

Desempenho de sementes de soja submetidas a tratamento com fungicida e inseticida em diferentes períodos de armazenamento

Gabriel Ockener Castanha, Agronomia, Centro Universitário Integrado, Brasil,
gabrielcastanha150@gmail.com

Giovani Candido Ripar, Agronomia, Centro Universitário Integrado, Brasil,
giovanicripar@gmail.com

Antônio Krenski, Agronomia Curso, Centro Universitário Integrado, Brasil,
antonio.krenski@grupointegrado.br

Resumo: O presente estudo foi conduzido em uma propriedade rural no município de Engenheiro Beltrão–PR, com o objetivo de avaliar o efeito de diferentes doses e períodos de armazenamento no tratamento de sementes de soja sobre o desenvolvimento inicial das plântulas. O experimento utilizou a cultivar TMG 7362 IPRO, tratada com o produto Standak® Top, composto pelos princípios ativos Fipronil, Piraclostrobina e Tiofanato-metilico, na dose recomendada (1,0), meia dose (0,5) e uma dose e meia (1,5L/100kg de sementes), além da testemunha sem tratamento. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro repetições de 100 sementes por tratamento, semeadas em caixas de areia umedecidas, em quatro épocas distintas, simulando diferentes períodos de armazenamento (0, 25, 35 e 45 dias). Foram avaliados os parâmetros porcentagem de germinação, vigor, comprimento de raiz e parte aérea, além da massa seca das plântulas. Observou-se que a dose recomendada promoveu maior crescimento radicular e aéreo, indicando efeito fisiológico positivo da piraclostrobina, enquanto as doses mais elevadas apresentaram sintomas de fitotoxicidade leve e redução da germinação. Conclui-se que o tratamento de sementes com Standak® Top é eficiente quando aplicado em doses moderadas e armazenado por curtos períodos, sendo o manejo racional da dose e o planejamento da semeadura essenciais para garantir a qualidade fisiológica e o vigor das sementes.

Palavras-chave: Fisiologia de sementes; Germinação; Piraclostrobina; Vigor de sementes.

Abstract: This study was conducted on a rural property in the municipality of Engenheiro Beltrão–PR, with the objective of evaluating the effect of different doses and storage periods in soybean seed treatment on the initial development of seedlings. The experiment used the cultivar TMG 7362 IPRO, treated with the product Standak® Top, composed of the active ingredients Fipronil, Pyraclostrobin, and Thiophanate-methyl, at the recommended dose (1.0 L), half dose (0.5 L), and one and a half doses (1.5 L/100 kg of seeds), in addition to a control without treatment. The experimental design was completely randomized, with four replications of 100 seeds per treatment, sown in moistened sand boxes, at four different times, simulating different storage periods (0, 25, 35, and 45 days). The parameters evaluated were germination percentage, vigor, root and shoot length, as well as seedling dry mass. It was observed that the recommended dose promoted greater root and shoot growth, indicating a positive physiological effect of pyraclostrobin, while higher doses showed symptoms of mild phytotoxicity and reduced germination. It is concluded that seed treatment with Standak® Top is effective when applied in moderate doses and stored for short periods, with rational dose management and sowing planning being essential to ensure the physiological quality and vigor of the seeds.

Keywords: seed physiology; Germination; Pyraclostrobin; Seed vigor.

INTRODUÇÃO

A soja é uma das principais culturas agrícolas do Brasil e desempenha papel fundamental na economia nacional, sendo responsável por grande parte das exportações do agronegócio. Para a safra 2024/2025, a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB) estima um aumento de 8,2% na produção, o que representa cerca de 24,6 milhões de toneladas, totalizando aproximadamente 322,53 milhões de toneladas em relação à safra anterior (1). Esse crescimento está relacionado à expansão da área cultivada e ao uso de tecnologias voltadas à maximização da produtividade.

Entre os fatores determinantes para o sucesso de uma lavoura de soja, destaca-se a utilização de sementes de alto vigor e germinação. O uso de sementes de baixa qualidade pode resultar em falhas no estande, desuniformidade de plantas e desenvolvimento de indivíduos defeituosos, o que favorece a infestação por plantas daninhas e intensifica a competição por água, luz e nutrientes. Além disso, sementes com baixo vigor, especialmente quando não fiscalizadas, apresentam metabolismo lento, o que contribui para a maior incidência e disseminação de doenças, comprometendo a sanidade da lavoura e ocasionando prejuízos econômicos significativos aos produtores.

Sementes com alto vigor e germinação garantem melhor estabelecimento das plantas e maior resistência a condições adversas, como compactação do solo, ocorrência de patógenos, veranicos e chuvas intensas (2). Dessa forma, o controle de qualidade durante o armazenamento e o tratamento das sementes torna-se essencial, uma vez que ambos os fatores influenciam diretamente sua viabilidade fisiológica. O tratamento de sementes deve ser realizado de forma adequada e próximo ao momento da semeadura, evitando a deterioração causada pela ação dos produtos químicos sobre o tegumento.

Nesse contexto, o uso de produtos específicos no tratamento de sementes assume papel fundamental para preservar sua qualidade e potencial fisiológico. Os princípios ativos presentes no Standak® Top piraclostrobina, tiofanato-metílico e fipronil, atuam de forma integrada no controle de fungos e insetos, garantindo a sanidade das sementes e o bom estabelecimento das plântulas. Além da ação protetora, esses compostos podem influenciar diretamente o processo de germinação e vigor, especialmente a piraclostrobina, que possui efeito fisiológico positivo sobre o metabolismo vegetal. Dessa forma, o tratamento pode tanto estimular o desenvolvimento inicial quanto gerar variações no desempenho conforme as condições de armazenamento e temperatura.

Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o efeito do tratamento de sementes de soja com fungicida e inseticida submetidas a diferentes períodos de armazenamento, visando fornecer informações técnicas relevantes sobre a manutenção do vigor e da germinação das sementes, contribuindo para práticas agrícolas mais eficientes e produtivas.

MÉTODO

O experimento foi conduzido em uma propriedade rural localizada no município de Engenheiro Beltrão – PR, situada na latitude -23,8181250, longitude -52,3609945. A área experimental selecionada para a pesquisa localiza-se a uma altitude aproximada de 500 metros em relação ao nível do mar. Durante a fase experimental, especialmente no período de estabelecimento das plântulas, as temperaturas médias máximas e mínimas das quatro épocas de semeadura foram obtidas por meio da estação meteorológica da Coamo Agroindustrial Cooperativa, localizada no distrito de Figueira do Oeste em Engenheiro Beltrão - PR. Na primeira época, registrou-se temperatura mínima média de 19,4 °C e máxima de 28 °C. Na segunda época, os valores médios foram de 19,7 °C para a mínima e 34,2 °C para a máxima. A terceira época apresentou média de 19,7 °C para a mínima e 32,1 °C para a máxima. Já na quarta época, as médias observadas foram de 21,1 °C para a mínima e 33,3 °C para a máxima.

O produto comercial utilizado para o tratamento de sementes é conhecido como Standak® Top, com ingredientes ativos Piraclostrobina e Tiofanato Metílico com ação protetora e sistêmica respectivamente para o uso como fungicida e Fipronil com ação de contato e ingestão para uso como inseticida. Realizou-se o tratamento de semente utilizando a cultivar TMG 7362 IPRO, que apresenta ciclo de maturação 6.1 e exigência de fertilidade média a alta na região sul do Brasil, trata-se de uma cultivar de crescimento indeterminado, com peso médio de mil grãos (PMG) de 192 g, resistente ao acamamento, à ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), ao cancro da haste (*Diaporthe aspalathi*) e moderadamente resistente à podridão radicular causada por (*Phytophthora sojae*). Apresenta flores de cor branca, pubescência com coloração cinza e hilo marrom claro, dados de (TMG – 2025) (3). Variando as dosagens estabelecidas do produto para a cultura da soja, sendo melhor visível ao observar a tabela 1.

Tabela 1 – Dados de volume de calda e dose utilizadas em (mL/kg de sementes) de Standak® Top para o tratamento.

Cultura (Soja)	Dose*		
	mL p.c./1,564 kg de sementes	mL p.c./100 kg de sementes	Volume de Calda (mL/1,564 kg de sementes)
T1 – Meia dose	1,564	100	15,64
T2 – Dose	3,128	200	15,64
T3 – Dose e meia	4,692	300	15,64
T4 - Testemunha	-	-	-

A semeadura foi realizada em caixa de areia umedecida tomando por acaso porções de sementes tratadas conforme cada tratamento. As sementes foram



posicionadas uniformemente a 1 centímetro de profundidade com espaçamento entre elas de 1,5 vezes a sua largura ou diâmetro da semente, conforme orienta as Regras de Análises de Sementes (Brasil – 2009) (4). Foram utilizadas 4 repetições de 100 sementes de cada tratamento para cada época de semeadura (Figura 1).

Figura 1 – (A) sementes posicionadas uniformemente a 1 centímetro de profundidade com espaçamento entre elas de 1,5 vezes o diâmetro da semente. (B) Método utilizado de 4 repetições de 100 sementes de cada tratamento.

As datas correspondentes às épocas de semeadura foram as seguintes: primeira época em 8 de dezembro de 2024, segunda época em 2 de janeiro de 2025, terceira época em 12 de janeiro 2025 e quarta época em 22 de janeiro de 2025.

Para a realização dos tratamentos avaliados neste experimento, foram utilizados os seguintes materiais: sementes, balança de precisão, o inseticida/fungicida Standak® Top, água, copos descartáveis, seringa, sacos plásticos, caneta, caderno para anotações e sacos de papel multifoliado. Inicialmente as sementes foram pesadas e separadas em quatro sacos plásticos, devidamente identificados com 1,564 kg de semente cada, correspondentes às dosagens a serem testadas (Figura 2).



Figura 2 – Sementes pesadas e separadas em quatro sacos plásticos, devidamente identificados com 1,564 kg.

Em seguida, foi realizada a preparação das caldas com o produto. Para isso, volumes específicos de água e produto foram medidos e distribuídos em três

copos plásticos (conforme a tabela 1), previamente identificados com as respectivas doses de cada tratamento. Com as sementes e as doses já devidamente prontas, medidas, separadas e identificadas, iniciou-se a etapa de tratamento. O produto foi adicionado ao saco plástico contendo as sementes, e a mistura foi cuidadosamente agitada manualmente por 2 minutos, garantindo uma distribuição homogênea do tratamento. Este procedimento foi repetido para todos os tratamentos, exceto para o controle (testemunha), que não recebeu o produto. Após o tratamento, as sementes permaneceram em repouso por 20 minutos (Figura 3).



Figura 3 – Sementes em repouso após o tratamento.

Posteriormente, foram transferidas para sacos de papel, onde permaneceram armazenadas em condições que simulam o ambiente real de armazenamento utilizado pela maioria dos produtores.

Para a avaliação do experimento, adotou-se como método a contagem, medição e pesagem das plântulas, todas as repetições foram analisadas integralmente, com o objetivo de avaliar os índices de germinação e emergência das sementes. Na etapa de medição utilizamos 8 plântulas por repetição de 100 sementes. Em cada plântula, mediram-se separadamente a raiz e a parte aérea, e os dados foram devidamente registrados. Para a etapa de pesagem foram utilizadas 64 plantas por repetição, divididas as seguintes formas: para cada plântula medida, foram coletadas outras 7 plântulas adicionais. As raízes e partes aéreas das plântulas foram separadas e pesadas em conjunto, totalizando 8 repetições de 8 plântulas cada. Esse procedimento visou aumentar a precisão dos dados, uma vez que o peso individual de uma plântula é muito reduzido, dificultando a detecção de variações entre os tratamentos (Figura 4).



Figura 4 – Etapa de pesagem.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o programa estatístico AgroEstat.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tratamento de sementes com Standak® Top demonstrou efeitos fisiológicos importantes além da proteção contra patógenos e pragas. A formulação, composta por piraclostrobina, tiofanato-metílico e fipronil, não apenas proporcionou defesa química, mas também atuou como bioestimulante, promovendo maior crescimento das plântulas. A piraclostrobina, em particular, mostrou-se eficaz em aumentar a atividade da enzima nitrato redutase e a taxa de fotossíntese, retardando a senescência dos tecidos vegetais. Isso refletiu em plântulas mais vigorosas, com maior comprimento e massa radicular e aérea nas primeiras épocas de semeadura.

Entretanto, também foram observados efeitos adversos dependentes da dose e das condições ambientais. Em doses mais elevadas (como 1,5), o Standak® Top apresentou indícios de fitotoxicidade leve, com redução do crescimento e da germinação em épocas de estresse térmico, especificamente na segunda época. Isso revela uma relação não linear entre dose e benefício: enquanto doses intermediárias promoveram crescimento eficiente, doses excessivas geraram sobrecarga metabólica nas plântulas. Esses achados reforçam a importância do uso racional do produto e do planejamento da época de semeadura para maximizar seus efeitos positivos.

A seguir, a figura de comprimento total oferece uma visão integrada do crescimento vegetal sob os diferentes tratamentos, permitindo verificar o equilíbrio entre as partes aérea e radicular ao longo das épocas de semeadura.

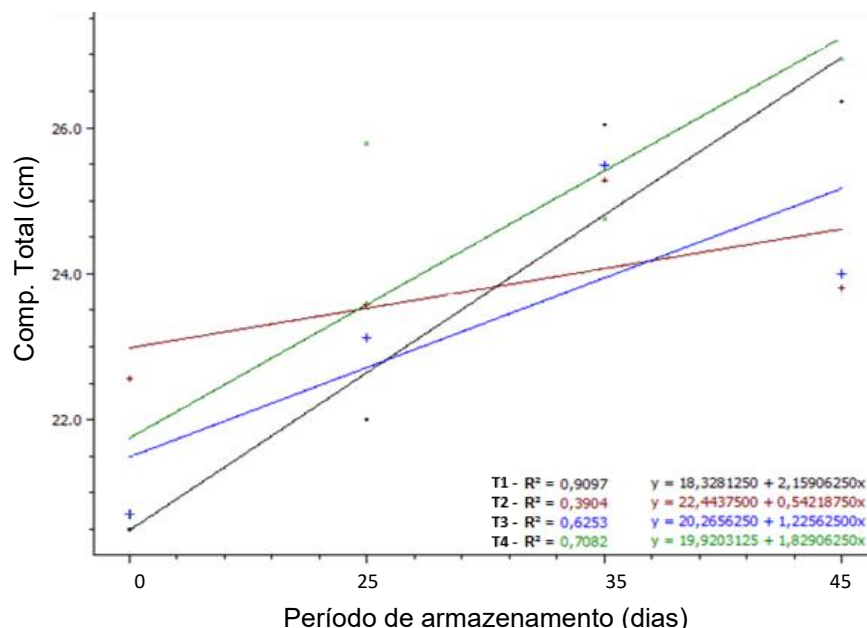


Figura 5 – Comprimento total (CT) sob influência período de armazenamento (PA) em diferentes tratamentos de sementes (TS), meia dose (T1), dose (T2), dose e meia (T3) e testemunha (T4). Engenheiro Beltrão-PR, 2025.

O gráfico demonstra que o comprimento total das plantas aumentou progressivamente ao longo das épocas para todas as doses analisadas, no entanto, o grau de crescimento variou conforme o tratamento.

O tratamento meia dose, apresentou o maior coeficiente angular, indicando o crescimento mais acentuado ao longo do tempo. Este resultado sugere que a dose intermediária proporcionou um desenvolvimento mais equilibrado e eficiente, possivelmente por otimizar os efeitos fisiológicos do produto sem causar estresse às plantas.

O tratamento de dose recomendada registrou maior valor inicial, mas seu crescimento ao longo das épocas foi mais lento. Isso indica que, apesar da dose recomendada favorecer o arranque inicial, pode ter limitado o vigor de crescimento a médio prazo, possivelmente por leve estresse fisiológico.

Tratamento dose + meia dose, apresentou crescimento. Apesar do aumento no comprimento total, os dados sugerem que doses elevadas começam a perder eficiência, o que pode ser reflexo de um efeito fitotóxico leve causado pelo excesso de princípio ativo. A testemunha mostrou crescimento expressivo, embora com intervalo inicial menor. Isso demonstra que, mesmo sem tratamento, as plantas foram capazes de se desenvolver bem ao longo do tempo, o que indica que o ambiente de cultivo ofereceu boas condições.

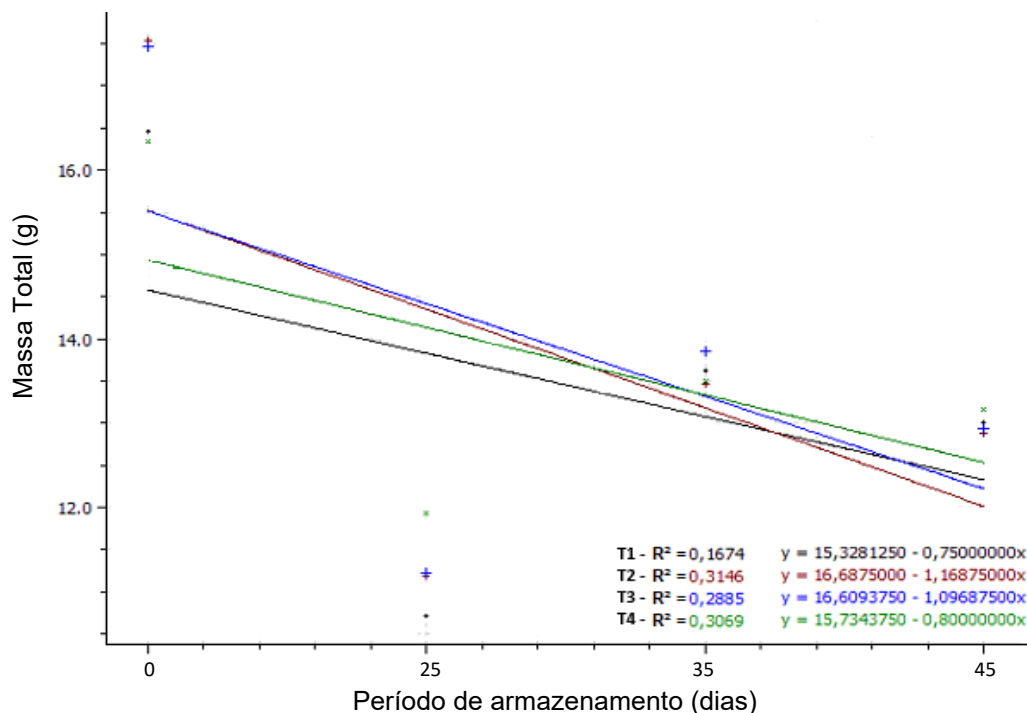


Figura 6 – Massa total (MT) sob influência do período de armazenamento (PA) em diferentes tratamentos de sementes (TS), meia dose (T1), dose (T2), dose e meia (T3) e testemunha (T4). Engenheiro Beltrão-PR, 2025

A análise do gráfico mostra uma tendência linear decrescente da massa total das plantas com o avanço das épocas de semeadura, independentemente do tratamento de sementes utilizado. Esse comportamento indica que, à medida que a semeadura foi sendo prorrogada, houve uma redução significativa na massa total acumulada pelas plantas, o que pode estar relacionado a deterioração das sementes ao longo do armazenamento pela interação com o tratamento, como visto na quarta época, a testemunha apresentou maior acúmulo de massa em comparação com os demais tratamentos.

A dose recomendada apresentou o maior declínio por época, evidenciando maior sensibilidade ao armazenamento e às condições adversas. Apesar de partir do maior valor inicial, é a que mais perde desempenho ao longo das épocas. Isso indica que, embora proporcione bom crescimento inicial, o tratamento com dose plena do Standak® Top pode ser mais vulnerável ao armazenamento pela interação com os princípios ativos Fipronil, Piraclostrobina e Tiofanato-metílico.

A dose + meia tem valor inicial semelhante e também sofre forte queda ao longo do armazenamento. Esses resultados sugerem que altas doses do tratamento não garantem maior tolerância ao estresse ambiental e acaba apresentando maior deterioração das reservas das sementes, e podem inclusive intensificar o impacto negativo sob condições adversas.

O tratamento da testemunha apresentou desempenho intermediário. Isso mostra que mesmo sem o tratamento químico, as plantas conseguem manter certa estabilidade, o que pode indicar que, sob estresse, a ausência de estímulos químicos evita sobrecargas fisiológicas.

O tratamento meia dose é a que apresenta menor inclinação da curva, indicando maior estabilidade da massa total com o passar das épocas. Essa resposta pode estar relacionada a um efeito moderado dos princípios ativos do Standak® Top, conferindo proteção sem causar desequilíbrios fisiológicos.

O declínio linear da massa total pode ser atribuído a deterioração da semente ao longo do tempo que foi armazenada, além de ser potencializada com aplicação de princípios ativos como Fipronil, Piraclostrobina e Tiofanato-metílico como foi visto ao analisar o gráfico da figura 6, isso confere tanto para a testemunha quanto para os tratamentos. Por ser caracterizada como semente recalcitrantes, se torna essencial destacá-la para compreender a expressão desses efeitos ao longo da armazenagem.

O Standak Top, composto por Fipronil, Piraclostrobina e Tiofanato-metílico, é conhecido por promover efeitos fisiológicos como maior vigor e proteção inicial, mas também pode influenciar negativamente o metabolismo da planta sob condições desfavoráveis, como temperatura elevada, afetando processos como fotossíntese, respiração e assimilação de nutrientes (SILVA. A. Á. F. – 2020) (5).

Os dados sugerem que doses elevadas do tratamento de sementes com Standak® Top proporcionam alto desempenho inicial, mas são mais suscetíveis a perdas quando submetidas a longos períodos de armazenamento e sob estresse climático. Por outro lado, a meia dose apresentou a melhor estabilidade ao longo das épocas, sendo uma alternativa viável em cenários de instabilidade climática. Dessa forma, o ajuste da dose do tratamento de sementes e a escolha adequada da época de semeadura são estratégias fundamentais para maximizar o acúmulo de massa e minimizar perdas fisiológicas em culturas submetidas a condições ambientais variáveis.

Um achado que corrobora para o uso de Standak® Top como tratamento de sementes é o de Balardin et al (2011) (6) o uso de (fipronil + tiofanato metílico + piraclostrobina) em sementes de soja proporcionou incremento significativo na massa seca. Porém, como visto no estudo acima, o incremento de massa seca só foi proporcionado até um certo período de armazenamento, o que confere maior deterioração ao longo do tempo.

Os resultados de massa total revelam como os tratamentos impactaram o desenvolvimento das plantas ao longo do tempo. No entanto, esse desempenho está fortemente condicionado aos estágios iniciais da cultura, especialmente ao processo de germinação. Por isso, a próxima análise examina a porcentagem de germinação aos 5 dias após a semeadura, fornecendo informações cruciais sobre o estabelecimento inicial das plantas e os efeitos imediatos dos tratamentos aplicados.

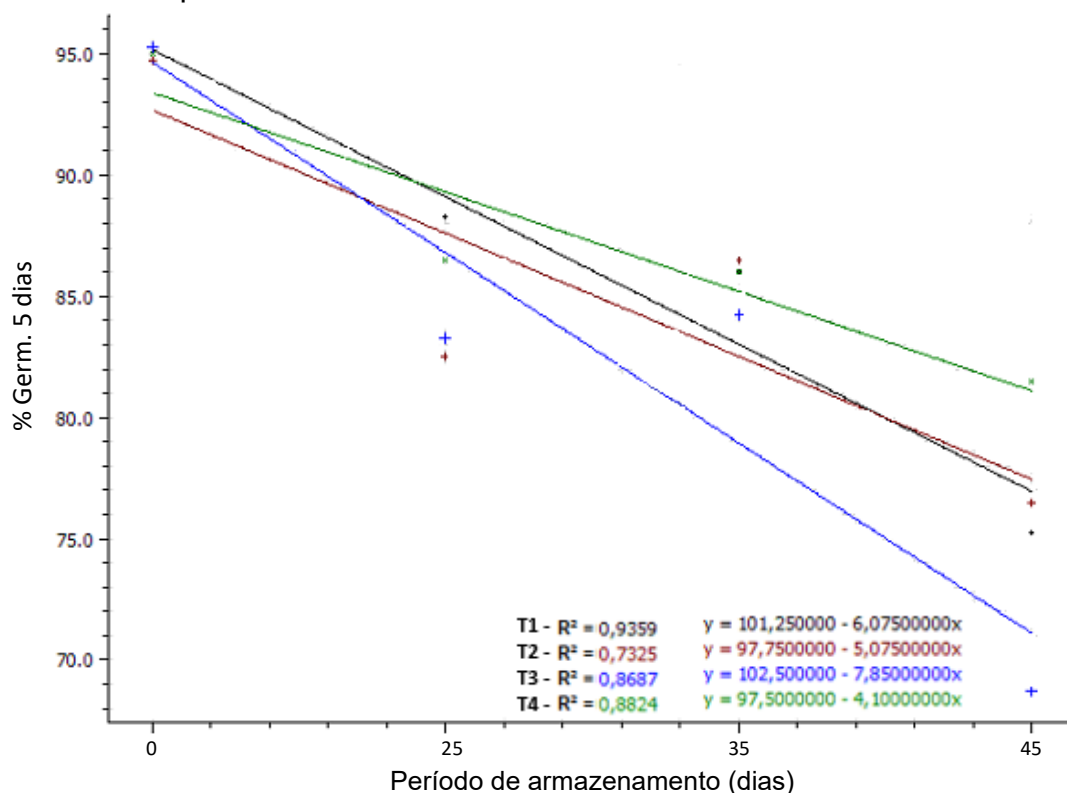


Figura 7 – Porcentagem de germinação aos 5 dias (G) em função do período de armazenamento (PA) e tratamento de sementes (TS), meia dose (T1), dose (T2), dose e meia (T3) e testemunha (T4). Engenheiro Beltrão-PR, 2025.

O gráfico evidencia uma redução linear no percentual de germinação com o avanço das épocas de semeadura, independentemente do tratamento de sementes adotado. Esse comportamento sugere que longos períodos de armazenamento e fatores ambientais adversos nas épocas mais tardias, como temperaturas elevadas e/ou menor umidade do solo, impactaram negativamente o processo germinativo.

Analisando o tratamento com dose recomendada + meia dose, observa-se o maior declínio na taxa de germinação entre as épocas, indicando sensibilidade elevada do tratamento, armazenamento e condições ambientais. Apesar do valor inicial mais alto (102,5%), o declínio acentuado resulta na menor porcentagem de germinação na quarta época (45 dias) entre os tratamentos. Isso pode indicar que tratar sementes com altas doses de princípios ativos e posteriormente submeter a longos períodos de armazenagem podem comprometer o desempenho germinativo, por possível toxicidade residual ou efeito sobre o metabolismo inicial da semente.

O tratamento com dose recomendada também apresenta declínio significativo na germinação, com desempenho inferior apenas a testemunha nas épocas finais. Embora na primeira época tenha sido a pior dose no desempenho em germinação, ao comparar com a quarta época apresentou valores de germinação maiores que a meia dose e a dose + meia.

O Tratamento com meia dose, apresentou uma boa taxa de germinação inicial e um declínio intermediário ao longo das épocas. Esse tratamento parece oferecer um equilíbrio entre proteção e desempenho fisiológico até certa época, ficando evidente na análise de regressão que na quarta época apresentou valores de germinação inferiores à da dose recomendada.

A testemunha por não conter ingredientes ativos sobre o tegumento da semente, apresenta declínio mais suave na germinação, o menor entre os tratamentos. Isso reforça a hipótese de que sementes tratadas com Fipronil, Piraclostrobina e Tiofanato-metílico, submetidas por longos períodos de armazenamento e em condições de temperatura oscilável, pode não ser vantajoso, e que a ausência de substâncias ativas evita efeitos negativos sobre a embebição, respiração e crescimento inicial do embrião.

A germinação é um processo altamente sensível às condições ambientais e ao estado fisiológico da semente. O uso de produtos químicos como Fipronil, Piraclostrobina e Tiofanato-metílico (componentes do Standak® Top) pode modificar o metabolismo inicial da semente, aumentando o vigor em condições ideais, mas também potencializando o estresse sob condições desfavoráveis (SOARES, M. M. – 2025) (7).

Os resultados mostram que, embora o tratamento com Standak® Top possa melhorar a germinação em condições ideais, altas doses comprometem o

desempenho sob atraso de semeadura. A meia dose ou mesmo a testemunha (sem tratamento) mostraram melhor estabilidade ao longo das épocas, o que sugere que o uso racional do tratamento e o respeito à melhor janela de semeadura são cruciais para manter a qualidade fisiológica das sementes.

A germinação aos 5 dias oferece um panorama inicial do desempenho das sementes. No entanto, é importante verificar se esse comportamento se mantém ou se altera com o tempo. Por isso, a avaliação da germinação aos 8 dias complementa os dados anteriores, permitindo uma análise mais completa da viabilidade e do vigor germinativo em função das doses de tratamento e das condições ambientais.

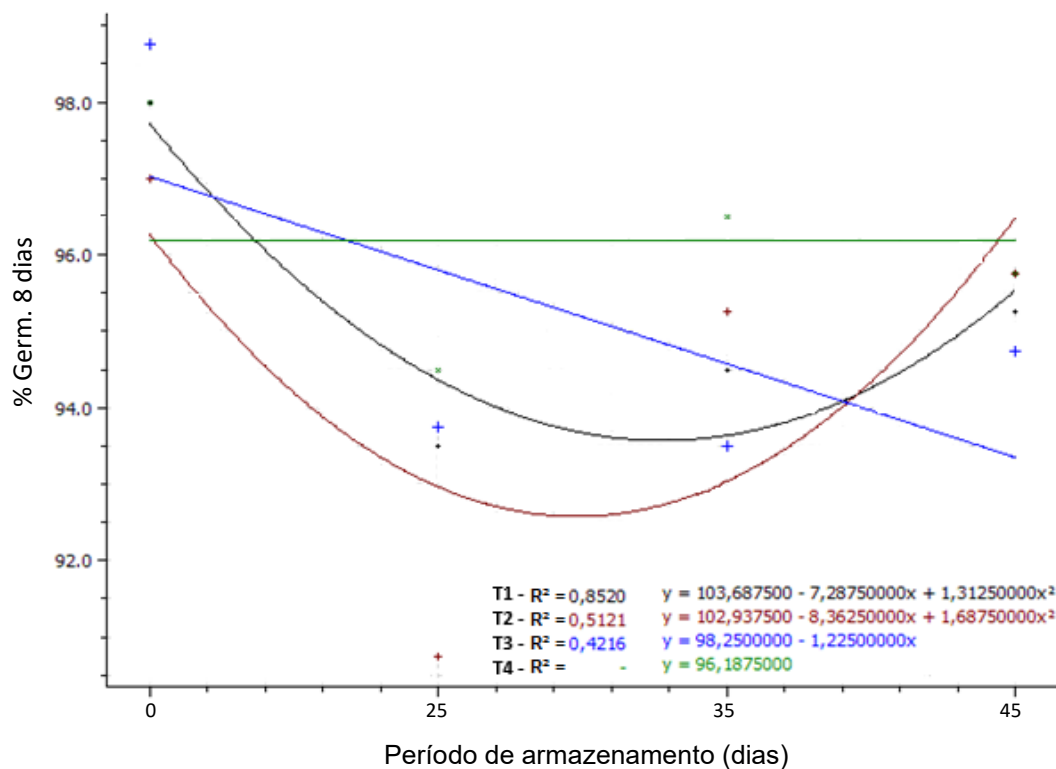


Figura 8. Porcentagem de germinação aos 8 dias (G) em função do período de armazenamento (PA) e tratamento de sementes (TS), meia dose (T1), dose (T2), dose e meia (T3) e testemunha (T4). Engenheiro Beltrão-PR, 2025.

A análise do gráfico revela o comportamento da germinação de sementes de soja aos 8 dias após a semeadura, sob diferentes doses do tratamento com Standak® Top submetidas a diferentes períodos de armazenamento. Observa-se uma clara interação entre os tratamentos e as condições ambientais de cada época, especialmente na segunda época, onde se registraram temperaturas elevadas, fator que impacta diretamente a germinação e o desempenho fisiológico inicial das plântulas.

A testemunha apresentou estabilidade nos percentuais de germinação ao longo das épocas, com média próxima a 96%. Essa estabilidade pode ser atribuída à ausência de ingredientes ativos, o que eliminou o risco de possíveis estresses

induzidos por substâncias químicas. Como não houve interação metabólica com os princípios ativos, a germinação foi mantida em níveis consistentes, especialmente em uma condição de estresse térmico na época 2, onde os demais tratamentos apresentaram redução mais acentuada na germinação.

O tratamento meia dose, que resultou em uma curva quadrática descendente até a segunda época, seguida de recuperação. Isso indica que, embora essa dose tenha fornecido algum nível de proteção, ela pode não ter sido suficiente para promover os benefícios fisiológicos complexos em ambientes de estresse. A interação parcial com os ingredientes ativos, como a piraclostrobina e o fipronil, pode ter induzido um leve estresse oxidativo inicial, comum em doses subótimas, o que resultou em menor vigor sob altas temperaturas.

O tratamento com a dose recomendada, apresentou o comportamento mais sensível à variação das épocas, com a maior redução de germinação na segunda época. Apesar de ser a dose padrão, sob condições de estresse térmico, como na época 2, os efeitos fisiológicos do Standak® Top como o aumento do consumo de oxigênio e a modulação hormonal podem ter sido intensificados de forma negativa, afetando o equilíbrio celular e a atividade das enzimas relacionadas à germinação. Isso evidencia que a dose ideal pode responder de forma variável dependendo do ambiente.

O tratamento com dose + meia também apresentou queda na germinação. O aumento da dose pode ter levado à sobrecarga metabólica nas sementes, causando efeitos de fitotoxicidade ou desregulação fisiológica, como a alteração do balanço hormonal e a inibição parcial de enzimas antioxidantes.

Os resultados indicam que a interação entre as doses do tratamento com Standak® Top e o período de armazenamento e as condições ambientais, especialmente a temperatura elevada na segunda época, influenciou significativamente a germinação das sementes. A testemunha, por não apresentar ingredientes ativos, mostrou comportamento estável, enquanto os tratamentos com o produto apresentaram respostas distintas conforme a dose, refletindo os efeitos fisiológicos complexos envolvidos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos demonstram que o tratamento de sementes com Standak® Top exerce influência significativa sobre o desempenho fisiológico da soja, tanto em aspectos positivos quanto em potenciais efeitos adversos. No entanto, tais efeitos foram fortemente condicionados pela dose aplicada e pelas condições ambientais durante o armazenamento e a semeadura.

Verificou-se que doses intermediárias (meia dose) proporcionaram o melhor equilíbrio entre estímulo fisiológico e estabilidade ao longo das épocas, mantendo maior constância na massa total e na germinação. Por outro lado, doses elevadas apresentaram indícios de fitotoxicidade e redução da eficiência fisiológica sob estresse térmico ou prolongado armazenamento, indicando que o

excesso de princípios ativos pode sobrecarregar o metabolismo da semente e prejudicar o desenvolvimento inicial.

A testemunha, embora sem proteção química, apresentou desempenho estável ao longo do tempo, o que reforça a importância de considerar as condições ambientais e o período de armazenamento na escolha do tratamento. Assim, o uso racional do Standak® Top, aliado ao ajuste da dose e à correta definição da época de semeadura, é essencial para maximizar o potencial fisiológico das sementes e minimizar perdas de vigor e germinação.

Em síntese, o estudo evidencia que o uso criterioso e equilibrado de bioestimulantes e defensivos no tratamento de sementes pode trazer ganhos agrônômicos relevantes, desde que se respeitem os limites fisiológicos da planta e as particularidades ambientais de cada safra.

REFERÊNCIAS

- (1) CONAB. Produção de grãos na safra 2024/25 é de 328,3 milhões de toneladas em nova estimativa da Conab. Companhia Nacional de Abastecimento, Brasília, 2025.
- (2) BRASMAX. A importância das sementes de alto vigor. **Brasmax Boletim Técnico**, Londrina, 2018.
- (3) TROPICAL MELHORAMENTO E GENÉTICA. TMG 7362 IPRO. [S.I.]: TMG, 2025.
- (4) BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399 p.
- (5) - SILVA, Aline Áurea Florentino. O clima e as plantas. In: JATOBÁ, L.; SILVA, A. F. (org.). **Tópicos especiais de climatologia**. Ananindeua: Itacaiúnas, 2020. Cap. 7, p. 96–112.
- (6) BALARDIN, R.S.; SILVA, F.D.L.; DEBONA, D.; DALLA CORTE, G.; DALLA FAVERA, D.; TORMEN, N.R. Tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas como redutores dos efeitos do estresse hídrico em plantas de soja. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 7, p. 1120-1126, 2011.
- (7) - SOARES, Marcos Morais; SANTOS JUNIOR, Hamilton Carvalho dos; SIMÕES, Mateus Geraldo; PAZZIN, Dalcionei; SILVA, Laércio Junio da. Estresse hídrico e salino em sementes de soja classificadas em diferentes tamanhos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 45, n. 4, p. 370–378, out./dez. 2015.