

INSTITUTO FEDERAL

Goiano

Campus Rio Verde

BACHARELADO EM AGRONOMIA

**SUBSTÂNCIAS BIOESTIMULANTES VIA TRATAMENTO DE
SEMENTES NA CULTURA DA SOJA**

MATHEUS HENRIQUE DA SILVA FERREIRA

**Rio Verde, GO
2024**

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS RIO VERDE
BACHARELADO EM AGRONOMIA

SUBSTÂNCIAS BIOESTIMULANTES VIA TRATAMENTO DE
SEMENTES NA CULTURA DA SOJA

MATHEUS HENRIQUE DA SILVA FERREIRA

Trabalho de Curso apresentado ao Instituto Federal Goiano – Câmpus Rio Verde, como requisito parcial para a obtenção do Grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira

Rio Verde – GO
Fevereiro 2024

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

Fs Ferreira, Matheus
 SUBSTÂNCIAS BIOESTIMULANTES VIA TRATAMENTO DE
SEMENTES NA CULTURA DA SOJA / Matheus Ferreira;
orientador Marconi Batista Teixeira Teixeira. -- Rio
Verde, 2024.
 19 p.

 TCC (Graduação em Bacharelado Agronomia) --
Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2024.

 1. aminoácidos. 2. extrato de algas. 3.
fitohormônios. I. Teixeira, Marconi Batista Teixeira,
orient. II. Título.



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

Formulário 55/2024 - DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO



INSTITUTO FEDERAL
Goiano

Repositório Institucional do IF Goiano - RIIF Goiano

Sistema Integrado de Bibliotecas

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 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

- | | |
|--|---|
| ☐ Tese | ☐ Artigo Científico |
| ☐ Dissertação | ☐ Capítulo de Livro |
| ☐ Monografia – Especialização | ☐ Livro |
| ☒ TCC - Graduação | ☐ Trabalho Apresentado em Evento |
| ☐ Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ | |

Nome Completo do Autor: MATHEUS HENRIQUE DA SILVA FERREIRA

Matrícula: 2019102200240422

Título do Trabalho: SUBSTÂNCIAS BIOESTIMULANTES VIA TRATAMENTO DE SEMENTES NA CULTURA DA SOJA

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: ☐ Não ☒ **Sim**, justifique: Parte dos dados serão utilizados para publicação de artigos.

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 05/03/2024

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;
- obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, 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;
- 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.

Assinado eletronicamente
Matheus Henrique da Silva Ferreira
Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Assinado eletronicamente
Marconi Batista Teixeira
Assinatura do orientador

Documento assinado eletronicamente por:

- Matheus Henrique da Silva Ferreira, 2019102200240422 - Discente, em 23/02/2024 16:06:11.
- Marconi Batista Teixeira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 23/02/2024 15:42:47.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 16/02/2024. 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: 572539
Código de Autenticação: ae8cf0a435



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



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

Ata nº 16/2024 - DPGPI-RV/CMPRV/IFGOIANO

ATA DE DEFESA DE TRABALHO DE CURSO

Aos 23 dias do mês de fevereiro de 2024, às 14:30 horas e 00 minutos, por videoconferência (meet.google.com/wdd-eouc-pnk) reuniu-se a banca examinadora composta pelos docentes: Marconi Batista Teixeira (orientador), Wendson Soares da Silva Cavalcante (Membro) e Wilker Alves Moraes (Membro), para examinar o Trabalho de Curso intitulado "**SUBSTÂNCIAS BIOESTIMULANTES VIA TRATAMENTO DE SEMENTES NA CULTURA DA SOJA**" do estudante **MATHEUS HENRIQUE DA SILVA FERREIRA**, Matrícula nº 2019102200240422 do Curso de Bacharelado em Agronomia do IF Goiano – Campus Rio Verde. A palavra foi concedida ao estudante para a apresentação oral do TC, houve arguição do candidato pelos membros da banca examinadora. Após tal etapa, a banca examinadora decidiu pela **APROVAÇÃO** do estudante. Ao final da sessão pública de defesa foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos membros da Banca Examinadora.

(Assinado Eletronicamente)

Marconi Batista Teixeira

Orientador

Documento assinado digitalmente
 **WENDSON SOARES DA SILVA CAVALCANTE**
Data: 23/02/2024 16:23:29-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Wendson Soares da Silva Cavalcante

Membro

(Assinado Eletronicamente)

Wilker Alves Moraes

Membro

Observação:

() O(a) estudante não compareceu à defesa do TC.

Documento assinado eletronicamente por:

- Wilker Alves Moraes, 2017102344060001 - Discente, em 23/02/2024 16:04:46.
- Marconi Batista Teixeira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 23/02/2024 16:03:41.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 16/02/2024. 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: 572527

Código de Autenticação: 132f63ae2d



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

MATHEUS HENRIQUE DA SILVA FERREIRA

**SUBSTÂNCIAS BIOESTIMULANTES VIA TRATAMENTO DE
SEMENTES NA CULTURA DA SOJA**

Trabalho de Curso DEFENDIDO e APROVADO em ____ de _____ de _____, pela
Banca Examinadora constituída pelos membros:

Prof. Dr. Wilker Alves Moraes
Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde

Prof. Dr. Fernando Nobre Cunha
Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde

Prof. Dr. Marconi Batista Teixeira (Orientador)
Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde

Rio Verde – GO
Fevereiro 2024

RESUMO

FERREIRA, Matheus Henrique da Silva. **Substâncias bioestimulantes via tratamento de sementes na cultura da soja**. 2024. 20p Monografia (Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Câmpus Rio Verde, Rio Verde, GO, 2024.

Os bioestimulantes são definidos como mistura de substâncias orgânicas, extratos vegetais, reguladores vegetais e outras substâncias como aminoácidos, nutrientes e vitaminas. A sua aplicação pode, dependendo de sua composição, concentração, proporção das substâncias e a forma de aplicação estimularem o crescimento vegetal. Partindo da hipótese de que substâncias bioestimulantes usadas no tratamento de sementes pode influenciar no crescimento e no potencial produtivo da cultura da soja, objetivou-se com o presente estudo avaliar o uso de substâncias bioestimulantes a base de extrato de algas, aminoácidos e fitohormônios no tratamento de sementes, nas condições edafoclimáticas da região do cerrado. O experimento foi desenvolvido em uma área destinada a experimentação pertencente a fazenda da Faculdade de agronomia da Universidade de Rio Verde - UniRV. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos foram compostos por 4 substâncias isoladas, na dose de 1,0 mL kg⁻¹ de semente: 1 - Alga vermelha; 2 - Alga marrom; 3 – Aminoácidos; 4 – Fitohormônios; e 5 – Controle. Foram determinadas as variáveis morfológicas (diâmetro de caule, número de nós, altura de planta, área foliar, número de vagens e número de grãos), índice de clorofila, massa de 1000 grãos e a produtividade de grãos. Os dados foram submetidos a análise de variância e os casos de significância ao teste de média Tukey. O uso dos bioestimulantes no tratamento de sementes promoveram alterações nos parâmetros morfológicos, índices de clorofila e na produtividade de grãos.

PALAVRAS-CHAVE: aminoácidos, extrato de algas, fitohormônios.

ABSTRACT

FERREIRA, Matheus Henrique da Silva. **Biostimulant substances via seed treatment in soybean crops**. 2024. 20p Monograph (Bachelor's Degree Course in Agronomic Engineering). Federal Institute of Education, Science and Technology Goiano – Rio Verde Campus, Rio Verde, GO, 2024.

Biostimulants are defined as a mixture of organic substances, plant extracts, plant regulators and other substances such as amino acids, nutrients and vitamins. Its application can, depending on its composition, concentration, proportion of substances and the way of application, stimulate plant growth. Based on the hypothesis that biostimulant substances used in seed treatment can influence the growth and productive potential of soybean crops, the aim of this study was to evaluate the use of biostimulant substances based on algae extract, amino acids and phytohormones in the treatment of seeds, in the edaphoclimatic conditions of the cerrado region. The experiment was carried out in an area designated for experimentation belonging to the farm of the Faculty of Agronomy at the University of Rio Verde - UniRV. The experimental design used was randomized blocks with four replications. The treatments were composed of 4 isolated substances, at a dose of 1.0 mL kg⁻¹ of seed: 1 - Red algae; 2 - Brown algae; 3 – Amino acids; 4 – Phytohormones; and 5 – Control. The morphological variables (stem diameter, number of nodes, plant height, leaf area, number of pods and number of grains), chlorophyll index, mass of 1000 grains and grain productivity were determined. The data were subjected to analysis of variance and cases of significance to the Tukey mean test. The use of biostimulants in seed treatment promoted changes in morphological parameters, chlorophyll indices and grain productivity.

KEYWORDS: amino acids, seaweed extract, phytohormones.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	7
2.1 Soja (<i>Glycine max</i>)	7
2.2 Tratamento de Sementes	8
2.3 Bioestimulantes	9
3 MATERIAL E MÉTODOS	10
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	13
5. CONCLUSÕES.....	15
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	17

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) do mundo com uma produção de 122.431,1 mil toneladas, em uma área de 40.804,9 mil ha, no ano safra 2021/2022, todavia, o sul do Brasil foi atingido pelo déficit hídrico, o que provocou uma queda na produção (CONAB, 2022), o que mostra que apesar da sua capacidade genética da soja permitir altos tetos produtivos, fatores edafoclimáticos associado a nutrição ainda são os principais limitantes (CAVALCANTE et al., 2022).

As culturas de interesses agrônômicos são muito sensíveis a ocorrência de diversos tipos de estresse, sejam eles de ordem abiótica ou biótica. Sendo que o estresse hídrico, é um dos grandes limitantes a produtividade da cultura. Perdas decorrente do estresse hídrico tem sido o principal desafio na produção de grãos nos últimos anos, sendo o fator ambiental que mais limita a produtividade ao redor do mundo (FRITCHE NETO, BOREN, 2011; SILVA et al., 2017a).

A busca por estratégias para mitigar os efeitos negativo do déficit hídrico, tem resultado desenvolvimento de produtos que trabalham no manejo fisiológico, incrementando na absorção de água e nutrientes, a fim de promover maior tolerância das plantas. O estresse por déficit hídrico é o principal fator na diminuição da produtividade e qualidade do grão de soja, assim, as estratégias para diminuir o efeito negativo do estresse por déficit hídrico, são de extrema importância (TAIZ; ZEIGER, 2013; TAIZ et al., 2017; CAVALCANTE et al., 2020).

A utilização de bioestimulantes na agricultura é bastante promissora, haja em vista que são largamente utilizados em hortaliças, frutíferas além de citros, cafeeiro, algodoeiro e culturas produtoras de grãos, tais como, feijoeiro e soja. Na literatura, diversos trabalhos têm mostrado a importância de usar aminoácidos, porém, em sua grande maioria os aminoácidos são aplicados como complexo de aminoácidos, e não de forma isolada, além de não apresentar quantidades definidas de aminoácidos, como acontece com os fertilizantes minerais em que pode ser ajustado de acordo com a necessidade da cultura (CHIODINI et al., 2013; CALVO et al., 2014; DU JARDIN et al., 2015; GALINDO et al., 2019; SILVA et al., 2017b).

Os bioestimulantes são definidos como mistura de dois ou mais reguladores vegetais com outras substâncias (aminoácidos, nutrientes e vitaminas) (SILVA et al., 2017c), produtos esses que durante o ciclo de desenvolvimento das culturas, podem, dependendo de sua composição, concentração e proporção das substâncias, estimularem o crescimento vegetal através de uma maior divisão celular, alongação celular e diferenciação celular, e, dessa forma,

aumentar a capacidade de absorção de nutrientes e água, refletindo diretamente no desenvolvimento (germinação de sementes, crescimento e desenvolvimento, floração, frutificação, senescência) e na produtividade das culturas (KOLLING et al., 2016; SILVA et al., 2017b; SILVA et al., 2017d; SILVA et al., 2017e; CAVALCANTE et al., 2020).

Cavalcante et al. (2020), Cavalcante et al. (2022), Silva et al. (2017e) em seus estudos obtiveram respostas altamente positivas com a aplicação foliar de complexos bioestimulantes. O uso dos bioestimulantes, proporcionam uma melhor condição de desenvolvimento da planta, o que reflete nas características morfológicas, bem como influência na arquitetura das plantas e proporcionando um suporte maior nas características produtivas (CARVALHO et al., 2013; SILVA et al., 2017d; SILVA et al., 2017f; SILVA et al., 2017g; CAVALCANTE et al., 2020).

Partindo da hipótese de que substâncias bioestimulantes usadas nos tratamentos de sementes pode influenciar no crescimento e desenvolvimento no potencial produtivo da cultura da soja, objetivou-se com o presente estudo avaliar o uso de substâncias bioestimulantes a base de extrato de algas, aminoácidos e fitohormônios no tratamento de sementes, nas condições edafoclimáticas da região do cerrado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Soja (*Glycine max*)

Originária do extremo Oriente, a soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é uma das oleaginosas mais cultivadas no mundo, é amplamente utilizada pelas indústrias de alimentos e farmacêutica. Sua domesticação ocorreu em meados do século XI a.C. próximo a região da Manchúria (HYMOWITZ, 1970; BULEGON et al., 2016; BOSSOLANI et al., 2019). Posteriormente foi introduzida em outras regiões do mundo. O cultivo no ocidente iniciou-se a partir do século XVIII. No Brasil no ano de 1882, na Bahia, entretanto, o cultivo comercial teve ênfase na economia brasileira por volta da década de 40 no estado do Rio Grande do Sul.

O Brasil, é um dos maiores produtores de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) do mundo, a produtividade média nacional no ano safra 2021/2022 foi de 3.029 kg ha⁻¹, em uma área de 41,452,0 milhões de ha, com uma produção de 125,552,3 milhões de toneladas (CONAB, 2022).

O desenvolvimento, crescimento e rendimento da cultura na prática resultam na interação entre o potencial genético do material juntamente com os fatores ambientais. A planta

de soja e as características edafoclimáticas estão intimamente ligados ao seu bom desempenho, assim quando ocorrem mudanças no ambiente, também ocorrem no desenvolvimento da planta (EMBRAPA, 2012; MELLO; BRUM, 2020; KOPF; BRUM, 2019).

O ODS 2 é parte de uma agenda global estabelecida pela ONU, conhecida como Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Este objetivo específico visa acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar, melhorar a nutrição e promover a agricultura sustentável em todo o mundo.

De acordo com a ONU, "o mundo fez progressos notáveis na luta contra a fome nas últimas décadas. A mudança climática está afetando os agricultores mais vulneráveis primeiro e mais duramente, ameaçando destruir os avanços conquistados". O ODS 2 como por exemplo (Fome Zero e Agricultura Sustentável) busca resolver esses problemas, promovendo o desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis, aumentando a resiliência dos agricultores e garantindo o acesso equitativo aos recursos produtivos.

A agenda destaca a importância de investimentos significativos na agricultura e infraestrutura rural, além de políticas que melhorem a produção de alimentos e a nutrição global. Além disso, o ODS 2 visa assegurar que todas as pessoas, especialmente os mais vulneráveis, tenham acesso oportuno, regular e seguro a alimentos suficientes e nutritivos.

2.2 Tratamento de Sementes

O tratamento de sementes vem sendo vastamente adotado, pois, além de permitir a germinação de sementes, controla patógenos e protege as sementes dos fungos do solo, possibilitando maior potencial para o desenvolvimento inicial da cultura e estabelecimento do estande inicial, a custos reduzidos (HENNING, 2005; CAVALCANTE et al., 2022b). Além de fungicidas, inseticidas e nematicidas, produtos que alteram o crescimento e desenvolvimento vegetal, como reguladores de crescimento vegetal e bioestimulantes, podem ser utilizados no tratamento de sementes (SILVA et al., 2017a; SILVA et al., 2017b; CAVALCANTE et al., 2020).

Os controladores hormonais, ou reguladores de crescimento vegetal, têm despertado atenção cada vez maior, no agronegócio, à medida em que as técnicas de cultivo evoluem, principalmente em culturas de grande importância econômica, como a soja. Dentre eles, pode-se citar os bioestimulantes, que são substâncias sintéticas, constituídas por misturas de um ou mais biorreguladores com outros compostos quimicamente diferentes, como os sais minerais, e

que provocam alterações nos processos vitais e estruturais da planta (KOLLING et al., 2016; SILVA et al., 2017d; CAVALCANTE et al., 2020; CAVALCANTE et al., 2022a).

2.3 Bioestimulantes

Os bioestimulantes são definidos como mistura de dois ou mais reguladores vegetais com outras substâncias (aminoácidos, nutrientes e vitaminas) (SILVA et al., 2017g), produtos esses que durante o ciclo de desenvolvimento das culturas, podem, dependendo de sua composição, concentração e proporção das substâncias, estimularem o crescimento vegetal através de uma maior divisão celular, alongação celular e diferenciação celular, e, dessa forma, aumentar a capacidade de absorção de nutrientes e água, refletindo diretamente no desenvolvimento (germinação de sementes, crescimento e desenvolvimento, floração, frutificação, senescência) e na produtividade das culturas (KOLLING et al., 2016; SILVA et al., 2017d; CAVALCANTE et al., 2020).

Substâncias naturais ou sintéticas, consideradas reguladores vegetais, podem ser aplicadas diretamente nas plantas (folhas, frutos, sementes), provocando alterações nos processos vitais e estruturais, com a finalidade de incrementar a produção, melhorar a qualidade e facilitar a colheita. Por meio dessas substâncias, pode-se interferir em diversos processos, tais como: germinação, enraizamento, floração, frutificação e senescência (OLIVEIRA et al., 2016; SILVA et al., 2017a; CAVALCANTE ET AL., 2020).

A presença de extratos naturais confere as plantas tratadas benefícios fisiológicos. Dentre estes podemos citar as características do balanço hormonal e da osmoproteção, que atua no interior das células vegetais, protegendo as contra a desidratação e mantendo assim, suas atividades metabólicas num nível adequado, mesmo em situações adversas (SILVA et al., 2017a; SILVA et al., 2017b; CAVALCANTE et al., 2020).

Cavalcante et al. (2020) em seus estudos obtiveram respostas altamente positivas com a aplicação foliar de complexos bioestimulantes. O uso dos bioestimulantes, proporcionam uma melhor condição de desenvolvimento da planta, o que reflete nas características morfológicas, bem como influência na arquitetura das plantas e proporcionando um suporte maior nas características produtivas (CARVALHO et al., 2013; SILVA et al., 2017a; SILVA et al., 2017g; CAVALCANTE et al., 2020).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em campo numa área destinada a experimentação pertencente Faculdade de agronomia na Universidade de Rio Verde – UniRV. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico (LVdf), típico, textura muito argilosa, fase cerrado (SANTOS et al., 2018). Antes da instalação do experimento, foram realizadas amostragens do solo, nas camadas de 0,00 a 0,20 m para a caracterização físico-química, que foram analisadas conforme metodologias descritas por Teixeira et al. (2017) (Tabela 1).

Tabela 1. Análise química e granulométrica do solo no local de condução do ensaio, safra 2021-22, Rio Verde – GO

Macronutrientes													
Prof.	pH	P	S	K	Ca	Mg	Al	H+Al	M.O.	SB	CTC	V	m
cm	CaCl ₂		mg dm ⁻³			cmol _c dm ⁻³			$\frac{g}{dm^3}$	cmol _c dm ⁻³		%	
0-20	4,8	7,89	10,5	67,0	6,43	3,15	0,05	4,79	34	9,76	14,54	67,09	0,51
Micronutrientes							Granulometria						
	B	Na	Cu	Fe	Mn	Zn	Areia	Silte	Argila	Classe textural			
			mg dm ⁻³					%					
0-20	0,39	1,00	3,54	29,75	47,8	1,59	47	10	43	Argiloso			

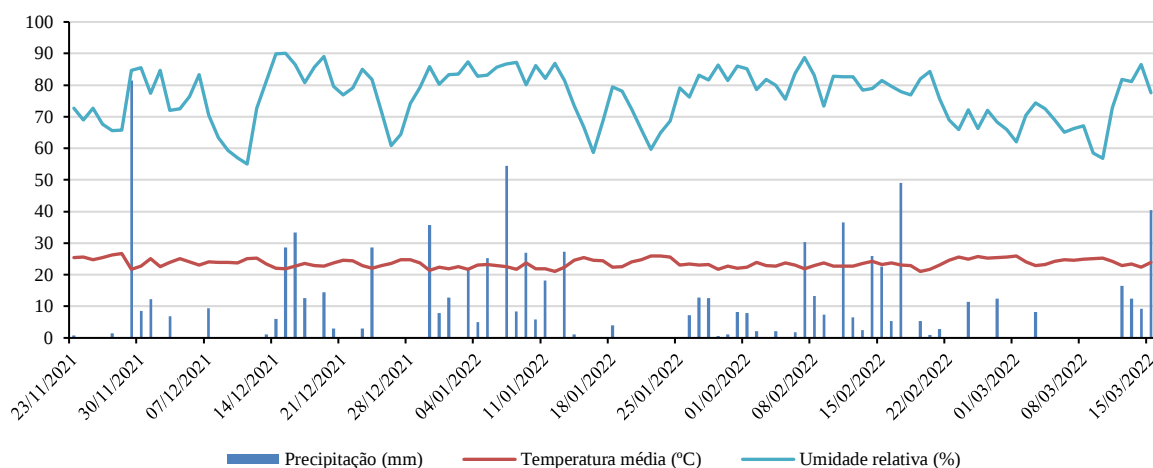
pH da solução do solo, determinado em solução de cloreto de cálcio; MO: matéria orgânica, determinação por método colorimétrico; P: fósforo, melhich; K⁺: potássio, melhich; Ca²⁺ e Mg²⁺: teores trocáveis de cálcio e magnésio, respectivamente, em KCl; S-SO₄²⁻: Enxofre na forma de sulfatos, extraído por fosfato de cálcio e determinado por colorimetria. Al³⁺: Alumínio trocável, extraído por solução de cloreto de potássio a 1 mol L⁻¹. H+Al: acidez total do solo, determinada em solução tampão SMP a pH 7,5. SB: soma de bases (K⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺). CTC: capacidade de troca de cátions (K⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺ + H+Al). V: saturação por bases do solo (relação SB/CTC). m: saturação por alumínio [relação Al³⁺/(SB+Al³⁺)]. Cu, Fe, Mn e Zn: cobre, ferro, manganês e zinco, extraídos por solução melhich.

Foi utilizada a variedade Foco IPRO, no total de 16 plantas por metro linear, semeada em 30 de outubro de 2021. A soja foi semeada com semeadora manual marca Kanapik. A adubação de plantio foi realizada no sulco utilizando mecanismo sulcador do tipo facão. A quantidade de fertilizantes utilizada foi 400 kg/ha do formulado 05-25-25 no sulco de plantio, adubação feita de acordo com necessidade da cultura baseado na análise de solo, segundo recomendações de Sousa & Lobato (2004).

Segundo a classificação de Alvares et al. (2013) e Köppen e Geiger (1928), clima da região é classificado como Aw (tropical), com precipitação nos meses de outubro a abril, e seca nos meses de maio a setembro. A temperatura máxima oscila de 35° a 37°C, e a mínima de 12° a 15 °C (no inverno há ocorrências de até 5°C). A precipitação anual chega a 1.800 mm

aproximadamente, porém mal distribuídas ao longo do ano (SILVA et al., 2017).

Durante o desenvolvimento da cultura os dados climáticos locais foram monitorados (Figura 1).



Fonte: Estação Normal INMET – Rio Verde – GO, corrigidos pelos dados de precipitação coletados *in loco*.

Figura 1. Dados diários de precipitação, temperatura e umidade relativa no período decorrente do experimento, safra 2021-22, Rio Verde – GO.

Foi realizado o controle de plantas daninhas, pragas e doenças através de monitoramento, aplicando os produtos descritos na Tabela 2 sempre que necessário de acordo com a necessidade da cultura.

Tabela 2. Número de aplicações e produtos utilizados durante o cultivo, safra 2021-22, Rio Verde – GO

Aplicação	Época	Produtos
1 ^a	Pré-plantio	3,0 L ha ⁻¹ de Crucial (Glifosato) + 0,5 L ha ⁻¹ de Poker (Cletodim)
TS	Semeadura	0,5 L/100 Kg de semente de Cropstar (Tiodicarbe + Imidacloprido) + Protreat (Tiram + Carbendazin) + 0,1 L/100 kg de semente de Nodumax (<i>Bradyrhizobium japonicum</i>)
2 ^a	30 DAP	2,0 L ha ⁻¹ de Rondoup Transorb (Glifosato) + 0,3 L ha ⁻¹ de Verdict Max (Haloxifope-P-metílico) + 1,0 L ha ⁻¹ de Connect (Imidacloprido + Beta-Ciflutrina)
3 ^a	45 DAP	0,5 L ha ⁻¹ Versatilis (Fenpropimorfe) + 0,2 L ha ⁻¹ de Engeo Pleno (Tiametoxam + Lambda-Cialotrina)
4 ^a	60 DAP	0,5 L ha ⁻¹ Versatilis (Fenpropimorfe) + 0,2 L ha ⁻¹ de Hero (Zeta-Cipermetrina + Bifentrina)
5 ^a	75 DAP	1,0 kg ha ⁻¹ de Perito (Acefato) + 0,2 L ha ⁻¹ de Valio (Óleo de laranja)
6 ^a	85 DAP	0,3 L ha ⁻¹ de Priori Xtra (Azoxistrobina + Ciproconazol) + 0,5% de Nimbus

DAP – dias após o plantio.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com quatro repetições, sendo as parcelas experimentais composta por 6 linhas de semeadura espaçadas em 0,50 m e 5 m de comprimento com bordaduras de 0,50 m entre parcelas e 0,50 m entre blocos. Os tratamentos foram compostos por 4 substâncias isoladas, na dose de 1,0 mL kg⁻¹ de semente, totalizando 5 tratamentos, sendo o tratamento controle apenas o tratamento de semente padrão para todos os tratamentos com inseticida e fungicida, conforme descrito na Tabela 3.

Tabela 3. Descrição dos tratamentos

Tratamento	Dose	Descrição
1 Alga marrom	1,0 mL kg ⁻¹ de sementes	Extrato concentrado de alga marrom (<i>Ascophyllum nodosum</i>)
2 Alga vermelha		Extrato concentrado de alga vermelha (<i>Kappaphycus alvarezii</i>)
3 Aminoácidos		Complexo de aminoácido (N 15% e COT 30%)
4 Fitormônios		Auxina, giberelina e citocinina (ácido 4-indol-3-ilbutírico 0,05 g L ⁻¹ , ácido giberélico 0,05 g L ⁻¹ e cinetina 0,09 g L ⁻¹)
5 Controle	-	Padrão

Foram avaliadas 4 plantas nas linhas centrais de cada parcela, totalizando 16 plantas por tratamento, quantificando-se as variáveis biométricas, sendo elas: diâmetro de caule, número de entrenós, altura de planta, área foliar, número de vagens e número de grãos. O diâmetro foi determinado pelo auxílio de um paquímetro no colo da planta, e expresso em mm. O número de entrenós foi obtido pela contagem. A altura da planta foi mensurada com auxílio de uma fita métrica.

Avaliação das trocas gasosas - As trocas gasosas das plantas foram avaliadas para registro das taxas fotossintética (A, $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e transpiratória (E, $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), da condutância estomática (g_s , $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), e da relação entre a concentração interna e externa de CO₂ (Ci/Ca). Estas avaliações foram realizadas utilizando um medidor portátil de fotossíntese LCI (ADC, BioScientific Ltda. Great Amwell, England), acoplado a uma fonte de luz artificial 6400-02B RedBlue #SI-925, incidindo uma densidade de fluxo de fótons igual a 1000 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$, sempre numa folha completamente expandida. Em cada folha foi utilizada sempre a mesma área para obtenção dos dados de trocas gasosas e da fluorescência da clorofila *a*.

Avaliações do Índice Falker® de Clorofila - Para determinação do Falker® de Clorofila de clorofila foi utilizado um medidor do Índice de clorofila do tipo ClorofiLOG1030®, modelo CFL1030 (Falker®, Porto Alegre, Brasil).

No final do ciclo, os experimentos foram dessecados e quantificado a massa de 100 grãos e produtividade de grãos. A produtividade de grãos foi determinada colhendo e trilhando as plantas de uma área de 2 m² central de cada parcela experimental, totalizando 8 m² por tratamento. Foi determinada a umidade da massa total de grãos e corrigido para 13% b.u e os valores extrapolados para kg ha⁻¹. A massa de 100 grãos foi quantificada contando de forma manual 100 grãos após a colheita da amostragem que foi determinada para a produtividade de grãos.

Os dados foram submetidos a análise de variância ($p < 0,05$) e os casos de significância submetidos ao teste de média Tukey ($p < 0,05$), utilizando o software estatístico SISVAR[®] (FERREIRA, 2014).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis diâmetro de caule (DC), taxa de fotossíntese líquida (Pn) e a produtividade de grãos apresentaram efeito significativo em função do uso de bioestimulantes no tratamento de semente (Tabela 4). Já as variáveis altura de planta (AP), número de nó (NN), número de vagens por planta (NV), número de grãos (NG), taxa de transpiração (E), índice Falker[®] de Clorofila *a*, *b* e total (Cl *a*, Cl *b* e Cl total) e a massa de 100 grãos (M100G) não apresentaram efeito significativo em função do uso de bioestimulantes no tratameto de semente (Tabela 4).

Dörr et al. (2018) em seu estudo não observaram variações significativas em parâmetros biométricos como altura de planta, número de folhas e número de nó. Os bioestimulantes não se caracterizam como fontes de nutrientes, e o principal objetivo da sua aplicação não visa suprir a necessidade de substâncias essenciais para o crescimento das plantas, mas, como um ativador do metabolismo fisiológico das plantas (HAMMAD; ALI, 2014; MONDAL et al., 2015; DÖRR et al., 2019).

Tabela 4. Resumo da análise de variância para as variáveis altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC), número de nó (NN), número de vagens por planta (NV), número de grãos (NG), taxa de fotossíntese líquida (Pn), taxa de transpiração (E), índice Falker[®] de Clorofila *a*, *b* e total (Cl *a*, Cl *b* e Cl total), produtividade de grãos (PG) e massa de 100 grãos (M100G) em função dos tratamentos, Safra 2021-22, Rio Verde – GO.

FV	GL	Quadrados médios				
		AP	DC	NN	NV	NG
Tratamentos	4	613,375 ^{ns}	3,494 ^{**}	6,800 ^{ns}	1,925 ^{ns}	255,067 ^{ns}

Blocos	3	461,200	0,298	4,933	2,466	26,395
Resíduo	12	458,241	0,431	5,933	1,758	148,670
CV (%)		28,93	7,80	12,96	18,97	13,96
FV	GL	Quadrados médios				
		Pn	E	Cl a	Cl b	Cl total
Tratamentos	4	11,005 *	0,113 ^{ns}	34,141 ^{ns}	84,657 ^{ns}	220,127 ^{ns}
Blocos	3	1,094	3,282	26,259	76,002	180,845
Resíduo	12	2,112	0,106	17,921	41,727	109,491
CV (%)		5,42	7,37	12,24	44,11	21,25
FV	GL	Quadrados médios				
		PG		M100G		
Tratamentos	4	30347,678 **		0,208 ^{ns}		
Blocos	3	197,903		0,466		
Resíduo	12	1802,476		0,203		
CV (%)		5,03		2,60		

^{ns} não significativo e *, ** significativo respectivamente a 5 e 1% de probabilidade segundo teste F. FV – fonte de variação; GL – Grau de Liberdade; e CV – Coeficiente de Variação.

O uso do alga vermelha e fitormônios no tratamento de semente de soja, influenciaram em um diâmetro de caule superior ao observado nos demais tratamentos, todavia, o uso de alga marrom e fitormônios não diferiram do uso de alga marrom. Alga marrom, aminoácidos e o tratamento controle não diferem entre si (Tabela 6). Quando comparado aos demais tratamentos o uso de alga vermelha e fitormônios no tratamento de semente promoveu um incremento médio de 21,13% (1,64 mm) no diâmetro de caule (Tabela 5).

As maiores taxa de fotossíntese líquida foram observadas no uso de fitormônios, todavia, o uso de aminoácidos e o tratamento controle não diferem do uso de fitormônios no tratamento de semente. As menores taxa de fotossíntese líquida foram obtidas pelo uso de algas marrom e vermelha no tratamento de semente. O uso de fitormônio promoveu um incremento médio de 11,99% (3,14 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) na taxa de fotossíntese líquida (Tabela 5).

O uso das diferentes substâncias bioestimulantes no tratamento de semente promoveram incrementos na produtividade de grãos. O uso de alga marrom, alga vermelha, aminoácidos e fitormônios no tratamento de sementes promoveram um incremento médio de 27,32% (945,66 kg ha^{-1}) quando comparados ao controle (Figura 5).

Tabela 5. Teste de média para o diâmetro de caule (DC), taxa de fotossíntese líquida (Pn), em função dos tratamentos, Safra 2021-22, Rio Verde – GO.

Tratamentos	DC	Pn	PG
	mm	$\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$	kg ha^{-1}
Alga marrom	8,17 ab	25,22 b	4347,50 a
Alga vermelha	9,32 a	25,73 b	4290,00 a

Aminoácidos	7,58 b	26,22 ab	4423,75 a
Fitormônios	9,48 a	29,33 a	4567,50 a
Controle	7,53 b	27,60 ab	3461,52 b
Erro padrão	0,32839	0,72669	106,138949

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si segundo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O uso de bioestimulantes proporciona melhores condições para o desenvolvimento das plantas, o que se reflete no alongamento, altura e corroborando em uma planta com uma maior arquitetura, resultando em uma planta que produzirá mais grãos (CARVALHO et al., 2013). Tais resultados se justificam, pois, o uso de bioestimulantes promovem alterações morfológicas nas plantas, de modo que promovem um melhor desenvolvimento, influenciando ou modificando processos fisiológicos que podem influenciar nas atividades metabólicas da planta, proporcionando um incremento na produtividade (SILVA et al., 2017a; CAVALCANTE et al., 2020).

Resultados obtidos por Santos et al. (2014) corroboram com os observados no presente estudo, uma vez que os autores ao usarem bioestimulantes a base de aminoácidos no tratamento de sementes, promoveram incrementos na produtividade de grãos (TEIXEIRA et al., 2022).

Os efeitos positivos dos bioestimulantes nos parâmetros fisiológicos, se justificam por estes desempenharem um papel antioxidante no metabolismo, uma vez que estes podem promover de forma direta a produção de fitoquelatinas, que auxiliam no controle do excesso de metais nas plantas, e está relacionado na produção de glutathione (GSH), moléculas que regulam a produção de espécies reativas de oxigênio (COBBETT, 2017; TEIXEIRA et al., 2017), além de promoverem um aumento da estabilização das membranas celulares e ácidos nucleicos, a manutenção do potencial redox celular ideal, bem como a remoção de espécies reativas de oxigênio (EROs) (ALHASAWI et al., 2015; NAZAR et al, 2015).

5. CONCLUSÕES

O uso de alga marrom, alga vermelha, aminoácidos e fitormônios no tratamento de semente, promoverem incrementos na produtividade de grãos. Substâncias bioestimulantes usadas no tratamentos de sementes influenciam no diâmetro de caule, taxa de fotossíntese líquida e no potencial produtivo da cultura da soja. O uso de fitormônios no tratamento de semente promoveu as maiores taxa de fotossíntese líquida.

Considerando que o uso de fitormônios demonstrou promover as maiores taxas de fotossíntese líquida, recomenda-se explorar ainda mais o potencial dos fitormônios em

combinação com outras substâncias bioestimulantes, como algas e aminoácidos. É importante realizar estudos adicionais para otimizar as concentrações e métodos de aplicação dessas substâncias, garantindo assim resultados consistentes e maximização dos benefícios na produtividade das culturas. Além disso, é essencial considerar práticas agronômicas integradas que promovam a sustentabilidade e a segurança alimentar a longo prazo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- LHASAWI, A.; CASTONGUAY, Z.; APPANNA, N. D.; AUGER, C.; APPANNA, V. D. Glycine metabolism and anti-oxidative defence mechanisms in *Pseudomonas fluorescens*. **Microbiological research**, v. 171, p. 26-31, 2015.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. D. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorol. Zeitschrift** v.22, p.711–728, 2013.
- CALVO, P., NELSON, L., KLOEPPER, J. W. Agricultural uses of plant biostimulants. **Plant Soil**, v. 383, n. 1-2, P: 3-41, 2014.
- CARVALHO, T. C. DE.; SILVA, S. S. DA.; SILVA, R. C. DA.; PANOBIANCO, M.; MÓGOR, Á. F. Influência de bioestimulantes na germinação e desenvolvimento de plântulas de *Phaseolus vulgaris* sob restrição hídrica. **Revista de ciências agrárias**, v. 36, n. 2, 199-205, 2013.
- CAVALCANTE, W. S. D. S.; SILVA, N. F. D.; TEIXEIRA, M. B.; CORRÊA, F. R.; RODRIGUES, E.; ZANOTTO NETO, G.; . . . LIMA, I. H. A. Uso de bioestimulantes no tratamento de sementes de algodão. **Research, Society and Development**, v. 11, n.5, p. e31211528396, 2022b.
- CAVALCANTE, W. S. Da. S.; SILVA, N. F. Da.; TEIXEIRA, M. B.; CORRÊA, F. R.; RODRIGUES, E.; CABRAL FILHO, F. R.; MARTINS, G. R.; CABRAL, P. H. F.; MATIAS, V. DE C.; MARTINS NETO, J. G.; MAGALHÃES, Y. C. M. Potencial de utilização do extrato de algas marrom no estágio fenológico reprodutivo da soja. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 5, p. e51311528563-e51311528563, 2022a. DOI: 10.33448/rsd-v11i5.28563.
- CAVALCANTE, W. S.; SILVA, N. F.; TEIXEIRA, M. B.; CABRAL FILHO, F. R.; NASCIMENTO, P. E. R.; CORRÊA, F. R. Eficiência dos bioestimulantes no manejo do déficit hídrico na cultura da soja. **Irriga**, v. 25, n. 4, p. 754-763, 2020.
- CHIODINI, B. M.; SILVA A. G.; NEGREIROS A. B.; MAGALHAES, L. B. Matéria orgânica e a sua influência na nutrição de plantas. **Revista Cultivando o Saber**, v. 6, n. 1, p. 181-190, 2013.
- COBBETT, C. S. Phytochelatin biosynthesis and function in heavy-metal detoxification. **Curr. Opin. Plant Biol**, v. 3, p. 211–216, 2017.
- CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 12, safra 2021/22, n. 12 décimo segundo, setembro de 2022.
- DÖRR, C. S., ALMEIDA, T. L. DE.; CAMARA, A. M.; PRATES, J. F.; PANOZZO, L. E. (2019). Crescimento de plantas de trigo oriundas de sementes, de alto e baixo vigor, tratadas com aminoácidos. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 27, n. 5, p. 381-389, 2019.
- DU JARDIN, P. Plant biosimulanrs: Definition, concept, rnain categories and regulation.

Scientia Horticulturae, v. 196, P: 3-14, 2015.

HAMMAD, S. A. R.; ALI, O. A. M. Physiological and biochemical studies on drought tolerance of wheat plants by application of amino acids and yeast extract. **Annals of Agricultural Science**. Cairo, v. 59, n. 1, p. 133-145, 2014.

HENNING, A. A. Patologia e tratamento de sementes: noções gerais. **Embrapa Soja-Documentos** (INFOTECA-E), 2005.

KOLLING, D. F.; SANGOI, L.; SOUZA, C. A. D.; SCHENATTO, D. E.; GIORDANI, W.; BONIATTI, C. M. Tratamento de sementes com bioestimulante ao milho submetido a diferentes variabilidades na distribuição espacial das plantas. **Ciência Rural**, v. 46, n. 1, 248-253, 2016.

KÖPPEN, W. **Köppen climate classification**. Geography about. 2013. Available in: <<http://geography.about.com/library/weekly/aa011700b.htm>>.

MONDAL, M. F.; ASADUZZAMAN, M.; TANAKA, H.; ASAO, T. Effects of amino acids on the growth and flowering of *Eustoma grandiflorum* under autotoxicity in closed hydroponic culture. **Scientia Horticulturae**, v. 192, p. 453-459, 2015.

NAZAR, R.; UMAR, S.; KHAN, N. A. Exogenous salicylic acid improves photosynthesis and growth through increase in ascorbate-glutathione metabolism and S assimilation in mustard under salt stress. **Plant signaling & behavior**, v. 10, n. 3, p. e1003751, 2015.

SANTOS, H. G. Dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. Dos; OLIVEIRA, V. A. De; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. DE.; ARAUJO FILHO, J. C. DE.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. De. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; DOS ANJOS, L. H. C.; DE OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5.ed. Brasília: Embrapa, 2018. 355p.

SILVA, N. F.; CLEMENTE, G. S.; TEIXEIRA, M. B.; SOARES, F. A. L.; DOS SANTOS, L. N. S.; CUNHA, F. N.; DOS SANTOS, M. A. Uso de fertilizantes foliares e avaliação nutricional na fase vegetativa da cultura da soja. **Global Science and Technology**, v. 10, n. 3, p. 28-38, 2017a.

SILVA, N. F.; CLEMENTE, G. S.; TEIXEIRA, M. B.; SOARES, F. A. L.; DOS SANTOS, L. N. S.; CUNHA, F. N.; DOS SANTOS, M. A. Manejo fisiológico específico via tratamento de semente na fase inicial da cultura da soja. **Global Science and Technology**, v. 10, n. 3, p. 106-116, 2017b.

SILVA, N. F.; CLEMENTE, G. S.; TEIXEIRA, M. B.; SOARES, F. A. L.; DOS SANTOS, L. N. S.; CUNHA, F. N.; DOS SANTOS, M. A. Manejo fisiológico na fase de enchimento de grãos da cultura da soja com fertilizante foliar. **Global Science and Technology**, v. 10, n. 3, p. 54-65, 2017c.

SILVA, N. F.; CLEMENTE, G. S.; TEIXEIRA, M. B.; SOARES, F. A. L.; DOS SANTOS, L. N. S.; CUNHA, F. N.; DOS SANTOS, M. A. Uso de fertilizantes foliares na promoção do

manejo fisiológico específico na fase reprodutiva da cultura da soja. **Global Science and Technology**, v. 10, n. 3, p. 39-53, 2017d.

SILVA, N. F.; CLEMENTE, G. S.; TEIXEIRA, M. B.; SOARES, F. A. L.; DOS SANTOS, L. N. S.; CUNHA, F. N.; DOS SANTOS, M. A. Fertilizantes foliares na promoção do manejo fisiológico na fase vegetativa da soja. **Global Science and Technology**, v. 10, n. 3, p. 14-27, 2017e.

SILVA, N. F.; CLEMENTE, G. S.; TEIXEIRA, M. B.; SOARES, F. A. L.; CUNHA, F. N.; DA SILVA AZEVEDO, L. O. Use of foliar fertilizers for the specific physiological management of different soybean crop stages. **American Journal of Plant Sciences**, v. 8, n. 04, p. 810, 2017f.

SILVA, N. F.; CLEMENTE, G. S.; TEIXEIRA, M. B.; SOARES, F. A. L.; DOS SANTOS, L. N. S.; CUNHA, F. N.; DOS SANTOS, M. A. Tratamento de sementes e acúmulo de fitomassa inicial na cultura da soja. **Global Science and Technology**, v. 10, n. 3, p. 01-13, 2017g.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 5.ed. Porto Alegre:Artmed, 2013. 954p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Artmed Editora, 2017.

TEIXEIRA, W. F.; FAGAN, E. B.; SOARES, L. H.; UMBURANAS, R. C.; REICHARDT, K.; NETO, D. D. Foliar and seed application of amino acids affects the antioxidant metabolism of the soybean crop. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, n. March, p. 1–14, 2017.