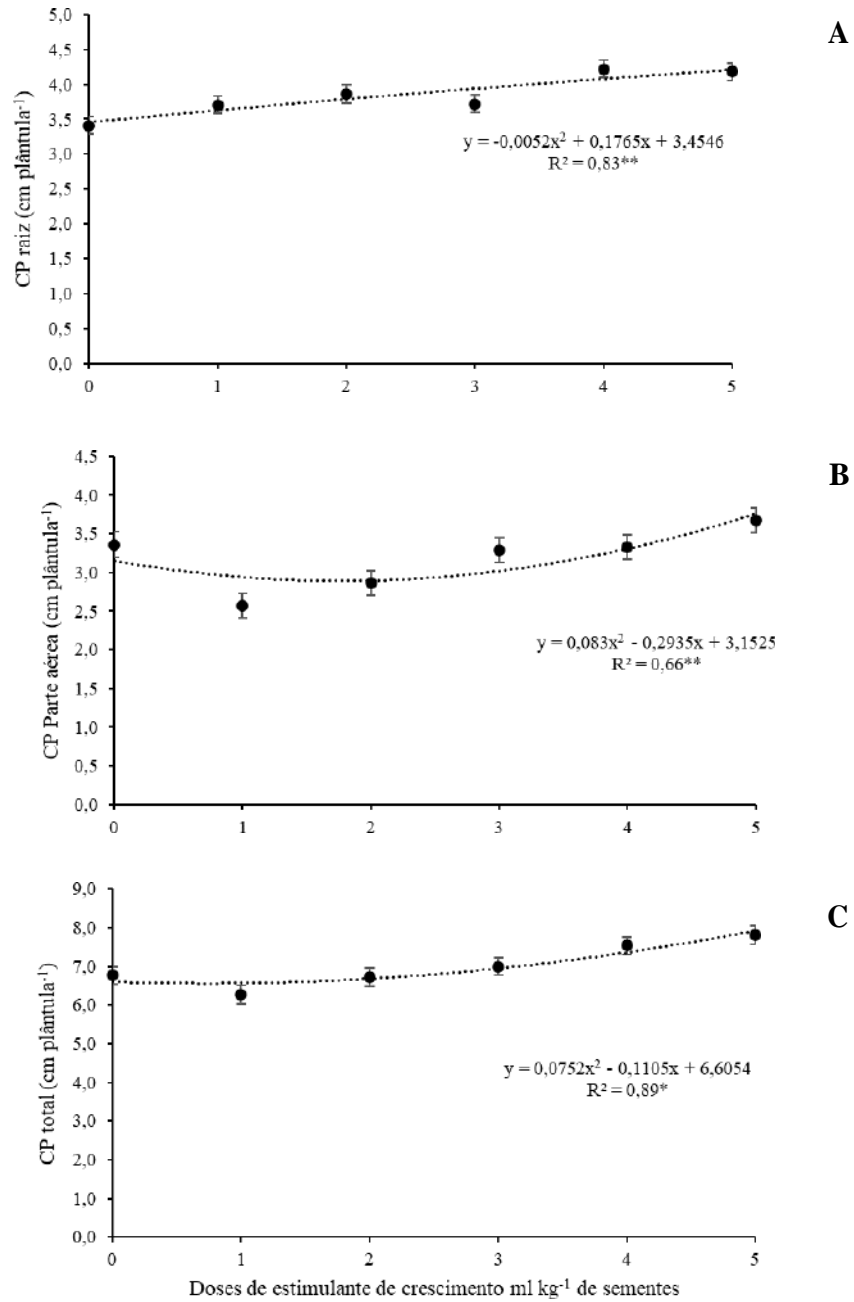
A falta de resposta significativa aos tratamentos de crescimento inicial, deve-se ao bom suprimento de nutrientes, seja através do solo ou via semente. Este fato foi confirmado por Milani *et al.* e outros. (2008), que não observaram diferença para massa seca de raízes e parte aérea entre plantas de soja com adição de Molibidênio. Em situações de deficiência de nutrientes, a resposta esperada é crescimento após a aplicação de alguns nutrientes, como Molibidênio. Este desempenha um papel vital na assimilação do nitrato absorvidos pelas plantas e interfere no metabolismo do nitrogênio, refletindo no crescimento das plantas (Ferreira *et al.*, 2007).



Conforme a figura 3, plântulas de milho, oito dias após a semeadura, oriundas de

sementes tratadas com as doses de 0, 1, 2, 3, 4 e 5 ml kg⁻¹ de sementes de milho com solução contendo aminoácidos (Agressivo desperta) em condições de laboratório.

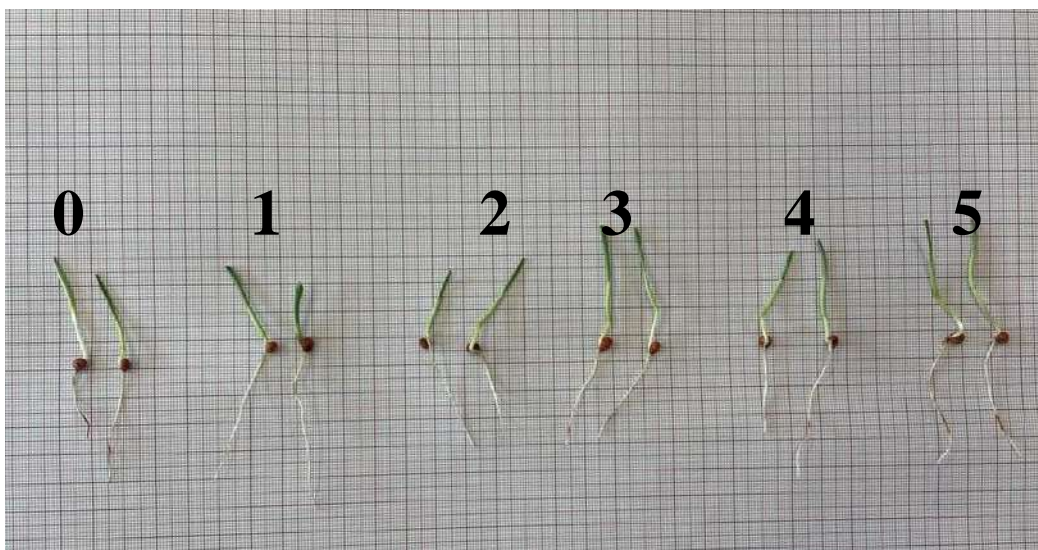
Nas sementes de sorgo o CP aumentou em todas as variáveis analisadas, conforme mostrado nas figuras 4A, 4B e 4C.



Conforme figura 4, Comprimento de plântulas (CP) de sorgo da parte aérea (A), raiz (B) e total (C) oriundas de sementes tratadas com seis doses de estimulante de crescimento “Agressiva desperta”.

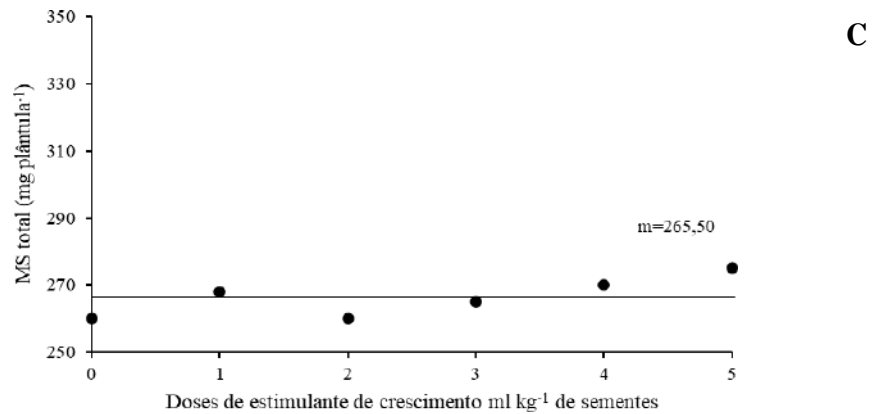
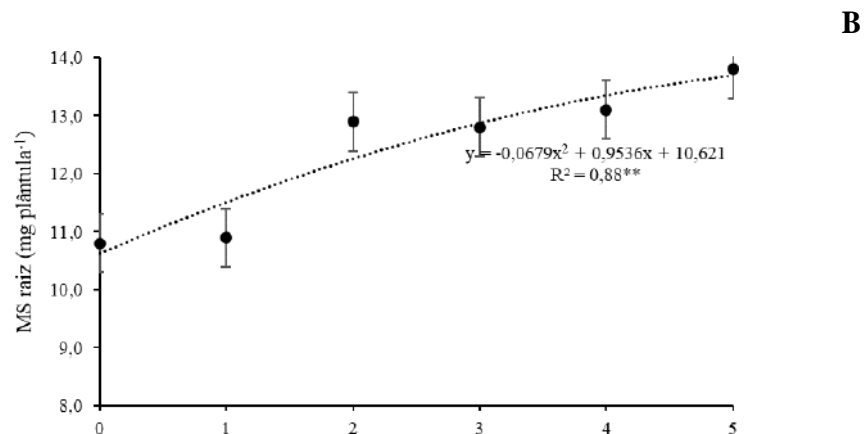
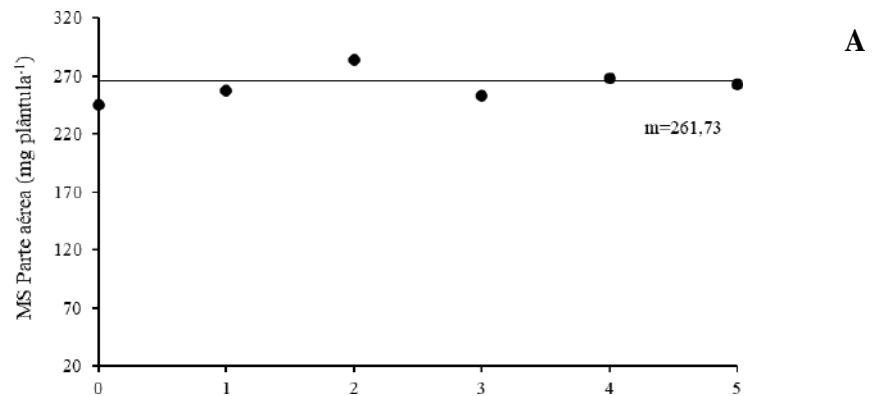
O estimulante de crescimento “Agressiva Desperta” proporcionou crescimento de plântulas significativamente maior, ou seja, reguladores vegetais, nutrientes e outros compostos presentes na formulação do estimulante de crescimento, proporcionaram alongamento celular das plântulas de sorgo em comparação com outros tratamentos.

Os estimulantes de crescimento contêm micronutrientes, sendo os mais comuns o cobalto, o zinco e o molibdênio. O cobalto participa de processos simbióticos por ser componente da vitamina B12, precursor da leghemoglobina, molécula responsável por fornecer oxigênio suficiente às bactérias responsáveis pela FBN (Marschner, 2012). Além de ser essencial para ativar reações metabólicas e participar da síntese dos precursores do triptofano e do ácido indolacético, o zinco também contribui para a síntese de substâncias que atuam no crescimento e nos sistemas enzimáticos. O molibdênio desempenha papel importante na assimilação do nitrato absorvido pelas plantas como cofator da redutase do nitrato e como cofator da nitrogenase envolvida na fixação do nitrogênio (Silva *et al.* 2008).



Conforme figura 5, Plântulas de sorgo, oito dias após a semeadura, oriundas de sementes tratadas com as doses de 0, 1, 2, 3, 4 e 5 ml kg⁻¹ de sementes de sorgo com solução contendo aminoácidos (Agressivo desperta) em condições de laboratório.

No que tange à matéria seca (MS) do milho, a MS em parte aérea e total não houve diferença entre os tratamentos (figuras 6A e 6C). Em contrapartida, houve aumento na MS da raiz (figura 6B) conforme o aumento das doses.

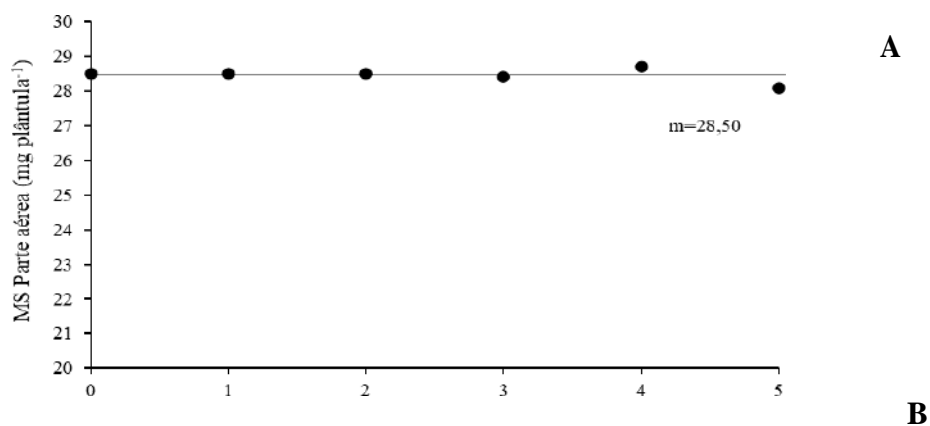


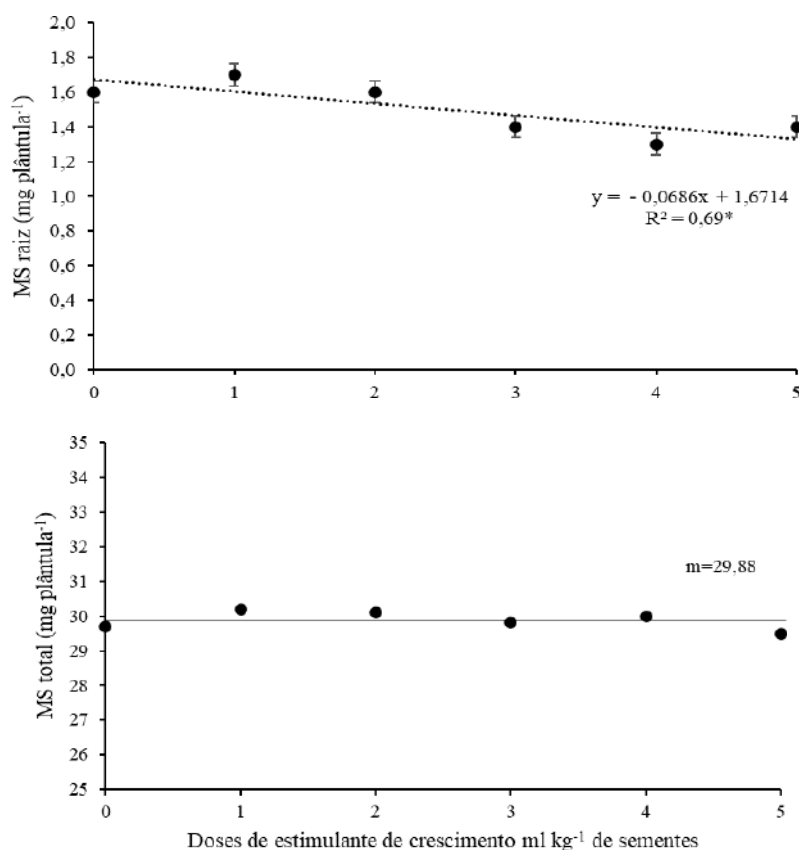
Conforme figura 6, Massa seca (MS) de plântulas milho da parte aérea (A), raiz (B) e total (C) oriundas de sementes tratadas com seis doses de estimulante de crescimento “Agressivo desperta”.

Embora os estimulantes de crescimento promovam o desenvolvimento das plantas, em alguns casos a sua aplicação não produz qualquer efeito a sua aplicação, em Kolling *et al* (2016) relataram que identificar os efeitos dos estimulantes de crescimento é mais difícil em ambientes propícios ao desenvolvimento das plantas. As respostas encontradas divergem daquelas documentadas no estudo realizado por Oliveira *et al.* (2016) com o cultivo de milho para pipoca e Jesus *et al.* (2016) com milho doce, que observaram efeitos positivos em todas as variáveis agrônômicas em plantas tratadas com sementes com estimulantes de crescimento.

Porém, em Martins *et al.* (2016) relataram que o uso de diferentes doses de estimulantes de crescimento não afetou o diâmetro do caule e a altura das plantas de milho. Esses resultados indicam que embora os estimulantes de crescimento promovam o crescimento e aumentem a produtividade das culturas, estudos mais detalhados são necessários para elucidar seus efeitos nas variáveis das espécies de gramíneas.

No sorgo, também não houve diferença entre os tratamentos na parte aérea (Figura 7A) e na variável massa seca total (Figura 7C), contudo houve redução da massa seca da raiz com o aumento da dose testada (Figura 7B).





Conforme figura 7, Massa seca (MS) de plântulas sorgo da parte aérea (A), raiz (B) e total (C) oriundas de sementes tratadas com seis doses de estimulante de crescimento “Agressiva desperta”.

O desempenho das sementes quanto a translocação de massa seca para o eixo embrionário pode estar relacionado com as condições de cultivo em laboratório, uma vez que foram fornecidas condições ideais para desenvolvimento da planta. Os estudos realizados por Francischini *et al.* (2018) após condução de pesquisa com aplicação de estimulante de crescimento em milho verde por duas safras consecutivas, corroboram com esse entendimento, pois os autores descrevem que na ausência ou baixa intensidade de estresse abiótico, o efeito do estimulante de crescimento na cultura pode não ser claro.

Faz-se de grande importância ressaltar que a aplicação destes produtos depende de muitos fatores, como as condições ambientais, formas de aplicação, contato dos produtos com a massa de sementes, entre outros, e, portanto, destaca-se a necessidade da realização de mais

estudos acerca desta temática.

5. CONCLUSÃO

Os tratamentos de sementes de milho e sorgo com o estimulante de crescimento “Agressiva Desperta”, nas doses de 4ml kg^{-1} e 1ml kg^{-1} de sementes, respectivamente, interferiram positivamente nos aspectos fisiológicos, que foram percentagem de germinação e aumento da massa seca, auxiliando no desenvolvimento inicial, do sistema radicular e parte aérea das plântulas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS-

- Abati, J., CR Brzezinski & AA Henning. 2013.** Batalha ininterrupta. Revista Cultivar, 173.
- Amaro, HTR, RC Costa, EMV Porto, ECM Araújo & HMF Fernandes. 2020.** Tratamento de sementes com produtos à base de fertilizantes e reguladores de crescimento. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, 26:222-242.
- Andrade Neto, RC, NO Miranda, GP Duda, GB Goés & AS Lima. 2010.** Crescimento e produtividade do sorgo forrageiro BR 601 sob adubação verde. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 14:124-130.
- Aragão, A & E Contini. 2022.** O agro no Brasil e no mundo: um panorama do período de 2000 a 2021. Brasília, Embrapa, 77p.
- Araújo, GP, PSC Batista, LV de S Cangussú, LV de S Cangussú, REV de Oliveira & WE Santiago. 2020.** Crescimento do sorgo sob diferentes formas de aplicação de bioestimulantes. Acta Iguazu, 9:83-93.
- Coelho, JD. 2018.** Produção de grãos – feijão, milho e soja. Caderno Setorial ETENE, 3:1-14.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. 2022.** Aumento da produção de milho no Brasil tende a atenuar restrição de oferta mundial do grão. Acesso em 14 de abril de 2023. Disponível em <https://www.conab.gov.br/ultimas-noticias/4799-aumento-da-producao-de-milho-no-brasil-tende-a-atenuar-restricao-de-oferta-mundial-do-grao>
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. 2019.** Safra Brasileira de Grãos. Acesso em 15 de abril de 2023. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/grao>
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. 2023.** Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos: Safra 2022/23, 7º levantamento. Acesso em 11 de maio de 2023. Disponível em <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>
- Contini, E & A Aragão. 2021.** O agro brasileiro alimenta 800 milhões de pessoas. Brasília, Embrapa, 9p.
- Contini, E, MM Mota, R Marra, E Borghi, RA de Miranda, AF da Silva, DD da Silva, JR de A Machado, LV Cota, RV da Costa & SM Mendes. 2019.** Milho: Caracterização e desafios tecnológicos. Brasília, Embrapa, 45p.
- Cunha, SGS, AMS de S David, HTR Amaro, DD Alves & EMV Porto. 2015.** Qualidade

fisiológica de sementes de sorgo em resposta ao tratamento com fertilizante à base de zinco e molibdênio. *Revista Agrarian*, 8:351-357.

Da Silva LA & GP de Oliveira. 2021. Tratamento de sementes com micronutrientes na cultura do milho (*Zea Mays L.*). *Revista Brasileira Multidisciplinar*, 24:130-135.

Da Silva DF, PH de M Garcia, GC de L Santos, IMSC de Farias, GVG de Pádua, PHB Pereira, FE da Silva, RF Batista, S Gonzaga Neto & AMD Cabral. 2021. Características morfológicas, melhoramento genético e densidade de plantio das culturas do sorgo e do milho: uma revisão. *Research, Society and Development*, 10: 1-9.

Da Silva LA & GP de Oliveira. 2021. Tratamento de sementes com micronutrientes na cultura do milho (*Zea Mays L.*). *Revista Brasileira Multidisciplinar*, 24: 1-6.

Dourado Neto D, GJA Dario, APP Barbieri & TN Martin. 2014. Ação de bioestimulante no desempenho agrônômico de milho e feijão. *Bioscience Journal*, 30:371-379.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2017. Sistemas de Produção Embrapa.

EMBRAPA. 2022. Notícias: produção de sorgo no Brasil sobe mais de 36% em apenas uma safra. Acesso em 14 de abril de 2023. Disponível em <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/73811127/producao-de-sorgo-no-brasil-sobe-mais-de-36-em-apenas-uma-safra>

Evangelista JRE, JA Oliveira, FJE Botelho, BO Carvalho, F de L Vilela & GE Oliveira. 2014. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de feijão oriundas de sementes tratadas com enraizante e nutrição mineral das plantas. *Ciência e Agrotecnologia*, 34:1664-1668, 2014.

Faquin, V. 2005. Nutrição Mineral de Plantas. Lavras, UFLA, 186p.

Francischini R, AG Silva & DJ Tessmann. 2018. Eficiência de bioestimulantes e fungicida nos caracteres agrônômicos e econômicos na cultura do milho verde. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 17:274-286.

Ferreira LA, JA Oliveira, EVR Pinho & DL Queiroz. 2007. Bioestimulante e fertilizante associados ao tratamento de sementes de milho. *Revista Brasileira de Sementes*, 29:80-89.

Gontijo Neto MM, E Borghi, RC Alvarenga, AV de Resende & MCM Viana. 2018. Milho e sorgo: culturas estratégicas para arranjos produtivos em integração lavoura-pecuária-floresta. In XXXII Congresso Nacional de Milho e Sorgo: Soluções integradas para os sistemas de produção de milho e sorgo no Brasil, p. 397-434.

Jesus AA, SF Lima, EP Vendruscolo, RCF Alvarez & LM Contardi. 2016. Análise econômica da produção do milho doce cultivado com aplicação de bioestimulante via semente. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 115:119-127.

Kolling DF, L Sangoi, CA Souza, DE Schenatto, W Giordani & CM Boniatti. 2016. Tratamento de sementes com bioestimulante ao milho submetido a diferentes variabilidades na distribuição espacial das plantas. *Ciência Rural*, 46:248-253.

Marschner, H. 2012. Mineral nutrition of higher plants. London Academic Press, 651 p.

Martins AG, EP Seidel, L Rampim, JS Rosset, M Prior & JC Coppo. 2016. Aplicação de bioestimulante em sementes de milho cultivado em solos de diferentes texturas. *Scientia Agraria Paranaensis*, 15:440-445.

Martins, DC. 2014. Cultivares de milho submetidas ao tratamento de sementes com bioestimulantes, fertilizantes líquidos e *Azospirillum sp.* Dissertação (mestrado). Universidade Federal de São João Del-Rei. Programa de pós-graduação em ciências agrárias.

Menten, JO & MHD Moraes. 2010. Tratamento de sementes: histórico, tipos, características e benefícios. *Informativo ABRATES*, 20: 52-53.

Milani GL, JA Oliveira, LHC Silva & EVR Von. 2008. Nodulação e desenvolvimento de plantas oriundas de sementes de soja com altos teores de molibdênio. *Revista Brasileira de Sementes*, 30:19-27.

Ohse O, LB Godoi, BLA Rezende & R Otto. 2014. Germinação e vigor de sementes de feijão-vagem tratadas com micronutrientes. *Visão Acadêmica*, 15:1-7.

Oliveira FA, JF Medeiros, RC Cunha, MWL Souza & LA Lima. 2016. Uso de bioestimulante como agente amenizador do estresse salino na cultura do milho pipoca. *Revista Ciência Agronômica*, 47:307-315.

Queiroz LR. 2006. Leguminosas como fonte e nitrogênio para a cultura do milho. Tese (doutorado). 72 f. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Campos dos Goytacazes.

RAMOS, A. R.; BINOTTI, F. F. S.; SILVA, T. R.; SILVA, U. R. Bioestimulante no condicionamento fisiológico e tratamento de sementes de feijão. *Revista Biociências*, Taubaté, v.21, n.1, p. 76-88, 2015.

ROCHA, L. C. 2018. Uso de estimuladores de crescimento e métodos de adubações nitrogenadas em *Brachiaria decumbens* cv Basilisk.

SANTOS, J. P.; BORGES, T. S.; SILVA, N. T.; ALCANTARA, E.; REZENDE, R. M.; FREITAS, A. S. 2017. Efeito de bioestimulante no desenvolvimento do feijoeiro. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde, Três Corações*, v. 15, n. 1, p. 815-824.

SILVA, D. M.; CARNEIRO, L. L.; MENDES, D. J.; SIBOV, S. T. 2013. Efeito Das Auxinas Ácido Naftaleno Acético e Ácido Indol Butírico no Desenvolvimento in vitro De Plântulas de *Cyrtopodium Saintlegerianum* Rchb. F. (Orchidaceae). *ENCICLOPÉDIA BIOSFERA*, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, N.16; p.

Silva HJT, PFA Santos & EC Nogueira Junior. 2020. Aspectos técnicos e econômicos da

produção de etanol de milho no Brasil. Revista de Política Agrícola, 24:142-159.

Silva TTA, EVRV Pinho, DL Cardoso, CA Ferreira, PO Alvim & AAF Costa. 2008. Qualidade fisiológica de sementes de milho na presença de bioestimulantes. Ciência e Agrotecnologia 32:840-846.

Souza WCL, LG Silva & LEB Silva. 2020. Aspectos comparativos entre milho (*Zea mays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench): diferenças e semelhanças. Diversitas Journal, 5:2337-2357.

Toledo FD. 1980. Tecnologia das sementes. Melhoramento e produção do milho. Campinas, Fundação Cargill, 795p.

Tunes MS. 2014. Bioestimulantes no tratamento de sementes de milho. Dissertação (mestrado). Programa de pós-graduação em ciência e tecnologia de sementes. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Universidade Federal de Pelotas.