

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

PATRICK MACHADO

**PRODUTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS COMO
BIOESTIMULANTES NO CRESCIMENTO INICIAL DA SOJA**

Santa Helena

2023

PATRICK MACHADO

**PRODUTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS COMO
BIOESTIMULANTES NO CRESCIMENTO INICIAL DA SOJA**

**Chemical And Biological Products Such As
Biostimulants In The Initial Growth Of Soybeans**

Trabalho de conclusão submetido ao Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Santa Helena, como requisito parcial para obtenção do título Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Nádia Graciele Krohn

Santa Helena

2023



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

Esta licença permite compartilhamento, remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, mesmo para fins comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es). Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

PATRICK MACHADO

**PRODUTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS COMO
BIOESTIMULANTES NO CRESCIMENTO INICIAL DA SOJA**

Trabalho de conclusão submetido ao Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Santa Helena, como requisito parcial para obtenção do título Bacharel em Agronomia.

Aprovada em: Santa Helena, 29 de junho de 2023.

BANCA EXAMINADORA:

Profa. Dra. Nádia Graciele Krohn – Orientadora

UTFPR

Edicléia Aparecida Bonini e Silva - Banca de TCC

UTFPR

Cintia Maria Teixeira Fialho - Banca de TCC

UTFPR

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus por me possibilitar estar concluindo este curso, também aos meus pais, que não mediram esforços para me ajudar em todas as questões durante todo o curso e me possibilitaram seguir meu sonho.

A minha noiva, Daiana Jungbluth, que sempre esteve comigo me ajudando a prosseguir e me motivando a dar o meu melhor.

A minha irmã Jeniffer Sabrina Machado, que sempre me incentivou e me ajudou em todas as situações que precisei.

Agradeço especialmente minha orientadora que esteve comigo desde o 4º período do curso me possibilitando participar da iniciação científica e me orientando com toda a paciência e dedicação durante o trabalho de conclusão de curso, a Profª Drª Nádia Graciele Kronh.

Agradeço também aos meus colegas de turma Erisson Braun, João Pedro Manzano e Klinsmann Lima Lacerda por me auxiliarem nas avaliações do TCC.

RESUMO

Os bioestimulantes são a junção de biorreguladores, juntamente com compostos químicos, que influenciam na atividade hormonal das plantas, conseguindo regular as respostas ao ambiente, proporcionando plantas mais desenvolvidas e com maior produção. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito bioestimulante de substâncias de origem química, de extratos de algas e de agente biológico usados no tratamento de sementes de soja e sua influência no crescimento inicial das plantas. O experimento foi conduzido em laboratório na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Santa Helena e também em uma propriedade na mesma cidade. O experimento foi realizado em delineamento experimental inteiramente casualizado, onde foram realizados dez tratamentos e três repetições, sendo avaliado um lote de sementes de soja da variedade Brasmax Coliseu i2x. Os dez tratamentos foram realizados utilizando compostos químicos, extratos de algas e produtos biológicos, além de suas associações nos tratamentos. Foram realizados em laboratório os testes de germinação, comprimento de plântulas da parte aérea e radicular, índice de velocidade de germinação e massa seca. O experimento em ambiente protegido de pragas, em vasos teve duração de 35 dias, após isso, as plantas foram analisadas quanto a diâmetro do caule, altura, número de trifólios, comprimento das raízes, nodulação e massa seca. Com os tratamentos não diferindo da testemunha na variável plântulas anormais, concluiu-se que não houve efeito fitotóxico dos tratamentos sobre as sementes nos testes em laboratório. Em relação ao desempenho inicial das plantas de soja, somente a variável trifólios apresentou resultados significativos com os tratamentos T3 (Tratamento com produto comercial a base de extrato de *Ecklonia maxima* + Mo: 24,4 e Zn: 36,6 g l⁻¹) e T9 (Tratamento com produto formulado a base de *Trichoderma harzianum*, cepa ESALQ - 1306 e produto comercial a base de extrato de *Ecklonia maxima* + Mo: 42,62, Zn: 317,16 e Cu: 66,6 g l⁻¹), superiores quando comparados à testemunha.

Palavras-chave: *Ecklonia maxima*. Germinação. *Glycine max*. *Trichoderma harzianum*. Tratamento de sementes.

ABSTRACT

Biostimulants are the junction of bioregulators, along with chemical compounds, that influence the hormonal activity of plants, managing to regulate responses to the environment, providing more developed plants with greater production. The objective of this work was to evaluate the biostimulant effect of chemical substances, algae extracts and biological agents used in the treatment of soybean seeds and their influence on the initial growth of plants. The experiment was conducted in a laboratory at the Federal Technological University of Paraná, Santa Helena Campus and also in a property in the same city. The experiment was carried out in a completely randomized experimental design, where ten treatments and three replications were performed, and a lot of soybean seeds of the Brasmax Coliseu i2x variety were evaluated. The ten treatments were performed using chemical compounds, algae extracts and biological products, in addition to their associations in the treatments. Germination tests, shoot and root seedling length, germination speed index and dry mass were performed in the laboratory. The experiment in an environment protected from pests, in pots lasted 35 days, after that, the plants were analyzed for stem diameter, height, number of trifoliums, root length, nodulation and dry mass. With the treatments not differing from the control in the variable abnormal seedlings, it was concluded that there was no phytotoxic effect of the treatments on the seeds in the laboratory tests. Regarding the initial performance of soybean plants, only the variable trifoliums showed significant results with the treatments T3 (Treatment with commercial product based on *Ecklonia maxima* extract + Mo: 24.4 and Zn: 36.6 g l⁻¹) and T9 (Treatment with product formulated based on *Trichoderma harzianum*, strain ESALQ - 1306 and commercial product based on *Ecklonia maxima* extract + Mo: 42.62, Zn: 317.16 and Cu: 66.6 g l⁻¹), higher when compared to the control.

Keywords: *Ecklonia maxima*. Germination. *Glycine max*. *Thichoderma harzianum*. Seed treatment.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	8
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	10
<u>2.1</u>	SOJA	10
<u>2.2</u>	QUALIDADE DE SEMENTES	11
<u>2.3</u>	TRATAMENTOS DE SEMENTES	13
<u>2.4</u>	TRATAMENTO QUÍMICO DE SEMENTES	13
<u>2.5</u>	TRATAMENTO BIOLÓGICO DE SEMENTES	15
3.	MATERIAL E MÉTODOS	17
4.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	23
5.	CONCLUSÃO	27
	REFERÊNCIAS	28

1. INTRODUÇÃO

O Brasil atualmente é o maior produtor de soja no mundo, com 154,4 milhões de toneladas produzidas na safra 2022/2023, com uma área cultivada de 43,539 milhões de hectares, sendo uma produção 20,6% maior que a da safra anterior (CONAB, 2023). Mesmo assim, um aumento considerável de produção de alimentos é necessário para suprir a demanda da população nos próximos anos. Segundo a FAO (2020), cerca de 2,37 bilhões de pessoas no mundo não tiveram acesso adequado à comida em 2020. Também, de acordo com ONU (2019), a população mundial em 2050 será superior a 9,7 bilhões, exigindo maior oferta de alimentos.

Nosso país possui apenas 7,8% do seu território de áreas cultivadas, sendo um dos principais países com terras aráveis disponíveis, aliando isso à implementação de tecnologias e manejos pode possibilitar que o país seja um dos mais importantes fornecedores mundiais de alimentos (DE MIRANDA, 2018).

Muitos são os fatores que podem influenciar para melhorar as condições de cultivo da soja e refletirem na produtividade da mesma, sendo que alguns deles podem ser controlados pelo produtor. Pode-se citar a fertilidade do solo, qualidade na semeadura, tratamentos culturais, manejo de plantas daninhas, controle de pragas e doenças, escolha da semente, inoculação de sementes, tratamento de sementes, entre tantos outros (PARISI; MEDINA, 2013; TOURINO *et al.*, 2002; BROCH *et al.*, 2008).

Em relação às sementes, a qualidade das mesmas são acentuadas quando ocorre o somatório dos atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários, resultando na expressão máxima do potencial da mesma e na capacidade de originar plantas de alta produtividade (MARCOS FILHO, 2015; MAMBRIN *et al.*, 2015; ZUCARELI *et al.*, 2015).

Para que se possa obter aumento da produtividade o uso de sementes de qualidade é fundamental, no entanto, técnicas especiais precisam ser adotadas. O tratamento de sementes se faz essencial para o controle dos patógenos, podendo ser realizado de forma química ou biológica, sendo uma técnica que é benéfica às plantas (PARISI; MEDINA, 2013).

Mesmo com o tratamento químico sendo ainda o principal para a aplicação em sementes, o tratamento biológico vem aumentando devido as suas diversas vantagens (FONTES; VALADARES-INGLIS, 2020).

O tratamento biológico é o controle de patógenos por meio de microrganismos benéficos (ROSSMAN; BYRNE; CHILVERS, 2018). Dentre os principais microrganismos que têm sido utilizados para o tratamento de sementes tem-se o *Trichoderma sp.* Este microorganismo promove o crescimento em plantas, portanto, é possível que o mesmo apresente também algum efeito induzindo o mesmo ou liberando alguma substância que apresenta efeito bioestimulante (MEYER; MAZARO; SILVA, 2019).

Os bioreguladores são compostos orgânicos, não nutrientes, pertencentes ao grupo das auxinas, giberelinas, citocininas, retardadores, inibidores e etileno e podem ser utilizados em plantas para maximizar certos processos morfológicos e fisiológicos do vegetal (MORZELLE *et al.*, 2017).

Com a mistura de dois ou mais biorreguladores, juntamente com compostos químicos se faz um bioestimulante, que por meio da influência na atividade hormonal das plantas, consegue regular o desenvolvimento normal da planta e as respostas ao ambiente onde se encontram, podendo proporcionar maiores produções em uma cultura (CASTRO; PEREIRA, 2008; LONG, 2019).

Os compostos químicos utilizados nos tratamentos são a base de Abamectina; Diametoxan; Metalaxil-M + Tiabendazol + Fludioxonil e também à base de Piraclostrobina + Tiofanato Metílico + Fipronil.

Estresse hídrico, falta de absorção de nutrientes, além da presença de doenças, nematoides e pragas podem ser reduzidos com a utilização dos bioestimulantes que promovem equilíbrio hormonal, trazendo assim melhor desenvolvimento fisiológico (LUDWIG *et al.*, 2011).

Devido a isso, a utilização de tecnologias que aumentem a produtividade tem sido fundamental para o desenvolvimento da agricultura e estudos sobre bioestimulantes sejam eles químicos ou biológicos se tornam ainda mais importantes (MAIA *et al.*, 2018).

Com a condução deste trabalho pretendeu-se avaliar o efeito bioestimulante de substâncias de origem química, de extratos de algas e de agente biológico usados no tratamento de sementes de soja e sua influência no crescimento inicial das plantas.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SOJA

Glycine max L. conhecida popularmente como soja, pertence à família Fabaceae. É uma planta anual e de reprodução autógama, de germinação epígea, com o ciclo que pode ter de 75 a 200 dias. Seu sistema radicular é pivotante constituído por uma raiz axial principal e por raízes secundárias e o caule é caracterizado como herbáceo, ereto e ramificado, e o seu desenvolvimento é iniciado a partir do eixo embrionário, logo após a germinação. O hábito de crescimento da planta pode ser determinado, semi-determinado ou indeterminado, conforme as características do ápice principal do caule e da cultivar (TEJO *et al.*, 2019).

Estruturas importantes presentes nas raízes da planta são os nódulos, que representam a simbiose entre a soja e bactérias do gênero *Bradirhizobium*, sendo que estas bactérias promovem a fixação do nitrogênio do ar e o disponibiliza para a planta de forma assimilável (BUTKE; LEITE, 2020).

Para definição dos estádios fenológicos da planta utiliza-se a escala proposta por Fehr e Caviness (1977), que considera a fase vegetativa (germinação até o início do florescimento) e a fase reprodutiva (florescimento até a maturação fisiológica dos grãos), por meio desta, considera-se que as avaliações de plantas de soja em vaso foram realizadas da fase V3.

Os componentes do rendimento de grãos da soja são: número de plantas por área, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e a massa de grãos. Dependendo do desenvolvimento destes componentes a produtividade da soja pode variar bastante e o ambiente de produção é primordial nisso, sendo que as condições ambientais que mais influenciam são luz, água e nutrientes (LA MENZA *et al.*, 2017).

Com origem provável no Leste Asiático, no Brasil, primeiramente a soja foi introduzida na Bahia em 1882, não se adaptando e dada como uma introdução sem sucesso. Posteriormente, em 1915, foi introduzida no Rio Grande do Sul, onde os

materiais se adaptaram melhor devido ao clima) local ser semelhante ao seu local de origem e favorável ao seu desenvolvimento (COSTA, 1996).

Apesar do primeiro cultivo comercial de soja no Brasil ser de 1915, no município de Santa Rosa - RS, foi somente a partir dos anos 40 que ela adquiriu alguma importância econômica. Em 1941 houve o primeiro relato estatístico sobre a soja, naquela época o país contava com 640 hectares de área cultivada, produção de 450 toneladas e rendimento de 700 kg há⁻¹. Já em 1949, com produção de 25.000 toneladas o Brasil apareceu pela primeira vez como produtor de soja nas estatísticas internacionais (HASSE; BUENO, 1993).

Por ser pouca a quantidade de soja produzida no Brasil até meado dos anos 50 esta era consumida como forragem, para a alimentação de bovinos de leite, ou como grãos para a engorda de suínos, nas propriedades do interior gaúcho. Isto mudou com o estabelecimento do programa oficial de incentivo à triticultura nacional em meados da década de 1950, já que a cultura da soja foi igualmente incentivada, pois era uma boa opção de sucessão de semeadura do ponto de vista agrônomo e com vantagens econômicas, distribuindo o risco do agricultor (GAZZONI; DALL'AGNOL, 2018).

Devido a isso veio o espetacular avanço de 14.668% na área cultivada com soja em 59 anos (1960/2018) e o crescimento de 41.697% da produção que passou de 216 mil toneladas em 1960 para 113 milhões de toneladas em 2018 e acréscimo de 201% na produtividade que era de 1.127 kg há⁻¹ em 1960 e saltou para 3.386 kg ha⁻¹ em 2017 (FAO, 2018).

O Brasil atualmente é o maior produtor de soja no mundo, com 154,4 milhões de toneladas produzidas na safra 2022/2023, com uma área cultivada de 43,539 milhões de hectares, sendo uma produção 20,6% maior que a da safra anterior (CONAB, 2023).

2.2 QUALIDADE DE SEMENTES

A semente possui o papel de proliferar e propagar a maioria das espécies vegetais, sendo que o processo de germinação envolve uma sequência de eventos incluindo sucessivas divisões celulares, diferenciação de tecidos, acúmulo de substâncias de reserva e alterações no teor hídrico, bem como mudanças drásticas no nível de atividades metabólicas, o que resulta na entrada da semente no estado de quiescência. Os

processos metabólicos só retornam quando se atingem condições ambientais favoráveis específicas para cada espécie (MARCOS FILHO, 2015).

A partir da genética contida na semente é definida a qualidade fisiológica, por isso as características da planta e o comportamento com o ambiente interferem na deterioração das sementes, já que reflete no genótipo e conseqüentemente na tolerância da mesma as condições do campo. Com isso qualquer forma de dificultar a entrada de água antes do tempo na semente e também de patógenos serão benéficos para a qualidade da semente (KRZYZANOWSKI *et al.*, 1993).

A qualidade da semente é formada por atributos físicos, fisiológicos, sanitários e genéticos, sem estes é impossível ter retorno financeiro satisfatório. A uniformidade na população de plantas é uma forma de observar a qualidade da semente, além disso, o vigor, ausência de patógenos e elevada produtividade de grãos são características a ser observadas a campo para identificar a qualidade de sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Por meio da Lei de Sementes de 2003 (BRASIL, 2003) foi possível garantir padrões de qualidade de sementes, como germinação e pureza mínima, além da avaliação da pureza genética. Com a Instrução Normativa 45/2013 o padrão de germinação mínima para sementes de soja foi definido como 80%, porém não é prevista o valor de vigor das sementes. O vigor é extremamente importante, principalmente em condições adversas de ambiente, onde são realizadas constantemente as semeaduras das sementes (BRASIL, 2013).

O vigor de sementes segundo AOSA (1983) é o conjunto de propriedades das sementes que definem o seu potencial para maior rapidez na emergência e uniformidade, sendo que o desenvolvimento de plântulas normais ocorre mesmo sobre ampla diversidade de condições ambientais.

A germinação de uma semente inicia durante a embebição e se encerra com a protusão da radícula, porém muitos são os fatores que podem afetar neste processo, tanto condições intrínsecas, quanto os fatores do ambiente. Os fatores intrínsecos são a

vitalidade, viabilidade, longevidade, grau de maturidade e a sanidade (MARCOS FILHO, 2015).

A partir da maturidade fisiológica já começa a deterioração das sementes, sendo que esta é uma sequência de eventos fisiológicos e bioquímicos, que vão resultar no aumento de números de plântulas anormais e com a evolução até morte completa da semente. Fatores como incidência de pragas e patógenos, temperaturas extremas, alta umidade relativa do ar e pluviosidade aceleram o processo de deterioração (BEWLEY *et al.*, 2014). No entanto, com o tratamento de sementes a qualidade da semente pode ser mantida e dependendo do caso até melhorada em relação ao atributo sanitário, físico e fisiológico.

2.3 TRATAMENTOS DE SEMENTES

O tratamento de sementes é, provavelmente, a medida mais antiga, barata e, às vezes, a mais segura e a que propicia os melhores êxitos no controle das doenças de plantas disseminadas pelas sementes (PARISI; MEDINA, 2013).

Esta técnica possibilita a manutenção da produtividade, se realizado em sementes de qualidade, devido à proteção que promove nas sementes e assim mantendo a qualidade fisiológica, conferindo proteção e impedindo que patógenos afetem o estande de plantas e causem aumento no número de plantas com baixo vigor (PARISI; MEDINA, 2013).

O tratamento químico ainda é o principal para a aplicação em sementes (KARTIKAY *et al.*, 2015), porém o tratamento biológico vem aumentando devido as suas diversas vantagens como o baixo efeito residual dos produtos nos alimentos e no ambiente e pela possibilidade de aplicação de mais ingredientes ativos para utilizar na lavoura minimizando a resistência em patógenos (FONTES; VALADARES-INGLIS, 2020).

2.4 TRATAMENTO QUÍMICO DE SEMENTES

O tratamento químico é muito importante no rendimento das culturas, incluindo a cultura da soja. Com a utilização de fungicidas a eficiência no controle de patógenos transmitidos por sementes melhora muito e com isso impedem a entrada dos mesmos

em novas áreas. Além disso, com a utilização destes tratamentos químicos a uniformidade de plantas é maior, evita-se a necessidade de ressemeadura por danos de patógenos e proporciona uma economia ao produtor, podendo resultar em aumento da produtividade, devido a maior porcentagem de germinação e maior vigor (HOSSSEN *et al.*, 2014).

No tratamento químico de sementes de soja, um método frequentemente utilizado é o TSI (tratamento de semente industrial), onde a semente já vem tratada da indústria. Com este método é possível obter qualidade elevada devido à precisão da dose e maior aderência dos produtos aplicados, além disso, outra questão é a saúde dos operadores e a sua segurança no momento da aplicação, que é muito maior em uma indústria em comparação a uma propriedade (PARISI; MEDINA, 2013).

Alguns tratamentos com fungicidas químicos em sementes poderiam ter efeitos indutores de crescimento, como é o caso do princípio ativo piraclostrobina, que está presente em formulações e é uma estrobirulina. Além do efeito fungicida as estrobirulinas apresentam efeitos fisiológicos positivos nas culturas e mesmo na ausência de fitopatógenos, as plantas apresentam maior produtividade e vigor quando tratadas com esses produtos (KÖEHLE *et al.*, 1994).

Estudos demonstram que com a promoção de folhas mais verdes com maior teor de clorofila e melhor desenvolvimento ocorre uma elevação de até 6% na produtividade, demonstrando a influência desses fungicidas na regulação hormonal e desenvolvimento da planta. Isso ocorre devido às moléculas da piraclostrobina atuarem na ativação da enzima NADH-nitrato redutase, aumentando a assimilação de nitrato e incorporando nas moléculas vitais da planta, como a clorofila, aumentando a eficiência da fotossíntese (GERHARD *et al.*, 1998; VENÂNCIO *et al.*, 2003).

Outro efeito destas moléculas são a redução na produção de etileno, retardando a senescência das folhas e aumentando o período de fotossíntese ativa da planta (OLIVEIRA, 2005; FAGAN *et al.*, 2010).

2.5 TRATAMENTO BIOLÓGICO DE SEMENTES

O tratamento biológico é o controle de patógenos por meio de microrganismos benéficos, além disso, pode ser utilizado para fins de fixação de nitrogênio e promoção de crescimento, sendo uma alternativa para diminuir a utilização de químicos no ambiente (MEYER; MAZARO; SILVA, 2019).

O mercado global de bio defensivos foi de US\$ 6,387 bilhões em 2017 e estima que alcance US\$ 16,7 bilhões até 2024, com uma taxa anual de crescimento de 15% (MARKETS; MARKETS, 2019).

No ano de 2018 a indústria brasileira de controle biológico registrou um dos maiores índices de crescimentos de vendas de sua história. O conjunto das empresas associadas à Associação Brasileira das Empresas de Controle Biológico (ABCBio), que representa 70% do mercado, fechou o ano com vendas de R\$ 464,5 milhões, resultando em expansão de 77%, referente ao faturamento de R\$ 262,4 milhões obtidos no ano de 2017 (BRASIL, 2019).

Dentre os bio defensivos, o mercado brasileiro apresentou para os bio fungicidas um incremento de 148% em 2018, quando comparado com o ano anterior. Estes dados demonstram o interesse pelo agricultor na utilização da tecnologia e apesar dos diversos desafios para o desenvolvimento de bio defensivos no Brasil, os agricultores buscam por técnicas alternativas para o controle dos problemas fitossanitários, pois acreditam que podem reduzir custos e atender à demanda da sociedade por alimentos com maior segurança alimentar (BRASIL, 2019).

Trichoderma está entre o gênero de fungos mais estudado no uso para o controle biológico. Já existem no mercado vários produtos à base do fungo com eficiência no controle de patógenos de solo, podendo ser encontrado para venda em diversas formulações (AGROFIT, 2023).

Trichoderma pertence à classe Sordariomycetes do filo Ascomycota e na fase sexuada é caracterizada pela formação de corpos de frutificação do tipo peritécio, formados em estromas de coloração verde, creme ou marrom. Na fase assexuada, são formados, a partir do micélio vegetativo, conidióforos com um eixo central e ramificações

laterais e na ponta das fiálides são produzidos os conídios de cor verde (JAKLITSCK; VOGLMAY, 2015).

O efeito do fungo não é visível a olho nú, porém, é perceptível quando realizado o estudo *in vitro*. Existem cepas de *Trichoderma* que possuem efeito direto, aumentando a porcentagem de germinação das sementes, crescimento, absorção de nutrientes, eficiência do uso de fertilizantes e o estímulo na defesa de plantas (MEYER; MAZARO; SILVA, 2019).

Trichoderma harzianum é a morfo-espécie mais empregada no controle biológico de doenças de plantas no mundo e a principal característica das espécies é que apresentam alta capacidade de colonizar a rizosfera das plantas e muitos substratos com diferentes características, em ambientes totalmente distintos (WOO *et al.*, 2014).

2.6 BIOESTIMULANTES E BIORREGULADORES

Os biorreguladores vegetais são compostos orgânicos, não nutrientes, que em baixas concentrações aplicado na planta promove, inibe ou modifica processos morfológicos e fisiológicos do vegetal. Pertencem ao grupo das auxinas, giberelinas, citocininas, retardadores, inibidores e etileno (MORZELLE *et al.*, 2017).

Com a mistura de biorreguladores, juntamente com compostos químicos, se produz um bioestimulante, que por meio da influência na atividade hormonal das plantas, consegue regular o desenvolvimento normal das mesmas e as respostas ao ambiente onde se encontram. Podem ser aplicados via foliar ou em tratamento de sementes para proporcionar maiores produções em uma cultura, além de melhorar algumas características da planta, como enraizamento e velocidade de germinação (LONG, 2019).

Problemas na soja como estresse hídrico, falta de absorção de nutrientes, além da presença de doenças, nematoides e pragas podem ser reduzidos com a utilização dos bioestimulantes que interferem nos parâmetros agronômicos e equilíbrio hormonal trazendo assim melhor desenvolvimento fisiológico (LUDWIG *et al.*, 2011).

Devido à isso, a utilização de tecnologias que aumentem a produtividade tem sido fundamental para o desenvolvimento da agricultura, e estudos sobre bioestimulantes sejam eles químicos ou biológicos se tornam ainda mais importantes, no intuito de

verificar a eficácia de produtos disponíveis no mercado que trarão melhor desempenho inicial para as plantas de soja (MAIA *et al.*, 2018).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em laboratório na Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Campus Santa Helena e em ambiente protegido de pragas onde permaneceram os vasos onde foram semeadas a soja.

O experimento foi realizado em delineamento experimental inteiramente casualizado, onde foram realizados dez tratamentos com três repetições cada, sendo avaliado um lote de sementes de soja da variedade Brasmax Coliseu i2x (63iX65RSF I2x).

Os dez tratamentos foram: T0 – Testemunha; T1 – Associação de tratamentos com produtos formulados a base de Abamectina; Diametoxan; Metalaxil-M + Tiabendazol + Fludioxonil; T2 – Tratamento à base de Piraclostrobina + Tiofanato Metílico + Fipronil ; T3 – Tratamento com produto comercial a base de extrato de *Ecklonia maxima* + Mo: 24,4 e Zn: 36,6 g l⁻¹; T4 – Tratamento com produto comercial a base de extrato de *Ecklonia maxima* + Mo: 42,62, Zn: 317,16 e Cu: 66,6 g l⁻¹; T5 – Tratamento com produto formulado a base de *Trichoderma harzianum*, cepa ESALQ - 1306; T6 – Tratamento com associação de produto a base de Piraclostrobina + Tiofanato Metílico + Fipronil e produto comercial a base de extrato de *Ecklonia maxima* + Mo:24,4 e Zn: 36,6 g l⁻¹; T7 – Tratamento com associação de produto a base de Piraclostrobina + Tiofanato Metílico + Fipronil e produto comercial a base de extrato de *Ecklonia maxima* + Mo: 42,62, Zn: 317,16 e Cu: 66,6 g l⁻¹ ; T8 – Tratamento com associação de produto a base de Piraclostrobina + Tiofanato Metílico + Fipronil e produto formulado a base de *Trichoderma harzianum*, cepa ESALQ - 1306; T9 – Tratamento com produto formulado a base de *Trichoderma harzianum*, cepa ESALQ - 1306 e produto comercial a base de extrato de *Ecklonia maxima* + Mo: 42,62, Zn: 317,16 e Cu: 66,6 g l⁻¹. A dosagem utilizada foi de 200 ml.100 kg⁻¹ de sementes para cada um dos produtos aplicados. Nos tratamentos com associação de produtos foi utilizada a mesma dosagem, sendo que as sementes permaneceram a temperatura ambiente por uma hora, para promover a secagem, após

o tratamento. Foi utilizado volume de calda de 500 ml.100 kg⁻¹ de sementes, usando água destilada para completar o volume quando necessário. As sementes foram tratadas em saco plástico, com agitação vigorosa, para promover a homogeneização do produto. As sementes tratadas podem ser observadas na Figura 1.

Figura 1 - Sementes de soja após aplicações dos tratamentos no dia 03 de novembro de 2022.



Fonte: Autoria própria, 2022.

Após o tratamento, foi realizado em laboratório os testes de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento de plântulas da parte aérea e radicular, e massa seca. O experimento em vasos teve duração de 35 dias e após esse período, as plantas foram analisadas quanto a diâmetro do caule, altura das plantas, número de trifólios, comprimento das raízes das plantas, nodulação e massa seca.

O teste de germinação foi conduzido em câmara de germinação, com três repetições de 50 sementes, em rolos de papel de germinação, a 25 °C, com umedecimento efetuado com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do substrato seco. O teste foi avaliado até o oitavo dia após o acondicionamento, conforme os critérios estabelecidos nas Regras para Análise de Sementes, e os resultados expressos em porcentagem de plântulas normais (BRASIL, 2009).

Índice de velocidade de germinação: Foi determinado conjuntamente com o teste de germinação, onde as avaliações foram efetuadas com contagens diárias do número de sementes germinadas por dia, até que ocorrer a estabilização da germinação. Foram consideradas germinadas as sementes que apresentaram emissão da raiz primária com no mínimo dois milímetros de comprimento. Por fim, aplicou-se a fórmula proposta por Maguire (1962) para o cálculo do IVG.

O teste de crescimento de plântulas, que foi conduzido de acordo com metodologia adaptada de Krzyzanowski et al. (2020), utilizando quatro repetições de 10 sementes de soja. Uma linha foi traçada no terço superior do papel germitest no sentido longitudinal. Os papéis foram umedecidos previamente com água destilada equivalente a 2,5 vezes a massa seca do papel. Os rolos foram posicionados verticalmente no germinador por oito dias a 25°C. Ao final deste período, foi realizada a medição do comprimento de parte aérea e radicular das plântulas normais germinadas, utilizando-se uma régua. Os resultados médios por plântulas foram expressos em centímetros.

Após a retirada dos cotilédones as plântulas foram acondicionadas em estufa com circulação de ar a 65 °C por 48 horas. Na sequência foi determinada a massa seca em balança analítica, com expressão dos resultados em mgplântula⁻¹.

Adicionalmente, as sementes tratadas foram semeadas em vasos de um litro, sendo utilizados três vasos por tratamento (três repetições). Esses vasos foram preenchidos com solo da própria área experimental do campus. O solo utilizado é classificado como um Nitossolo Vermelho (BHERING *et al.*, 2008). Foram acondicionadas quatro sementes de soja em cada vaso e logo após a emergência feito o desbaste, deixando apenas uma plântula por vaso. Os vasos foram mantidos em ambiente protegido de pragas (Figura 2).

A irrigação dos vasos foi feita diariamente por meio de utensílio de rega utilizando as quantidades de água adequadas para cada estágio da soja, segundo trabalho de Tacker e Vories (2002), considerando a área dos vasos para descobrir a medida de água que deveria ser regada por dia.

Para o controle de pragas foi construída uma estrutura com tela antiafídeo para impedir a entrada dos mesmos e o controle de doenças não foi necessário devido ao breve período em exposição das plantas com o ambiente.

Figura 2 – Estrutura de proteção contra insetos.

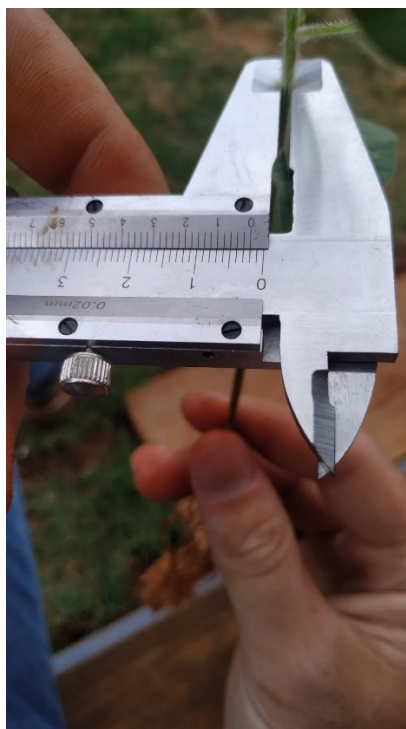


Fonte: Autoria própria, 2022.

O experimento teve uma duração de 35 dias e após isso as plantas foram analisadas quanto a diâmetro do caule, altura das plantas, número de trifólios, comprimento das raízes, nodulação e massa seca.

- Diâmetro do caule: foi realizada a medição do diâmetro do caule logo abaixo do primeiro nó do caule com o auxílio de um paquímetro e os resultados expressos em milímetros (Figura 3).

Figura 3 – Medição do Diâmetro do caule das plantas de soja com o paquímetro.



Fonte: Autoria própria, 2022.

- Altura das plantas: foram avaliadas todas as plantas emergidas nos tratamentos, realizando a medição desde a base da coroa até o último trifólio com o auxílio de régua milimetrada, sendo os resultados expressos em centímetros (KRZYZANOWSKI *et al*, 2020).

- Número de trifólios: contagem do número de trifólios, considerado a contagem de cada trifólio totalmente aberto, foi feita a média das três repetições e os resultados expressos em números de trifólios.

- Comprimento das raízes das plantas: foram realizadas com o auxílio de régua milimetrada, medindo o comprimento total das raízes e os resultados expressos em centímetros (Figura 4).

Figura 4 – Medição do comprimento das raízes das plantas de soja.



Fonte: Autoria própria, 2022.

- Nodulação: com as plantas sendo retiradas dos vasos com cuidados e lavadas em água corrente, foi feita a contagem dos nódulos nas raízes. Os resultados expressos em números de nódulos por planta (Figura 5).

Figura 5 – Contagem de nódulos nas plantas de soja.



Fonte: Autoria própria, 2022.

- Massa seca: a obtenção da biomassa da matéria seca média das plântulas foi realizada após a avaliação do comprimento. As plântulas colocadas em sacos de papel devidamente identificadas, em estufa, com circulação de ar forçada, ajustada a 80 °C, por período de 24 horas e, então, foi realizada a determinação da massa em balança analítica com precisão de 0,001 gramas (KRZYZANOWSKI *et al*, 2020). Os resultados expressos em mg plântula⁻¹.

Os resultados obtidos para os testes descritos anteriormente foram submetidos à análise de variância (teste F) e Teste de Tukey a 5% para comparação das médias, utilizando o programa estatístico SISVAR - Versão 5.3 (FERREIRA, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Conforme os dados de análise de variância, as variáveis significativas avaliadas em laboratório (Tab. 1) foram: contagem final, plantas anormais e massa seca de plântula.

Tabela 1 - Análise de variância para fatores avaliados em laboratório de sementes de soja tratadas com produtos químicos e biológicos como bioestimulantes no crescimento inicial.

Causas da variação	Contagem final	Plântulas anormais	Sementes mortas	IVG	Comprimento P.A.	Comprimento P.R.	Massa seca de plântula
Tratamento	3,38**	3,20**	0,62 Ns	2,46 Ns	2,07 Ns	1,19 Ns	4,36 **
C.V. (%)	6,00	24,63	259,51	0,40	10,01	8,26	17,04

* ou **: significativo a 5 ou a 1% de probabilidade de erro. Ns: não significativo. C.V.: coeficiente de variação.

Fonte: Autoria própria, 2023.

Para a variável contagem final do teste de germinação em laboratório (Tab. 2), o tratamento com maior média foi T2 com 88,7% em comparação com os tratamentos de menores médias o T4 e T6 com 74,0% e 73,3%, respectivamente. No entanto, esses tratamentos não diferiram da testemunha.

Na variável plântulas anormais, também avaliadas no teste de germinação, em laboratório (Tab 2.), o tratamento com maior média foi o T6 com 26,7% quando comparado ao tratamento T2 com 11,3%. No entanto, ambas as médias não diferiram da testemunha e de maneira semelhante nenhum outro tratamento diferiu da testemunha. Portanto, concluiu-se que não houve efeito fitotóxico dos tratamentos sobre as sementes.

Para a variável massa seca de plântulas em laboratório (Tab. 2), o tratamento T6 (51,7 mg plântula⁻¹) apresentou maior média que o tratamento T5 (26,8 mg plântula⁻¹). Os tratamentos não diferiram significativamente da testemunha.

Tabela 2 - Contagem final (%), plântulas anormais (%), sementes mortas (%), índice de velocidade de germinação (IVG), comprimento de parte aérea (cm), comprimento de parte radicular (cm) e massa seca de plântula (mg plântula⁻¹) oriundas de sementes de soja tratadas com produtos químicos e biológicos como bioestimulantes no crescimento inicial.

Tratamento	Contagem Final (%)	Plântulas anormais (%)	Sementes mortas (%)	IVG	Comprimento P.A. (cm)	Comprimento P.R. (cm)	Massa seca de plântula (mg plântula ⁻¹)
T0	80,7 ab	19,3 ab	0	50,0	11,4	12,3	38,8 abc
T1	76,0 ab	24,0 ab	0	50,0	12,9	13,3	42,7 abc
T2	88,7 a	11,3 b	0	50,0	11,5	14,5	41,1 abc
T3	76,5 ab	22,5 ab	1,0	49,9	12,1	14,1	29,5 bc
T4	74,0 b	25,0 ab	1,0	50,0	14,1	13,5	34,6 abc
T5	78,0 ab	20,7 ab	1,3	49,7	13,3	14,0	26,8 c

T6	73,3 b	26,7 a	0	50,0	12,3	14,6	51,7 a
T7	80,0 ab	20,0 ab	0	50,0	13,3	13,4	47,0 ab
T8	81,3 ab	17,3 ab	1,4	49,5	10,8	13,0	34,7 abc
T9	86,5 ab	12,5 ab	1,0	49,6	11,8	13,3	47,5 ab

T0 – Testemunha; **T1** – Associação de tratamentos com compostos químicos; **T2** – Tratamento à base de Piraclostrobina + compostos químicos; **T3** – Tratamento com a base de extrato de algas + Mo e Zn; **T4** – Tratamento com a base de extrato de algas + Mo, Zn e Cu; **T5** – Tratamento com produto a base de *Trichoderma harzianum*; **T6** – Tratamento com associação de produto a base de Piraclostrobina + compostos químicos e produto a base de extrato de algas + Mo e Zn; **T7** – Tratamento com associação de produto a base de Piraclostrobina + compostos químicos e produto a base de extrato de algas + Mo, Zn e Cu; **T8** – Tratamento com associação de produto a base de Piraclostrobina + compostos químicos e produto formulado a base de *Trichoderma harzianum*; **T9** – Tratamento com produto formulado a base de *Trichoderma harzianum* e produto a base de extrato de algas + Mo, Zn e Cu. Valores seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey.

Fonte: Autoria própria, 2023.

O teste de germinação é conduzido em condições ideais de temperatura, luminosidade e umidade. Porém, nessas condições frequentemente os tratamentos de sementes não expressam todo o seu potencial, já que não ocorrem condições críticas para desencadear a ação dos produtos nos tratamentos (MARCOS FILHO, 2015).

Um princípio que foi observado a partir dos resultados de contagem final, plântulas anormais e plântulas mortas foi o processo de deterioração normal das sementes de soja. Segundo Marcos Filho (2015) a deterioração das sementes começa após a maturidade fisiológica, onde a mesma possui seu maior vigor e com o passar do tempo esta característica diminui cada vez mais seguido da porcentagem de plântulas normais que decai. As plântulas normais diminuem, pois, se tornam plântulas anormais, até um certo ponto onde começa a aumentar a porcentagem de sementes mortas e conseqüentemente as plântulas anormais diminuem pois se tornam mortas com o passar do tempo.

Nas duas tabelas a seguir (Tab. 3 e 4) são demonstradas as variáveis analisadas provenientes do ambiente protegido de pragas e seus valores médios perante os 10 tratamentos.

As variáveis significativas foram: trifólio, nodulação e comprimento de parte radicular (Tab. 3).

Tabela 3 - Análise de variância para fatores avaliados em ambiente protegido de pragas em sementes de soja tratadas com produtos químicos e biológicos como bioestimulantes no crescimento inicial.

Causas da variação	Diâmetro	Trifólio	Nodulação	Comprimento		Massa seca de plântula
				P.A.	P.R.	
Tratamento	2,09 Ns	7,56**	3,00 *	1,80 Ns	2,43*	2,43 Ns
C.V. (%)	15,97	11,39	55,96	8,31	13,61	12,57

* ou **: significativo a 5 ou a 1% de probabilidade de erro. Ns: não significativo. C.V.: coeficiente de variação.

Fonte: Autoria própria, 2023.

Na variável trifólio (Tab 4.), os tratamentos com maiores médias foram o T3 e o T9, sendo estes significativamente superiores à testemunha.

Estes resultados demonstram que o produto comercial utilizado no tratamento T3, cumpriu com seu objetivo de promover maior desenvolvimento dos órgãos da parte aérea das plantas, além da capacidade de auxiliar na recuperação pós-estresses, como demonstrado em vários trabalhos. Eles nos mostram que os extratos de algas também agem como agente anti estressante, afetando o sistema antioxidante das plantas, melhorando a tolerância a condições ambientais adversas e melhorando a capacidade de recuperação após o estresse (NAIR et al., 2011).

Já o T9 que é uma associação de dois produtos comerciais, também é benéfico neste fator, devido a *Trichoderma* que possui efeito direto, aumentando o crescimento, absorção de nutrientes e eficiência do uso de fertilizantes (MEYER; MAZARO; SILVA, 2019).

Ainda sobre a variável trifólios, pode-se observar que a associação dos dois produtos comerciais teve efeito sinérgico, trazendo mais trifólios em T9 que nos seus tratamentos com os produtos separados (T4 e T5), que apresentaram as médias mais baixas, juntamente com a maioria dos tratamentos.

Efeito sinérgico significa que quando dois ou mais produtos são associados o efeito total é maior que o somatório dos produtos utilizados separadamente. Estudos de Rubio *et al.* (2017) mostram esse efeito ocorrendo também com *T. harzianum*, porém com fertilizantes nitrogenados e Srinivas; Ramakrishnan (2002), mostram efeitos sinérgicos em associações de controles químicos e biológicos.

Tabela 4 - Variáveis avaliadas em ambiente protegido de pragas, diâmetro do caule (mm), trifólio, nodulação, comprimento de parte aérea (cm), comprimento de parte radicular (cm) e massa seca de plântula (mg plântula^{-1}) de sementes de soja tratadas com produtos químicos e biológicos como bioestimulantes no crescimento inicial.

Tratamento	Diâmetro (mm)	Trifólio	Nodulação	Comprimento P.A. (cm)	Comprimento P.R. (cm)	Massa seca de plântula (mg plântula^{-1})
T0	2,4	2,0 b	10,7 ab	20,7	36,7 ab	1,17
T1	2,0	2,0 b	6,0 b	22,2	30,8 ab	1,04
T2	2,2	2,3 ab	15,7 ab	22,3	34,0 ab	1,13
T3	2,4	3,0 a	18,0 ab	24,8	41,8 a	1,26
T4	2,5	2,0 b	10,3 ab	24,8	35,8 ab	1,25
T5	2,1	2,0 b	16,3 ab	25,2	30,2 ab	1,24
T6	2,7	2,3 ab	34,0 a	25,0	28,0 b	1,36
T7	2,2	2,0 b	10,0 ab	23,7	30,7 ab	1,15
T8	2,1	2,0 b	7,0 b	24,3	31,2 ab	1,21
T9	3,0	3,0 a	22,3 ab	24,6	35,5 ab	1,55

T0 – Testemunha; **T1** – Associação de tratamentos com compostos químicos; **T2** – Tratamento à base de Piraclostrobina + compostos químicos; **T3** – Tratamento com a base de extrato de algas + Mo e Zn; **T4** – Tratamento com a base de extrato de algas + Mo, Zn e Cu; **T5** – Tratamento com produto a base de *Trichoderma harzianum*; **T6** – Tratamento com associação de produto a base de Piraclostrobina + compostos químicos e produto a base de extrato de algas + Mo e Zn; **T7** – Tratamento com associação de produto a base de Piraclostrobina + compostos químicos e produto a base de extrato de algas + Mo, Zn e Cu; **T8** – Tratamento com associação de produto a base de Piraclostrobina + compostos químicos e produto formulado a base de *Trichoderma harzianum*; **T9** – Tratamento com produto formulado a base de *Trichoderma harzianum* e produto a base de extrato de algas + Mo, Zn e Cu. Valores seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo Teste de Tukey.

Fonte: Autoria própria, 2023.

Em nodulação o tratamento T6 com 34,0 nódulos foi superior aos tratamentos T1 e T8 que apresentaram 6,0 e 7,0 nódulos, respectivamente. Apesar disso, os resultados os três tratamentos não diferiram da testemunha.

No fator comprimento de parte radicular o tratamento T3 apresentou a maior média, com 41,8 cm e o tratamento com menor média foi o T6 com 28,0 cm, porém nenhum tratamento diferiu da testemunha.

Os tratamentos contendo *T. harzianum* (T5, T8 e T9) não apresentaram as maiores médias em nenhuma das variáveis avaliadas em laboratório, porém foi o tratamento com melhor média em número de trifólios avaliados sobre as plantas semeadas em vasos.

Uma hipótese para esses dados seria a interação endofítica que ocorre entre o fungo *Trichoderma* e a raiz. Conforme relatado por Haridoim *et al.* (2015) estresses entre a planta e o fungo no experimento em condições de laboratório podem resultar em efeito antagonista, havendo competição por espaço e nutrientes, prejudicando o crescimento das raízes e como não havia disponibilidade de nutrientes no meio para o *Trichoderma*, pois o teste é conduzido no substrato papel, no estabelecimento da relação endofítica pode ter ocorrido consumo de reservas da plântula ou da semente pelo fungo e quando avaliada em condições fora do laboratório teve a melhor média em duas variáveis, pois havia outras fontes para consumir como estruturas presente no solo do vaso.

Outra proposição para este resultado é de que as plantas possuem a característica de expressar resistência em resposta a interações com outros organismos, podendo ser induzida por vários microrganismos e podendo acarretar menor biossíntese de proteínas, imprescindíveis para ocorrer o metabolismo e desenvolvimento das plantas, lesando o seu desenvolvimento (HEIL e BALDWIN, 2002).

5. CONCLUSÃO

Em relação ao desempenho inicial das plantas de soja, somente a variável trifólios apresentou resultados significativos com os tratamentos T3 (Tratamento com produto comercial a base de extrato de *Ecklonia maxima* + Mo: 24,4 e Zn: 36,6 g l⁻¹) e T9 (Tratamento com produto formulado a base de *Trichoderma harzianum*, cepa ESALQ - 1306 e produto comercial a base de extrato de *Ecklonia maxima* + Mo: 42,62, Zn: 317,16 e Cu: 66,6 g l⁻¹) superiores quando comparados à testemunha.

REFERÊNCIAS

AGROFIT: **consulta aberta**. Brasília, DF: Mapa, 2023.

AOSA. Association of Official Seed Analysts. **Seed Vigor Testing Handbook**. Contribution to the Handbook on Seed Testing, p. 32, 1983.

BEWLEY, J. D; BRADFORD, K. J.; HILHORST, H. W. M.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. 3. ed. New York: Springer, 2014. 407 p.

BHERING, S. B. *et al.* **Mapa de solos do estado do Paraná: legenda atualizada**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa Floresta: Embrapa Solos, 2008.

BRASIL. **Lei n. 10.711 de 5 de agosto de 2003**. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Sementes e Mudanças e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil de 6 de agosto de 2003.

BRASIL. **Ministério da Agricultura, e Pecuária e Abastecimento**. Regras para Análise de Sementes. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 1ªed., 2009. 395 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa nº 45, de 17 de setembro de 2013**. Diário Oficial República Federativa do Brasil, Brasília, DF, n. 183, 20 set. 2013. Seção 1, p.6-27.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Mercado de biodefensivos cresce mais de 70% no Brasil em um ano**. [2019].

BROCH, D. L. *et al.* Fertilidade do solo, adubação e nutrição da cultura da soja. **Tecnologia de produção de soja e milho**, v. 2009, n. 2008, p. 5-36, 2008.

BUTKE, R; LEITE, J. M. **Como Potencializar a Fixação biológica de Nitrogênio em Soja?**: Compass minerals. 2020.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

CASTRO, P.R.C.; PEREIRA, M.A. **Bioativadores na agricultura**. In: GAZZONI, D.L. (Coord.). 2008. Tiametoxam: uma revolução na agricultura brasileira. Petrópolis: Vozes, p. 115-122.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 10, safra 2022/23, n. 6 sexto levantamento, março 2023.

COSTA, J. A. **Cultura da soja**. Porto Alegre. Editado por Ivo Manica e José Antonio Costa, 1996. 233 p.

DE MIRANDA, Evaristo Eduardo. Áreas cultivadas no Brasil e no mundo. **AgroANALYSIS**, v. 38, n. 2, p. 25-27, 2018.

FAGAN, E B. *et al.* **Efeito da aplicação de piraclostrobinana taxa fotossintética, respiração, atividade da enzima nitrato redutase e produtividade de grãos de soja**. *Bragantia*, v.69, n.4, pp. 771-777, 2010.

FAO; IFAD; UNICEF; WFP; WHO. **The state of and nutrition food security in the world 2020**. [S. l: s. n.], 2020.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, p. 11, 1977. (Special Report, 80)

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v.35, n.6, p.1039-42, 2011.

FONTES, E. M. G.; VALADARES-INGLIS, M. C. **Controle biológico de pragas da agricultura**. Embrapa, Brasília/DF, p. 510, 2020.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION – FAO. **The State of Food Security and Nutrition in the World**. 2018.

GAZZONI, D. L.; DALL'AGNOL, A. **A saga da soja**: de 1050 a.C. a 2050 d.C. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 199 p.

GERHARD, M.; HABERMEYER, J.; ZINKERNAGEL, V., 1999: **The impact of strobilurins on plant vitality on winter wheat under field conditions**. Modern fungicides and antifungal compounds II 12th International Reinhardsbrunn Symposium, Friedrichroda, Thuringia, Germany, 24th-29th May, 1998, p. 197-208.

HARDOIM, P.R.; VAN OVERBEEK, L.S.; BERG, G.; PIRTTILA, A.M.; COMPANT, S.; CAMPISANO, A.; DÖRING, M.; SESSITSCH, A. The hidden world within plants: ecological and evolutionary considerations for defining functioning of microbial endophytes. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, v.79, n.3, p.293-320, 2015.

HASSE, G.; BUENO, F. **O Brasil da soja**. Porto Alegre: L&PM Editora, 1993. 256 p.

HEIL, M.; BALDWIN, I.T. Fitness costs of induced resistance: emerging experimental support for a slippery concept. **Trends in Plant Science**, v.7, n.2, p.61-67, 2002.

HOSSEN, D.C.; CORRÊA JÚNIOR, E.S.; GUIMARÃES, S.; NUNES, U.R; GALON, L. Tratamento químico de sementes de trigo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.44, n.1, p.104-109, 2014.

JAKLITSCH, W. M.; VOGLMAYR, H. Biodiversity of Trichoderma (Hypocreaceae) in Southern Europe and Macaronesia. **Studies in Mycology**, v. 80, p. 1-87, 2015.

KARTIKAY, B. *et al.* **Unrealized Potential of Seed Biopriming for Versatile Agriculture**. Nutrient Use Efficiency: from Basics to Advances, p.193-206, 2015.

KÖEHLE, H. *et al.* **Physiological effects of strobilurin fungicide F 500 on plants**. Biochemical Society Transactions, v. 22, n. 65, London, 1994.

KRZYZANOWSKI, F. C.; GILIOLI, J. L.; MIRANDA, L. C. Produção de sementes nos cerrados. In: ARANTES, N.E.; SOUZA, P.I. de M. de (Ed.). **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: Potafos, 1993. p.465-522.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.B.; GOMES-JUNIOR, F.G.; NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B.; MARCOS-FILHO, J. (2 Ed.). **Vigor de sementes: Conceitos e Testes**. Londrina: Abrates, 2020. p.79-140.

LA MENZA, N. C. *et al.* Is soybean yield limited by nitrogen supply?. **Field Crops Research**, v. 213, p. 204-212, 2017.

LONG, E. **The importance of biostimulants in turfgrass management**. 2019.

LUDWIG, M. P. *et al.* Qualidade de sementes de soja armazenadas após recobrimento com aminoácido, polímero, fungicida e inseticida. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 33, n. 3, p. 395-406, 2011.

MAGUIRE, J.D. Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MAIA, P. H. T. *et al.* **Desempenho inicial de plantas de soja tratadas com bioestimulantes**. p. 18, 2018.

MAMBRIN, R. B. *et al.* Seleção de linhagens de feijão com base no padrão e na qualidade de sementes. **Revista Caatinga, Mossoró**, v. 28, n. 3, p.147-156, 2015.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina: Abrates, 2015. 660 p.

MARKETS AND MARKETS. **Biopesticides market by type, source, mode of application, formulation, crop application and region: global forecast to 2023.**

Charing: REPORT BUYER, 2019.

MEYER, M. C; MAZARO, S. M; SILVA, J. C. ***Trichoderma***: uso na agricultura. Brasília, DF: Embrapa, 538 p. 2019.

MORZELLE, M. C. *et al.* **Agroquímicos estimulantes, extratos vegetais e metabólitos microbianos na agricultura.** 2017.

NAIR, P. *et al.* **Transcriptional and metabolomic analysis of *Ascophyllum nodosum* mediated freezing tolerance in *Arabidopsis thaliana*.** BMC Genomics, London, v. 13, p. 643, 2011.

OLIVEIRA, R.F. **Efeito fisiológico do F500 na planta.** BASF, São Paulo, p. 9-11, 2005.

Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura. FAO: Se o atual ritmo de consumo continuar, em 2050 mundo precisará de 60% mais alimentos e 40% mais água. Recuperado em 11 julho de 2019.

PARISI, J. J. D.; MEDINA, P. F.. **Tratamento de sementes.** Instituto Agronômico de Campinas, p. 26-30, 2013.

ROSSMAN, D. R.; BYRNE, A. M.; CHILVERS, M. I. Rentabilidade e eficácia do tratamento de sementes de soja em Michigan. **Proteção de Culturas**, v. 114, p. 44-52, 2018.

RUBIO, M. B.; HERMOSA, R.; VICENTE, R.; GÓMEZ-ACOSTA, F. A.; MORCUENDE, R.; MONTE, E.; BETTIOL, W. The combination of *Trichoderma harzianum* and chemical fertilization leads to the deregulation of phytohormone networking, preventing the adaptive responses of tomato plants to salt stress. **Frontiers in Plant Science**, v. 8, p. 294, 2017.

SRINIVAS, P.; RAMAKRISHNAN, G. Use of native microorganisms and commonly recommended fungicides in integrated management of rice seed borne pathogens. **Annual Plants Protect Science**, v. 10, n. 2, p. 260-264, 2002.

TACKER, P.; VORIES, E. Irrigation. In **Arkansas soybean production handbook** (MP197) (pp. 42–49). Fayetteville, AR: University of Arkansas Division of Agriculture Extension Service. 2002.

TEJO, D. P.; FERNANDES, C. H. S.; BURATTO, J. S. Soja: fenologia, morfologia e fatores que interferem na produtividade. **Revista Científica Eletrônica de XIX da FAEF**, v.35, n.1, p. 1-8, 2019.

TOURINO, M. C. C; REZENDE, P. M; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agronômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1071-1077, 2002.

VENÂNCIO, W. S. *et al.* **Physiological Effects of Strobilurin Fungicides on Plants**. Ciências Agrárias e Engenharia., v. 9, n. 3, p. 59–68, 2003.

WOO, S. L.; RUOCCO, M.; VINALE, F.; NIGRO, M.; MARRA, R.; LOMBARDI, N.; LORITO, M. Trichoderma-based products and their widespread use in agriculture. **The Open Mycology Journal**, v. 8, n. 1, 2014.

ZUCARELI, C. Qualidade fisiológica de sementes de feijão carioca armazenadas em diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 19, n. 8, p.803-809, 2015.