

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
SEMENTES**



Dissertação

**Desempenho Agrônômico da Soja: Influência da velocidade de semeadura e do
tratamento químico e biológico das sementes**

Mateus Schneider Bruinsma

Pelotas, 2022

Mateus Schneider Bruinsma

DESEMPENHO AGRONÔMICO DA SOJA: INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE DE SEMEADURA E DO TRATAMENTO QUÍMICO E BIOLÓGICO DAS SEMENTES

Dissertação apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Faculdade de Agronomia da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de mestre em Ciências.

Orientador: Eng. Agr. Dr. Geri Eduardo Meneghello

Pelotas, 2022

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

B886d Bruinsma, Mateus Schneider

Desempenho agrônômico da soja : Influência da velocidade de semeadura e do tratamento químico e biológico das sementes / Mateus Schneider Bruinsma ; Geri Eduardo Meneghello, orientador. – Pelotas, 2022.

80 f. : il.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2022.

1. *Glycine max* - Produtividade. 2. Componentes do rendimento. 3. Qualidade fisiológica. I. Meneghello, Geri Eduardo, orient. II. Título.

CDD : 633.34

Mateus Schneider Bruinsma

Desempenho Agronômico da Soja: Influência da velocidade de semeadura e do tratamento químico e biológico das sementes

Dissertação aprovada, como requisito parcial para obtenção do grau Mestre em Ciência e Tecnologia de Sementes, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa:30/06/2022

Banca examinadora:

Dr. Geri Eduardo Meneghello (Orientador)

Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas.

Prof. Dr. Francisco Amaral Villela

Doutor em Fitotecnia pela Universidade de São Paulo.

Prof. Dr^a. Juliane Ludwig

Doutora em Fitossanidade pela Universidade Federal de Pelotas.

Dr. José Ricardo Bagateli

Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas.

Agradecimentos

Primeiramente à Deus, pelo dom da vida, saúde, pelas pessoas e oportunidades que colocou em meu caminho, tornando possível minha trajetória.

Aos meus pais, Sérgio Bruinsma e Cleusa Adriana Schneider Bruinsma, pelo apoio, incentivo e oportunidades que me proporcionaram, e principalmente, pelos exemplos de vida.

Ao meu irmão, Davi Schneider Bruinsma pela amizade, companheirismo e pelo apoio na condução do experimento.

À minha namorada Natália Berggrav, que não mede esforços para me incentivar, me apoiando nos momentos difíceis, pelo seu companheirismo, carinho paciência e dedicação em todos os momentos.

Ao meu orientador Dr. Geri Eduardo Meneghello, por sua paciência, confiança e incentivo ao longo desta trajetória, sou grato por seus ensinamentos, conselhos e amizade durante a realização do curso e do trabalho.

Aos professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes por todos os conhecimentos repassados.

À Dr^a Juliane Ludwig, juntamente a Universidade Federal da Fronteira Sul, que não mediram esforços em auxiliar neste trabalho.

Aos meus colegas e estagiários de laboratório, pela amizade, auxílio e empenho na realização de minhas atividades.

À CAPES pela concessão da bolsa durante o período de realização do estudo no curso de mestrado.

Meus sinceros agradecimentos a todos.

Resumo

BRUINSMA, Mateus Schneider. **Desempenho Agronômico da Soja: Influência da velocidade de semeadura e do tratamento químico e biológico das sementes.**

Orientador: Geri Eduardo Meneghello. 2022. 80f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Sementes) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2022.

O Brasil tem se consolidado entre os principais produtores de grãos no mundo, através da aplicação de tecnologias capazes de otimizar a produção cada vez mais sustentável, por meio do uso racional dos insumos. O tratamento das sementes é uma técnica amplamente utilizada na cultura da soja brasileira, em grande parte com fungicidas químicos e mais recentemente produtos biológicos, visando proteger as sementes no solo logo após a semeadura, operação esta que merece atenção, pois quando realizada de forma inadequada, como em altas velocidades de deslocamento, pode comprometer a distribuição das sementes, prejudicando a emergência, estabelecimento da cultura e a produtividade. Diante disto, o objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia do tratamento de sementes de soja com o uso de fungicida químico e biológico na qualidade sanitária e fisiológica, assim como o desenvolvimento, potencial produtivo e qualidade da semente de soja quando realizada a semeadura em diferentes velocidades. O experimento foi desenvolvido em três etapas, inicialmente, avaliou-se a qualidade sanitária e fisiológica de sementes de soja da cultivar NA 5909 RR ao receberem diferentes fungicidas, adotando o delineamento inteiramente casualizado. Na segunda etapa, foi realizada a semeadura destas sementes em diferentes velocidades de deslocamento (3,5; 5,0; 6,5; 8,0 km h⁻¹), em esquema de bi-fatorial em parcelas sub-divididas (3 produtos x 4 velocidades), com quatro repetições, sendo utilizados um fungicida biológico, um fungicida químico e testemunha sem produto. Nesta etapa, foi avaliado a distribuição longitudinal das plantas, desenvolvimento inicial e componentes de rendimento da cultura. Por fim, na terceira etapa, as sementes produzidas foram levadas ao laboratório para realização de análises de sua qualidade, seguindo o delineamento experimental da etapa anterior. Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativos, os efeitos dos tratamentos de sementes foram comparados pelo teste de Tukey, enquanto para as médias do efeito das velocidades de deslocamento foram realizadas análises de regressões. Foi possível observar efeito dos produtos aplicados nas sementes sobre seu potencial de desenvolvimento, com efeitos benéficos de ambos os fungicidas sobre o controle de patógenos e desenvolvimento inicial. Recomenda-se que durante a operação de semeadura, a velocidade de deslocamento seja inferior a 6,0 km h⁻¹, devido melhores resultados na distribuição e estabelecimento das plantas, refletindo no potencial produtivo dos campos de soja, mesmo sem afetar substancialmente a qualidade das sementes produzidas, considerando que estas apresentaram bons resultados de qualidade fisiológica nos testes realizados.

Palavras-chave: *Glycine max*. Componentes do rendimento. Produtividade. Qualidade fisiológica.

Abstract

BRUINSMA, Mateus Schneider. **Agronomic Performance of Soybean: Influence of Sowing Speed, Chemical and Biological Seed Treatment.** Advisor: Geri Eduardo Meneghello. 2022. 80f. Dissertation (Master Degree in Science and Technology of Seeds) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de sementes, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Federal University of Pelotas, Pelotas, 2022.

Brazil has consolidated itself among the main grain producers in the world, through the application of technologies capable of optimizing increasingly sustainable production, through the rational use of inputs. Seed treatment is a technique widely used in the Brazilian soybean crop, largely with chemical fungicides and more recently biological products, aiming to protect the seeds in the soil soon after sowing, an operation that deserves attention, because when performed improperly, as in high speed travel, can compromise the distribution of seeds, harming the emergence and establishment of the crop. In view of this, the objective of this work was to evaluate the effectiveness of the treatment of soybean seeds with the use of chemical and biological fungicide in the sanitary and physiological quality, as well as in the development, productive potential and quality of the soybean seed when sowing is carried out in different speeds. The experiment was carried out in three stages, initially, the sanitary and physiological quality of soybean seeds of the cultivar NA 5909 RR was evaluated when receiving different fungicides, adopting a completely randomized design. In the second stage, the sowing of these seeds was carried out at different displacement speeds (3,5; 5,0; 6,5; 8,0 km h⁻¹), in a bi-factorial scheme in sub-divided plots (3 products x 4 speeds), with four replications, using a biological fungicide, a chemical fungicide and a control without product. In this stage, the quality of seed distribution, initial development and yield components of the crop were evaluated. Finally, in the third stage, the seeds produced were taken to the laboratory for analysis of their quality, following the experimental design of the previous stage. Data were submitted to analysis of variance and, when significant, the effects of seed treatments were compared by Tukey's test, while regression analysis was performed for the averages of the effect of displacement speeds. It was possible to observe the effect of the products applied to the seeds on their development potential, with beneficial effects of both fungicides on pathogen control and initial development. It is recommended that during the sowing operation, the displacement speed is less than 6.0 km h⁻¹, due to better results in the distribution and establishment of the plants, reflecting in the productive potential of the soybean fields, even without substantially affecting the quality of the seeds produced, considering that they presented good results of physiological quality in the tests carried out.

Keywords: *Glycine max.* Vegetative growth. Yield components. Yield. Physiological quality of seeds.

Lista de Figuras

Figura 1. Temperatura média diária do ar (°C) e precipitação pluviométrica (mm), correspondente aos meses de condução do experimento.....	23
Figura 2. Médias da emergência (%) de plântulas de soja aos 14 DAS em função da velocidade de semeadura e produtos utilizados no tratamento das sementes. Pelotas, 2022.	38
Figura 3. Frequência de espaçamentos normais, falhos e duplos na distribuição longitudinal de soja em função da velocidade de deslocamento na semeadura. Pelotas, 2022.	41
Figura 4. População final de plantas de soja em função da velocidade de deslocamento na semeadura. Pelotas, 2022.	43
Figura 5. Número de nós produtivos nas plantas de soja em função da velocidade de deslocamento na semeadura. Pelotas, 2022.	45
Figura 6. Número de galhos nas plantas de soja em função da velocidade de deslocamento na semeadura e produtos utilizados no tratamento das sementes de soja. Pelotas, 2022.....	47
Figura 7. Número de vagens com duas sementes (VC 2) e número de vagens com três sementes (VC 3) em função da velocidade de deslocamento na semeadura de soja. Pelotas, 2022.....	49
Figura 8. Número de vagens e de sementes em plantas de soja função da velocidade de deslocamento na semeadura de soja. Pelotas, 2022.....	50
Figura 9. Rendimento de sementes por planta de soja (g planta ⁻¹) em soja função da velocidade de deslocamento na semeadura. Pelotas, 2022.	52
Figura 10. Produtividade de soja em função da velocidade de deslocamento na semeadura de soja. Pelotas, 2022.	52
Figura 11. Médias dos resultados do teste de retenção em peneiras e dano mecânico nas sementes de soja produzidas. Pelotas, 2022.....	55
Figura 12. Médias dos resultados de componentes da qualidade fisiológica das sementes de soja da cultivar NA 5909 RR. Pelotas, 2022.....	57

Lista de Tabelas

Tabela 1. Velocidades, combinações de marchas e rotações do motor do trator utilizadas na implantação do experimento.	25
Tabela 2. Resumo da análise de variância com os quadrados médios para variáveis da qualidade fisiológica de sementes de soja da cultivar NA 5909 RR, Pelotas, 2022.	30
Tabela 3. Primeira contagem de germinação (PCG), sementes mortas, plântulas anormais e germinação de sementes de soja tratadas com diferentes produtos. Pelotas, 2022.	30
Tabela 4. Massa fresca da raiz (MFR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), comprimento da raiz (CR) e comprimento da parte aérea (CPA) de plântulas de soja tratadas com diferentes produtos. Pelotas, 2022.	32
Tabela 5. Resumo da análise de variância com os quadrados médios para incidência de patógenos nas sementes de soja da cultivar NA 5909 RR. Pelotas, 2022.....	33
Tabela 6. Incidência de patógenos em sementes de soja, em função dos produtos utilizados no tratamento das sementes. Pelotas, 2022.	34
Tabela 7. Resumo da análise de variância com os quadrados médios para emergência, classificação das deposições das sementes e população final de plantas de soja da cultivar NA 5909 RR. Pelotas, 2022.	37
Tabela 8. Médias da frequência da qualidade da distribuição de soja em função da velocidade de semeadura e dos produtos utilizados no tratamento das sementes. Pelotas, 2022.	40
Tabela 9. Médias da população final de plantas soja (plantas m ⁻¹) em função dos produtos utilizados no tratamento das sementes. Pelotas, 2022.	43
Tabela 10. Resumo da análise de variância com os quadrados médios para caracteres morfológicos e componentes de rendimento de plantas de soja da cultivar NA 5909 RR. Pelotas, 2022.	45

Tabela 11. Número de galhos produtivos nas plantas de soja em função da velocidade de deslocamento na semeadura e produtos utilizados no tratamento das sementes de soja. Pelotas, 2022.	46
Tabela 12. Resumo da análise de variância com os quadrados médios para componentes de rendimento e produtividade de soja da cultivar NA 5909 RR. Pelotas, 2022.	48
Tabela 13. Resumo da análise de variância com os quadrados médios para PMS e percentual de retenção em peneiras das sementes de soja da cultivar NA 5909 RR. Pelotas, 2022.	54
Tabela 14. Médias da retenção de sementes (%) de soja na peneira de 7,0mm em função dos produtos utilizados no tratamento das sementes. Pelotas, 2022.	54
Tabela 15. Resumo da análise de variância com os quadrados médios para componentes da qualidade fisiológica das sementes de soja da cultivar NA 5909 RR. Pelotas, 2022.	56
Tabela 16. Resumo da análise de variância com os quadrados médios para análises de imagens das sementes de soja da cultivar NA 5909 RR realizadas no Groundeye S800D. Pelotas, 2022.	58
Tabela 17. Médias das dimensões das sementes de soja e presença de mancha púrpura em função dos produtos utilizados no tratamento das sementes. Pelotas, 2022.	58

Sumário

1	Introdução	11
2	Referencial Teórico	13
2.1	A Cultura da Soja.....	13
2.2	Qualidade Sementes	13
2.3	Tratamento de Sementes	14
2.3.1	Tratamento Químico.....	15
2.3.2	Tratamento Biológico.....	16
2.4	Plantabilidade	17
2.4.1	Velocidade de Semeadura	18
3	Material e Métodos	20
3.1	Ensaio I.....	20
3.2	Ensaio II.....	23
3.3	Ensaio III.....	27
4	Resultados e Discussão	30
4.1	Ensaio I: Avaliações iniciais da qualidade	30
4.2	Ensaio II: Desempenho no campo	36
4.3	Ensaio III: Qualidade da semente produzida.....	53
5	Conclusões	60
	Referências.....	61
	Anexos	74

1 Introdução

Há alguns anos o Brasil destaca-se entre os principais produtores de soja (*Glycine max* (L.), Merr.) no mundo, conforme divulgação da USDA (2022), o país atingiu na safra de 2020/2021, uma produção de 139,5 milhões de toneladas, ultrapassando os Estados Unidos que produziram cerca de 114,75 milhões de toneladas. O Rio Grande do Sul destaca-se entre os maiores produtores de soja no Brasil, porém com grande redução na última safra devido à menor produtividade gerada por estiagem, cerca de 55% inferior em comparação com a safra 2020/21, na qual o Estado havia produzido cerca de 20,8 milhões de toneladas (CONAB, 2022).

A obtenção de elevadas produtividades é fortemente dependente de diversos fatores, tais como os genéticos, climáticos, edáficos, entre outros que estão relacionados com o manejo da cultura e instalação da lavoura (EMBRAPA, 2013). Para contornar alguns destes fatores, como variabilidades climáticas, o emprego de tecnologias pode auxiliar na redução dos impactos negativos no desenvolvimento e produtividade da cultura (BERLATO; FARENZENA; FONTANA, 2005).

Dentre as técnicas de manejo consideradas de grande importância no sucesso produtivo da lavoura, é possível destacar a escolha das cultivares mais adaptadas ao local de cultivo, assim como fatores relacionados ao escalonamento da época de semeadura, diversificação de cultivares de acordo com o ambiente em que a semeadura é realizada (CUNHA et al., 2001). Tendo em vista a grande variabilidade genética disponível, em que as cultivares de soja respondem de diferentes formas ao ambiente em que são cultivadas, possibilitando uma adaptabilidade em diversas regiões do Brasil (CARVALHO et al., 2010).

Outro ponto relacionado ao manejo da cultura que merece grande destaque, refere-se à utilização de sementes com a melhor qualidade possível, considerando os quatro atributos essenciais da qualidade de sementes, genético, físico, fisiológico e sanitário, a fim de alcançar o adequado estabelecimento da cultura, livre de patógenos e outros contaminantes, finalizando com um elevado potencial produtivo (KRZYZANOWSKI; FRANÇA-NETO; HENNING, 2018).

Considerando estes atributos da qualidade, sementes que possuem boa qualidade sanitária apresentam baixa ou nenhuma incidência de patógenos associados à elas e possuindo boa qualidade fisiológica devem apresentar um maior

vigor, porém, mesmo assim é comum a observação de problemas na emergência e desuniformidade das plantas quando não se utiliza tratamento de sementes, tornando esta prática um dos principais processos que antecedem a semeadura, realizado em cerca de 95% das áreas de soja e milho no Brasil (BAYER, 2019).

O tratamento das sementes com fungicidas químicos, auxilia no melhor estabelecimento da cultura, através do controle de patógenos transmitidos pelas sementes, reduzindo as chances de sua introdução em áreas indenes. Porém é importante ter atenção com possíveis efeitos fitotóxico do tratamento das sementes, comprometendo a qualidade fisiológica, reduzindo a germinação e emergência das plântulas (FRANÇA-NETO et al., 2016).

Outra prática discutida no tratamento das sementes, é o chamado Tratamento biológico, que consiste na utilização de microrganismos benéficos, possuindo vida livre no solo e capazes de parasitar outros fungos, reduzindo a severidade de algumas doenças (SILVA et al., 2012; GUIMARÃES et al., 2018). Além disto, algumas espécies de microrganismos têm apresentado potencial de induzir o crescimento de plantas, partindo da estimulação direta de fitohormônios que possibilitam melhor assimilação dos nutrientes (HARMAN et al., 2004).

Após a escolha da cultivar e aplicação do tratamento de sementes de forma adequada, a realização da operação de semeadura é de grande importância, devendo proporcionar uma distribuição uniforme das sementes, formando um ambiente propício para que haja contato semente-solo capaz de fornecer as condições necessárias para a germinação e início do estabelecimento da cultura. Enfatizando a partir disto, a importância de uma correta distribuição das sementes, depositando-as na profundidade mais adequada, capazes de favorecer uma rápida e homogênea emergência das plântulas no campo (BALESTRIN; FRANDALOSO; CASAGRANDE, 2020), assim como a adoção de uma velocidade de semeadura que possibilite a distribuição com o espaçamento adequado entre as sementes, do mesmo modo que contribua para o estabelecimento da população final de plantas mais adequada (COPETTI, 2015). Desta forma, o objetivo deste estudo foi avaliar a eficácia do tratamento de sementes de soja com fungicidas biológico e químico sobre a qualidade sanitária e fisiológica, assim como o potencial produtivo e a qualidade das sementes produzidas quando a semeadura é realizada em diferentes velocidades.

2 Referencial Teórico

2.1 A Cultura da Soja

A soja (*Glicine max* (L.), Merr.), é conhecida como a principal espécie anual de grãos produzida e consumida mundialmente, além de ser considerada, direta ou indiretamente, o principal produto do agronegócio brasileiro, observando o crescimento da área e da produção deste grão em diversas regiões do país nos últimos anos. Regiões em que as áreas de pastagens degradadas predominavam, apresentaram condições favoráveis à expansão da fronteira agrícola, por expressarem uma evolução na produtividade (SEIXAS et al., 2020).

Este crescimento da cultura tanto no Brasil como no mundo, se deve em parte por algumas características da cultura, como a alta qualidade e elevada concentração de proteína (~40%) e teor de óleo (~20%), além de, nas últimas décadas, ser observado um incremento de ofertas de tecnologias utilizadas na produção, possibilitando a expansão das áreas, com ganhos em produtividade aliado ao maior retorno econômico dos produtores (LAZZAROTTO; HIRAKURI, 2010; GOFFI et al., 2017).

Na última safra (2021/2022) foram semeados com soja cerca de 40,9 milhões de hectares no Brasil, ocupando proporcionalmente mais de 58% do total da área brasileira cultivada com as principais culturas de verão para produção de grãos. Ao se considerar apenas a área de soja, o Rio Grande do Sul cultivou cerca de 6,3 milhões de hectares, correspondente a 16% da área nacional com esta cultura (CONAB, 2022).

2.2 Qualidade Sementes

Aliado aos cuidados na operação de semeadura, a utilização de sementes de alta qualidade torna-se essencial para a emergência rápida e uniforme de plântulas vigorosas, contribuindo para a obtenção de lavouras de soja bem estabelecidas, com plantas bem desenvolvidas em diferentes condições edafoclimáticas (FRANÇA-NETO et al., 2016).

O estabelecimento de plantas de alto desempenho favorece a estabilização do potencial produtivo, por meio da utilização de sementes de alta qualidade mesmo em condições estressantes, inclusive no momento da semeadura, como alta compactação superficial do solo, semeadura em maiores profundidades ou em solos de temperaturas abaixo do ideal, ou mesmo o déficit hídrico, contornado pelo desenvolvimento de sistema radicular mais agressivo, suprindo água e nutrientes de maiores profundidades do solo (FRANÇA-NETO et al., 2016). Em contrapartida, ao utilizar sementes de baixa qualidade fisiológica, compromete o estabelecimento inicial da soja, resulta em uma redução do estande de plantas e da produtividade da soja (RODRIGUES et al., 2018; STRUKER et al., 2019).

A cultura da soja pode apresentar elevada plasticidade quando cultivada em diferentes arranjos espaciais, em alguns casos não se observando grandes variações no número e massa de grãos, resultando na manutenção de produtividades similares em diferentes densidades de cultivo (HEIFFIG, 2002). É possível observar um incremento da produção individual das plantas conforme se eleva o espaçamento, ou seja, plantas isoladas tendem a produzir mais do que plantas próximas de outras, no entanto essa diferença não se traduz em um incremento de produtividade por área, muito pelo contrário, ao utilizar grandes espaçamentos entre as plantas a produtividade tende a reduzir significativamente (PINTO, 2010).

2.3 Tratamento de Sementes

A prática do tratamento das sementes realizada por produtores e indústria, visa manter a qualidade do lote de sementes, através da aplicação de um ou mais produtos sobre as sementes, com ação fungicida, inseticida, contendo micronutrientes e/ou polímeros, entre outros, com o objetivo de favorecer um rápido estabelecimento das plântulas, contribuindo para um estande adequado capaz de proporcionar boas produtividades (BAUDET; PESKE, 2007).

O tratamento de sementes é considerado de grande importância para um bom desenvolvimento inicial da cultura da soja, levando em conta que a semente é o principal veículo de disseminação e introdução de microrganismos em novas áreas,

com potencial de causar sérios danos à cultura (HENNING, 2005). Devido a isto, considera-se importante priorizar o uso de sementes certificadas, provenientes de campos de produção em que se realiza um rigoroso controle das doenças (JUHÁSZ et al., 2013).

Adotando em conjunto diversas práticas que não proporcionem condições ideais para o desenvolvimento de patógenos, além do tratamento de sementes com fungicidas ou microrganismos antagônicos, uso de sementes sadias de alto vigor, rotação de culturas, assim como a semeadura na profundidade e densidade adequadas para cada cultivar, possibilitando redução do inoculo e disseminação de patógenos (BEDENDO, 1995).

Em relação aos fungicidas, os produtos aplicados no tratamento das sementes com esse objetivo, de forma geral, podem ser separados em duas categorias conforme seus ingredientes em produtos químicos (tratamento químico) e organismos biológicos (tratamento biológico) (ABRASEM, 2014).

2.3.1 Tratamento Químico

O tratamento das sementes é amplamente difundido e utilizado há muitos anos, por ser considerada uma ferramenta econômica e eficaz no controle de algumas doenças transmitidas pelas sementes (GOULART, 2018). O tratamento de sementes com fungicidas químicos vem sendo cada vez mais utilizado por sojicultores, presente em mais de 90% da área semeada com soja no Brasil, com o objetivo de controlar patógenos e auxiliar no desenvolvimento da população adequada de plantas, principalmente quando as condições edafoclimáticas durante a semeadura são desfavoráveis para as sementes (HENNING, 2005).

O uso de diferentes produtos químicos no tratamento de sementes, como observado por Almeida et al. (2014), em alguns casos não apresentaram diferença entre si, destacando que as sementes que receberam tratamento apresentaram maior emergência em campo em comparação com as sementes que não receberam nenhuma forma de tratamento, destacando que não foram observados efeitos fitotóxicos, verificado em alguns casos de tratamento de sementes com produtos químicos sobre o desenvolvimento inicial das plântulas (DAN et al., 2010).

Os produtos químicos com ação fúngica utilizados no tratamento de sementes tem por principal objetivo controlar doenças capazes de causar apodrecimento das sementes e tombamento das plântulas (REZNIKOV, 2016), podendo ser classificados como fungicidas de contato ou sistêmicos, descritos segundo Garcia (1999), os fungicidas de contato atuam como uma barreira que inibe a germinação dos esporos, prevenindo a penetração dos fungos, desta forma, é eficiente apenas quando aplicado antes da penetração do patógeno no hospedeiro, enquanto os fungicidas sistêmicos tem seu princípio ativo absorvido pelas raízes seminais e translocado para a parte aérea via xilema, possibilitando ao fungicida expressar sua capacidade de suprimir o estabelecimento da infecção causada pelo patógeno (REIS; REIS; CARMONA, 2019).

O tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas já demonstrou bastante eficiência, como o observado por Gaspar et al. (2017), em que o tratamento de sementes de soja com diferentes princípios ativos, proporcionou um maior estado de plantas, resultando em maiores produtividades em diferentes regiões de cultivo.

2.3.2 Tratamento Biológico

Uma prática que vem ganhando espaço no mercado de tratamento de sementes, é a utilização de microrganismos benéficos, sendo cada vez mais estudados como uma solução alternativa na redução do uso de produtos sintéticos (MERTZ; HENNING; ZIMMER, 2009), estudos estimulados com a preocupação da sociedade com impacto ambiental e risco de contaminação, tem demonstrado resultados da eficiência de microrganismos no controle de doenças (MORANDI; BETTIOL, 2009) e promoção do crescimento de plântulas (SILVA, 2020).

Há diversos microrganismos sendo estudados e demonstrando eficiência no controle biológico de doenças e promoção de crescimento, como *Bacillus* spp. (OLIVEIRA et al., 2017; TAVANTI et al., 2020), *Azospirillum* spp. na cultura da soja (GALINDO et al., 2017), assim como *Trichoderma* spp. em diversas culturas (CHAGAS et al., 2017). Esses microrganismos podem atuar de diferentes formas no controle de microrganismos patogênicos, através de distintos mecanismos de ação,

como a antibiose, competição, parasitismo, predação e a indução de defesas (MEDEIROS; SILVA; PASCHOLATI, 2018), além de possuírem potencial de contribuição na fixação biológica do nitrogênio quando utilizadas em co-inoculação com outras bactérias (CHAGAS JÚNIOR et al., 2015; MEERT et al., 2020).

Entre estes mecanismos de ação, está a resistência induzida, caracterizada pelo desenvolvimento de uma hipersensibilidade na planta através de formas avirulentas ou raças incompatíveis de patógenos, atuando de forma localizada ou sistêmica na planta em relação ao local de aplicação (VAN LOON; BAKKER; PITERSE, 1998). A antibiose, é o mecanismo de ação relacionado com a produção de metabólito por um microrganismo que possui efeito deletério sobre outro, a competição ocorre quando dois ou mais microrganismos buscam consumir um mesmo alimento, oxigênio ou ocupar o mesmo espaço, os microrganismos parasitas vivem sobre e se alimentam de outros microrganismos, enquanto os predadores apenas obtêm seus alimentos a partir de outros patógenos (MEDEIROS; SILVA; PASCHOLATI, 2018).

Além destes mecanismos de controle de patógenos, alguns microrganismos possuem a capacidade de promover o crescimento de plantas, ação antes relacionada com o controle de patógenos, porém mais recentemente relacionando com a produção de hormônios, além de melhorar a disponibilidade, absorção e eficiência do uso dos nutrientes (LUCON, 2009). Vale destacar, que os mecanismos empregados por microrganismos benéficos são bastante complexos, podendo ser observado uma combinação de diferentes mecanismos atuando simultaneamente, influenciados por fatores como solo, pH, temperatura, umidade da planta e do ambiente além de outros membros da microflora (HOWELL, 2003).

2.4 Plantabilidade

A produtividade da soja é dependente de diversos fatores, resultante da interação de características genéticas (genótipo) com fatores ambientais, como água, radiação solar e nutrientes, sendo possível incluir os tratos culturais adotados como determinantes da produtividade e fenótipo das plantas (FLOSS, 2011).

Um dos momentos considerados determinantes para o rendimento da lavoura é na semeadura, através da adoção de boas práticas de plantabilidade, que visa a obtenção da população ideal de plantas e sua distribuição de forma uniforme na área, obtida através da aplicação de recomendações agronômicas, como a utilização de sementes de alta qualidade e semeadoras-adubadoras adequadas para o trabalho desejado, regulada corretamente para a melhor distribuição possível das sementes (ROS et al. 2011).

2.4.1 Velocidade de Semeadura

É possível citar a semeadura como uma importante etapa do processo produtivo, na qual, a velocidade de deslocamento está entre os fatores que afetam a qualidade desta etapa, porém, muitas vezes deixada de lado, devido à baixa capacidade operacional para suprir toda a demanda de trabalho no restrito período adequado de semeadura (DIAS, 2009).

Ao se elevar a velocidade de deslocamento na semeadura, pode ocorrer um aumento da demanda por potência do trator, além de resultar em uma maior área mobilizada do solo, como observado por Macedo et al. (2016), em que os autores avaliaram duas velocidades de semeadura, 5,0 e 6,9 km h⁻¹ em diferentes profundidades, mesmo demonstrando que o consumo operacional em L h⁻¹ foi menor quando se utilizou a maior velocidade, é importante destacar quanto a distribuição das sementes, observando um número superior de deposições falhas na maior velocidade, assim como um maior número de deposições normais de sementes quando se utilizou a velocidade de 5,0 km h⁻¹.

Em estudo com a cultura do milho, mesmo não alterando o estande inicial das plantas, a variação da velocidade de semeadura alterou a distribuição longitudinal das sementes, com pouca diferença entre as velocidades de 4,4 e 6,1 km h⁻¹, porém com uma velocidade de 8,1 km h⁻¹ proporcionou um maior coeficiente de variação da distribuição das sementes e um pior índice de precisão (FURLANI et al., 2008).

Vale salientar, que a eficiência da distribuição das sementes está relacionada com alguns fatores além da velocidade de semeadura, como o sistema de distribuição utilizado. Como observado por Dias et al. (2014), testando mecanismos

dosadores pneumáticos e de disco alveolado horizontal, apresentando diferentes resultados em função da velocidade periférica do disco, ao avaliar a distribuição das sementes, ambos os sistemas obtiveram distribuição aceitável na menor velocidade, porém na maior velocidade de modo geral o dosador pneumático apresentou com maior frequência espaçamentos aceitáveis entre as sementes, mesmo havendo redução da qualidade da distribuição das sementes para ambos os sistemas conforme se elevou a velocidade periférica do disco.

Em outro estudo com três sistemas dosadores pneumáticos e diferentes velocidades de deslocamento da semeadora em laboratório, foi constatado que os dosadores apresentaram resultados diferentes para a distribuição aceitável, múltiplas e falhas das sementes de soja, assim como as velocidades testadas, conforme se elevou a velocidade houve redução da distribuição aceitável (ALONÇO et al., 2014).

Da mesma forma, em experimento com duas semeadoras pneumáticas, ambas apresentaram maior distribuição de sementes duplas e uma redução da distribuição aceitável conforme se elevou a velocidade, reduzindo a uniformidade de semeadura (BERTELLI et al., 2016).

A distribuição das sementes de forma múltiplas ou falhas, resulta em alterações do arranjo espacial das plantas, diferindo da distribuição adequada das sementes, considerada aceitável ao longo da linha de semeadura. Nestes casos, a soja pode apresentar uma compensação, devido sua plasticidade fenotípica (HEIFFIG, 2002; BALBINOT JUNIOR et al., 2015). Porém, essa compensação que as plantas de soja podem apresentar em condições de falhas no estabelecimento ou plantas agrupadas é limitada, pois em condições de velocidades de semeadura muito elevadas, é possível observar uma redução da população de plantas capaz de afetar negativamente a produtividade (BAGATELI et al., 2017).

3 Material e Métodos

O trabalho foi conduzido nos laboratórios de Fitossanidade e de Sementes da Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Cerro Largo – RS, em nível de campo no município de Augusto Pestana – RS e no Laboratório Didático de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia da Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, da Universidade Federal de Pelotas.

Foram utilizadas sementes de soja, cultivar NA 5909 RR, de hábito de crescimento indeterminado, provenientes da safra 2019/2020 de uma empresa de sementes.

O experimento foi dividido em três ensaios. No primeiro ensaio, visando determinar a qualidade sanitária e fisiológica das sementes antes da implantação em campo, foram realizadas análises laboratoriais em função de diferentes produtos aplicados no tratamento das sementes, sendo adotado o delineamento inteiramente casualizados (DIC), com oito repetições, para avaliação da qualidade fisiológica e sanitária das sementes.

No segundo ensaio, conduzido em nível de campo, foi adotado o delineamento em blocos casualizados (DBC), contendo quatro repetições, em parcelas subdivididas, em esquema bi-fatorial (3x4), correspondente a três tratamentos de sementes e quatro velocidades de semeadura. No terceiro ensaio, foram realizadas avaliações da qualidade das sementes produzidas em campo, mantendo o delineamento do ensaio anterior.

3.1 Ensaio I

O ensaio foi conduzido nos laboratórios de Fitossanidade e de Sementes da Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Cerro Largo, RS.

Para o tratamento das sementes foram utilizados dois produtos, sendo um deles biológico e outro químico, além de um tratamento controle (testemunha), que não recebeu nenhum produto. O fungicida químico pertence aos grupos químicos Benzimidazol + Fenilpiridinilamina (Certeza® N), sendo utilizada a dose recomendada pelo fabricante proporcional a 200 mL do produto comercial diluído em

300 mL de água, para formação de 500 mL de calda aplicada em 100kg de sementes.

Quanto ao tratamento das sementes com fungicida microbiológico, foi utilizado o produto a base de *Trichoderma harzianum* Isolado IBLF 006 (Ecotrich®), que possui uma concentração mínima de 1×10^{10} ufc/g, na dose recomendada de 60 g do produto comercial para 100 kg de sementes de soja, utilizando o mesmo volume de calda de 5,0 mL por kg de sementes para todos os tratamentos.

Para realizar o tratamento das sementes com os diferentes produtos, foi utilizado uma mini tratadora comercial, depositando as sementes, posteriormente adicionando a calda com o respectivo produto para que nas doses recomendadas, fosse obtido um recobrimento adequado da superfície das sementes.

Após a finalização desta, as sementes foram acomodadas em sacos de papel em temperatura ambiente até o produto secar, possibilitando que fossem implantados os testes em menos de 24 horas após o tratamento das sementes. Dentre os testes realizados, em sua grande parte visou analisar a qualidade fisiológica das sementes, além de um teste de patologia para determinar a qualidade sanitária das sementes após a aplicação dos diferentes produtos.

Teste de germinação (G): foi conduzido conforme metodologia apresentada nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009b), adotando o método do rolo de papel a 25°C, utilizando folhas de papel “germitest” que foram umedecidas com água destilada em quantidade 2,5 vezes o seu peso seco para receberem 400 sementes, divididas em oito repetições de 50 sementes. A contagem final de germinação foi realizada oito dias após a implantação do teste, expressando o resultado em percentagem de plântulas normais, anormais e mortas.

Primeira contagem de germinação (PCG): foi conduzido em conjunto com o teste de germinação, realizando a contagem de plântulas cinco dias após a implantação do teste, classificando e retirando as plântulas consideradas como normais em cada rolo de papel, expressando o resultado em percentagem de plântulas normais.

Comprimento de parte aérea (CPA) e da raiz (CR) das plântulas: para condução deste teste, foi adotada metodologia semelhante à utilizada para o teste de germinação, porém com a utilização de oito sub-amostras de vinte sementes por rolo. As sementes foram distribuídas em duas linhas longitudinais desencontradas,

paralelas e a 2,0 cm abaixo da extremidade superior. Enrolando o papel “germitest” normalmente conforme o teste de germinação, agrupando as repetições que foram acomodadas em pé no germinador para realizar as avaliações ao oitavo dia após a implantação do teste. Após este período, as plântulas consideradas normais, anormais e sementes mortas foram contabilizadas, utilizando as plântulas normais para quantificação dos comprimentos em milímetros. Para a raiz foi realizado a medição do colo da plântula até o ápice radicular e para o comprimento da parte aérea entre o colo da plântula e a extremidade da parte aérea, sendo possível expressar os resultados em centímetros da parte aérea e centímetros de raiz das plântulas (Anexo A) (KRZYZANOWSKI; FRANÇA-NETO; HENNING, 1991).

Massa fresca de parte aérea (MFPA) e da raiz (MFR) das plântulas: para avaliação da massa fresca da parte aérea e da raiz foram utilizadas as mesmas plântulas dos testes de comprimento, removendo os cotilédones, separando a raiz e parte aérea, para serem pesadas logo em seguida em balança de precisão com três casas decimais, dividindo o peso obtido pelo número de plântulas utilizadas em cada uma das repetições, apresentando ao final, o resultado da massa fresca em mg por raiz ou parte aérea.

Massa seca de parte aérea (MSPA) e da raiz (MSR) das plântulas: para avaliação da massa seca da parte aérea e da raiz foram utilizadas as mesmas plântulas dos testes de massa fresca, para o qual as raízes e partes aéreas foram acomodadas em cápsulas previamente pesados (tara), posteriormente levadas para secagem em estufa de ventilação forçada de ar a 80°C, por período de 24 horas, e em seguida colocados para esfriar em dessecador, para prosseguir com a pesagem do material em balança de precisão com três casas decimais, sempre dividindo o peso obtido pelo número de raízes ou partes aéreas utilizadas em cada repetição, possibilitando expressar o resultado do peso de massa seca em mg por raiz ou parte aérea (Anexo B).

Patologia (*blotter test*): foi utilizado para avaliação da qualidade sanitária das sementes, depositando duas folhas de papel mata borrão em caixas de acrílico “Gerbox” previamente desinfestadas. O papel foi umedecido com cerca de 2,5 vezes o seu peso, para em seguida, adicionar 20 sementes em cada caixa. As sementes foram incubadas em caixas tipo “Gerbox” em ambiente controlado, com temperatura de 22°C e fotoperíodo de 12 horas por sete dias. Após este período, foram avaliadas

todas as sementes utilizando com auxílio de um estereomicroscópio para identificação dos principais patógenos (Anexo C), expressando os resultados em percentagem de incidência de cada patógeno observado (BRASIL, 2009a).

3.2 Ensaio II

O clima no município de Augusto Pestana é classificado pelo método de Köeppen, como Cfa, possuindo clima subtropical, com temperatura média superior a 22°C no mês mais quente, com precipitação pluvial uniforme ao longo do ano, ultrapassando a marca de 1200mm anuais. Ao longo do experimento, foram registradas as variáveis meteorológicas do município, através de um pluviômetro instalado no local do ensaio e de uma estação meteorológica localizada no Instituto Regional de Desenvolvimento Rural (IRDeR), pertencente à Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul (UNIJUI), sendo registrado no período, um total de precipitação em torno de 750mm e com a temperatura média superior a 29° C, como pode ser observado na Figura 1.

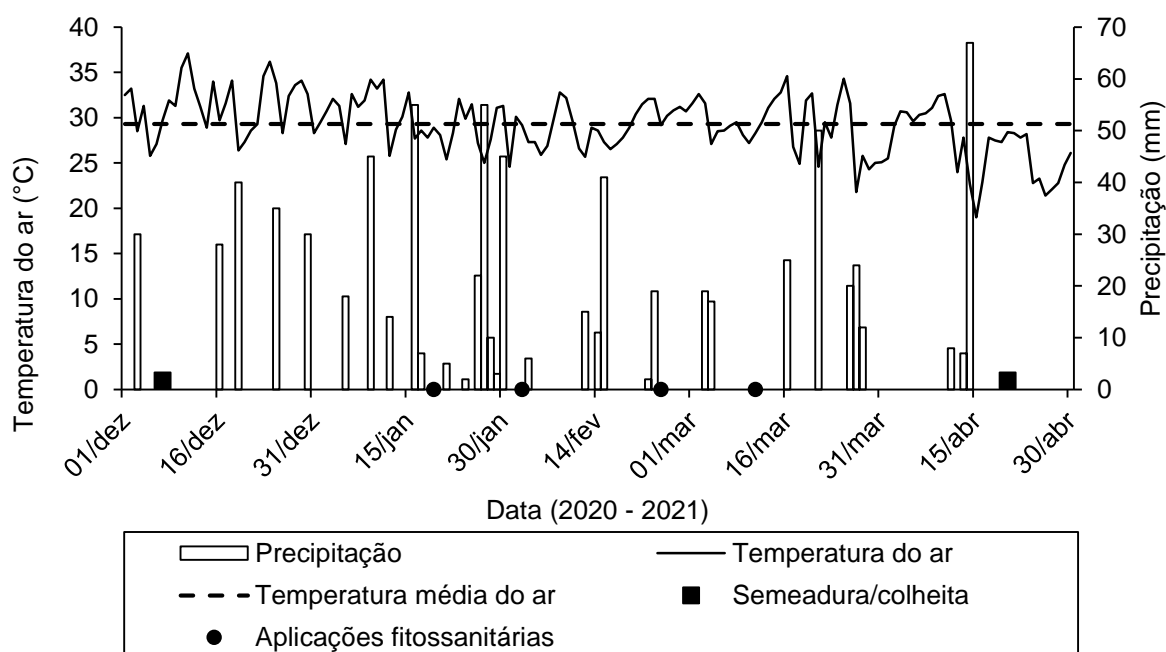


Figura 1. Temperatura média diária do ar (°C) e precipitação pluviométrica (mm), correspondente aos meses de condução do experimento.

Fonte: Adaptado da estação meteorológica da UNIJUI, 2022.

A área em que foi conduzido o experimento, localiza-se na latitude 28°30'48" sul, longitude de 54°06'51" oeste e altitude aproximada de 353 metros. O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho distroférico típico e pertence a Unidade de Mapeamento Santo Ângelo (SANTOS et al., 2013).

Em campo foram utilizados os mesmos produtos no tratamento de sementes já descritos anteriormente, realizando a semeadura em diferentes velocidades de 3,5; 5,0; 6,5 e 8,0 km h⁻¹, com quatro repetições, em parcelas subdivididas, distribuídas de forma que cada parcela possuía um produto para tratamento das sementes e todas as velocidades de deslocamento de semeadura distribuídas nas subparcelas. Às subparcelas eram constituídas de sete linhas de semeadura espaçadas em 0,45 m, resultando uma largura de 3,15 m e um comprimento de 12,0 m, totalizando uma área de 34,65 m², dos quais a área útil foi de 9,0 m², possuindo quatro linhas de semeadura com 5,0 m de comprimento cada.

Para implantação do experimento, a semeadura foi realizada no dia 07/12/2020, utilizado um trator da marca Massey Ferguson, modelo MF 4292 Xtra, 4x2 TDA, motor a diesel de 77kw (105 CV) de potência, e uma semeadora-adubadora, Massey Ferguson no modelo MF 407, com sete linhas de semeadura no sistema pivotado, com dosador mecânico de sementes por meio de discos alveolados horizontais, distribuindo 14,3 sementes por metro, com espaçamento entre linhas de 0,45 m, equipada com dosador de fertilizante tipo Fertisystem, distribuindo através de sulcadores tipo haste e depositando as sementes por meio de discos duplos desencontrados e sistema de fechamento dos sulcos do tipo roda duplo angulada em "V" (Anexo D). O conjunto trator e semeadora-adubadora utilizados resultou em uma potência disponível de 15 CV por linha de semeadura, superior a mínima recomendada pelo fabricante que é de 12,1 CV por linha.

Para determinação das velocidades de semeadura em campo, foram realizados testes no dia da semeadura, dentro área comercial em que o experimento foi implantado. Para isto, foi realizada a demarcação de 50 m de comprimento, no qual foram testadas diferentes combinações de marchas e rotações do motor, cronometrando o tempo necessário para o deslocamento do conjunto trator + semeadora. Considerando que a velocidade média seria a divisão da distância percorrida pelo tempo necessário, exemplificado na Tabela 1.

Tabela 1. Velocidades, combinações de marchas e rotações do motor do trator utilizadas na implantação do experimento.

km h ⁻¹	m s ⁻¹	Tempo (s) para deslocar 50 m (s)	Posição das marchas	Rotação do motor (rpm)
3,5	0,972	51,4	2 – B – R	1800
5,0	1,389	36,0	2 – A – R	2200
6,5	1,806	27,7	3 – B – R	2200
8,0	2,222	22,5	1 – B – S	2200

Fonte: Elaborado pelo autor, 2022.

No período em que a cultura esteve no campo, foram realizadas algumas avaliações, sendo a primeira delas a **emergência das plântulas**, que foi obtida por meio da contagem do número de plântulas emergidas em dois metros lineares, nas três linhas centrais de cada parcela, realizando esta mensuração 14 dias após a semeadura (Anexo E1), a fim de expressar os resultados em percentagem (BRASIL, 2009b).

Após a estabilização da emergência, teve início a avaliação da qualidade de **distribuição longitudinal**, que foi determinada por meio da quantificação da distância existente entre as plântulas de soja, na linha, realizando esta avaliação na mesma área em que a emergência, dois metros lineares, nas três linhas centrais de cada unidade experimental (Anexo E2). Os espaçamentos entre plântulas (X_i) foram avaliados com o auxílio de uma trena graduada, seguindo a classificação proposta por Kurachi et al. (1989), para determinar o percentual de espaçamento que correspondem as classes de deposição: falha ($X_i \geq 1,5 \cdot X_{ref}$), normal ($0,5 \cdot X_{ref} < X_i < 1,5 \cdot X_{ref}$) e múltipla ($X_i \leq 0,5 \cdot X_{ref}$), levando em consideração como espaçamento de referência (X_{ref}) a regulagem utilizada na semeadora, que neste experimento foi de 14,3 sementes por metro.

Ao longo do ciclo da cultura, foi realizado o monitoramento fitossanitário da área, sendo realizado o manejo sempre que necessário, tais como a primeira aplicação no dia 19/01 com herbicida (Glifosato) após a emergência, na segunda aplicação, realizada no dia 02/02, foram utilizados fungicidas (Bixafem + Protioconazol + Trifloxistrobina e Mancozebe) e inseticidas (Clorantraniliprole e Acefato), na terceira aplicação, realizada em 24/02, foram utilizados fungicidas (Metominostrobin + Tebuconazol e Mancozebe) e inseticida (Acetamiprido + Fenpropatrina), enquanto que na quarta e última aplicação, realizada no dia 11/03,

foram aplicados fungicidas (Picoxistrobina + Ciproconazol e Mancozebe) e um acaricida/inseticida (Abamectina).

No momento e após a colheita foram realizadas outras avaliações, como a população final de plantas, altura de plantas, altura de inserção do primeiro legume, número de vagens com uma, duas, três ou quatro sementes, número de sementes por planta, número de nós por planta, peso de sementes por planta e pôr fim a estimativa de produtividade.

População final de plantas (PF): antes de realizar a colheita, foi quantificado o número de plantas presentes na área útil de cada unidade experimental, para posteriormente expressar os resultados em plantas por metro linear (plantas m⁻¹).

Quando a cultura atingiu o estágio de maturação, com as sementes apresentando umidade aproximada de 11,8%, foi realizada a colheita manual das plantas presentes na área útil de cada unidade experimental. Após o corte, as plantas foram trilhadas com auxílio de uma trilhadora de parcelas, da marca IMPLMIS e modelo IPC 200, possibilitando que as sementes fossem armazenadas em sacos de papel logo em seguida.

Ainda no momento da colheita, no centro da área útil, foram demarcadas 10 plantas que estavam em sequência, conferindo a cada uma destas plantas uma identificação, possibilitando dar continuidade nas avaliações subsequentes de componentes de rendimento apresentados a seguir (Anexo F1).

Altura de planta (AP): para mensuração desta variável foi utilizada uma trena graduada, quantificando a extensão entre o nível do solo e o ápice da planta, sendo o resultado expresso em centímetros (cm).

Altura de inserção do primeiro legume (IPL): mensurou-se a distância compreendida entre a superfície do solo e a inserção do primeiro legume inserido na planta, expressando o resultado em centímetros (cm).

Número de galhos por planta (NGP): quantificado através da contagem manual de todas as ramificações presentes a partir da haste principal das plantas de cada repetição, posteriormente dividindo pelo número de plantas amostradas, expressando o resultado em unidades por planta.

Número de nós produtivos (NNP) e improdutivos (NNI): quantificados através da contagem separadamente dos nós contendo vagens (NNP) e dos nós

sem a presença de vagens produtivas (NNI) nas plantas, expressando o resultado em unidades por planta.

Número de nós na haste principal (NNH) e número de nós nos galhos (NNG): Estimado através da contagem separadamente dos nós presentes na haste principal (NNH) e dos nós observados nos galhos (NNG), avaliados em dez plantas por repetição, expressando o resultado em unidades por planta

Número de legumes com uma (L1), duas (L2), três (L3) ou quatro (L4) sementes: estes valores foram quantificados através da contagem do número de sementes em cada legume separadamente nas plantas analisadas, sendo os resultados expressos pela contagem do número de vagens com os respectivos números de sementes.

Número de sementes por planta (NS): foi determinado através da contagem direta do número de sementes formadas em cada uma das plantas, dividindo o total das sementes pelo número de plantas de uma repetição.

Peso de sementes por planta (PS): foram utilizadas todas as sementes de cada planta avaliada, após a pesagem foi realizada a correção para umidade de 13%, possibilitando expressar os resultados em gramas por plantas (g planta^{-1}).

Produtividade (PROD): o rendimento foi obtido através da pesagem das sementes obtidas da trilha das plantas da área útil (Anexo F2) somadas ao peso das sementes obtidas das avaliações de componentes do rendimento (Anexo G1), corrigindo a umidade para 13%, posteriormente extrapolando o resultado para expressá-lo em quilogramas por hectare (kg ha^{-1}).

3.3 Ensaio III

Assim como antes da semeadura, após as avaliações de rendimento, foram realizadas inicialmente análises de qualidade física e posteriormente fisiológica e de imagem das sementes, as quais foram executadas a partir de seis meses após a colheita, no período que são realizadas as análises das sementes que antecedem sua comercialização (Anexo G2).

Dentre as primeiras análises realizadas nesta etapa, foi o teste do **hipoclorito de sódio**, visando identificar possíveis danos mecânicos que poderiam ter ocorrido.

Para realizar este teste, foi preparada uma solução estoque, diluindo o hipoclorito de sódio comercial de 11%, através da mistura de 47,6 % do hipoclorito de sódio em 52,4% de água destilada, para que no momento das avaliações, fosse realizada uma nova diluição, de 25 mL da solução estoque em 975 mL de água destilada. Posteriormente, foram imersas quatro repetições de 100 sementes por unidade experimental nesta solução (Anexo H), após um período de 10 minutos, foi contabilizado o número de sementes que embeberam devido à presença de dano mecânico latente, expressando os resultados em percentagem de dano mecânico (%) (KRZYZANOWSKI; FRANÇA-NETO; COSTA, 2004).

Peso de mil sementes (PMS): foi obtido através da pesagem em balança de precisão de oito repetições de 100 sementes, possibilitando o cálculo da variância, desvio padrão e coeficiente de variação dos valores obtidos, observando se este último não extrapola o limite de 4%, para que então o peso médio das oito repetições fosse multiplicado por 10, expressando o resultado em gramas (g) (BRASIL, 2009b).

Teste de uniformidade (Retenção em peneiras): determinado através do uso de peneiras de furos redondos, com diâmetros que variam de 5,0 mm à 7,5 mm, com intervalos de 0,5 mm, empilhadas em sequência, com a peneira de menor diâmetro na parte inferior, e maior diâmetro na parte superior. Ao adicionar cada amostra na parte superior, as peneiras foram agitadas por cerca de 1 minuto, em seguida, as sementes retidas em cada uma das peneiras foram pesadas, possibilitando expressar os resultados em percentagem de sementes em cada categoria de diâmetro (BRASIL, 2009b).

A partir desta etapa, foram descartadas as sementes retidas nas peneiras das extremidades, sendo elas às de 5,0 mm e 7,5 mm, devido à baixa presença de sementes nestas peneiras, enquanto que às sementes retidas nas peneiras de 5,5 mm e 6,0 mm foram agrupadas (P1), assim como as sementes retidas nas peneiras 6,5 mm e 7,0 mm (P2), formando assim dois tamanhos de sementes para seguir com as avaliações de qualidade fisiológica.

Com estas sementes, foram realizadas as avaliações de primeira contagem de germinação e germinação (Anexo I) conforme metodologia já descrita, sendo realizado ainda os testes de envelhecimento acelerado e emergência em campo para os dois tamanhos de sementes de cada unidade experimental vinda do campo.

Envelhecimento acelerado: neste caso, 200 sementes foram distribuídas em uma camada sobre a tela de alumínio no interior de caixa tipo gerbox, que continha 40 mL de água destilada, mantidas desta forma por 48 horas a uma temperatura de 41°C em câmaras do tipo BOD (AOSA, 2009). Após este procedimento, foi implantado o teste seguindo a mesma metodologia adotada no teste de germinação, realizando apenas a contagem das plântulas normais ao quinto dia após a instalação do teste, expressando os resultados em percentagem (BRASIL, 2009b).

Emergência em campo: este teste foi implantado em canteiros de solo, distribuindo 50 sementes por unidade experimental, a uma profundidade de semeadura próxima a 3,0 cm, adotando-se quatro repetições de cada tratamento, que foram avaliadas 14 dias após a implantação (Anexo J), expressando os resultados em percentagem de plântulas emergidas (SILVA, 2020).

Análise de imagens: para a captura das imagens foi utilizado o modelo S800D, com sistema GroundEye®, da empresa Tbit Tecnologia S. A. Esse equipamento é composto por um módulo de captação das imagens, que possui duas câmeras de alta resolução, estando uma acima e outra abaixo da bandeja de acrílico central, além do software integrado para processamento e avaliação das imagens geradas (Anexo K).

Para as avaliações, foram adicionadas 400 sementes por unidade experimental na bandeja do módulo de captação para a obtenção de imagens de alta resolução. Na análise destas imagens foram extraídos valores médios das características das sementes, como diâmetros máximo e mínimo, área e perímetro das sementes, esfericidade, além de características relacionadas à coloração, como a área das sementes contendo mancha púrpura, rasgo no tegumento ou enrugamento característico de dano por umidade. O sistema automaticamente gerou planilhas com os resultados, possibilitando comparação estatística entre as amostras analisadas.

Os dados obtidos foram organizados em planilhas eletrônicas, realizando para cada uma das variáveis a análise de variância (Anova). Confirmada a normalidade dos dados, as médias dos tratamentos foram comparadas pelos testes de Tukey para os produtos do tratamento de sementes, enquanto para as médias do efeito da velocidade de semeadura foi realizada análises de regressão, possibilitando a geração de gráficos.

4 Resultados e Discussão

4.1 Ensaio I: Avaliações iniciais da qualidade

De acordo com o resumo da análise de variância, é possível observar que houve efeito significativo dos produtos adotados no tratamento sobre as principais variáveis da qualidade fisiológica das sementes (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo da análise de variância com os quadrados médios para variáveis da qualidade fisiológica de sementes de soja da cultivar NA 5909 RR, Pelotas, 2022.

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios			
		PCG	Mortas	Anormais	Germinação
Produto (P)	2	103,05*	1,77**	133,76**	203,89**
Resíduo	21	19,91	0,04	17,80	19,87
Total	23	-	-	-	-
CV (%)	-	7,06	15,88	31,24	5,21

Fonte de Variação	GL	MFR	MFPA	MSR	MSPA	CR	CPA.
Produto (P)	2	543,60**	19663,6**	1,46**	28,1**	14,96**	1,43 ^{ns}
Resíduo	21	63,25	1876,5	0,14	2,85	1,41	0,73
Total	23	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	9,82	8,54	6,24	6,43	8,96	8,67

**Significativo a 1% de probabilidade ($P < 0.01$); *significativo a 5% de probabilidade ($P < 0.05$); ns – não significativo; GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação; PCG = primeira contagem de germinação; MFR = Massa fresca da raiz; MFPA = Massa fresca da parte aérea; MSR = Massa seca da raiz; MSPA = Massa seca da parte aérea; CR = Comprimento da raiz; CPA = Comprimento da parte aérea.

Para os resultados da primeira contagem de germinação (Tabela 3), foi observado que os produtos aplicados no tratamento das sementes apresentaram efeito significativo, demonstrando resultados superiores ao utilizar o produto químico em relação à testemunha (sem produto) do tratamento das sementes, enquanto o produto biológico não diferiu do químico.

Tabela 3. Primeira contagem de germinação (PCG), sementes mortas, plântulas anormais e germinação de sementes de soja tratadas com diferentes produtos. Pelotas, 2022.

Produtos	PCG	Mortas	Anormais	Germinação
Biológico	64 ab *	1 b	14 a	85 b
Químico	67 a	1 b	8 b	90 a
Sem produto	59 b	2 a	17 a	81 b
C.V.(%)	7,06	15,88	31,24	5,21

* Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade do erro.

Assim, a utilização destes produtos não compromete o desenvolvimento inicial das plântulas, por não apresentarem fitotoxicidade sobre elas, efeito este mais comumente observado ao utilizar produtos químicos de ação inseticida no tratamento das sementes, por apresentarem, com frequência, maior toxicidade às sementes em comparação com fungicidas (CARVALHO et al., 2020).

A ocorrência de plântulas anormais apresentou diferença significativa para os produtos utilizados, semelhante aos resultados das avaliações anteriores, os melhores resultados foram obtidos com a utilização de produtos químicos, que proporcionou uma redução das anormalidades superior a 46% (7,8 pontos percentuais). Porém, diferente da ocorrência de sementes mortas, neste caso a utilização do produto biológico diferiu do produto químico, pois as anormalidades observadas não foram significativamente inferiores às sementes que não receberam produto.

Esta redução das anormalidades, refletindo no resultado da germinação, possivelmente está relacionada com a incidência de patógenos nas sementes, como evidenciado por Perissato et al (2019), demonstrando a forte correlação entre a presença de patógenos e a qualidade fisiológica das sementes de soja, sendo que sementes de soja com maior incidência de patógenos apresentaram redução da germinação e primeira contagem de germinação, além de maior frequência de anormalidades nas plântulas e morte das sementes, enfatizando que a qualidade fisiológica interage com a qualidade sanitária das sementes.

Desta forma, com a aplicação do produto químico nas sementes foi observado ganhos na expressão de qualidade, devido incremento do potencial germinativo do lote de semente. Porém, ele não foi observado com a utilização do produto biológico, que não apresentou incremento significativo nos resultados de germinação, possivelmente pela alta ocorrência de plântulas anormais. Este resultado vai ao encontro do obtido por Yusnawan; Inayati; Baliadi (2019), no qual a utilização de isolados de *Trichoderma virens* no tratamento das sementes não afetaram, ou até mesmo reduziram a germinação e elevaram a presença de plântulas anormais durante as avaliações.

Os resultados seguiram de forma similar em outras avaliações da qualidade fisiológica das sementes, tais como a massa fresca e seca das plântulas, tanto da raiz como da parte aérea (Tabela 4). Como pode ser observado, os resultados foram

proporcionais entre as massas frescas e secas, nestes casos as raízes apresentaram cerca de 7,4% do seu peso fresco em massa seca, enquanto para a parte aérea das plântulas de soja, a massa seca correspondeu a cerca de 5,2% da massa fresca.

Tabela 4. Massa fresca da raiz (MFR), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), comprimento da raiz (CR) e comprimento da parte aérea (CPA) de plântulas de soja tratadas com diferentes produtos. Pelotas, 2022.

Produtos	MFR (mg)	MFPA (mg)	MSR (mg)	MSPA (mg)	CR (cm)	CPA (cm)
Biológico	71,45 b*	517,60 ab	5,78 b	26,30 ab	11,32 b	9,75 ns
Químico	93,98 a	571,43 a	6,60 a	28,88 a	15,19 a	10,47
Sem produto	77,50 b	432,38 b	5,43 b	23,58 b	13,24 ab	9,28
C.V.(%)	9,82	8,54	6,24	6,43	8,96	8,67

* Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade do erro. ns = não significativo.

Ao observar o efeito dos tratamentos de sementes na massa das plântulas, estes assemelham-se aos obtidos no teste de germinação, ao serem observadas as maiores médias quando as sementes receberam produto químico como tratamento, semelhante aos resultados de Balardin et al. (2011), no qual diferentes produtos químicos aplicados no tratamento das sementes incrementaram a massa seca da parte aérea e da raiz, resultado este, não observado por Conceição et al. (2014), ao constatarem que tratamento químico das sementes não alterou o massa total das plântulas, além de não alterar a incidência da maioria dos patógenos identificados, que estavam presentes em baixa intensidade.

Resultados similares aos obtidos, em relação ao uso de isolados de *Trichoderma* spp. no tratamento das sementes, já foram observados por Cadore et al. (2018), no qual diferentes formulações de *Trichoderma* spp. não afetaram de forma isolada o acúmulo de massa seca nas raízes e parte aérea.

Quanto ao efeito do uso de produto biológico no tratamento das sementes de soja, é possível observar que este não afetou significativamente o comprimento das plântulas, separadamente na parte aérea e raízes, corroborando assim com outros resultados de pesquisas, afirmando que este tipo de produto não compromete o desenvolvimento inicial das plântulas, além de alguns isolados poderem contribuir para um maior crescimento inicial da soja, devido aos efeitos de metabólitos

secundários produzidos por isolados de *Trichoderma* spp. atuarem como promotores de crescimento (KESWANI et al., 2014; MILANESI et al., 2013)

Os melhores resultados para o comprimento das plântulas foram observados com a utilização do fungicida químico, mesmo sem alterar significativamente o comprimento da parte aérea. Para as médias obtidas no comprimento das raízes se teve um incremento significativamente superior quando as sementes receberam este produto, colaborando com alguns dados de pesquisa, que demonstraram os efeitos deste produto no maior crescimento e acúmulo de biomassa das plântulas, avaliadas imediatamente após o recobrimento e após 45 dias de armazenamento (MATERA et al., 2018).

Uma possível explicação para os resultados observados na qualidade fisiológica destas sementes, quanto aos melhores resultados obtidos com a aplicação dos fungicidas, sobretudo com o produto químico, são os resultados verificados por meio do teste de patologia (*blotter test*), o qual demonstrou os efeitos significativos destes produtos na incidência dos principais patógenos observados nas sementes de soja utilizadas (Tabela 5).

Tabela 5. Resumo da análise de variância com os quadrados médios para incidência de patógenos nas sementes de soja da cultivar NA 5909 RR. Pelotas, 2022.

Fonte de Variação	GL	<i>Aspergillus</i> spp. ¹	<i>Cercospora</i> <i>kikuchii</i> ¹	<i>Fusarium</i> spp. ¹	<i>Penicillium</i> spp. ¹
Produto	2	9,39**	10,25**	22,97**	13,54**
Resíduo	21	0,42	0,12	0,11	0,04
Total	23	-	-	-	-
CV (%)	-	25,63	18,10	11,50	8,88

**Significativo a 1% de probabilidade (P<0.01); GL = grau de liberdade; CV = coeficiente de variação;

¹ Análise de variância com dados transformados em $\sqrt{x+1}$.

Dentre os patógenos observados, *Aspergillus* spp. é considerado um dos principais e perigosos patógenos de grãos de soja, devido à sua capacidade de produzir toxinas do tipo aflatoxina (AGROFIT, 2022). Para o setor sementeiro, é um patógeno que também demanda atenção, pois no último levantamento da qualidade de sementes comerciais de soja do Brasil, realizado na safra 2016/17, amostras coletadas no Rio Grande do Sul chegaram a atingir 16,5 % de incidência deste patógeno nas sementes analisadas, não sendo este o pior resultado encontrado no

país, porém, drasticamente acima da média das amostras nacionais, que ficou em torno de 0,64% (LORINI, 2018).

Nas avaliações realizadas, foi possível observar que para *Aspergillus* spp., quando as sementes não receberam quaisquer produtos para o tratamento, estas apresentaram em média 16,5% de ocorrência deste patógeno (Tabela 6), acima da média nacional observada na safra 2016/17, demandando maior atenção, pois a alta incidência deste fungo pode comprometer o potencial germinativo das sementes, além de afetar negativamente a emergência das plântulas em campo (GOULART, 2018).

Tabela 6. Incidência de patógenos em sementes de soja, em função dos produtos utilizados no tratamento das sementes. Pelotas, 2022.

Produtos	<i>Aspergillus</i> spp. (%)	<i>Cercospora kikuchi</i> (%)	<i>Fusarium</i> spp. (%)	<i>Penicillium</i> spp. (%)
Biológico	5,75 b *	0,00 b	1,25 b	0,25 b
Químico	0,25 c	0,00 b	1,25 b	0,00 b
Sem produto	16,50 a	13,50 a	30,75 a	17,00 a
C.V.(%)	25,63	18,10	11,50	8,88

* Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade do erro. As médias originais foram apresentadas, mas os dados foram comparados em função dos dados transformados (Transformação em $\sqrt{x+1}$).

Porém, esta alta incidência não foi mais observada quando foram utilizados fungicidas nas sementes, pois ambos produtos possibilitaram uma redução significativa do desenvolvimento de sinais deste patógeno nas sementes avaliadas, com maior evidência para o produto químico, que apresentou o melhor resultado, corroborando com Rocha et al (2014), que observaram ganhos na qualidade das sementes de soja que possuíam diferentes níveis de infecção com *Aspergillus* spp. quando receberam fungicida para tratamento das sementes, devido à redução do desenvolvimento dos patógenos nas sementes (FERREIRA et al., 2019).

De forma similar ao resultado obtido com o produto biológico, que mesmo apresentando uma incidência próxima a 5,7% de *Aspergillus* spp., foi significativamente inferior em comparação com as sementes que não receberam produto no tratamento, demonstrando o potencial do isolado de *Trichoderma harzianum* na redução da incidência de *Aspergillus* spp., assim como observado em um estudo na cultura no milho, no qual o uso de *Trichoderma harzianum* reduziu a

incidência de *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp. e *Penicillium* sp. da mesma forma que um fungicida químico (BEZERRA, 2021).

Dentre os quatro gêneros de fungos identificados nas sementes de soja, o patógeno *Cercospora kikuchii*, foi observado com menor frequência (13,5%), apesar de ser considerado um dos fungos mais frequente em sementes de soja (HENNING, 2005). Mesmo estando presente em baixa incidência, com a utilização dos fungicidas foi obtida uma redução significativa da presença deste fungo nas sementes, eliminando completamente os sinais deste patógeno durante os testes de patologia.

Há vários estudos tentando evidenciar a atuação e efeitos específicos da *C. kikuchii* sobre as sementes, havendo resultados indicando que a presença da mancha púrpura, característica típica causada pelo patógeno *C. kikuchii* não afeta a qualidade fisiológica das sementes (FELICETI et al., 2018), porém, já sendo observada alguma relação entre a incidência de *C. kikuchii* com a redução da qualidade fisiológica das sementes (BELLÉ et al., 2016). Um dos possíveis fatores que resulta na obtenção de resultados opostos, além de características genéticas, é quando a localização do patógeno nas sementes, pois como relatado por Dorneles et al., (2021), sementes de soja com mancha púrpura não apresentaram grandes reduções da qualidade fisiológica, entretanto, quando os sintomas da doença estavam associados ao hilo das sementes, houve uma maior porcentagem de plântulas anormais e uma redução da massa seca da parte aérea das plântulas.

Após a realização do teste de patologia, também foi possível observar que houve uma importante redução da incidência de *Fusarium* spp., obtendo o mesmo nível de controle com os dois fungicidas utilizados, que possibilitaram a redução da incidência para a 1,25%, corroborando com Dalzotto et al (2020), no qual foi observado a redução da incidência de *Fusarium oxysporum* e *Penicillium* spp., mesmo quando presentes em baixa intensidade nas sementes de feijão, através do uso de diferentes concentrações de *Trichoderma harzianum*, além de um produto químico a base de fipronil + piraclostrobina + tiofanato-metílico. Similar ao apresentado por Reis et al (2019), que relataram efeito positivo do controle de *Fusarium* spp. através de doses crescentes de *Trichoderma* spp. em sementes de feijão.

Esta redução do desenvolvimento de *Fusarium* spp. nas sementes de soja é considerável, tendo em vista os problemas que este fungo ocasiona, além de dificultar as avaliações de laboratório, como testes de germinação, espécies como *Fusarium semitectum* possuem a capacidade de levar a semente a morte, mesmo antes que ocorra a protrusão da radícula, além de afetar o vigor, em campo comprometer a produtividade da soja, pois a espécie *Fusarium solani* é causadora da podridão vermelha da raiz, doença esta encontrada em algumas regiões produtoras de sementes, que segundo Manteli (2019), o uso de fungicidas químicos e principalmente biológicos, possuem a capacidade de reduzir a incidência deste patógeno nas raízes de soja (ALMEIDA et al., 1997; MERTZ; HENNING; ZIMMER, 2009; GOULART, 2018).

O controle da incidência de *Penicillium* spp. através dos produtos testados também pode ser considerado satisfatório, pois tanto com o produto químico, como com o biológico, os resultados do teste de patologia ficaram próximos a zero, enquanto que as sementes sem produto apresentaram presença de *Penicillium* spp. próxima à 17%. Contrastando, em partes, com os resultados obtidos por Migliorini et al. (2012) com a cultura da canola, no qual a utilização de fungicidas químicos contribuíram para a redução da incidência de *Penicillium* spp. em mais de 20 pontos percentuais, eliminando completamente o desenvolvimento deste patógeno sobre as sementes em alguns casos, porém, quando as sementes receberam um isolado de *Trichoderma* spp. não foi observada redução da incidência deste patógeno em comparação com a testemunha (sem produto).

4.2 Ensaio II: Desempenho no campo

O resumo da análise de variância realizada para a emergência, distribuição longitudinal e população final das plantas, está apresentado na tabela 7. É possível observar que para a emergência das plântulas, avaliadas aos 14 dias após a semeadura (DAP), apresentou efeito significativo através da interação entre os produtos e velocidades empregadas, enquanto para a população final das plantas, ambas as fontes de variação também apresentaram efeito significativo, porém sem interação. Quando às avaliações da qualidade de distribuição das sementes, houve

efeito significativo das velocidades sobre às deposições duplas, normais e falhas, porém os produtos afetaram apenas às deposições duplas (Tabela 7).

Tabela 7. Resumo da análise de variância com os quadrados médios para emergência, classificação das deposições das sementes e população final de plantas de soja da cultivar NA 5909 RR. Pelotas, 2022.

Fonte de Variação	GL	Emergência (14 DAS)	Distribuição			População Final
			Duplas	Normais	Falhas	
Produto (P)	2	12,87**	86,57*	24,49 ^{ns}	20,83 ^{ns}	19,15*
Velocidade (V)	3	0,095**	74,02**	61,76**	37,35**	3,41**
P x V	6	0,67**	9,59 ^{ns}	67,07 ^{ns}	24,80 ^{ns}	0,32 ^{ns}
Bloco	3	0,09	74,01	61,76	37,34	3,78
Resíduo (a)	6	0,67	9,59	67,07	24,80	2,30
Resíduo (b)	27	0,38	13,38	39,85	21,32	0,29
Total	47	-	-	-	-	-
CV (%) (a)	-	8,07	16,76	17,78	14,04	14,79
CV (%) (b)	-	6,09	19,80	13,71	13,02	5,23

**Significativo a 1% de probabilidade ($P < 0.01$); *significativo a 5% de probabilidade ($P < 0.05$); ns – não significativo; GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação; DAS = dias após a semeadura.

A emergência das plântulas de soja, quando avaliadas 14 dias após a semeadura, apresentou diferenças evidentes quanto aos diferentes produtos (Tabela 8), sobretudo ao se comparar as médias da utilização dos produtos biológico ou químico com a testemunha que não recebeu produto no tratamento das sementes, ocasionando uma diminuição de aproximadamente 1,5 plantas por metro linear, superior a três plantas por metro quadrado.

Tabela 8. Médias da emergência (%) de plântulas de soja aos 14 dias após a semeadura em função da velocidade de deslocamento na semeadura e produtos utilizados no tratamento das sementes. Pelotas, 2022.

Velocidade (km h ⁻¹)	Biológico	Químico	Sem produto	Médias
3,5	89 A*	77 B	79 AB	82
5,0	77 AB	82 A	66 B	75
6,5	82 A	80 A	65 B	76
8,0	77 A	75 AB	64 B	72
Médias	81	79	69	-
CV (A) (%)	8,07	-	-	-
CV (B) (%)	6,09	-	-	-

*Médias seguidas por mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade do erro.

As maiores médias foram obtidas com a utilização dos produtos biológico e químico, destacando o produto biológico que apresentou médias elevadas em comparação com os demais produtos em todas as velocidades de semeadura, enquanto que o produto químico, apresentou uma média de emergência inferior ao biológico apenas quando foi empregada a menor velocidade de deslocamento na semeadura. Resultado similar ao obtido por Les et al. (2020), no qual a aplicação de isolados de *Trichoderma* spp. e *Bacillus* sp. contribuíram para um incremento significativo da emergência das plântulas de soja, em alguns casos não diferindo de produtos químicos, como Tiofanato metílico + fluazinam, principalmente se as sementes haviam sido inoculadas com *Rhizoctonia solani*, demonstrando a capacidade dos produtos testados no tratamento das sementes em reduzir os efeitos deletérios deste patógeno no estabelecimento da cultura

Em todas as velocidades utilizadas, as sementes que não receberam produto para tratamento, apresentaram os menores resultados de emergência ou médias que não distinguiram dos menores valores em cada uma das velocidades de deslocamento na semeadura. Já, com o tratamento químico das sementes se observou a menor variação das médias entre as velocidades de semeadura, tanto que neste caso não se observou efeito significativa para a análise de regressão (Figura 2).

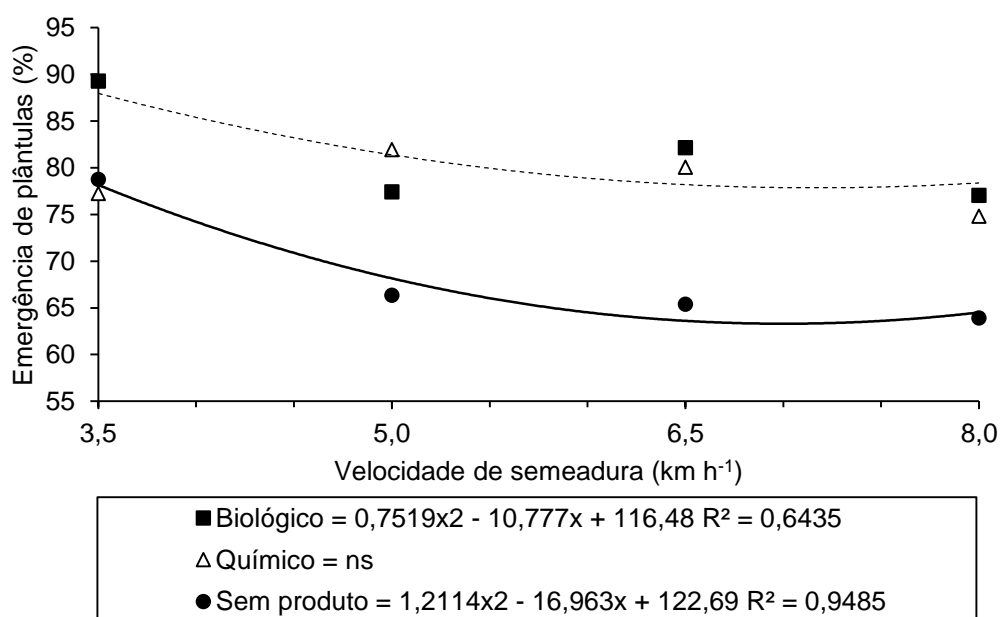


Figura 2. Médias da emergência (%) de plântulas de soja aos 14 DAS em função da velocidade de semeadura e produtos utilizados no tratamento das sementes. Pelotas, 2022.

Desta forma, considerando apenas as sementes que receberam o produto a base de *Trichoderma harzianum* e as sementes que não receberam nenhum produto, é observada uma notória redução da emergência das plântulas já nas velocidades intermediárias, como observado através das curvas de regressão, a menor velocidade possibilitou a emergência de um maior número de plântulas, colaborando com outros estudos, como exposto por Franco (2020), no qual demonstrou que, com as menores velocidades de semeadura, as plântulas emergiram de forma mais rápida.

Desta forma, a velocidade de semeadura pode afetar o índice de velocidade de emergência (LOPES et al., 2021), possivelmente devido às melhores condições em que estas sementes foram expostas, tendo em vista que a semeadura em velocidades mais elevadas, ocasiona uma redução da área de cobertura do solo com restos culturais (CASTELA JUNIOR et al., 2014), proporcionando uma maior variação da temperatura do solo, além de deixar o solo mais suscetível à erosão.

Outro aspecto que provavelmente está associado à redução da emergência em função da velocidade de semeadura, são os danos mecânicos ocasionados nas sementes durante esta operação, pois segundo estudo realizado por Paludo (2019), a semeadura a 8 km h^{-1} pode elevar em até 6 pontos percentuais as médias do teste de hipoclorido, em comparação com as sementes antes da semeadura, refletindo desta forma, no potencial germinativo destas sementes, que reduziu em 8 pontos percentuais nesta mesma condição, entre outros fatores, que tornam desfavorável a operação de semeadura nestas condições em altas velocidades de deslocamento.

Assim como para a emergência, a qualidade da distribuição longitudinal das sementes não apresentou interação entre os fatores, sendo afetada pelos produtos utilizados e pelas velocidades de semeadura isoladamente. Através da averiguação do espaçamento entre as bases das plantas de soja, como descrito no item 3.2, é possível observar que a utilização do produto químico ocasionou a maior ocorrência de deposição dupla (Tabela 8), ao mesmo tempo em que a não utilização de produtos no tratamento das sementes, se teve uma redução das deposições duplas observadas.

Tabela 8. Médias da frequência da qualidade da distribuição de soja em função da velocidade de semeadura e dos produtos utilizados no tratamento das sementes. Pelotas, 2022.

FV	Velocidades	Biológico	Químico	Sem produto	médias
Dupla	3,5	12,7 ^{ns}	13,7	10,9	12,4
	5,0	17,3	18,9	9,8	15,3
	6,5	20,7	24,2	20,3	21,7
	8,0	26,1	24,7	22,6	24,5
-	médias	19,2 AB*	20,4 A	15,9 B	-
-	CV (A) (%)	16,76	-	-	-
-	CV (B) (%)	19,80	-	-	-
Normal	3,5	54,7 ^{ns}	53,4	59,8	56
	5,0	45,0	47,1	53,3	48,5
	6,5	47,2	41,2	40,3	42,9
	8,0	37,0	37,8	36,0	36,9
-	médias	46,0 ^{ns}	44,9	47,3	-
-	CV (A) (%)	17,78	-	-	-
-	CV (B) (%)	13,71	-	-	-
Falha	3,5	32,6 ^{ns}	32,9	29,3	31,6
	5,0	37,8	34,0	36,9	36,2
	6,5	32,1	34,6	39,5	35,4
	8,0	36,9	37,5	41,4	36,6
-	médias	34,9 ^{ns}	34,8	36,8	-
-	CV (A) (%)	14,04	-	-	-
-	CV (B) (%)	13,02	-	-	-

*Médias seguidas por mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade do erro. FV = fonte de variação; ns = não significativo; CV = coeficiente de variação;

Este fato, pode estar relacionado com a diferença na qualidade sanitária e fisiológica das sementes, tendo em vista que a avaliação da distribuição foi realizada nas plântulas após a emergência, desta forma, a qualidade inferior das sementes sem produto poderia de certa forma, subestimar as deposições duplas quando apenas uma das sementes germinaria, estabelecendo apenas uma plântula onde eventualmente teria ocorrido a deposição de duas sementes. Contribui para esta hipótese, o fato da utilização de sementes sem tratamento não terem afetado os espaçamentos normais.

Ainda em relação a qualidade de distribuição das sementes, foram identificados efeitos expressivos em resposta às diferentes velocidades testadas, como pode ser observado na figura 3, a frequência de deposições duplas, normais e falhas, apresentaram uma variação linear, com tendência de redução das

deposições adequadas conforme se elevou a velocidade, ocasionada pelo acréscimo das deposições indesejadas (falhas e duplas) à medida em que a velocidade foi sendo elevada.

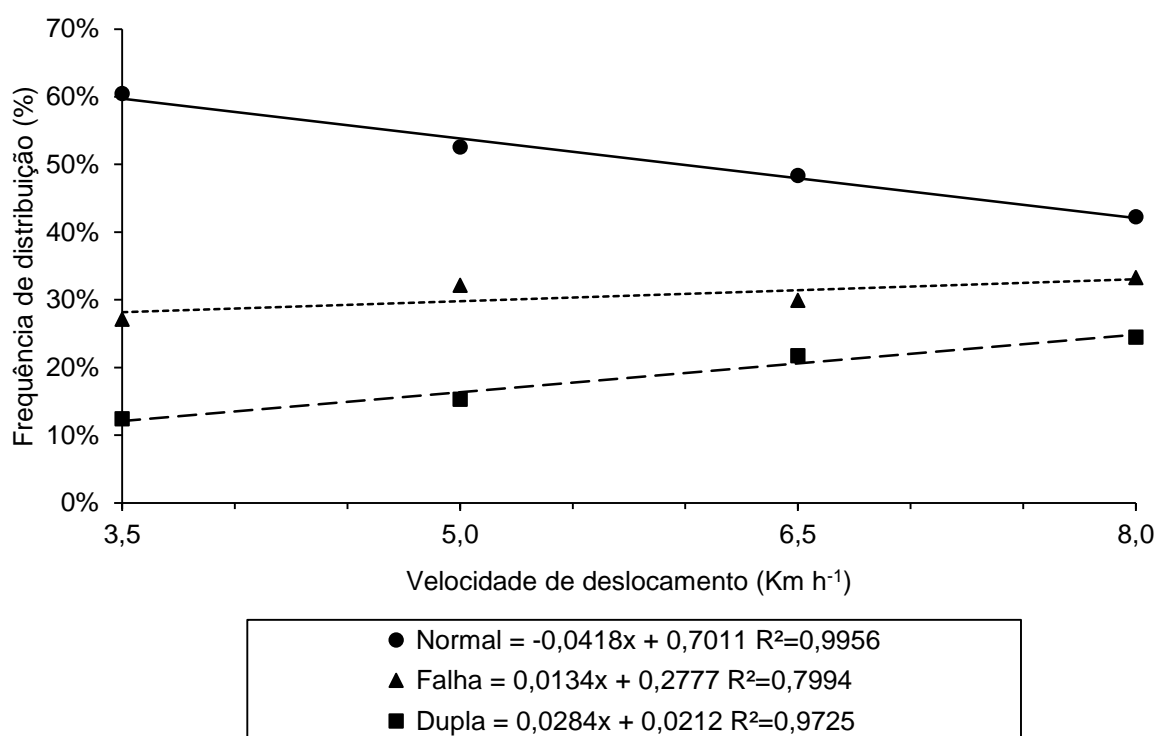


Figura 3. Frequência de espaçamentos normais, falhos e duplos na distribuição longitudinal de soja em função da velocidade de deslocamento na semeadura. Pelotas, 2022.

Quando o deslocamento ocorreu nas menores velocidades, ficou evidente a melhor homogeneidade na distribuição das sementes ao longo da linha de semeadura, pois mais de 50% dos espaçamentos foram considerados normais quando a velocidade adotada foi igual ou inferior a 5,0 km h⁻¹, contribuindo principalmente com a menor ocorrência de deposições duplas. Esta situação, o desempenho da semeadora pode ser considerado como regular, enquanto nas maiores velocidades o desempenho é classificado como insatisfatório segundo Tourino e Klingensteiner (1983), ao classificarem como desempenho ótimo quando 90 a 100% dos espaçamentos são normais, desempenho bom para 75 a 90%, regular de 50 a 75%, e quando menos de 50% dos espaçamentos forem classificados como normais o desempenho é considerado insatisfatório.

Constatou-se que a ocorrência de deposições duplas representou menos de 15% dos casos nas menores velocidade, reduzindo a competição intraespecífica das

plantas de soja ao longo do ciclo, considerando que na maior velocidade de semeadura, as deposições duplas atingiram cerca de 24%, comprometendo a quantidade de recursos do ambiente, tais como água, luz e nutrientes disponíveis para cada uma destas plantas (GASPAR; CONLEY, 2015).

As deposições falhas apresentaram uma linha de crescimento similar às duplas, porém partindo de valores mais elevados já nas menores velocidades, em torno de 28%, chegando próximo de 35% na semeadura realizada a $8,0 \text{ km h}^{-1}$, possivelmente pelo maior ricocheteio das sementes no tubo condutor, com potencial de causar danos mecânicos significativos nas sementes e pelo menor enchimento dos discos dosadores que ocorre em velocidades mais elevadas (SANTOS et al., 2003; SANTOS et al., 2008; PARIZOTTO, 2021).

Estas falhas na distribuição das sementes, elevando substancialmente os espaços subutilizados na área de cultivo, facilita o desenvolvimento de plantas daninhas, devido à ausência do controle cultural realizado através sombreamento pelas plantas de soja, resultando em competições interespecíficas (VAZQUEZ; CARVALHO; BORBA, 2008).

Salienta-se, que diversos autores observaram a mesma tendência do efeito da velocidade na qualidade das deposições obtidas neste trabalho, porém com valores diferentes, possivelmente devido à diversidade de condições em que estes estudos foram realizados, sendo afetados principalmente pela semeadora e ambiente em que os testes foram realizados (BRANDELERO et al., 2015; REYNALDO et al., 2016; CORREIA et al., 2020).

Os dados obtidos para a população final de plantas, similar às avaliações anteriores, foi afetado pelas duas fontes de variação estudadas, tanto os produtos utilizados no tratamento das sementes, como as velocidades empregadas na semeadura da soja, afetaram de forma isolada a população final de plantas.

Com relação aos produtos, é possível observar o efeito evidente que estes proporcionaram, pois, a utilização dos fungicidas, tanto o químico, quanto o biológico, contribuíram significativamente para a obtenção de uma maior população final de plantas (Tabela 9). Assim como observado na avaliação da emergência, as menores médias da população final foram obtidas ao não utilizar fungicidas no tratamento das sementes.

Tabela 9. Médias da população final de plantas soja (plantas m⁻¹) em função dos produtos utilizados no tratamento das sementes. Pelotas, 2022.

Velocidades	Biológico	Químico	Sem produto	médias
3,5	11,5 ^{ns}	11,4	9,8	10,9
5,0	10,6	11,1	9,0	10,2
6,5	11,2	10,5	8,8	10,2
8,0	10,2	10,5	8,3	9,6
médias	10,9 A	10,9 A	9,0 B	-
CV (A) (%)	14,79	-	-	-
CV (B) (%)	5,23	-	-	-

*Médias seguidas por mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade do erro. ns = não significativo; CV = coeficiente de variação

Estes resultados obtidos contribuem com a hipótese de que a ação de patógenos existentes no solo, ou até mesmo introduzidos por meio das sementes utilizadas nas áreas de cultivo, possuem potencial de comprometer o estabelecimento da cultura, sendo possível contornar estes efeitos deletérios através da utilização do tratamento das sementes com fungicidas, sejam eles considerados como produtos químicos ou biológicos, contribuindo para a obtenção de maiores populações finais de plantas (CONCEIÇÃO et al., 2014; BARRETO, 2019; DALACOSTA, 2019)

A população final das plantas de soja deste experimento também foi afetada pelas velocidades de semeadura, como não houve interação significativa com os produtos de tratamento das sementes, na figura 4 pode ser observada a redução linear média da população final de plantas conforme se elevou a velocidade.

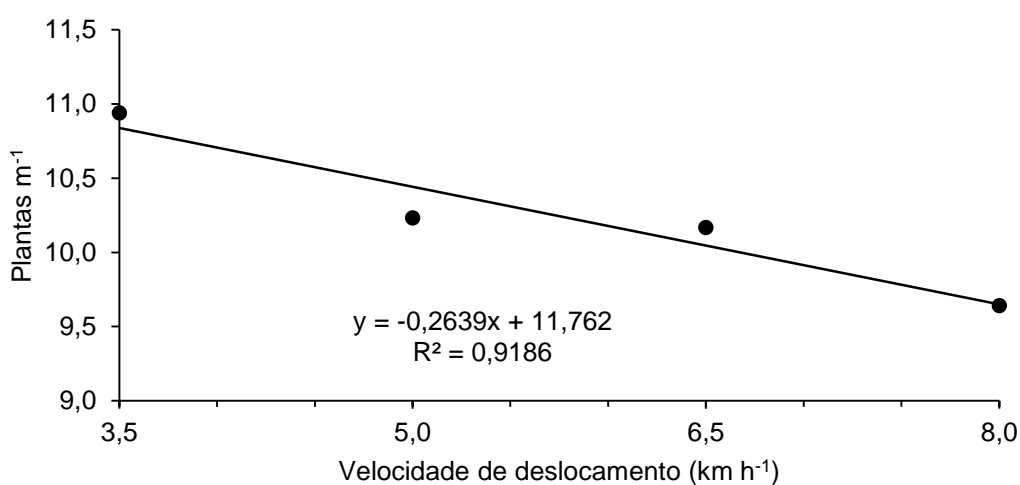


Figura 4. População final de plantas de soja em função da velocidade de deslocamento na semeadura. Pelotas, 2022.

Na operação de semeadura realizada na menor velocidade ($3,5 \text{ km h}^{-1}$), a população final de plantas ficou muito próximo a 11 plantas por metro linear, mantendo o número de plantas observadas na avaliação da emergência aos 14 DAS. Enquanto que a maior velocidade ($8,0 \text{ km h}^{-1}$), apresentou cerca de 9,6 plantas de soja por metro linear, constituindo desta forma, em uma importante redução da população final das plantas, muito similar ao observado por Santos et al. (2017), em que a elevação da velocidade de semeadura, de 4 para 10 km h^{-1} , em diferentes tipos de solo (arenoso e argiloso), reduziu a população de plantas em aproximadamente 2 plantas por metro linear, de forma mais drástica em solo arenoso, pois este apresentou maior número de plantas em velocidades inferiores, porém na velocidade mais elevada os resultados foram similares entre os dois tipos de solo.

Esses resultados demonstram que velocidades muito elevadas comprometem a qualidade da semeadura, ocasionando perdas indesejáveis, uma vez que a aquisição das sementes representa um elevado investimento no sistema produtivo, enfatizando que a redução da população final de plantas ocasionada, pode resultar em prejuízos a produção (BRANDELERO et al., 2015).

Após a realização da análise de variância, os resultados indicaram que houve efeito significativo dos diferentes produtos testados no número de galhos, que também foi afetado pela velocidade de semeadura, havendo interação significativa para esta variável, além disto, o número de nós produtivos desenvolvidos em cada planta também foi afetado significativamente pelas velocidades de semeadura (Tabela 10).

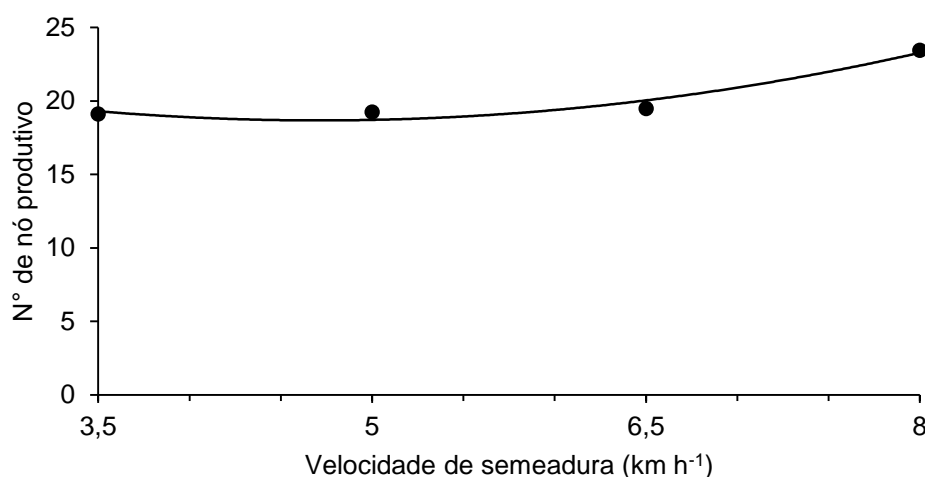
Variáveis como a altura das plantas e altura da primeira vagem, não apresentaram diferença significativa para as fontes de variação utilizadas (produtos e velocidades), similar ao observado por Gimenez (2020), que mesmo alterando a velocidade de semeadura entre $5,4$ e $9,0 \text{ km h}^{-1}$, além de testar diferentes sulcadores para fertilizantes, não observou diferença significativa na altura das plantas, da mesma forma em que Faria (2021) ao testar velocidades de $3,0$ a $6,0 \text{ km h}^{-1}$ não observou diferença na altura de planta e da inserção da primeira vagem.

Tabela 10. Resumo da análise de variância com os quadrados médios para caracteres morfológicos e componentes de rendimento de plantas de soja da cultivar NA 5909 RR. Pelotas, 2022.

Fonte de Variação	GL	AP (cm)	APV (cm)	NNP	NNI	NNH	NGP	NNG
Produto (P)	2	71,39 ^{ns}	8,75 ^{ns}	41,41 ^{ns}	3,46 ^{ns}	0,13 ^{ns}	1,77 ^{**}	22,37 ^{ns}
Velocidade (V)	3	44,76 ^{ns}	12,76 ^{ns}	52,46 ^{**}	5,81 ^{ns}	1,54 ^{ns}	2,56 ^{**}	60,81 ^{ns}
(P x V)	6	24,47 ^{ns}	17,82 ^{ns}	14,02 ^{ns}	1,54 ^{ns}	1,02 ^{ns}	0,47 ^{**}	11,13 ^{ns}
Bloco	3	31,96	6,49	5,85	3,36	0,65	0,38	31,79
Resíduo (a)	6	117,82	10,47	17,11	1,77	1,93	0,10	54,81
Resíduo (b)	27	28,58	2,30	9,45	2,4	1,25	0,09	22,61
Total	47	-	-	-	-	-	-	-
Média		113,99	26,91	20,33	12,44	17,44	4,13	14,96
CV (%) (a)	-	9,52	12,02	20,35	10,69	7,98	7,52	49,48
CV (%) (b)	-	4,69	5,63	15,12	12,45	6,4	7,3	31,78

**Significativo a 1% de probabilidade ($P < 0.01$); ns – não significativo; GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação; AP = altura da planta; APV = altura da primeira vagem; NNP = número de nós produtivos; NNI = número de nós improdutivo; NNH = número de nós na haste principal; NGP = número de galhos por planta; NNG = número de nós nos galhos.

Outra característica das plantas analisadas neste estudo, foi o número de nós produtivos desenvolvidos pelas plantas, os quais foram afetados pelas velocidades de semeadura (Figura 5), considerando que nas menores velocidades, cada planta desenvolveu em média cerca de 19 nós responsáveis pela produção de pelo menos uma vagem, enquanto à semeadura da soja na velocidade mais elevada, de $8,0 \text{ km h}^{-1}$, as plantas produziram, em média, mais de 23 nós produtivos.



$$\bullet \text{ N}^\circ \text{ de nós produtivo} = 0,4253x^2 - 4,007x + 28,113 \text{ R}^2 = 0,9497$$

Figura 5. Número de nós produtivos nas plantas de soja em função da velocidade de deslocamento na semeadura. Pelotas, 2022.

Estes resultados obtidos corroboram com os resultados apresentados por Fantin et al. (2016), ao observarem um incremento linear do número de entre nós reprodutivos da soja conforme foi elevada a velocidade de semeadura de 4 para 12 km h⁻¹, além disto, constataram uma correlação com a população de plantas, entre outros componentes de produção de sementes de soja.

Estes resultados merecem atenção, levando em consideração que características morfofisiológicas, como é o caso do número de nós produtivos, tem relação com o potencial produtivo, através dos locais com potencial de surgimento de gemas reprodutivas, semelhante com à importância do número de galhos, comumente relacionado com uma maior superfície fotossintetizante (MAUAD et al. 2010).

No presente estudo o engalhamento das plantas foi afetado pela interação das velocidades de deslocamento na semeadura com os produtos aplicados no tratamento das sementes, apresentando o desdobramento das médias dos produtos para cada velocidade de semeadura na tabela 11.

Tabela 11. Número de galhos produtivos nas plantas de soja em função da velocidade de deslocamento na semeadura e produtos utilizados no tratamento das sementes de soja. Pelotas, 2022.

Velocidade (km h ⁻¹)	Biológico	Químico	Sem produto	Média
3,5	3,85 A*	3,73 A	3,80 A	3,79
5,0	3,63 B	3,73 B	4,35 A	3,90
6,5	3,70 B	4,10 AB	4,27 A	4,03
8,0	4,58 B	4,21 B	5,64 A	4,81
Média	3,94 B	3,94 B	4,51 A	-
CV (A) (%)	7,52	-	-	-
CV (B) (%)	7,30	-	-	-

*Médias seguidas por mesma letra maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade do erro.

É possível visualizar que o número de galhos por planta não diferiu entre os produtos na operação de semeadura realizada na menor velocidade testada, tendo em vista que nesta velocidade, se teve alta predominância de espaçamentos normais entre as plantas, ou seja, esta distribuição mais homogênea reduziu os espaçamentos falhos e duplos, que contribuiriam para o aumento ou redução do número de galhos, respectivamente.

Esta colocação é estimulada pelo fato de que as deposições duplas foram afetadas pelos diferentes produtos, de modo que o tratamento químico elevou a ocorrência destes espaçamentos, e segundo Fiss et al. (2018), plantas em espaçamento considerado duplo produzem menos ramificações do que plantas em espaçamentos considerados normais, colaborando com os resultados obtidos neste trabalho, em que a ausência de produto no tratamento das sementes ocasionou a menor frequência de espaçamentos duplos e conseqüentemente, a maior média de ramificações das plantas.

Com o aumento da velocidade de deslocamento na semeadura, torna-se possível a observação dos efeitos distintos entre os produtos de forma mais evidente, novamente destacando que a ausência de produto no tratamento das sementes, aliado a semeadura na velocidade mais elevadas, contribuiu para o maior número de galhos nas plantas, recordando ainda, que nesta situação se obteve uma das menores médias para a emergência das plantas na avaliação aos 14 DAS.

Esta situação, pode ser observada também através da figura 6, com incremento do número de galhos por planta de acordo com a velocidade de deslocamento para as plantas que haviam recebido algum dos fungicidas no tratamento das sementes.

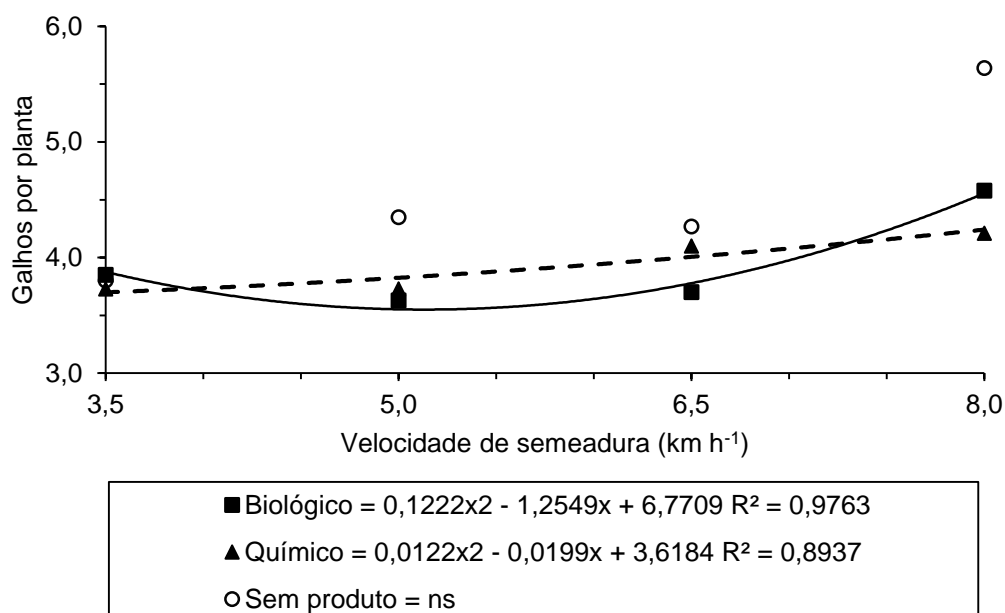


Figura 6. Número de galhos nas plantas de soja em função da velocidade de deslocamento na semeadura e produtos utilizados no tratamento das sementes de soja. Pelotas, 2022.

Considerando como fatores preponderantes para estes resultados obtidos, a população de plantas e a homogeneidade da sua distribuição, pois, como já observado em outros trabalhos, a redução da população de plantas de soja apresenta uma tendência de aumento do número de galhos emitidos pelas plantas, reduzindo a competição intraespecífica por recursos ambientais, como a luz, desta forma, se eleva a disponibilidade de fotoassimilados para o crescimento das plantas, favorecendo a formação de galhos e estruturas reprodutivas (MAUAD et al. 2010).

Além da população de plantas, a forma em como estas estão distribuídas no ambiente também é capaz de influenciar o desenvolvimento de galhos, sendo possível identificar este efeito no presente estudo, ao considerar que a elevação da velocidade de semeadura ocasionou na maior frequência de espaçamentos falhos, desta forma, facilitando o maior desenvolvimento de ramificações nas plantas de soja, similar ao obtido por Pinto (2010), que observou menos ramificações nas plantas consideradas duplas, seguidas por plantas espaçadas normalmente, além do maior número de galhos por planta conforme elevou o espaçamento considerado falho até um determinado limite, devido a característica de tendência de compensação que plantas de soja costumam apresentar.

Através da realização da análise de variância para componentes de rendimento, como o número de vagens e sementes por planta, produção de sementes por planta e produtividade apresentaram resposta significativa a variação da velocidade de deslocamento na semeadura, porém não sofreram efeito significativo dos produtos aplicados no tratamento das sementes (Tabela 12).

Tabela 12. Resumo da análise de variância com os quadrados médios para componentes de rendimento e produtividade de soja da cultivar NA 5909 RR. Pelotas, 2022.

Fonte de Variação	GL	Vagens com 0; 1; 2; 3 e 4 sementes				
		VC 0	VC 1	VC 2	VC 3	VC 4
Produto (P)	2	0,02 ^{Ns}	1,64 ^{Ns}	24,07 ^{Ns}	72,80 ^{Ns}	0,03 ^{Ns}
Velocidade (V)	3	0,14 ^{Ns}	5,77 ^{Ns}	52,82 ^{**}	52,56 [*]	0,005 ^{Ns}
P x V	6	0,08 ^{Ns}	3,02 ^{Ns}	13,78 ^{Ns}	11,82 ^{Ns}	0,01 ^{Ns}
Bloco	3	0,45	0,23	18,80	19,99	0,01
Resíduo (a)	6	0,24	4,83	9,45	79,46	0,02
Resíduo (b)	27	0,17	2,27	5,90	13,70	0,02
Total	47	-	-	-	-	-
Média	-	1,07	6,95	20,14	21,92	0,11
CV (%) (a)	-	45,55	31,61	15,26	40,66	123,06
CV (%) (b)	-	39,13	21,69	12,06	16,88	92,52

Fonte de Variação	GL	NVP	NSP	NSV	PSP (g)	Produtividade (Kg ha ⁻¹)
Produto (P)	2	156,71 ^{ns}	592,87 ^{Ns}	0,02 ^{Ns}	28,83 ^{Ns}	371586,6 ^{Ns}
Velocidade (V)	3	280,64 ^{**}	1945,71 ^{**}	0,001 ^{Ns}	47,97 ^{**}	533147,6 ^{**}
P x V	6	65,81 ^{ns}	659,91 ^{Ns}	0,004 ^{Ns}	11,40 ^{Ns}	84928,8 ^{Ns}
Bloco	3	92,92	537,71	0,002	11,99	381264,9
Resíduo (a)	6	227,86	657,73	0,002	51,46	569675,5
Resíduo (b)	27	47,82	277,48	0,002	8,55	96819,3
Total	47	-	-	-	-	-
Média	-	50,19	111,50	2,30	19,10	3993,60
CV (%) (a)	-	30,08	23,0	2,12	37,62	18,9
CV (%) (b)	-	13,78	14,94	1,93	15,34	7,79

**Significativo a 1% de probabilidade (P<0.01); ns = não significativo; GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação; VC0 = vagens com 0 sementes; VC1 = vagens com 1 semente; VC2 = vagens com 2 sementes; VC3 = vagens com 3 sementes; VC4 = vagens com 4 sementes; NVP = número de vagens por planta; NSP = número de sementes por planta; NSV = número de sementes por vagem; PSP = peso de sementes por planta.

Dentre as características afetadas pela variação da velocidade de deslocamento na semeadura, está a percentagem de vagens com duas ou três sementes, as quais apresentaram resposta quadrática para a análise de regressão (Figura 7). Foi possível observar uma resposta muito similar entre o incremento de vagens com duas e três sementes conforme se elevou a velocidade, com a presença de vagens de três sementes sempre acima do número de vagens com duas sementes.

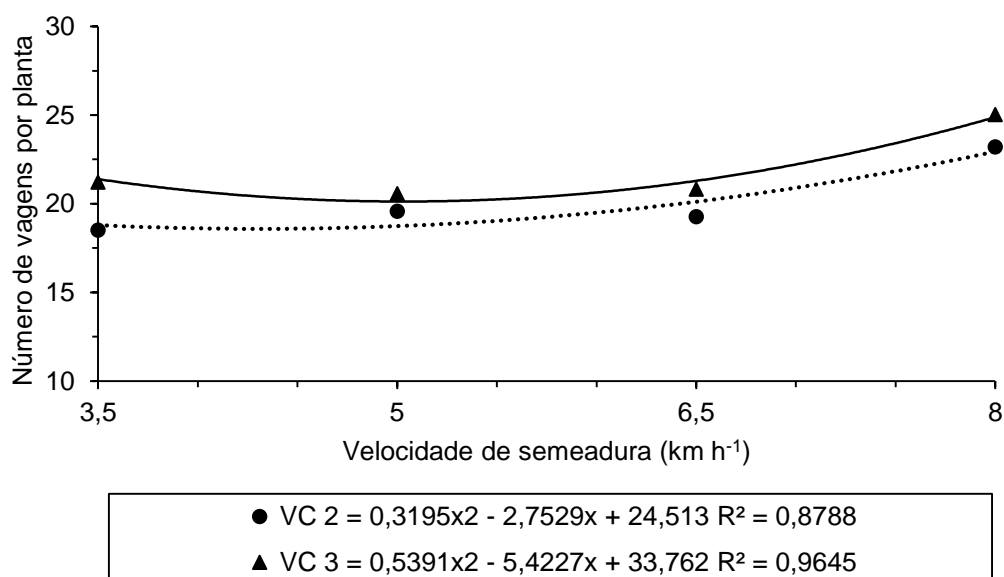


Figura 7. Número de vagens com duas sementes (VC 2) e número de vagens com três sementes (VC 3) em função da velocidade de deslocamento na semeadura de soja. Pelotas, 2022.

Mesmo apresentado comportamentos similares, percebe-se que as vagens de duas sementes responderam com uma maior variação de acordo com as velocidades testadas, com um incremento próximo a 25% quando se passou de 3,5 para 8,0 km h⁻¹, porém, mesmo com um incremento mais discreto, o número de vagens com três sementes atingiu maiores médias, chegando a 25 vagens produzidas na sementeira realizada na velocidade mais elevada.

Estes resultados colaboram em parte com Faria (2021), que em condições de sementes agrupadas, a maior velocidade proporcionou a maior média para o número de vagens com duas sementes, além disto, o autor afirma que vagens com duas ou três sementes reduzem de forma proporcional ao aumento da população de plantas, possivelmente pela maior competição intraespecífica, condição esta, ocasionada neste estudo, pois o aumento da velocidade reduziu a população final das plantas.

Os resultados obtidos para o número de vagens emitidas por plantas, indicam um crescimento quadrático conforme a elevação da velocidade de sementeira, como pode ser observado na figura 8, nos casos em que a sementeira foi realizada nas menores velocidades, as plantas produziram cerca de 47 vagens em média, enquanto que na maior velocidade se teve um incremento de 10 vagens por planta, representando um ganho de até 20%.

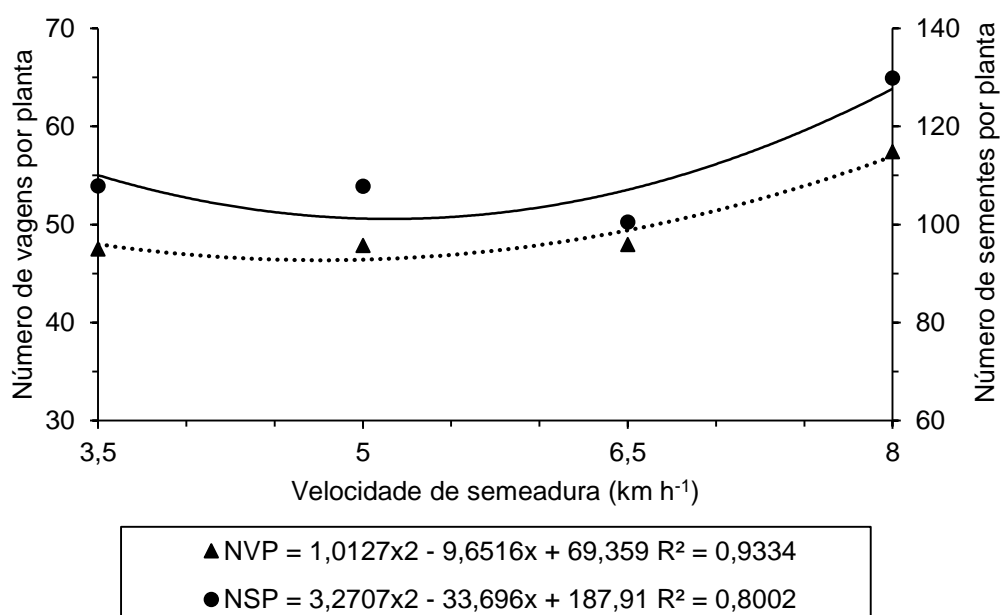


Figura 8. Número de vagens e de sementes em plantas de soja função da velocidade de deslocamento na sementeira de soja. Pelotas, 2022.

Estes resultados encontrados corroboram com os obtidos por Fantin et al., (2016), no qual foram observados que o aumento da velocidade de semeadura ocasionou um maior espaçamento entre as plantas refletindo na maior produção de vagens, devido a plasticidade fenotípica apresentada pela soja. Porém, estes resultados diferem em parte com o obtido em outro estudo, que ao analisar o efeito da velocidade de semeadura e manejo da soja, não observaram variação do número de vagens por planta de soja quando a velocidade alterou entre 4,6 e 7,8 km h⁻¹, porém, neste estudo também não foi constatada variação na população de plantas (FAGUNDES NETO; MARIANO, 2019), destacando a compensação que plantas de soja podem apresentar de acordo com variações no ambiente.

Como não houve efeito significativo das velocidades e produtos testados sobre o número de sementes por vagens, dentre os componentes de rendimento, o número de vagens por planta foi determinante para o incremento do número de sementes produzidas por cada planta. Embora esta variação tenha sido inferior a 30 sementes por planta, representa um ganho significativo, obtido através da elevação da velocidade de semeadura (Figura 8).

Em estudos realizados com soja e feijão, foram observadas altas correlações entre o número de sementes por planta com outros componentes de rendimento, como o número de ramos, número de vagens, sejam elas na haste principal ou principalmente nos ramos, destacando ainda como estes refletem nos resultados de produtividade (BISOGNIN et al., 2019; STRUKER et al., 2019).

Com relação ao rendimento de sementes por planta, houve efeito significativo da velocidade de deslocamento na semeadura, ocasionando um incremento na produção individual média das plantas de soja nas velocidades mais elevadas (Figura 9). Refletindo os resultados do número de sementes por planta, quando a velocidade de semeadura foi elevada de 7,0 para 8,0 km h⁻¹ se teve o maior ganho no peso das sementes superior a 2,0 g por planta.

Este ganho em produção de sementes por planta se deve, em grande parte, pela alteração da distribuição das plantas obtidas pela alteração da velocidade de semeadura. Além da população de plantas, a realização da semeadura em velocidades excessivas contribuiu para menor homogeneidade da distribuição das sementes, resultando em plantas mais espaçadas, devido a maior frequência dos espaçamentos considerados falhos.

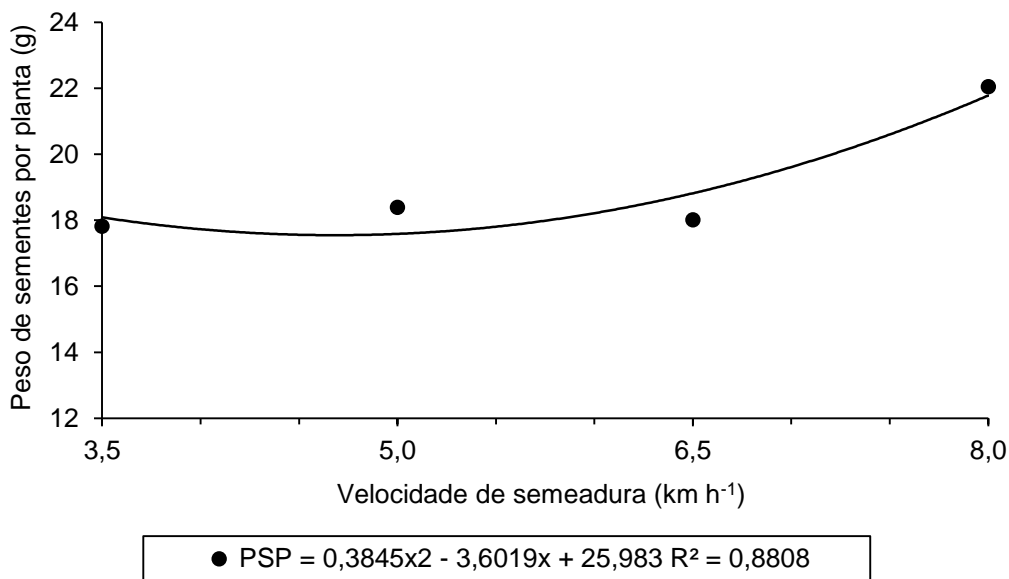


Figura 9. Rendimento de sementes por planta de soja (g planta⁻¹) em soja função da velocidade de deslocamento na semeadura. Pelotas, 2022.

Como observado por Pinto (2010), ao estudar a plasticidade da soja frente a espaçamentos falhos e duplos, quando o espaçamento foi acima do desejado, as plantas apresentaram um incremento linear na produção de sementes por plantas, porém, não compensando a perda de produtividade devido às deposições falhas ou redução do estande de plantas da lavoura, da mesma forma em que foi observado neste trabalho (Figura 10).

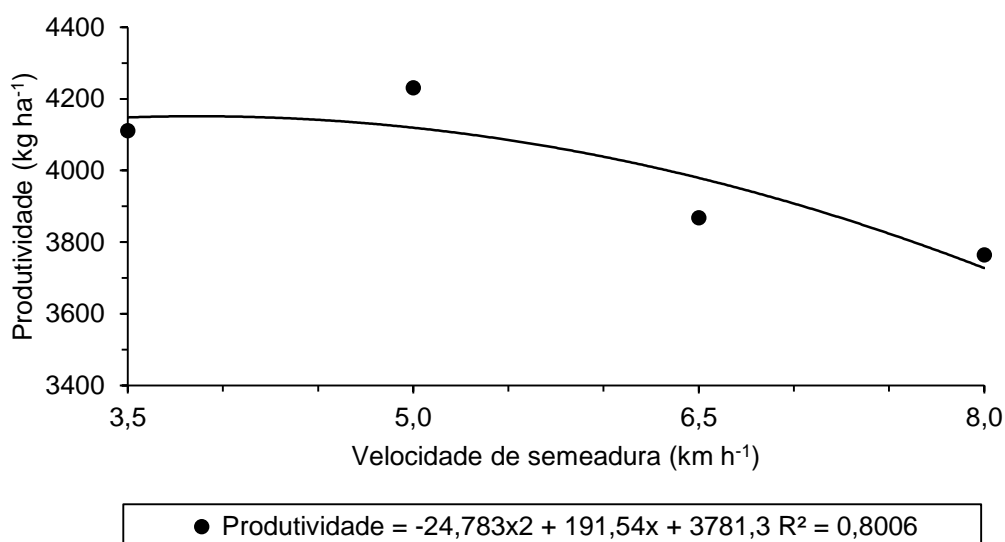


Figura 10. Produtividade de soja em função da velocidade de deslocamento na semeadura de soja. Pelotas, 2022.

Considerando que a produtividade da soja reflete a formação dos componentes de rendimento ao longo do ciclo produtivo da cultura, neste estudo o rendimento da soja respondeu significativamente a variação da velocidade de deslocamento na semeadura, da mesma forma que alguns componentes de rendimento. Similar a estudos sobre o vigor das sementes, indicando que sementes de alto vigor resultam em uma população de plantas mais elevada, contribuindo para maiores produtividades em lavouras de soja, mesmo que a produção por planta seja inferior nestes casos (STRUKER et al., 2019).

Os resultados obtidos neste estudo, corroboram com em parte com os resultados apresentados por Matos et al. (2021), no qual a maior produtividade de soja foi obtida através da semeadura a $6,0 \text{ km h}^{-1}$, sendo significativamente superior a velocidade de $4,0$ e $8,0 \text{ km h}^{-1}$, demonstrando que em alguns casos, é possível realizar a semeadura da soja em velocidades intermediárias, sem prejuízos para a produtividade da cultura.

Porém, quando o deslocamento da semeadora ocorre em velocidades excessivamente elevadas, ocasiona diversos problemas no estabelecimento e desenvolvimento da soja, refletindo na redução do potencial produtivo de lavouras em geral, como observado em outras espécies, como o feijão, milho e girassol (BISOGNIN et al., 2019; MELLO, 2011; TÓTH; CZAKÓ 2021).

4.3 Ensaio III: Qualidade da semente produzida

Conforme a análise de variância realizada para o peso de mil sementes (PMS) e de uniformidade das sementes produzidas, pelo teste de retenção em peneiras, em intervalos de $0,5 \text{ mm}$, foi constatado que os produtos para tratamento das sementes e as diferentes velocidades de semeadura não afetaram significativamente o PMS, incidência de danos mecânicos nas sementes e grande parte das retenções em cada peneira, com exceção da peneira de $7,0 \text{ mm}$, que apresentou efeito significativo para os produtos aplicados no tratamento das sementes (Tabela 13).

Tabela 13. Resumo da análise de variância com os quadrados médios para PMS e percentual de retenção em peneiras das sementes de soja da cultivar NA 5909 RR. Pelotas, 2022.

Fonte de Variação	GL	PMS	Dano mecânico	Peneiras				
				5,0 mm	5,5 mm	6,0 mm	6,5 mm	7,0 mm
Produto (P)	2	40,23 ^{ns}	0,001 ^{ns}	0,003 ^{ns}	0,444 ^{ns}	15,25 ^{ns}	18,321 ^{ns}	65,26*
Velocidade (V)	3	17,04 ^{ns}	0,042 ^{ns}	0,014 ^{ns}	0,102 ^{ns}	21,86 ^{ns}	0,220 ^{ns}	22,58 ^{ns}
P x V	6	16,82 ^{ns}	0,025 ^{ns}	0,016 ^{ns}	0,772 ^{ns}	7,76 ^{ns}	2,028 ^{ns}	15,35 ^{ns}
Bloco	3	43,21	0,167	0,175	3,227	20,69	0,307	34,65
Resíduo (a)	6	17,60	0,093	0,009	0,641	8,57	7,786	8,79
Resíduo (b)	27	25,78	0,039	0,021	0,704	7,75	5,608	17,87
Total	47	-	-	-	-	-	-	-
Média	-	173	1,33	3,0	21,2	52,3	22,3	1,2
CV (%) (a)	-	2,42	20,2	27,85	27,71	13,88	5,35	8,91
CV (%) (b)	-	2,93	13,07	41,71	29,05	13,2	4,54	4,96

*Significativo a 5% de probabilidade ($P < 0.05$); GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação; ns = não significativo; PMS = peso de mil sementes.

A retenção em peneiras de diâmetro 7,0 mm variou conforme os produtos aplicados no tratamento das sementes, de forma que as sementes que receberam tratamento com *Trichoderma harzianum*, o percentual de sementes produzidas que ficaram retidas nesta peneira foi significativamente superior à produção sem a utilização de produtos no tratamento das sementes. Além disto, como é possível observar na tabela 14, a utilização do produto químico apresentou resultado intermediário.

Tabela 14. Médias da retenção de sementes (%) de soja na peneira de 7,0mm em função dos produtos utilizados no tratamento das sementes. Pelotas, 2022.

Velocidades	Biológico	Químico	Sem produto	Médias
3,5	24,9 ^{ns}	21,0	22,4	22,8 ^{ns}
5,0	23,2	25,1	20,1	22,8
6,5	21,7	20,6	18,3	20,2
8,0	27,5	21,4	20,5	23,1
Médias	24,3 A	22,0 AB	20,3 B	-
CV (a) (%)	13,34	-	-	-
CV (a) (%)	19,03	-	-	-

*Médias seguidas por mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade do erro. ns = não significativo; CV = coeficiente de variação

Estudos realizados por Barreto (2019) indicaram que a utilização de diferentes isolados de *Trichoderma* spp. podem auxiliar a produção de massa seca na parte aérea da planta de soja, típico de microrganismos considerados promotores de

crescimento, possivelmente contribuindo na produção de sementes maiores pela maior translocação de assimilados para as sementes.

Porém, em média apenas 22% das sementes produzidas encontravam-se nesta categoria de diâmetro (7,0 mm), como pode ser observado na figura 11, grande parte das sementes ficou retida na peneira de 6,5 mm, com mais de 50% das sementes, enquanto que as peneiras de 6,0 e 7,0 mm retiveram em torno 22% das sementes analisadas, sendo estas três categorias de diâmetros responsáveis por 96% das sementes produzidas, colaborando para obtenção do PMS médio de 173 g.

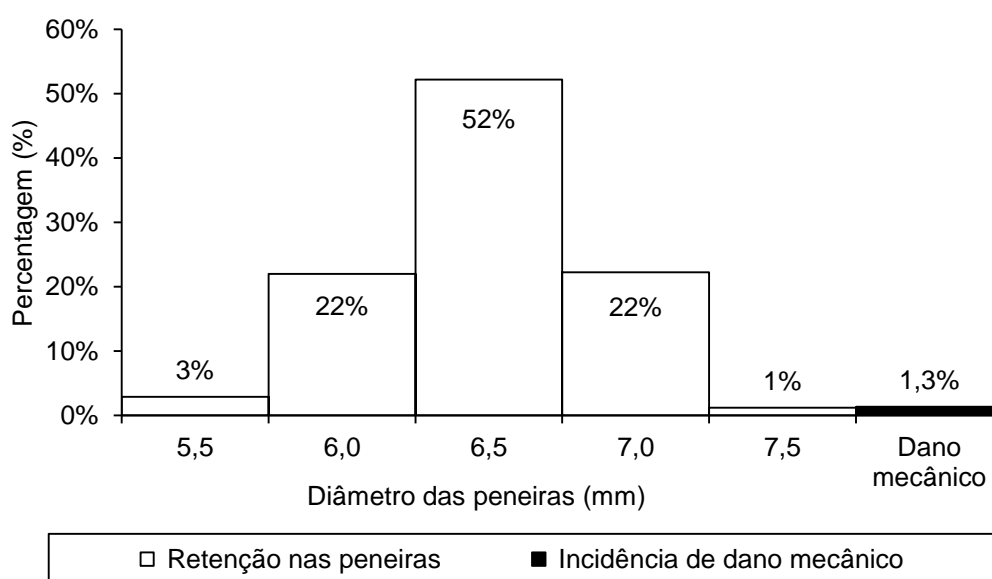


Figura 11. Médias dos resultados do teste de retenção em peneiras e dano mecânico nas sementes de soja produzidas. Pelotas, 2022.

Estes resultados corroboram com obtidos por Ceolin (2015), cujo estudo com diferentes velocidades de semeadura e sistemas de distribuição das sementes não afetou a retenção em peneiras. Além disto, a distribuição das sementes em cada peneira ocorreu de forma similar, porém, ao classificar grande parte das sementes em uma única categoria, neste caso 61% das sementes com diâmetro de 6,0 mm e cerca de 18% nas peneiras de 5,5 e 6,5 mm, contribuindo para um PMS médio de 135 g, inferior ao obtido no presente estudo, devido à maior retenção de sementes com menores larguras.

A incidência de dano mecânico nas sementes, identificado através do teste de hipoclorito não foi afetado significativamente pelos produtos e velocidade de semeadura, atendendo as expectativas iniciais, tendo em vista que este parâmetro

está mais relacionado às condições de manejo na colheita e beneficiamento das sementes, de forma que, através da adoção de manejo adequado, as sementes produzidas neste trabalho apresentaram dano mecânico em torno de 1,3%, dentro dos padrões aceitos comercialmente, e muito inferior à média estadual da safra 2016/17, que foi próximo a 12% (LORINI, 2018).

Após a realização da análise de variância para os atributos da qualidade fisiológica das sementes, tais como a primeira contagem de germinação, germinação, envelhecimento acelerado e emergência em campo, mesmo avaliando sementes após a classificação por largura, conforme seu diâmetro constatou-se que estes atributos não foram afetados pelos manejos adotados na produção das sementes, seja a velocidade de semeadura ou pelos produtos aplicados (Tabela 15).

Tabela 15. Resumo da análise de variância com os quadrados médios para componentes da qualidade fisiológica das sementes de soja da cultivar NA 5909 RR. Pelotas, 2022.

Fonte de Variação	Peneira 5,5 mm (P1)						
	GL	Germinação	PCG	Plântulas anormais	Sementes mortas	EA	Emergência a campo
Produto (P)	2	8,13 ^{ns}	12,02 ^{ns}	2,06 ^{ns}	0,002 ^{ns}	4,27 ^{ns}	2,266 ^{ns}
Velocidade (V)	3	4,89 ^{ns}	18,45 ^{ns}	1,97 ^{ns}	0,050 ^{ns}	10,83 ^{ns}	0,745 ^{ns}
P x V	6	12,58 ^{ns}	25,67 ^{ns}	3,84 ^{ns}	0,019 ^{ns}	1,94 ^{ns}	3,793 ^{ns}
Bloco	3	222,91	83,64	54,54	0,023	113,57	6,584
Resíduo (a)	6	19,91	40,51	4,42	0,028	31,65	1,713
Resíduo (b)	27	12,63	25,21	2,89	0,022	8,29	1,528
Total	47	-	-	-	-	-	-
Média	-	88	78	11	1	85	95
CV (%) (a)	-	5,04	8,21	38,52	30,02	6,65	1,38
CV (%) (b)	-	4,02	6,47	31,13	26,36	3,40	1,30
Fonte de Variação	Peneira 6,5 mm (P2)						
	GL	Germinação	PCG	Plântulas anormais	Sementes mortas	EA	Emergência a campo
Produto (P)	2	0,97 ^{ns}	5,32 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,001 ^{ns}	23,19 ^{ns}	1,773 ^{ns}
Velocidade (V)	3	4,05 ^{ns}	26,40 ^{ns}	1,18 ^{ns}	0,004 ^{ns}	9,56 ^{ns}	1,648 ^{ns}
P x V	6	14,30 ^{ns}	39,19 ^{ns}	3,60 ^{ns}	0,004 ^{ns}	13,94 ^{ns}	3,278 ^{ns}
Bloco	3	102,23	38,67	22,01	0,046	163,07	9,447
Resíduo (a)	6	8,08	29,14	1,89	0,017	32,07	1,559
Resíduo (b)	27	6,46	18,75	1,54	0,007	30,55	3,936
Total	47	-	-	-	-	-	-
Média	-	90	79	9	1	85	95
CV (%) (a)	-	3,14	6,81	29,07	17,3	6,63	1,32
CV (%) (b)	-	2,81	5,46	26,19	10,78	6,47	2,09

GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação; ns = não significativo; PCG = primeira contagem de germinação; EA = envelhecimento acelerado.

Estes resultados demonstram que os diferentes manejos empregados não comprometem a qualidade fisiológica das sementes produzidas, que apresentaram médias satisfatórias para os parâmetros analisados, levando em consideração as condições de produção, como pode ser observado na figura 12. As médias gerais para germinação ficaram acima do mínimo exigido pela legislação, e as variáveis de avaliação do vigor apresentaram médias satisfatórias para as condições de produção das sementes.

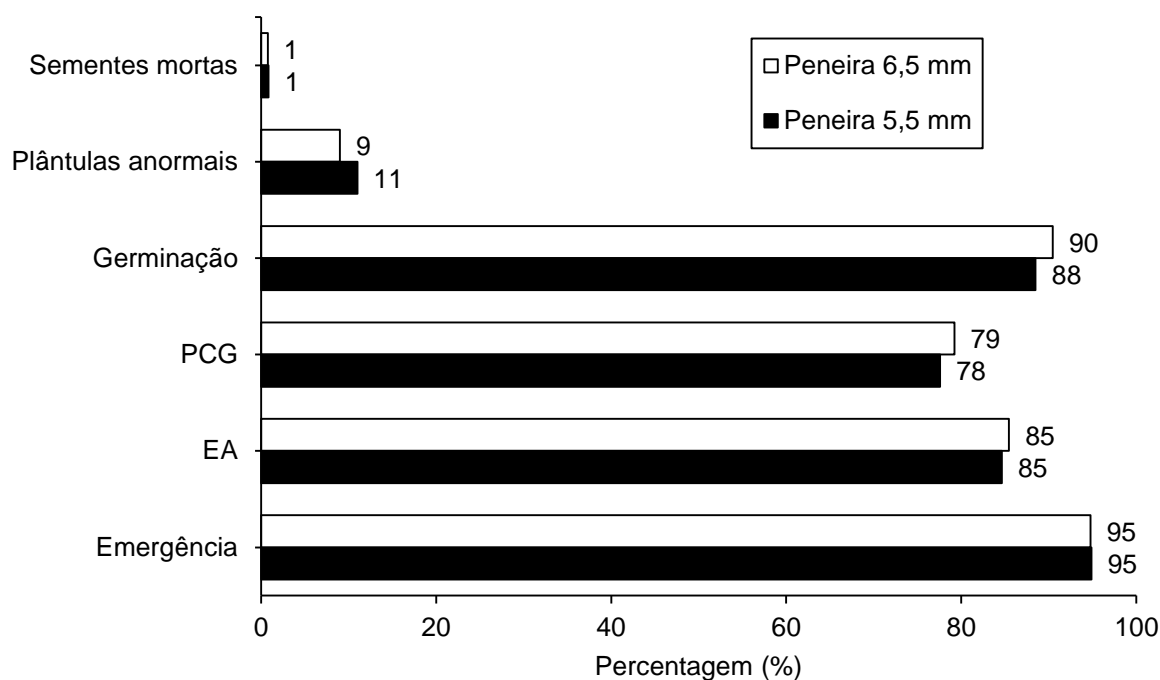


Figura 12. Médias dos resultados de componentes da qualidade fisiológica das sementes de soja da cultivar NA 5909 RR. Pelotas, 2022.
PCG = primeira contagem de germinação; EA = envelhecimento acelerado

Para os resultados da análise de imagens, obtidos através do Groundeye S800D e software da Tbit, ao realizar a análise de variância constatou-se que as diferentes velocidades de semeadura não apresentaram efeito significativo, enquanto que os produtos aplicados no tratamento das sementes afetaram algumas variáveis analisadas, especialmente aquelas relacionadas com dimensões das sementes, como diâmetros, área e perímetro (Tabela 16).

Tabela 16. Resumo da análise de variância com os quadrados médios para análises de imagens das sementes de soja da cultivar NA 5909 RR realizadas no Groundeye S800D. Pelotas, 2022.

Fonte de Variação	GL	Área	Perímetro	Diâmetro máximo	Diâmetro mínimo	Esfericidade da forma	Mancha Púrpura
Produto (P)	2	1,659*	0,18788*	1,664E-04*	8,734E-05*	1,187E-04**	0,091**
Velocidade (V)	3	0,048 ^{ns}	0,00592 ^{ns}	1,650E-05 ^{ns}	5,707E-06 ^{ns}	1,347E-06 ^{ns}	0,023 ^{ns}
P x V	6	0,510 ^{ns}	0,04313 ^{ns}	5,328E-05 ^{ns}	3,878E-05 ^{ns}	3,498E-05 ^{ns}	0,053 ^{ns}
Bloco	3	1,312	0,11965	9,672E-05	1,042E-04	9,252E-05	0,009
Resíduo (a)	6	0,278	0,02453	2,780E-05	1,975E-05	2,170E-05	0,016
Resíduo (b)	27	0,453	0,04111	4,845E-05	2,169E-05	2,460E-05	0,018
Total	47	-	-	-	-	-	-
CV (%)	-	1,30	0,65	0,70	0,67	0,69	7,67

*Significativo a 5% de probabilidade ($P < 0.05$); GL = graus de liberdade; CV = coeficiente de variação; ns = não significativo.

Os diferentes produtos aplicados nas sementes antes da semeadura afetaram significativamente o tamanho das sementes produzidas segundo as análises de imagens realizadas, constatando de forma geral, que a utilização dos fungicidas contribuiu para a produção de sementes levemente maiores, porém, menos esféricas, em comparação às sementes produzidas sem aplicação de produto, como pode ser observado na tabela 17.

Tabela 17. Médias das dimensões das sementes de soja e presença de mancha púrpura em função dos produtos utilizados no tratamento das sementes. Pelotas, 2022.

Fonte de Variação	Área (mm ²)	Perímetro (mm)	Diâmetro máximo (mm)	Diâmetro mínimo (mm)	Esfericidade da forma	Mancha Púrpura (%)
Biológico	40,84 ab	24,27 a	7,59 ab	6,68 a	0,681 a	1,68 a
Químico	40,89 a	24,26 a	7,61 a	6,67 ab	0,680 a	1,65 a
Sem produto	40,31 b	24,08 b	7,55 b	6,63 b	0,676 b	1,54 b
CV (%)	1,30	0,65	0,70	0,67	0,69	7,67

*Médias seguidas por mesma letra minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade do erro.

As médias de diâmetro máximo das sementes avaliadas para o produto químico foi 0,8% superior em comparação com as sementes produzidas sem a aplicação de produtos, enquanto o diâmetro mínimo esta diferença foi observada para a utilização do fungicida biológico. Embora discretos, a obtenção de sementes com diâmetros maiores pode contribuir com a qualidade fisiológica destas, pois segundo Peripollil et al., (2019) em estudo com a cultivar NA 5909, o tamanho das sementes afeta o tamanho das radículas produzidas.

Esta variação nos diâmetros, contribuiu principalmente para a elevação da área de projeção das sementes na posição de repouso, que apresentou um

incremento de 1,4%, sendo esta análise considerada válida para determinar a qualidade física das sementes comparativamente aos métodos de avaliação manual (GUEDES et al., 2011).

As sementes produzidas através da semeadura sem o uso de produtos nas sementes, apresentaram uma esfericidade levemente inferior, indicando que as sementes oriundas de parcelas que receberam os fungicidas são mais esféricas, possivelmente pela variação dos diâmetros, pois a esfericidade é dependente da variação do menor e maior diâmetro, apresentando comportamento distinto conforme a espécie, cultivar e umidade das sementes produzidas (COSTA JÚNIOR et al., 2021).

Outra avaliação realizada após as análises das imagens foi a quantificação da coloração roxa (mancha púrpura da semente), sintoma típico causado pela presença do fungo *Cercospora kikuchi* nas sementes de soja, sendo que após as análises estatísticas foi observado maiores médias para os produtos químico e biológico, enquanto a ausência de fungicida no tratamento das sementes resultou nas menores médias de área recoberta com estas manchas. Porém, é importante ressaltar que nem todas as sementes com estes sintomas apresentam o fungo, assim como outras sementes sem este sintoma podem estarem contaminadas pelo patógeno (GOULART, 2018).

Analisando os dados encontrados, as sementes que receberam a aplicação de fungicidas, apresentaram menor incidência de *C. kikuchi* no teste de patologia realizado no início do experimento, porém, sem refletir estes resultados nos sintomas das sementes produzidas, muito provavelmente devido à baixa taxa de transmissão semente-planta-semente deste patógeno, além do seu desenvolvimento nas plantas de soja ser favorecido por outros fatores, como a população elevada (OLIVEIRA et al., 1993; KNEBEL et al., 2006; GOULART, 2018).

De maneira geral, a variação das velocidades e produtos utilizados não comprometeram a qualidade fisiológica das sementes produzidas, além disto, não foi constatado variações físicas nestas sementes em função das velocidades de semeadura. Entretanto, foram observadas algumas respostas para as dimensões das sementes conforme os produtos aplicados, de forma que a aplicação dos produtos apresentou uma tendência de produção de sementes maiores.

5 Conclusões

Sementes de soja tratadas com fungicida químico, apresentam de maneira geral, qualidade fisiológica superior em relação às sementes não tratadas, devido ao melhor controle dos patógenos, constatando ainda, similaridade do produto químico com os resultados das sementes tratadas com o produto biológico a base de *Trichoderma harzianum*.

Conforme a velocidade de semeadura foi elevada de 3,5 para 8,0 km h⁻¹, a incidência de espaçamentos falhos e duplos aumentou, enquanto que a população final diminuiu linearmente, ocasionando o decréscimo da produtividade da soja. Desta forma, é recomendada que a velocidades de deslocamento de semeadura não ultrapasse os 6,0 km h⁻¹.

Referências

- ABRASEM. Associação Brasileira de Sementes e mudas. **Guia Abrasem de Boas Práticas de Tratamento de Sementes**. 2014. Disponível em: <<http://www.abrasem.com.br/publicacoes/>>. Acesso em: 20 mai. 2022.
- BAYER. **A importância do tratamento de sementes na soja e no milho**. Publicado em 06 de jun. 2019. Disponível em: <<https://www.agro.bayer.com.br/conteudos/news-bucket/2019/06/06/20/07/tratamento-sementes-soja-milho>>. Acesso em: 15 de out. 2020.
- AGROFIT. **Sistemas de agrotóxicos fitossanitários**. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em 11 fev. 2022.
- ALMEIDA, A. M. R.; FERREIRA, L. P.; YORINORI, J. T.; SILVA, J. F. V.; HENNING, A. A. Doenças da soja. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, v.2, p.595-617, 1997.
- ALMEIDA, A. S.; CASTELLANOS, C. I. S.; DEUNER, C.; BORGES, C. T.; MENEGHELLO, G. E. Efeitos de inseticidas, fungicidas e biorreguladores na qualidade fisiológica de sementes de soja durante o armazenamento. **Brazilian Journal of Agriculture-Revista de Agricultura**, v. 89, n. 3, p. 172-182, 2014.
- ALONÇO, A. S. Influência da inclinação transversal e velocidade de operação sobre o desempenho de dosadores pneumáticos com semente de soja. **Revista Engenhar a na Agricultura - REVENG**, v. 22, n. 2, p. 119 - 127, 2014. Disponível em:<<https://periodicos.ufv.br/reveng/article/view/454>>. Acesso em: 26 out 2020.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS (AOSA). **Seed vigor testing handbook**. New York; p.341, 2009.
- BAGATELI, J. R. et al. Diâmetro de sementes e velocidade de deslocamento na semeadura da soja. **Resumos expandidos da XXXVI Reunião de Pesquisa de Soja**. Londrina: Embrapa, p. 264 – 267, 2017.
- BALARDIN, Ricardo Silveiro et al. Tratamento de sementes com fungicidas e inseticidas como redutores dos efeitos do estresse hídrico em plantas de soja. **Ciência Rural**, v. 41, n. 7, p. 1120-1126, 2011. Disponível em:<<https://doi.org/10.1590/S0103-84782011000700002>>. Acesso em: 09 fev. 2022.

BALBINOT JUNIOR, Alvadi Antonio et al. Semeadura cruzada em cultivares de soja com tipo de crescimento determinado. **Embrapa Soja-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2015.

BALESTRIN, J. T.; FRANDALOSO, D.; CASAGRANDE, D. Influência do tratamento de sementes e da profundidade de semeadura na emergência de plântulas de soja e feijão. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 7, p. 49804-49810, 2020.

BARRETO, A. A. **Eficiência de *Trichoderma asperellum* na cultura da Soja no município de Formoso do Araguaia**. 2021. 21 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2019.

BAUDET, L.; PESKE, F. Aumentando o desempenho das sementes. **Revista SEED News**, ano XI, n.5, 2007. Disponível em:<<https://seednews.com.br/artigos/530-aumentando-o-desempenho-das-sementes-edicao-setembro-2007>>. Acesso em: 20 de out. 2020.

BEDENDO, I. P. Damping Off. In: BERGAMIN-FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**, v. 3, p. 820-828, 1995.

BELLÉ, Cristiano et al. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes salvas de soja da região Norte do Rio Grande do Sul. **Agrarian**, v. 9, n. 31, p. 1-10, 2016. Disponível em:< <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/3520>>. Acesso em: 10 fev. 2022.

BERLATO, M. A.; FARENZENA, H.; FONTANA, D. C. Associação entre El Niño Oscilação Sul e a produtividade do milho no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 5, p. 423-432, 2005.

BERTELLI, G. A. et al. Desempenho da plantabilidade de semeadoras pneumática na implantação da cultura da soja no cerrado piauiense-Brasil. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, v. 9, n. 1, p. 91 – 103. 2016.

BEZERRA, Maria Claudenice Lins. **Inoculação de sementes de milho com *Trichoderma harzianum*: efeitos na redução de fungos e qualidade fisiológica**. 2021. Monografia (Tecnologia em Agroecologia) – Universidade Federal de Campina Grande. 33 p. 2021.

BISOGNIN, Mateus Bortoluzi et al. Seed spacing variability reduces common bean yield. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 49, 2019. Disponível em:<<https://doi.org/10.1590/1983-40632019v4955134>>. Acesso em: 11 fev. 2022.

BRANDELERO, Evandro Martin et al. Seeder performance under different speeds and its relation to soybean cultivars yield. **Journal of Agronomy**, v. 14, n. 3, p. 139, 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Manual de Análise Sanitária de Sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa, 2009a. 200p.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa, 2009b. 399p.

CADORE, Luana et al. Avaliação do crescimento inicial da soja utilizando formulações de *Trichoderma*. **Enciclopédia Biosfera**, v. 15, n. 27, 2018.

CARVALHO, Everson Reis et al. Desempenho de cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] em cultivo de verão no sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 4, p. 892-899, 2010.

CARVALHO, Everson Reis et al. Phytotoxicity in soybean seeds treated with phytosanitary products at different application times. **Journal of Seed Science**, v. 42, 2020. Disponível em:< <https://doi.org/10.1590/2317-1545v42237847>>. Acesso em 07 fev. 2022.

CASTELA JUNIOR, Marcos Antonio et al. Influência da velocidade da semeadora na semeadura direta da soja. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 19, 2014.

CEOLIN, Graciane. **Qualidade da Semeadura da Soja em Função da Velocidade e do Sistema de Distribuição**. 2015. 37f. Dissertação (Mestrado) - Programa de PósGraduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS.

CHAGAS JÚNIOR, A. F. Combined inoculation of rhizobia and *Trichoderma* spp. on cowpea in the savanna, Gurupi-TO, Brazil. **Rev. Bras. Ciênc. Agrár.** Recife, v.10, n.1, p.27-33, 2015. Disponível em:<https://www.researchgate.net/publication/277595217_Combined_inoculation_of_rhizobia_and_Trichoderma_spp_on_cowpea_in_the_savanna_Gurupi-TO_Brazil>. Acesso em: 24 nov. 2020.

CHAGAS, L. F. B.; CHAGAS JUNIOR, A. F.; SOARES, L. P.; FIDELIS, R. R.. *Trichoderma* na promoção do crescimento vegetal. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 4, n. 3, p. 97-102, 2017.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira: grãos. Safra 2021/22 – 8º.** Disponível em:<<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras>>. Acesso em: 19 de mai. 2022.

CONCEIÇÃO, Gerusa Massuquini et al. Desempenho de plântulas e produtividade de soja submetida a diferentes tratamentos químicos nas sementes. **Embrapa Soja- Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2014. Disponível em:<<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1001683>>. Acesso em 09 de jan. 2022.

COPETTI, E. Os Desafios da semeadura. **Revista SEED News**, Reportagem de capa, Pelotas, ano XIX, n. 1, 2015. Disponível em: <<https://seednews.com.br/artigos/923-os-desafios-da-semeadura-edicao-janeiro-2015>>. Acesso em: 15 de out. 2020.

CORREIA, Tiago Pereira da Silva et al. Semeadura de soja em função de mecanismos dosadores e velocidade operacional. **Energia na Agricultura**, v. 35, n. 2, p. 190-198, 2020.

COSTA JÚNIOR, José Roberto et al. Forma e tamanho de sementes de duas variedades de abóboras durante a secagem. **Nativa**, v. 9, n. 1, p. 01-08, 2021.

CUNHA, G. R. et al. Zoneamento agrícola e época de semeadura para soja no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Passo Fundo: v. 9, n. 3, p. 446-459, 2001.

DALACOSTA, N. L. **Compatibilidade de *Trichoderma harzianum* associado ao controle químico no tratamento de sementes de soja.** 2019. 53 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2019.

DALZOTTO, Laís et al. Creole bean seeds microbialization with doses of *Trichoderma harzianum*. **Ciência Rural**, v. 50, n. 5. 2020. Disponível em:<<https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20190542>>. Acesso em: 12 fev. 2022.

DAN, L. G. M.; DAN, H. A.; BARROSO, A. L. L.; BRACCINI, A. L. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas sob efeito do armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 2 p. 131-139, 2010.

DIAS, V. O. **Desempenho de dois protótipos de semeadoras-adubadoras para plantio direto**. 2009. 82 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2009. Disponível em:<<http://repositorio.ufsm.br/handle/1/7511>>. Acesso em: 23 out 2020.

DIAS, V. O. et al. Velocidade periférica do disco em mecanismos dosadores de sementes de milho e soja. **Ciência Rural**, v. 44, n. 11, p. 1973-1979, 2014. Disponível em:<<https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20121201>>. Acesso em: 26 out 2020.

DORNELES, Keilor Rosa et al. **Qualidade fisiológica de sementes de soja com mancha púrpura**. 2021. ACSA, Patos-PB, v.17, n.1, p. 23-28,

EMBRAPA. Tecnologias de produção de soja-Região Central do Brasil 2014. **Sistemas de Produção**. Londrina: Embrapa Soja, 2013. Disponível em:<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/95489/1/SP-16-online.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2020.

FAGUNDES NETO, Delíbio Bastos; MARIANO, Gabriel Irala. **Manejo do solo, velocidade de semeadura nos componentes agrônômicos da soja cruzada com e sem adubo**. 2019. 27f. Monografia (Graduação em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS.

FANTIN, Nilson Antonio Mendes et al. Componentes de produção e qualidade de semeadura de soja em função de diferentes velocidades do conjunto trator-semeadora. **Brazilian Journal of Applied Tecnology for Agricultural Science**, v. 9, p. 7-15, 2016.

FARIA, Alexandre Pinto Ferreira de Almeida. **Arranjo de semeadura agrupada de soja com diferentes densidades e velocidades operacionais**. 2021. 47 f., il. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade de Brasília, Brasília, 2021.

FELICETI, Maikely Luana et al. Qualidade fisiológica de sementes de soja infectadas por mancha púrpura. **Revista da Jornada de Pós-Graduação e Pesquisa – Congrega Urcamp**, p. 1422-1430, 2018. Disponível em:<<http://revista.urcamp.tche.br/index.php/rcjgpp/article/view/2916>>. Acesso em: 11 fev. 2022.

FERREIRA, Thaís Francielle et al. Sanitary quality of soybean seeds treated with fungicides and insecticides before and after storage. **Journal of Seed Science**, v. 41, p. 293-300, 2019. Disponível em:<<https://doi.org/10.1590/2317-1545v41n3210498>>. Acesso em: 11 fev. 2022.

FISS, Guilherme et al. Produtividade e características agronômicas da soja em função de falhas na semeadura. **Revista de Ciências Agrárias Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 61, 2018.

FLOSS, E. L. **Fisiologia das plantas cultivadas**: o estudo que está por trás do que se vê. 5. ed. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, 2011.

FRANÇA-NETO, J. B. et al. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Londrina: Embrapa Soja, 82 p. 2016. Disponível em:<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/151223/1/Documentos-380-OL1.pdf>>. Acesso em: 10 out. 2020.

FRANCO, Felipe José Barbosa et al. **Qualidade da semeadura de soja em função da velocidade do trator-semeadora e disco dosador de sementes**. 2020. 13 f. Monografia (Graduação em Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal Goiano. Ceres. 2020.

FURLANI, C. E. A. et al. Semeadora – adubadora: exigências em função do preparo do solo, da pressão de inflação do pneu e da velocidade. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 345 - 352, 2008. Disponível em:<<https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000100032>>. Acesso em: 23 out. 2020.

GALINDO, F. S. et al. Modes of application of cobalt, molybdenum and *Azospirillum brasilense* on soybean yield and profitability. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v. 21, n. 3, p. 180 - 185. 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n3p180-185>>. Acesso em: 21 out. 2020.

GARCIA, A. Fungicidas I: utilização no controle químico de doenças e sua ação contra os fitopatógenos. **Embrapa Rondônia-Documentos (INFOTECA-E)**, 1999. Disponível em:<<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/704072>>. Acesso em: 21 out. 2020.

GASPAR, Adam P.; CONLEY, Shawn P. Responses of canopy reflectance, light interception, and soybean seed yield to replanting suboptimal stands. **Crop Science**, v. 55, n. 1, p. 377-385, 2015.

GASPAR, Adam. P. et al. Response of Broad-Spectrum and Target-Specific Seed Treatments and Seeding Rate on Soybean Seed Yield, Profitability, and Economic Risk. **Crop Science**, v. 57, n. 4, p. 2251-2262, 2017.

GIMENEZ, Leandro Maria; CORTINOVE, Lucas. Mecanismos sulcadores afetam a qualidade de semeadura de soja. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 37706-37712, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.34117/bjdv6n6-343>>. Acesso em: 10 fev. 2022.

GOFFI, Mateus et al. Produtividade e retorno econômico da cultura da soja com tecnologia intacta®. **Agrarian Academy**, v. 4, n. 07, 2017.

GOULART, A. C. P. **Fungos em sementes de soja**: detecção, importância e controle. 71 p. 2. ed. Revisada e ampliada. Brasília: Embrapa, 2018.

GUEDES, Manoel Adalberto et al. Caracterização física de grãos de soja utilizando-se processamento digital de imagens. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v. 13, n. 3, p. 279-294, 2011.

GUIMARÃES, G. R.; PEREIRA, F. T.; MELLO, S. C. M.; CARVALHO, D. D. C. *Trichoderma harzianum* no tratamento de sementes de *Cladosporium herbarum*, *Sclerotinia sclerotiorum* e no aumento de crescimento do feijoeiro no Brasil. **Caderno de Pesquisa**. Santa Cruz do Sul, v. 30, n. 02, p. 28-37. 2018.

HARMAN, G.E.; PETZOLDT, R.; COMIS, A. E CHEN, J. Interactions between *Trichoderma harzianum* Strain T22 and maize inbred line Mo17 and effects of these interactions on diseases caused by *Pythium ultimum* and *Colletotrichum graminicola*. **Plant Physiology**, 94, 2: 146- 153. 2004.

HEIFFIG, L. S. **Plasticidade da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em diferentes arranjos espaciais**. 2002. 85 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade de São Paulo, 2002. Disponível em: <<https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-20022003-151548/en.php>>. Acesso em: 26 out 2020.

HENNING, A. A. **Patologia e Tratamento de Sementes**: Noções Gerais. Londrina: Embrapa Soja – Documentos 264 (INFOTECA-E). ed.2. 2005. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/469530>>. Acesso em: 21 jan. 2022.

HOWELL, C. R. Mechanisms employed by *Trichoderma* species in the biological control of plant diseases: the history and evolution of current concepts. **Plant disease**, v.87, n.1, p. 4-10, 2003. Disponível em: <<https://doi.org/10.1094/PDIS.2003.87.1.4>>. Acesso em: 22 out. 2020.

JUHÁSZ, A. C. P. et al. **Desafios fitossanitários para a produção de soja**. Embrapa Agrossilvipastoril - Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 34, n. 276, p. 66 - 75, 2013. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/978383>>. Acesso em: 18 nov. 2020.

KESWANI, Chetan et al. Unraveling the efficient applications of secondary metabolites of various *Trichoderma* spp. **Applied microbiology and biotechnology**, v. 98, n. 2, p. 533-544, 2014. Disponível em:<<https://doi.org/10.1007/s00253-013-5344-5>>. Acesso em: 10 fev. 2022.

KNEBEL, Jorge Luiz et al. Influência do espaçamento e população de plantas sobre doenças de final de ciclo e oídio e caracteres agronômicos em soja. **Acta Scientiarum**. Agronomy, v. 28, n. 3, p. 385-392, 2006.

KRZYZANOWSKI, C.; FRANÇA NETO, J. de B.; DA COSTA, N. P. Teste do hipoclorito de sódio para semente de soja. **Embrapa Soja-Documentos (INFOTECA-E)**, 2004.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. **A Alta Qualidade da Semente de Soja**: fator importante para a produção da cultura. Londrina, PR, Embrapa Soja - Circular Técnica 136, 2018. Disponível em:<<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1091765>>. Acesso em: 19 nov. 2020.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA-NETO, J. B.; HENNING, A. A. **Relatos dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas**. Informativo ABRATES: Embrapa Soja, v 1. n 2. 1991.

KURACHI, S. A. H. et al. Avaliação tecnológica de semeadoras e/ou adubadoras: tratamento de dados de ensaios e regularidade de distribuição longitudinal de sementes. **Bragantia**, v. 48, n. 2, p. 249-262, 1989.

LAZZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H. Evolução e perspectiva de desempenho econômico associados com a produção de soja nos contextos mundial e brasileiro, **Documentos 319**. Londrina: Embrapa Soja, 2010.

LES, Nathaly et al. Controle de *Rhizoctonia solani* com produtos biológicos no tratamento de sementes na cultura da soja. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 12, p. 99919-99935, 2020.

LOPES, A. G. C.; CORREIA, T. P. S.; TAVEIRA, W. M. C. F.; PEREIRA, G. G.; SOUZA, A. A. R. Soybean performance in grouped and conventional sowing with pneumatic seeder at different operational speeds. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 8, n. 4, out./dez. 2021.

LORINI, Irineu. Qualidade de sementes e grãos comerciais de soja no Brasil-safra 2016/17. **Embrapa Soja-Documentos (INFOTECA-E)**, 234 p. 2018. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1097658>>. Acesso em: 11 fev. 2022.

LUCON, C. M. M. **Promoção de crescimento de plantas com o uso de *Trichoderma spp.*** São Paulo: Instituto Biológico/Centro de Pesquisa e Desenvolvimento de Sanidade Vegetal, 2009. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2009_1/Trichoderma/Index.htm>. Acesso em: 22 out. 2020.

MACEDO, D. X. S. et al. Operational performance of a tractor-seeder according to the velocity and working depth. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v. 20, n. 3, p. 280 - 285, Mar. 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662016000300280&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 23 out 2020.

MANTELI, Claudia et al. **Tratamento de sementes com produtos fitossanitários e biológicos no controle *Fusarium tucumaniae* agente causal da podridão vermelha da raiz em soja.** 2019. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2019. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/4732>>. Acesso em: 12 fev. 2022.

MATERA, Thaisa Cavalieri et al. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas, fungicidas e fertilizante. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 17, n. 2, p. 236, 2018., 2018. Disponível em: <<https://e-revista.unioeste.br/index.php/scientiaagraria/article/view/19454>>. Acesso em: 11 fev. 2022.

MATOS, Eduardo Silva et al. Mecanismos sulcadores e velocidade de semeadura na plantabilidade e produtividade da soja. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 11, n. 1, p. 36-42, 2021.

MAUAD, Munir; SILVA, Thiago Leonel Bortolozze; ALMEIDA NETO, Antonio Inácio; ABREU, Vinicius Gomes. Influência da densidade de semeadura sobre características agrônômicas na cultura da soja. **Agrarian**, Dourados, v. 3, n. 9, p. 175-181, 2010.

MEDEIROS, F. H. V. de; SILVA, J. C. P.; PASCHOLATI, S.F. Controle biológico de doenças de plantas. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**, v. 5, p. 261-274, 2018.

MEERT, L. et al. Inoculação e Coinoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense* na Cultura da Soja. **Cultura Agrônômica**, Ilha Solteira, v.29, n.1, p. 118 - 129, 2020. Disponível em:<<https://core.ac.uk/download/pdf/304218896.pdf>>. Acesso em 21 nov 2020.

MELLO, Adilson José Rocha. **Distribuição longitudinal e produtividade do milho em função da velocidade de deslocamento e da profundidade de deposição da semente**. 2011. 90 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2011. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11449/100864>>. Acesso em: 28 fev. 2022.

MERTZ, L. M.; HENNING, F. A.; ZIMMER, P. D. Bioprotetores e fungicidas químicos no tratamento de sementes de soja. **Ciência Rural**, v. 39, n. 1, p. 13-18, 2009.

MIGLIORINI, Patricia et al. Efeito do tratamento químico e biológico na qualidade fisiológica e sanitária de sementes de canola. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, n. 15, 2012. Disponível em:<<https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/3654>>. Acesso em: 11 fev. 2022.

MILANESI, Paola M. et al. Biocontrole de *Fusarium* spp. com *Trichoderma* spp. e promoção de crescimento em plântulas de soja. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 347-356, 2013. Disponível em:<<https://doi.org/10.19084/rca.16319>>. Acesso em: 10 fev. 2022.

MORANDI, M. A. B.; BETTIOL, W. Controle Biológico de Doenças de Plantas no Brasil. In: BETTIOL, W.; MORANDI, M. A. B. (Org.). **Biocontrole de doenças de Plantas: uso e perspectivas**. Jaguariúna-SP: Embrapa Meio Ambiente, p. 7-14, 2009.

OLIVEIRA, G. R. F. et al. Influência do *Bacillus subtilis* no controle biológico de nematoides e aspectos produtivos do feijoeiro. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 11, n. 1, p. 47 - 58, 2017. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.18011/bioeng2017v11n1p47-58>>. Acesso em: 21 out. 2020.

OLIVEIRA, J. A., MACHADO, J. C., VIEIRA, M. G. G. C., BRANDÃO JÚNIOR, D. S. Transmissibilidade e danos causados por *Cercospora kikuchii* em sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.15, n.1, p. 97-100, 1993.

PALUDO, Vinícius. **Influência de sistemas dosadores e velocidade de deslocamento de semeadoras-adubadoras na qualidade de sementes de soja.** 2019. 94 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2019.

PARIZOTTO, Nayara Francieli. **Qualidade física e fisiológica de sementes de milho e soja semeadas com diferentes mecanismos dosadores e velocidades de deslocamento.** 2021. 85 p. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2021.

PERIPOLLI, Mariane et al. Qualidade Fisiológica de Sementes de Soja Provenientes de dois Tamanhos de Peneira. **Vivências**, v. 15, n. 29, p. 267-278, 2019.

PERISSATO, Samara Moreira et al. Potencial fisiológico em função da qualidade sanitária de sementes de soja. In: **VIII JORNACITEC-Jornada Científica e Tecnológica.** Botucatu, 2019.

PINTO, J. F. **Comportamento da plasticidade de plantas de soja frente a falhas e duplas dentro de uma população.** 2010. 43 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2010. Disponível em:<<http://guaiaca.ufpel.edu.br:8080/handle/123456789/1533>>. Acesso em: 12 nov. 2020.

REIS, Erlei Melo; REIS, Andrea Camargo; CARMONA, Marcelo Anial. **Manual de Fungicidas:** Guia para o controle químico racional de doenças de plantas. 8 ed. Passo Fundo: Berthier, 2019.

REIS, Higor Barbosa et al. Efficiency of application of *Trichoderma* on the physiological quality and health of cowpea seeds. **Comunicata Scientiae**, v. 10, n. 2, p. 301-307, 2019. Disponível em:<<https://doi.org/10.14295/cs.v10i2.1388>>. Acesso em: 12 fev. 2022.

REYNALDO, Étore Francisco et al. NOTA TÉCNICA: Influência da velocidade de deslocamento na distribuição de sementes e produtividade de soja. **Revista Engenharia na Agricultura – REVENG**, v. 24, n. 1, p. 63-67, 2016.

REZNIKOV, S., et al. Evaluation of chemical and biological seed treatments to control charcoal rot of soybean. **Journal of General Plant Pathology**, v. 82, n. 5, p. 273-280, 2016. Disponível em:<<https://doi.org/10.1007/s10327-016-0669-4>>. Acesso em: 21 de out. 2020.

ROCHA, Fernando da Silva et al. Danos causados por diferentes potenciais de inóculo de *Aspergillus ochraceus* no vigor de sementes de soja. **Semina Ci. agr.**, p. 2895-2904, 2014. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n6p2895>>. Acesso em: 11 fev. 2022.

RODRIGUES, Denilson da Silva et al. Desempenho de plantas de soja em função do vigor das sementes e do estresse hídrico. **Revista Científica Rural**, v. 20, n. 2, p. 144-158, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.30945/rcr-v20i2.260>>. Acesso em: 08 fev. 2022.

ROS, Vinicius de V. et al. Oxisol resistance to penetration in no-till system after sowing. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 6, p. 1104-1114, 2011.

SANTOS, Ariston Pinto; TOURINO, Maria Cristina Cavalheiro; VOLPATO, Carlos Eduardo Silva. Qualidade de sementeira na implantação da cultura do milho por três semeadoras-adubadoras de plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 1601-1608, 2008.

SANTOS, Humberto Gonçalves et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. ISBN 978-85-7035-800-4. 5. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2013.

SANTOS, Sérgio R. dos et al. Variáveis dimensionais de sementes de soja que influenciam o processo de sementeira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 7, p. 177-181, 2003.

SANTOS, Thiago Donadi et al. Desenvolvimento inicial de plantas de soja e qualidade de sementeira em função da velocidade de deslocamento da semeadora e textura do solo. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, v. 10, n. 2, p.97-103. Guarapuava. 2017.

SEIXAS, C. D. S. et al. **Tecnologias de produção de soja**. Londrina: Embrapa Soja - Sistema de Produção, n. 17 (INFOTECA), 2020. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1123928/tecnologias-de-producao-de-soja>>. Acesso em: 16 de out. 2020.

SILVA, J. C.; TORRES, D. B.; LUSTOSA, D. C.; FILIPPI, M. C. C.; SILVA, G. B. Rice sheath blight biocontrol and growth promotion by *Trichoderma* isolates from the Amazon. **Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, Belém-PA, v. 55, n. 4, p. 243-250, 2012.

SILVA, M. **Compatibilidade e eficiência de produtos biológicos no controle de fitopatógenos de solo e desempenho de sementes de soja**. 2020. 182 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2020. Disponível em:<<http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/5148>>. Acesso em: 21 de out. 2020.

STRUKER, Steven et al. Influence of seeds vigor in the attributes of soybean yield. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 3, p. 698-703, 2019. Disponível em:<<https://doi.org/10.19084/rca.16389>>. Acesso em: 08 fev. 2022.

TAVANTI, T. R. et al. Yield and quality of soybean seeds inoculated with *Bacillus subtilis* strains. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande, v. 24, n. 1, p. 65-71. 2020. Disponível em:< <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n1p65-71>>. Acesso em: 21 de out. 2020.

TÓTH, Gergely; CZAKÓ, Iván. The effect of increased sowing speed on sowing efficiency and yield loss in maize and sunflower in Hungary”. Vol. 9 No. 5 (2021): **EPRA International Journal of Agriculture and Rural Economic Research (ARE)**, 2021.

TOURINO, M. C.; KLINGENSTEINER, P. Ensaio e avaliação de semeadoras-adubadoras. In: **Congresso brasileiro de engenharia agrícola**, 13., Rio de Janeiro, 1983. Anais. Rio de Janeiro: UFRRJ, v.2, 103-116 p. 1983.

USDA, United States Department of Agriculture. 2022. **World Agricultural Production**. Foreign Agricultural Service. Circular Series WAP 5-22. 2022.

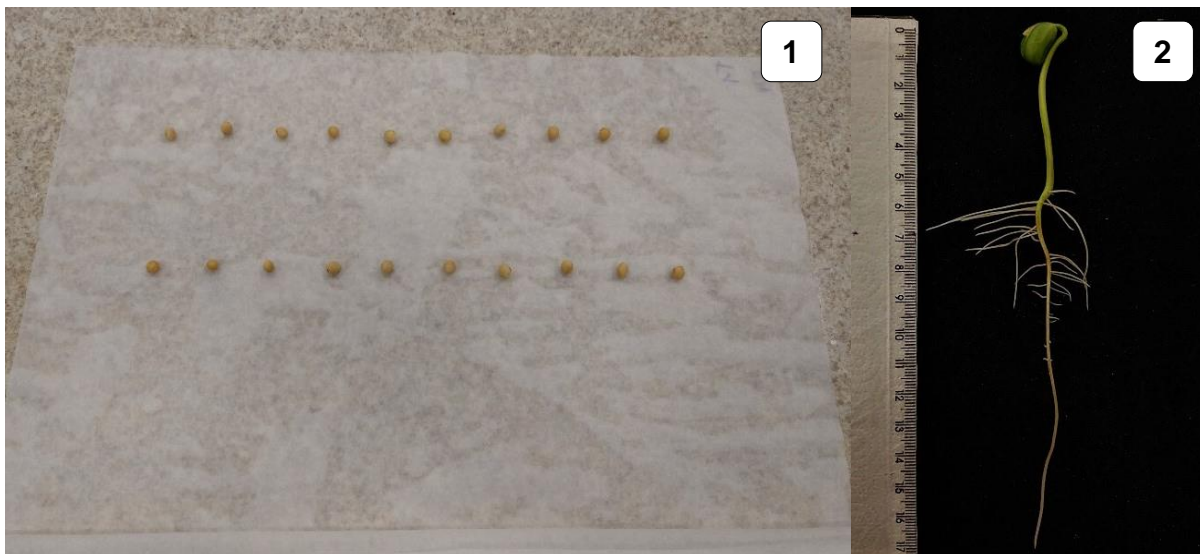
VAN LOON, L. C.; BAKKER, P. A. H. M.; PIETERSE, C. M. J. Systemic resistance induced by rhizosphere bacteria. **Annual review of phytopathology**, v. 36, n. 1, p. 453 - 483, 1998. Disponível em:<<https://doi.org/10.1146/annurev.phyto.36.1.453>>. Acesso em: 24 nov. 2020.

VAZQUEZ, Gisele Herbst; CARVALHO, Nelson Moreira de; BORBA, Maria Madalena Zocoller. Redução na população de plantas sobre a produtividade e a qualidade fisiológica da semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, p. 1-11, 2008.

YUSNAWAN, Eriyanto; INAYATI, Alfi; BALIADI, Yuliantoro. Effect of soybean seed treatment with *Trichoderma virens* on its growth and total phenolic content. In: **AIP Conference Proceedings**. AIP Publishing LLC, 2019. p. 020003. Disponível em: <<https://doi.org/10.1063/1.5115604>>. Acesso em: 08 fev. 2022.

Anexos

Anexo A - Posicionamento das sementes de soja no papel germitest (1) para avaliação do comprimento (2) e massa de plântulas.



Fonte: Arquivo pessoal.

Anexo B - Determinação de massa seca com auxílio de estufa (1) e balança de precisão (2).



Fonte: Arquivo pessoal.

Anexo C - Montagem (1) e avaliação (2) do teste de patologia (*Blotter test*).



Fonte: Arquivo pessoal.

Anexo D - Implantação do experimento a campo.



Fonte: Arquivo pessoal.

Anexo E - Avaliação de emergência (1) e distribuição longitudinal (2)



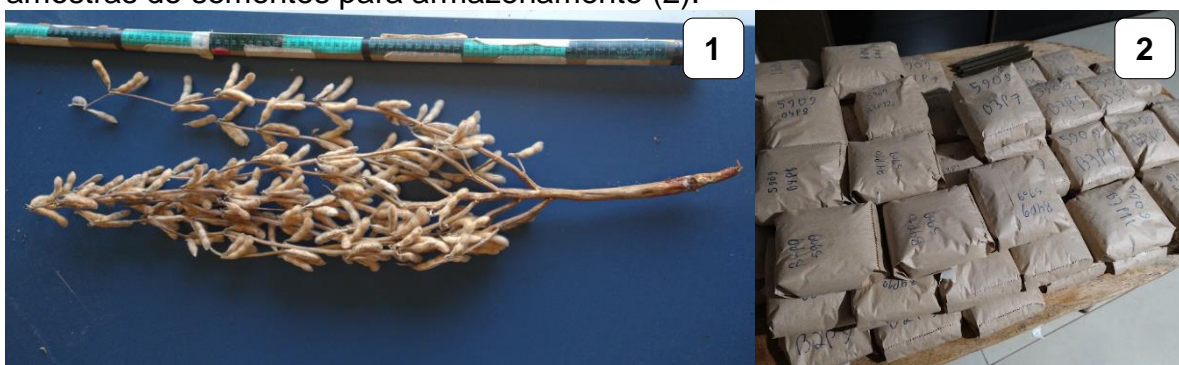
Fonte: Arquivo pessoal.

Anexo F – Área de colheita em parcela (1) e equipamento utilizado para trilhar a soja (2).



Fonte: Arquivo pessoal.

Anexo G - Avaliação dos componentes de rendimento (1) e identificação das amostras de sementes para armazenamento (2).



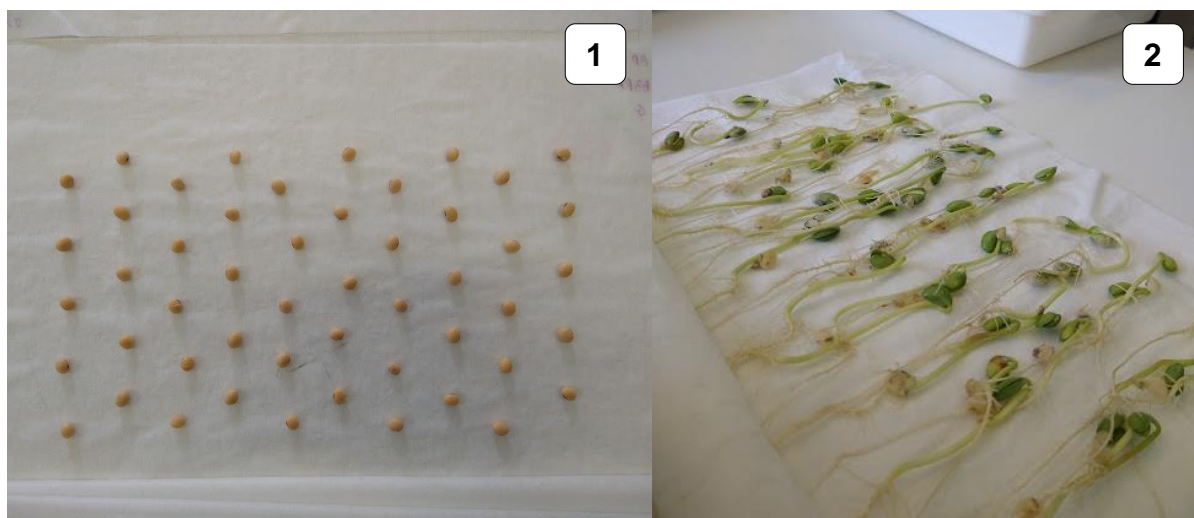
Fonte: Arquivo pessoal.

Anexo H - Avaliação de dano mecânico pelo teste de hipoclorito de sódio.



Fonte: Arquivo pessoal.

Anexo I - Montagem (1) e avaliação (2) do teste de germinação.



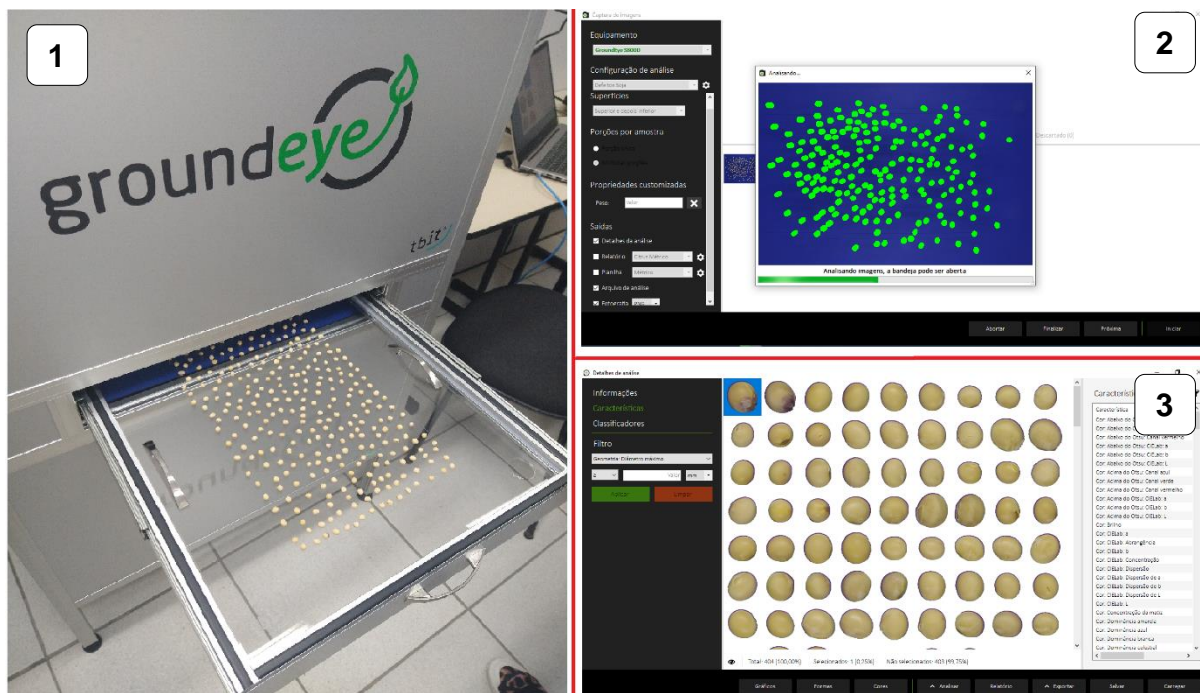
Fonte: Arquivo pessoal.

Anexo J - Momento de implantação (1) e avaliação (2) do teste de emergência em canteiro.



Fonte: Arquivo pessoal.

Anexo K - Distribuição das sementes de soja (1) para posterior captura (2) e processamento (3) das imagens das sementes pelo equipamento/software Groundeye S800D.



Fonte: Arquivo pessoal.