

AVALIAÇÃO DA GERMINAÇÃO E VIGOR EM SEMENTES DE SOJA (*Glycine max* L.) SOB DIFERENTES TRATAMENTOS DE SEMENTES¹

Mateus Golin Facco²
Josiele Salet Tischer³

RESUMO

A semente de soja vem sendo veículo para tratamentos com diversos produtos, dentre eles, fungicidas, inseticidas, micronutrientes, bioestimulantes, inoculantes, polímeros dentre outros. Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de 4 tratamentos com produtos à base de micronutrientes, bioestimulantes e hormônios, sobre a germinação e vigor em plantas de soja em estágio inicial, avaliando-se número de plantas germinadas e comprimento de plantas. Tanto no teste de germinação quanto no teste de vigor, o melhor desempenho em número de sementes germinadas foi o T2. Tratamento este que também apresentou maior desempenho na produção de massa foliar analisando-se a massa seca. Para comprimento de plantas, o melhor tratamento foi T3.

Palavras-chave: Micronutrientes. Soja. Tratamento.

1 INTRODUÇÃO

A soja é a oleaginosa com maior expansão mundial, a cultura é destaque na agricultura brasileira e atualmente o Brasil é o maior produtor mundial. A área destinada ao plantio na última safra 2020/21 foi de 38,5 milhões de hectares, atingindo uma produção recorde de 136 milhões de toneladas, um aumento de 8,9% em relação à safra passada. A região Sul atingiu o recorde regional de área plantada, totalizando 12.375,3 mil hectares e também uma produção recorde de 43.031,15 mil toneladas (CONAB, 2021).

Segundo Trindade (2020), a semente é responsável por todo o potencial genético de um cultivar, pois nelas estão depositados os genes responsáveis pela caracterização da espécie, determinando seu comportamento. O processo de produção e certificação de sementes não pode ser realizado sem nenhum controle e requisitos, pois os mesmos são essenciais na cadeia produtiva.

São critérios de qualidade determinados por laboratórios para sementes: germinação, pureza e sanidade, mas além disso um quarto critério deve ser levado em consideração, o vigor, que tem por objetivo estimar o desempenho das sementes a campo (FRANCO et al., 2013). De acordo com Parisi e Medina (2013), a semente é o vetor mais eficiente na disseminação de patógenos, uma vez que a presença dele na semente, irá causar uma doença na planta originada

¹ Pré-requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia

² UCEFF Faculdades. Acadêmico do Curso de Agronomia. E-mail: mateus.golinfacco@hotmail.com

³ UCEFF Faculdades. Mestre em Ciências Ambientais. E-mail: josiele@uceff.edu.br

por esta semente, que poderá se espalhar para outras plantas. O tratamento de sementes elimina os patógenos presentes nas sementes e protege a mesma de patógenos presentes no solo ou no local de armazenamento, assim o tratamento se torna uma medida barata, segura e que promove melhores resultados no controle de doenças disseminadas por sementes.

No caso da soja o tratamento convencional é realizado pelo próprio agricultor antes da sementeira, uma opção também é o TSI (tratamento de sementes industrial), que tem vantagens como a maior qualidade devido a precisão da dose, melhor cobertura e aderência dos produtos aplicados.

A semente de soja vem sendo tratada com inúmeros produtos como, fungicidas, inseticidas, bioestimulantes, hormônios, reguladores de crescimento, micronutrientes, inoculantes e polímeros. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos do tratamento de sementes com produtos à base de micronutrientes, hormônios e reguladores de crescimento, na germinação e vigor em sementes de soja.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 ORIGEM DA SOJA

A soja *Glycine max* L. que é cultivada atualmente se difere dos ancestrais que lhe originaram, que eram plantas rasteiras que se desenvolviam na Costa leste da Ásia, na região do Rio Amarelo na China. A evolução da soja começou quando duas espécies de soja selvagem as quais eram provenientes de cruzamentos naturais, foram domesticadas e melhoradas pelos cientistas da antiga China. O grão era sagrado e tinha importância alimentar na dieta dessa antiga civilização, junto com o trigo, o arroz, o centeio e o milho. Explorada no Oriente há mais de 5 mil anos, já no Ocidente seu cultivo se iniciou na segunda década do século vinte, nos Estados Unidos, onde foi explorada inicialmente como forrageira e após como grão. Seu auge como cultivo para forragem se deu em 1940, nos Estados Unidos, onde ocupava uma área de cerca de dois milhões de hectares, e em 1941 a área cultivada para grãos superou a cultivada para a forragem que declinou até desaparecer próximo dos anos 60 (EMBRAPA, 2003).

2.1.1 Chegada no Brasil

A chegada da soja ao Brasil foi por intermédio dos Estados Unidos em 1882, quando um professor da Escola de Agronomia da Bahia, Gustavo Dutra, fez os primeiros estudos e

avaliações das cultivares que vieram a ser introduzidas daquele país. Em 1891 os mesmos testes foram realizados por Dutra no Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), no estado de São Paulo. De mesmo modo como nos EUA era estudada para uso como forragem com possibilidade de produção de grãos para o consumo de animais, não para matéria prima para a indústria de farelos e óleos vegetais.

Nos anos de 1900 e 1901, o IAC distribuiu sementes para produtores paulistas, data que coincide com o primeiro cultivo de soja no Rio Grande do Sul, onde a cultura encontrou condições edafoclimáticas semelhantes ao seu ecossistema de origem no sul dos EUA, o que fez a cultura se desenvolver e expandir. Foi incentivada a produção de soja em meados dos anos 50 devido ao programa de incentivo à triticultura, pois do ponto de vista técnico uma leguminosa sucedendo uma gramínea, e do ponto de vista econômico havia um melhor aproveitamento da terra, maquinário, infraestrutura e mão de obra, enfim, seria a melhor alternativa para o verão sucedendo o trigo de inverno (EMBRAPA, 2003).

2.2 ASPECTOS MORFOLÓGICOS

2.2.1 Descrição Geral

A soja é uma cultura anual, possui germinação epígea da semente, é uma herbácea, e dispõe de um ciclo de vida que compreende da emergência à maturação em torno de 70 a 200 dias, a altura de inserção da primeira vagem é de 10 a 20 cm do chão, e da planta de 30 a 250 cm. A mesma possui hábito de crescimento ereto e prostrado e cada variedade têm tipos de crescimento; determinado, semi determinado ou indeterminado, resistência à deiscência das vagens, o grupo de maturidade é relativo que no Brasil vai de 5 a 10, as hastes e vagens no período pubescente apresentam cor cinza ou marrom podendo variar a intensidade das cores (SEDIYAMA, 2015).

2.2.2 Germinação e estabelecimento de plântula

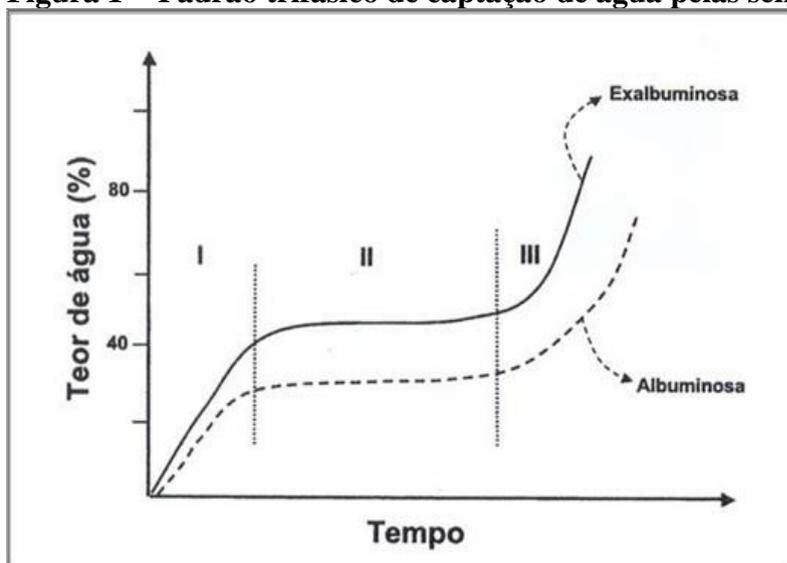
O processo de germinação se inicia quando a semente entra em contato com o solo, o mesmo deve fornecer boas condições de temperatura, arejamento e suprimento de água. Assim que a água é absorvida pela superfície da semente se inicia o crescimento e desenvolvimento celular. As substâncias de reserva armazenadas nos cotilédones iniciam sua transformação e mobilização junto com o alongamento da radícula e a perfuração do tegumento da semente

próxima ao hilo. A raiz primária se expande rapidamente, adentrando o solo no sentido vertical (geotropismo positivo do ápice), paralelo com isso o hipocótilo se eleva sobre a superfície do solo (germinação epígea), o tegumento se solta da semente antes da emergência. Desse modo, quando os cotilédones entram em contato com a luz começa o processo de formação de pigmentos fotossinteticamente ativos, deixando uma coloração verde, que supre a plântula com sua reserva acumulada. O primeiro par de folhas primárias surge junto a plúmula a qual se separa do nó cotiledonar devido ao crescimento do epicótilo, isso acontece antes dos cotilédones se estenderem horizontalmente (SEDIYAMA, 2015).

2.2.3 Exigências Hídricas

No primeiro período, germinação-emergência, e segundo período, floração-enchimento de grãos, são dois períodos críticos na cultura da soja, onde a disponibilidade de água é de suma importância, de modo que se houver excesso quanto falta de água no primeiro período irá prejudicar a uniformidade da população de plantas. Para assegurar uma boa germinação a semente de soja necessita absorver no mínimo 50% do seu peso em água, nessa etapa a água disponível no solo não deve ultrapassar 85% e nem ser abaixo dos 50%. A necessidade de água atinge o ponto máximo durante a floração-enchimento de grãos, e após esse período decresce, conforme observa-se na Figura 1. A necessidade total de água na cultura para explorar seu máximo rendimento fica em torno dos 450 a 800 mm/ciclo (EMBRAPA, 2010).

Figura 1 - Padrão trifásico de captação de água pelas sementes durante a germinação



Fonte: Adaptado de Bewley & Black, 1994.

2.2.4 Exigências térmicas

A temperatura ideal para o crescimento e desenvolvimento da soja gira em torno dos 30°C, não se recomenda a semeadura quando a temperatura do solo estiver abaixo dos 20°C, pois prejudica a germinação e a emergência. Para uma emergência rápida e uniforme a temperatura do solo deve estar entre 20°C a 30°C, ficando a temperatura ideal 25°C (EMBRAPA, 2010).

2.3 TRATAMENTO DE SEMENTES

Tratamento de Sementes (TS), consiste na aplicação de substâncias químicas nas próprias sementes tendo como objetivo aperfeiçoar o desempenho do sistema semente-germinação-emergência, garantindo um bom estande inicial e sucessivamente o desenvolvimento e produtividade da cultura. As substâncias químicas como os fungicidas tem ação de contato ou sistêmica contra fungos presentes na própria semente ou no solo, já os inseticidas atuam contra a ação de pragas iniciais. Outras substâncias classificadas como nutrientes minerais e bioestimuladores são utilizadas para melhorar o desempenho agrônômico (SEDIYAMA, 2015).

2.3.1 Tratamento de Sementes com Fungicidas

Os fungicidas utilizados para TS atuam por contato ou de maneira sistêmica, os primeiros protegem a semente de fungos que se encontram no solo ou aqueles que já estão presentes no tecido da semente (infestação), já os sistêmicos controlam os patógenos presentes internamente nas sementes, principalmente no embrião (infecção). O TS com fungicidas é de grande valia quando as condições edafoclimáticas durante ou após a germinação são adversas a germinação e a rápida emergência da soja, fazendo com que as sementes fiquem mais tempo expostas a fungos que habitam no solo, como; *Rhizoctonia solani*, *Pythium* spp. e *Aspergillus* spp. que podem causar o apodrecimento das sementes no solo ou a morte de plântulas. O fato da semente de soja ser um ótimo veículo, se não o melhor, para a disseminação de grande parte de seus agentes fitopatogênicos, justifica o tratamento de sementes com fungicidas. Principais patógenos disseminados pelas sementes de soja; *Cercospora kikuchii*, *Cercospora sojina*, *Fusarium semitectum*, *Phomopsis* spp. e *Colletotrichum truncatum* (SEDIYAMA, 2015).

Segundo Malescki (2018), a utilização de tratamento químico com o Tratamento de

Sementes 1 (Carboxina- Tiram + Fipronil) nas sementes de soja com manchas e inoculadas com o patógeno *Cercospora kikuchii* proporcionou uma maior percentual de plântulas germinadas, onde as sementes manchadas e inoculadas apresentaram uma germinação de 44% e 40% respectivamente sem tratamento, e com o TS1 66% e 61%, já as sementes sem manchas com o mesmo tratamento alcançaram 80% de germinação.

2.3.2 Tratamento de Sementes com Inseticidas

Os principais inseticidas sistêmicos e de contato registrados no MAPA para o TS de semente de soja; Abamctina, Imidacloprido+Tiodicarbe, Fipronil, Piraclostrobin+Tiofanato metílico+Fipronil, *Tiametoxam*, dentre outros. As pragas iniciais e nematoides que atacam as plantas jovens e para os quais a indicação de TS são: corós (*Liogenys fuscus*, *Liogenys suturalis*, *Phyllophaga cuyabana*); cupim-de-montículo (*Procornitermes triacifer*); lagarta-elasma (*Elasmopalpus lignosellus*); mosca-branca (*Bemisia tabaci*); nematoide das lesões radiculares (*Pratylenchus brachiurus*); nematoide de galhas (*Meloidogyne javanica*, *Meloidogyne incógnita*); piolho-de-cobra (*Julus hesperus*); tamanduá-da-soja (*Sternechus subsignatus*); torrãozinho-da-soja (*Aracanthus mourei*), e vaquinha-verde-amarela (*Diabrotica speciosa*) (SEDIYAMA, 2015).

2.3.3 Tratamento de Sementes com Cobalto (Co) e Molibdênio (Mo)

São os principais micronutrientes utilizados na cultura da soja, acompanham os inseticidas e fungicidas no TS com pequenas doses. Dentre as vantagens de sua aplicação listase: maior desenvolvimento do sistema radicular, o que ajuda a resistir a seca; formação de nódulos maiores, o que promove maior fixação de nitrogênio o que resulta em uma maior formação de proteína; maior desenvolvimento de parte aérea, com folhas maiores; crescimento mais acelerado das plantas, cobrindo mais rápido o solo; mais vagens por planta com sementes com maior massa;enfim, mais produtividade (SEDIYAMA, 2015).

2.3.4 Tratamento de Sementes com Bioestimuladores

Geralmente são utilizadas substâncias sintéticas de ação hormonal, a maioria a base de auxinas, giberilinas e citocinas, que promovem crescimento radicular em volume e profundidade. O efeito dessas substâncias às vezes não são detectados a campo, devido a outros

fatores do ambiente que interferem no crescimento, que estão em níveis aquém da suficiência para a nutrição da soja, ou em níveis estressantes para a fisiologia da planta (SEDIYAMA, 2015).

2.4 DADOS ESTATÍSTICOS

2.4.1 Área Semeada com Tratamento de Sementes no Brasil

Na safra de 1991/1992 a área de soja semeada com semente tratada com fungicida representava apenas 5% da área total, já na safra 2016/2017 a área com semente tratada já atingia 98%, aonde 25% proveniente de tratamento de sementes industrial (TSI), e os outros 73% on farm (tratamento realizado na propriedade rural). Os dados sobre uso de inseticida nos tratamentos de semente ainda não haviam sido levantados no Brasil até a safra 2016/2017. Já na safra 2017/2018 o tratamento de sementes (fungicida+inseticida) atingiu 100% das áreas semeadas, onde 74% on farm e 26% TSI. Logo na safra 2018/2019 foi observado uma variação nas proporções do tratamento, sendo 65% on farm, e o restante 35% TSI (RICHETTI, 2018).

2.4.2 Custo do Tratamento de Sementes

Os dados levantados em relação aos tratamentos e o custo de produção da soja são vindos da Embrapa Agropecuária Oeste, no período de 2008/2009 a 2018/2019. Nas duas primeiras safras, 2008/2009 e 2009/2010, quando no TS era utilizado apenas o fungicida, o custo do tratamento representava 0,76% e 0,29%, respectivamente, do custo de produção. Já na safra 2010/2011 onde houve a inclusão do inseticida, verificou-se um aumento no custo, que ficou em 3,19%. Nas safras seguintes o custo do TS mostrou uma trajetória descendente até a safra 2016/2017, onde teve um pequeno aumento que voltou a cair nas últimas duas safras pesquisadas. Embora o custo de produção tenha aumentado na safra 2018/2019, o custo do TS permaneceu estável em 1,5%. No período analisado a média do tratamento de semente fazendo o uso de fungicida e inseticida representou apenas 2,2% do custo de produção de 1 ha de soja, que foi de R \$2.076,15 (RICHETTI, 2018).

2.5 REGRAS PARA ANÁLISE DE SEMENTES (RAS)

2.5.1 Germinação

A germinação realizada em teste de laboratório consiste na emergência e desenvolvimento das estruturas essenciais do embrião, mostrando sua capacidade de gerar uma planta normal no campo. Estruturas essenciais; sistema radicular, parte aérea (hipocótilo, epicótilo, mesocótilo nas gramíneas, gemas terminais, cotilédones e coleótilo nas gramíneas (BRASIL, 2009).

Para ser classificada como Plântula Normal deve estar de acordo com uma das seguintes categorias:

- Plântulas Intactas;
- Plântulas com Pequenos Defeitos;
- Plântulas com Infecção Secundária.

Plântulas Anormais são as que não demonstram potencial para concluir seu desenvolvimento como:

- Plântulas Danificadas;
- Plântulas Deformadas;
- Plântulas Deterioradas.

Classificação das Sementes Não Germinadas:

- Sementes Duras;
- Sementes Dormentes;
- Sementes Mortas.

2.5.2 Teste de Tetrazólio

Utilizado para determinar a viabilidade de sementes, é um teste bioquímico que também pode ser usado para avaliar o vigor, determinar a viabilidade das sementes após tratamentos pré-germinativos, danos por secagem, por insetos, por umidade, detecta danos mecânicos de colheita e beneficiamento. As sementes são embebidas em uma solução incolor de 2, 3, 5 trifênil cloreto ou brometo de tetrazólio, utilizado como indicador para revelar o processo de redução que acontece dentro das células vivas, após a reação desse processo o composto não se difunde, há separação dos tecidos vivos e coloridos que respiram, dos mortos que não colorem. As sementes viáveis capazes de produzir plântulas normais, os embriões das mesmas colorem completamente ou parcialmente indicando que a semente é viável. Já as sementes não viáveis

podem apresentar coloração não bem caracterizada ou definida, e também, com estruturas essenciais flácidas ou não coloridas (BRASIL, 2009).

3 METODOLOGIA

A pesquisa foi realizada nas dependências da Ueff Faculdades, localizada na cidade de Chapecó, SC, no período de setembro a novembro de 2021. Os experimentos foram conduzidos em três etapas, germinação, vigor e matéria seca, sendo elas realizadas no Laboratório de Solos e em casa de vegetação.

Foram utilizadas sementes de soja da cultivar Brasmax Zeus (55i57RSF IPRO), produzidas na safra 2020/2021. As mesmas foram tratadas 30 minutos em pré-semeadura, em sacos plásticos, com os respectivos produtos e dosagens especificadas na bula, descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Tratamentos e dosagens empregados no teste de germinação e vigor em soja

	Tratamentos	Dosagem
T1	Testemunha	-
T2	Cobalto (Co) 0,75%; Molibdênio (Mo) 7,50%; Fósforo (P ₂ O ₅) solúvel em água 11,00%; Nitrogênio (N) solúvel em água 2,00%; Potássio (K ₂ O) solúvel em água 1,00%; COT - Carbono Orgânico Total 7,50%	100-150 ml/ha
T3	Nitrogênio (N) solúvel em água 1,00%; Cobalto (Co) solúvel em água 1,00%; Molibdênio (Mo) solúvel em água 1,00%	100-500 ml/ha
T4	Nitrogênio (N) solúvel em água 1,00%; Óxido de Potássio (K ₂ O) solúvel em água 5,00%; Boro (B) solúvel em água 0,08%; Ferro (Fe) solúvel em água 0,40%; Manganês (Mn) solúvel em água 1,00%; Enxofre (S) solúvel em água 1,00%; Zinco (Zn) solúvel em água 2,00%; Carbono Orgânico Total 3,50%	200-300 ml/100kg de sementes
T5	Nitrogênio (N) solúvel em água 1,00%; Fósforo (P ₂ O ₅) solúvel em água 2,00%; Óxido de Potássio (K ₂ O) solúvel em água 1,00%; Molibdênio (Mo) solúvel em água 0,75%	75-150 ml/ha

Fonte: dados da pesquisa 2021.

A cultivar Zeus 55i57RSF IPRO, desenvolvida pela Brasmax Genética, grupo de maturação 5.5, resistente ao acamamento e com um PMS de 209g, possui alto potencial produtivo, característica que vem se destacando, hábito de crescimento indeterminado e

excelente adaptação a regiões de maior altitude (BRASMAX, 2021).

Para o teste de germinação, as 50 sementes por repetição, foram semeadas em substrato rolo de papel (RP), em papel “Germitest”[®] umedecido 2,5 vezes o peso do papel em água destilada, e mantidos em germinador BOD a 25°C por 7 dias, com fotoperíodo de 12 horas (BRASIL, 2009). As sementes foram avaliadas em normais, anormais e mortas, de acordo com a legislação vigente.

Para o teste de vigor, as sementes foram semeadas em substrato de areia (EA), a qual foi esterilizada em estufa a 200°C por 2 horas. Após a mesma foi disposta em bandejas, onde foi realizado o plantio com seu referido tratamento. Em cada bandeja foram dispostas 50 sementes, com 5 repetições para cada tratamento, semeadas a 5 cm de profundidade. A contagem das plântulas emergidas foi realizada após 21 dias de teste, os quais eram monitoradas diariamente para o controle da umidade do substrato, mantida a capacidade de campo de 60%.

Ainda para o teste de vigor foi avaliado o comprimento de plântula. Utilizando uma régua milimétrica as plântulas germinadas foram medidas do ápice do sistema caulinar (meristema apical) até a extremidade da raiz principal, e os resultados expressos em centímetros avaliando o comprimento total, 21 dias após o plantio (BRASIL, 2009).

Para a determinação da matéria seca, utilizou-se a parte aérea das plântulas as quais foram pesadas em balança analítica de precisão. Após foram acondicionadas em sacos de papel e levados à estufa com circulação e renovação de ar, a temperatura de 65°C, por 48 horas. As amostras foram pesadas novamente e realizada a média para determinação do teor de matéria seca (TEDESCO, 1995).

Paralelamente às análises laboratoriais, uma amostra do mesmo lote de sementes foi submetida ao Teste de Tetrazólio, realizado em laboratório credenciado. Este teste foi realizado de acordo com a RAS onde houve um pré-umedecimento entre papel a 25°C por 16 horas, os grãos foram posteriormente submergidos em solução de Sal de Tetrazólio (0,075%) e incubados a 40°C por 180 minutos no escuro.

Tanto para o teste de germinação como para o teste de vigor, o delineamento experimental introduzido foi o de blocos casualizados, contendo 4 tratamentos e a testemunha. Para cada tratamento foram realizadas 5 repetições com 50 sementes por repetição. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Modelos lineares generalizados (GLM) (Nelder e Wedderburn, 1972) com distribuições quase-binomial e Gaussiana foram utilizados para a análise dos dados de proporções de germinação e comprimento de plantas, respectivamente. Em todos os casos, a qualidade do

ajuste foi determinada usando um gráfico meio-normal de probabilidades com envelope de simulação (Hinde e Demétrio, 1998). Quando diferença significativa foi observada entre os tratamentos, comparações múltiplas (teste *post hoc* de Tukey, $p < 0,05$) foram realizadas usando a função *glht* do pacote *multcomp* com ajuste dos valores de *p*. Todas as análises foram realizadas por meio do software “R”, versão 2.15.1 (R Development Core Team, 2012).

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Tabela 2. Teste de Germinação em Soja (%), realizado em BOD, no período de 7 dias, Chapecó, SC, 2021

T1	Testemunha	95,20±1,96 a
T2	Cobalto (Co) 0,75%; Molibdênio (Mo) 7,50%; Fósforo (P ₂ O ₅) solúvel em água 11,00%; Nitrogênio (N) solúvel em água 2,00%; Potássio (K ₂ O) solúvel em água 1,00%; COT - Carbono Orgânico Total 7,50%	90,00±2,45 ab
T3	Nitrogênio (N) solúvel em água 1,00%; Cobalto (Co) solúvel em água 1,00%; Molibdênio (Mo) solúvel em água 1,00%	86,00±3,16 ab
T4	Nitrogênio (N) solúvel em água 1,00%; Óxido de Potássio (K ₂ O) solúvel em água 5,00%; Boro (B) solúvel em água 0,08%; Ferro (Fe) solúvel em água 0,40%; Manganês (Mn) solúvel em água 1,00%; Enxofre (S) solúvel em água 1,00%; Zinco (Zn) solúvel em água 2,00%; Carbono Orgânico Total 3,50%	86,00±2,61 ab
T5	Nitrogênio (N) solúvel em água 1,00%; Fósforo (P ₂ O ₅) solúvel em água 2,00%; Óxido de Potássio (K ₂ O) solúvel em água 1,00%; Molibdênio (Mo) solúvel em água 0,75%	82,80±2,80 b
	F	3,4745
	Gl	4,20
	Valor de p	0,02607

¹ Médias seguidas por letras distintas, nas colunas, indicam diferença significativa entre tratamentos (GLM com distribuição quasi-binomial seguido de teste *post hoc* Tukey, $p < 0,05$).

De acordo com a pesquisa realizada em laboratório e casa de vegetação, pode-se observar na Tabela 2, que a testemunha (T1) que continha apenas água destilada apresentou um total germinativo de 95%, e o tratamento com maior potencial de germinação foi o T2, porém não houve diferença significativa entre ambos os tratamentos.

Silva, et al, 2018 pesquisou diferentes tratamentos com substâncias bioativas, onde constatou um percentual germinativo de 100%, utilizando tratamento à base de um complexo

de micronutrientes+citocinina+ácido giberélico+Standak. Já FORSAN et al, 2021 em seu trabalho com sementes de soja tratadas com diferentes produtos à base de cobalto, molibdênio, níquel e bioestimulante, atingiu um potencial germinativo de 71,2% em dois de seus quatro tratamentos.

Ainda na Tabela 2, observa-se que a maioria dos tratamentos não se diferenciaram significativamente entre si, e ainda que a testemunha (T1) germinou mais do que as sementes dispostas com tratamento, isso pode ser ocasionado devido a uma fitotoxidade causada pelos produtos nesse tipo de teste. Carvalho e Nakagawa, 2012, relatam em seus estudos que o processo germinativo é resultado de divisões e expansões celulares, em virtude de energia e moléculas simples, originadas através da deterioração de substâncias complexas, provindas do armazenamento nos tecidos cotiledonares já existentes na semente, não vindos do meio externo.

Tabela 3. Porcentagem de Sementes germinadas no Teste de Vigor, realizados em casa de vegetação, Chapecó, SC, 2021

T1	Testemunha	88,80±0,49 c
	Cobalto (Co) 0,75%; Molibdênio (Mo) 7,50%; Fósforo (P ₂ O ₅) solúvel em água 11,00%; Nitrogênio (N) solúvel em água 2,00%;	
T2	Potássio (K ₂ O) solúvel em água 1,00%; COT - Carbono Orgânico Total 7,50%	94,00±0,00 a
T3	Nitrogênio (N) solúvel em água 1,00%; Cobalto (Co) solúvel em água 1,00%; Molibdênio (Mo) solúvel em água 1,00%	92,40±0,40 ab
T4	Nitrogênio (N) solúvel em água 1,00%; Óxido de Potássio (K ₂ O) solúvel em água 5,00%; Boro (B) solúvel em água 0,08%; Ferro (Fe) solúvel em água 0,40%; Manganês (Mn) solúvel em água 1,00%; Enxofre (S) solúvel em água 1,00%; Zinco (Zn) solúvel em água 2,00%; Carbono Orgânico Total 3,50%	93,60±0,98 a
T5	Nitrogênio (N) solúvel em água 1,00%; Fósforo (P ₂ O ₅) solúvel em água 2,00%; Óxido de Potássio (K ₂ O) solúvel em água 1,00%; Molibdênio (Mo) solúvel em água 0,75%	90,40±0,40 bc
	F	14,103
	GI	4,20
	Valor de p	<0,0001

¹ Médias seguidas por letras distintas, nas colunas, indicam diferença significativa entre tratamentos (GLM com distribuição quasi-binomial seguido de teste *post hoc* Tukey, $p < 0.05$).

Na Tabela 3, pode-se observar os resultados do teste de vigor em relação a porcentagem de plantas germinadas. Percebe-se que os tratamentos que mais germinaram foram respectivamente o T2 e o T4, os mesmos não tiveram diferença significativa entre si mas se diferiram significativamente da testemunha (T1) que obteve uma germinação de 88,8%.

Werner et al., 2020, pesquisou em seu trabalho sementes de soja tratadas com micronutrientes, onde atingiu um percentual de 95,5% de germinação, no tratamento com molibdênio. Já Vanzolin et al., 2006 em seu trabalho atingiu uma germinação de 94% de sementes de soja tratadas com micronutrientes.

Ainda na Tabela 4, fica evidenciado a diferença de germinação comparando com a Tabela 3, onde as sementes tratadas e dispostas no substrato areia, germinaram mais do que as mesmas semeadas em papel germitest. Segundo WERNER et al., 2020, essa característica ocorre no substrato areia, pois os tratamentos passam a ter função residual no substrato, assim sendo absorvidos pelas raízes e desenvolvendo uma resposta a nível celular.

Tabela 4. Teste de Vigor avaliado pelo Comprimento de plantas (cm), Chapecó, SC, 2021

T1	Testemunha	23,72±0,55 a
T2	Cobalto (Co) 0,75%; Molibdênio (Mo) 7,50%; Fósforo (P ₂ O ₅) solúvel em água 11,00%; Nitrogênio (N) solúvel em água 2,00%; Potássio (K ₂ O) solúvel em água 1,00%; COT - Carbono Orgânico Total 7,50%	21,34±0,44 b
T3	Nitrogênio (N) solúvel em água 1,00%; Cobalto (Co) solúvel em água 1,00%; Molibdênio (Mo) solúvel em água 1,00%	23,72±0,42 a
T4	Nitrogênio (N) solúvel em água 1,00%; Óxido de Potássio (K ₂ O) solúvel em água 5,00%; Boro (B) solúvel em água 0,08%; Ferro (Fe) solúvel em água 0,40%; Manganês (Mn) solúvel em água 1,00%; Enxofre (S) solúvel em água 1,00%; Zinco (Zn) solúvel em água 2,00%; Carbono Orgânico Total 3,50%	21,58±0,30 b
T5	Nitrogênio (N) solúvel em água 1,00%; Fósforo (P ₂ O ₅) solúvel em água 2,00%; Óxido de Potássio (K ₂ O) solúvel em água 1,00%; Molibdênio (Mo) solúvel em água 0,75%	22,99±0,51 ab
	F	6,4321
	Gl	4,20
	Valor de p	0,0002

² Médias seguidas por letras distintas, nas colunas, indicam diferença significativa entre tratamentos (GLM com distribuição Gaussiana seguido de teste *post hoc* Tukey, $p < 0.05$).

Na Tabela 4, pode-se observar os resultados do teste de vigor em relação ao comprimento de plantas. O tratamento T3 teve o maior comprimento de plantas com um total de 23,72 cm, não diferindo significativamente do controle T1. Os tratamentos T2 e T4 tiveram o menor resultado, 21,34 e 21,58 cm respectivamente, os mesmos se diferiram significativamente da testemunha (T1), que apresentou comprimento de 23,72 cm. WERNER et al., 2020, pesquisou em seu trabalho sementes de soja tratadas com micronutrientes, onde as plantas tratadas apenas com molibdênio atingiram um comprimento médio de 28,78 cm.

Já PEREIRA et al., 2021, em seu trabalho com sementes de soja com tratamento industrial com bioestimulante, atingiu 26,25 cm para um de seus tratamentos. Um motivo para que os tratamentos não superassem a testemunha, pode se dar ao fato desses nutrientes desempenharem um papel mais significativo em fases posteriores ao período de avaliação.

Bays et al., 2007, em seu experimento testando micronutrientes associado a polímeros e fungicidas, relatou também não encontrar diferença na qualidade fisiológica das sementes nos estádios iniciais no tratamento de sementes de soja.

Tabela 5. Percentual de Matéria Seca em Soja, Chapecó, SC, 2021

T1	Testemunha	15.62
T2	Cobalto (Co) 0,75%; Molibdênio (Mo) 7,50%; Fósforo (P ₂ O ₅) solúvel em água 11,00%; Nitrogênio (N) solúvel em água 2,00%; Potássio (K ₂ O) solúvel em água 1,00%; COT - Carbono Orgânico Total 7,50%	22.99
T3	Nitrogênio (N) solúvel em água 1,00%; Cobalto (Co) solúvel em água 1,00%; Molibdênio (Mo) solúvel em água 1,00%	19.83
T4	Nitrogênio (N) solúvel em água 1,00%; Óxido de Potássio (K ₂ O) solúvel em água 5,00%; Boro (B) solúvel em água 0,08%; Ferro (Fe) solúvel em água 0,40%; Manganês (Mn) solúvel em água 1,00%; Enxofre (S) solúvel em água 1,00%; Zinco (Zn) solúvel em água 2,00%; Carbono Orgânico Total 3,50%	15.81
T5	Nitrogênio (N) solúvel em água 1,00%; Fósforo (P ₂ O ₅) solúvel em água 2,00%; Óxido de Potássio (K ₂ O) solúvel em água 1,00%; Molibdênio (Mo) solúvel em água 0,75%	11.22

Fonte: Dados da pesquisa 2021.

Após os 21 dias do teste de vigor, as plantas de soja foram submetidas ao teste de Matéria Seca, onde se buscou saber qual dos tratamentos iria influenciar em uma maior produção de massa foliar. Conforme a Tabela 5 observa-se que o tratamento T2, teve uma maior produção, 22,99%, respectivamente.

Segundo AOSA, 1983, amostras de sementes que originam plântulas com maior comprimento de parte aérea, e maior peso de matéria verde e seca, num mesmo período de tempo, são consideradas mais vigorosas. De acordo com Dan, et al, 1987, isso se atribui devido à essas sementes apresentarem um maior suprimento de reservas nos tecidos de armazenamento, assim essa semente terá maior massa e maior aptidão para transformar essas reservas em substâncias agregáveis pelo eixo embrionário.

No teste paralelo realizado em laboratório credenciado, o Teste de Tetrázólio apresentou

82% de vigor, em comparação o Teste de Vigor realizado na casa de vegetação utilizando substrato de areia em um período de 21 dias, o qual apresentou 88,8% de vigor, sendo assim o teste realizado na casa de vegetação apresentou um resultado superior ao teste de tetrazólio, evidenciando a qualidade da semente, que pode ser constatada nos testes de germinação e vigor realizados nesse trabalho.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No teste de germinação, o tratamento T5 (Nitrogênio (N) solúvel em água 1,00%; Fósforo (P_2O_5) solúvel em água 2,00%; Óxido de Potássio (K_2O) solúvel em água 1,00%; Molibdênio (Mo) solúvel em água 0,75%) foi o único que se diferiu significativamente e também foi o que teve menor percentual de germinação.

Já no teste de vigor em substrato de areia, todos os tratamentos tiveram um potencial germinativo maior que a testemunha, e os tratamentos T2 (Cobalto (Co) 0,75%; Molibdênio (Mo) 7,50%; Fósforo (P_2O_5) solúvel em água 11,00%; Nitrogênio (N) solúvel em água 2,00%; Potássio (K_2O) solúvel em água 1,00%; COT - Carbono Orgânico Total 7,50%) e T4 (Nitrogênio (N) solúvel em água 1,00%; Óxido de Potássio (K_2O) solúvel em água 5,00%; Boro (B) solúvel em água 0,08%; Ferro (Fe) solúvel em água 0,40%; Manganês (Mn) solúvel em água 1,00%; Enxofre (S) solúvel em água 1,00%; Zinco (Zn) solúvel em água 2,00%; Carbono Orgânico Total 3,50%) se diferiram significativamente.

No teste de vigor onde avaliou-se o comprimento de plantas, o tratamento T3 (Nitrogênio (N) solúvel em água 1,00%; Cobalto (Co) solúvel em água 1,00%; Molibdênio (Mo) solúvel em água 1,00%) alcançou o maior comprimento equiparando-se ao resultado da testemunha.

O tratamento T2 (Cobalto (Co) 0,75%; Molibdênio (Mo) 7,50%; Fósforo (P_2O_5) solúvel em água 11,00%; Nitrogênio (N) solúvel em água 2,00%; Potássio (K_2O) solúvel em água 1,00%; COT - Carbono Orgânico Total 7,50%) atingiu o maior percentual de matéria seca.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. **Seed vigour testing handbook**. East Lansing, 1983. 88p. (AOSA. Contribution, 32).

BAYS, R.;BAUDET, L.;HENNING, A. A.; LUCCA FILHO, O. (2007). **Recobrimento de**

sementes desoja com micronutrientes, fungicida e polímero. Revista Brasileira de Sementes. Pg 60-67 Londrina, PR

BEWLEY, J. D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination.** 2.ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes.** Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009.

BRASMAX GENÉTICA. **ZEUS 55i57RSF IPRO.** Disponível em: <<https://www.brasmaxgenetica.com.br/cultivar-regiao-sul/?produto=2501>>. Acesso em: 17 agosto 2021.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. (2012). **Sementes: ciência, tecnologia e produção.** Jaboticabal: FUNEP.

CONAB - COMPANIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **11º Levantamento – Safra 2020/21.** Agosto/2021. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>> Acesso em: 6 agosto de 2021.

DAN, E.L. et al. **Transferência de matéria seca como método de avaliação do vigor de sementes de soja.** Revista Brasileira de Sementes, Brasília, v.9, n.3, p.45-55, 1987.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de Produção de Soja – Paraná 2004.** Londrina, PR, 2003. p. 11-13. Disponível em:<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/468831/1/SistemasdeProducao3.pdf>> Acesso em: 6 agosto 2021.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Tecnologias de Produção de Soja – Região Central do Brasil.** Londrina, PR, 2010. p. 11-12. Disponível em:<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/23225/1/Sistema-Producao14-VE.pdf>> Acesso em: 6 agosto 2021.

FORSAN, Bruno Nogueira, et al. **Germinação e Desempenho de Plântulas de Soja Tratadas com Cobalto, Molibdênio, Níquel e Bioestimulante.** Rev. Terra & Cult., Londrina, v. 37, n. 72, jan./jun. 2021.

FRANCO, Daniel F. et al. **Teste de Vigor em Soja,** Comunicado Técnico. Pelotas,RS,2013. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/105248/1/Comunicado-299.pdf>> Acesso em: 6 agosto. 2021.

HINDE, J., DEMÉTRIO, C.G.B., 1998. **Overdispersion: models and estimation.** Comput StatData Anal 27, 151-170.

MALESCKI, Jéssica. **Tratamento De Sementes De Soja Com Fungicida No Controle Do Fungo *Cercospora Kikuchii*.** Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal da Fronteira Sul - Curso de Agronomia. Cerro Largo, RS,2018. Disponível em: <<https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/2384/1/MALESCKI.pdf>> Acesso em :setembro 2021.

NELDER, J.A., WEDDERBURN, R.W.M., 1972. **Generalized linear models**. J. R. Stat. Soc. 135, 370.

PARISI, João J. D.; MEDINA, Priscilla F. **Tratamento de Sementes**. 2013. Disponível em: <http://www.iac.sp.gov.br/imagem_informacoestecnologicas/81.pdf> Acesso em: 6 agosto 2021.

PEREIRA, Renata Cristiane. et al. **Potencial fisiológico de sementes de soja submetidas ao tratamento industrial com bioestimulante antes e após armazenamento**. Brazilian Journal of Development, Curitiba, v.7, n.4. 01/03/2021.

R CORE TEAM, 2012. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.

RICHETTI, Alceu; GOULART, Augusto C. P. **Adoção e custo do tratamento de sementes na cultura da soja**. Comunicado Técnico. Dourados, MS. Dezembro/2018. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1101435/1/ID36739.pdf>> Acesso em: 17 agosto 2021.

SEDIYAMA, Tuneo. et al. **Soja do plantio à colheita**. Viçosa, MG. Ed. UFV 2015.

SILVA, Ana Mayra Pereira da, et al, **Germinação E Vigor De Sementes De Soja Submetidas Ao Tratamento Com Substâncias Bioativas**. Caderno de Publicações Univag – n.08 (2018).

TEDESCO, Marino José. et al. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2ª edição revisada e ampliada. UFRGS- Departamento de Solos - Porto Alegre, RS, 1995.

TRINDADE, Tatiane F. H. Produção de Sementes. *In: Produção e Tecnologia de Sementes*. 2020. p. 1.

VANZOLINI, Silvelena. et al. **Teste de Condutividade Elétrica em Sementes de Soja Tratadas com Micronutrientes**. Revista Ceres, vol. 53, núm. 309, setembro-outubro, 2006, pp. 590-596 Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, Brasil.

WERNER, Henry Albert. et al. **Qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* L. Merrill) tratadas com micronutrientes**. Research, Society and Development, v. 9, n. 9. 07/09/2020.