UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE AGRONOMIA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

ALESSANDRO BERTÉ ALVES

DISCOS DOSADORES SUBMETIDOS A DIFERENTES VELOCIDADES DE OPERAÇÃO NA SEMEADURA DA SOJA

CERRO LARGO
2025

ALESSANDRO BERTE ALVES

DISCOS DOSADORES DE SEMENTES DE SOJA SUBMETIDOS A DIFERENTES VELOCIDADES DE OPERAÇÃO

Versão final do TCC apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito parcial para aprovação na disciplina de TCC II.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma

CERRO LARGO

2025

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Alves, Alessandro Berté
DISCOS DOSADORES SUBMETIDOS A DIFERENTES VELOCIDADES DE OPERAÇÃO NA SEMEADURA DA SOJA / Alessandro Berté Alves. -- 2025.
65 f.:il.

Orientador: Doutor Marcos Antonio Zambillo Palma

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo,RS, 2025.

1. Produtividade. 2. estande de plantas de soja. 3. espaçamento uniforme de semeadura. 4. distribuição de sementes. 5. rendimento. I. Palma, Marcos Antonio Zambillo, orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

Elaborada pelo sistema de Geração Automática de Ficha de Identificação da Obra pela UFFS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

ALESSANDRO BERTE ALVES

DISCOS DOSADORES DE SEMENTES DE SOJA SUBMETIDOS A DIFERENTES VELOCIDADES DE OPERAÇÃO

Versão final do TCC apresentado ao curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito parcial para aprovação na disciplina de TCC II.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 27/11/2025.

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
gov.br
MARCOS ANTONIO ZAMBILLO PALMA
Data: 15/12/2025 17:21:35-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma – UFFS
Orientador

Documento assinado digitalmente
gov.br
JORDANA CAROLINE NAGEL
Data: 15/12/2025 19:01:31-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Profª. Drª. Jordana Caroline Nagel – UFFS
Avaliadora

Documento assinado digitalmente
gov.br
IURI COLETTO BALENSIEFER
Data: 15/12/2025 19:13:27-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Prof. Me. Iuri Coletto Balensiefer – FASA
Avaliador

AGRADECIMENTOS

Minha profunda gratidão, em primeiro lugar, a Deus pela força, pela sabedoria e pela perseverança que me sustentaram durante toda esta caminhada acadêmica.

Dedico um agradecimento especial à minha família, minha mãe, Beatriz, e meu pai, Pedro, que foram a base de tudo, investindo e acreditando incondicionalmente na realização deste sonho. Sou grato também ao meu irmão Ademir pelo apoio constante. Mesmo com à distância eles sempre se fizeram presentes, este trabalho é reflexo do esforço e da confiança que sempre recebi de vocês.

Aos colegas e amigos, que estiveram ao meu lado nos desafios e conquistas, partilhando momentos de aprendizado e superação, tornando essa jornada mais leve e enriquecedora.

Ao meu orientador, prof. dr. Marcos A. Z. Palma, sou profundamente grato pela orientação segura, paciência e dedicação. Seus conhecimentos e ensinamentos foram determinantes para a realização deste estudo. Estendo minha gratidão a todos os docentes que participaram da minha formação, compartilhando seus conhecimentos e ajudando a moldar tanto a profissional quanto a pessoa que sou hoje.

A minha namorada Juliana, agradeço pela presença constante, pelo apoio nos momentos difíceis e pela alegria em celebrar comigo cada vitória alcançada, também sua família que me apoiou e auxiliou no desenvolvimento das atividades, onde foi implantada a parte experimental do projeto oque foi essencial para o sucesso do trabalho.

Por fim, sou grato à Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Cerro Largo, por abrir as portas para que o sonho de me formar em Agronomia se concretizasse.

RESUMO

A soja desempenha um papel fundamental na agricultura do noroeste do Rio Grande do Sul, sendo um pilar da economia regional. A maximização da produtividade está intrinsecamente ligada à definição do estande de plantas ideal, ou seja, a quantidade correta de plantas sadias, distribuídas de forma homogênea na área. Portanto, o adequado estande é fundamental para o sucesso na produção de grãos, impactando diretamente o rendimento e a sustentabilidade econômica das famílias da região. Assim, a pesquisa objetivou avaliar o desempenho de uma semeadora-adubadora de precisão equipada com sistema de distribuição de sementes mecânico 'Titanium®', com diferentes discos de semeadura, com 45, 64 e 90 alvéolos, submetidos a diferentes velocidades de operação: 3 km h^{-1}, 4 km h^{-1}, 5 km h^{-1} e 6 km h^{-1}. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualidade com um total de 12 tratamentos, com três repetições resultando em 36 unidades experimentais (UEs). Assim, obteve-se melhor resultado em relação as velocidades de : 3 km h^{-1} e 4 km h^{-1} maior capacidade de proporcionar melhor distribuição das sementes bem como a utilização do disco de semeadura com 90 furos, pois apresenta menor rotação em função do maior número de alvéolos.

PALAVRAS CHAVE: Produtividade, estande de plantas, espaçamento uniforme de semeadura, rendimento, distribuição de sementes.

ABSTRAT

Soybeans play a fundamental role in the agriculture of northwestern Rio Grande do Sul, and are a pillar of the regional economy. Maximizing productivity is intrinsically linked to defining the ideal plant stand, that is, the correct number of healthy plants, homogeneously distributed across the area. Therefore, an adequate stand is fundamental to the success of grain production, directly impacting the yield and economic sustainability of families in the region. Thus, this research aimed to evaluate the performance of a precision seed drill equipped with a 'titanium®' mechanical seed distribution system, with different seeding discs, subjected to different operating speeds: 3 km/h, 4 km/h, 5 km/h, and 6 km/h. A randomized block design was used, with a total of 12 treatments and three replications, resulting in 36 experimental units (EUs). Thus, better results were obtained in relation to speeds of 3 km h-1 and 4 km h-1, providing a greater capacity to offer better seed distribution, as well as the use of the seeding disc with 90 holes, since it has a lower rotation speed due to the greater number of alveoli.

KEYWORDS: Productivity, plant stand, uniform seed spacing, yield, seed distribution.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Semeadora-adubadora de precisão da marca Grunder Fankhauser, utilizada na semeadura da soja. 25
Figura 2 – Tabelas dos discos e anéis dosadores utilizados. 26

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Deposições do disco de 45 alvéolos em diferentes velocidades de operação. 42
Gráfico 2 – Deposições do disco de 64 alvéolos em diferentes velocidades de operação. 43
Gráfico 3 – Deposições do disco de 90 alvéolos em diferentes velocidades de operação. 45
Gráfico 4 – Interação entre velocidade e número de alvéolos na porcentagem de deposições Aceitáveis. 47
Gráfico 5 – Interação entre velocidade e número de alvéolos na porcentagem de deposições Duplas. 48
Gráfico 6 – Interação entre velocidade e número de alvéolos na porcentagem de deposições falhas.....50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Classificação de desempenho da distribuição.....23
Tabela 2 – Regulagem da população de sementes. 26
Tabela 3 – Critérios de classificação dos espaçamentos a serem aplicadas de acordo com o espaçamento entre as plantas.....27
Tabela 4 – ANOVA dos espaçamentos aceitáveis do experimento conduzido, Santa Rosa/RS. 2025. 29
Tabela 5 – Comparação de médias para espaçamentos aceitáveis em função da velocidade de operação.....30
Tabela 6 – Comparação de médias para espaçamentos lineares aceitáveis em função dos discos com 45, 64 e 90 alvéolos. 31
Tabela 7 – Médias de deposições aceitáveis na interação entre os fatores disco e velocidade.32
Tabela 8 – ANOVA dos espaçamentos aceitáveis, de experimento conduzido. 34
Tabela 9 – Percentual de espaçamentos duplos em função da velocidade de deslocamento. ..34
Tabela 10 – Comparação de médias para espaçamentos lineares duplos em função dos discos com 45, 64 e 90 alvéolos. 35
Tabela 11 – Média de deposições duplas na interação entre os fatores disco e velocidade. 36
Tabela 12 – ANOVA dos espaçamentos falhos, do experimento conduzido, Santa Rosa/RS, 2025. 38
Tabela 13 – Percentual de espaçamentos falhos em função da velocidade de deslocamento. .38
Tabela 14 – Comparação de médias para espaçamentos lineares falhos em função dos discos com 45, 64 e 90 alvéolos. 40

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 12
2 OBJETIVOS 13
2.1 OBJETIVO GERAL 13
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS 13
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 14
3.1 CULTURA DA SOJA 14
3.2 SEMEADURA DE PRECISÃO 15
3.3 SEMEADORAS-ADUBADORAS DE PLANTIO DIRETO 16
3.4 SISTEMA MECÂNICO E PNEUMÁTICO 16
3.5 DISTRIBUIÇÃO UNIFORME DAS SEMENTES 17
3.6 PADRONIZAÇÃO DE SEMENTES 18
3.7 UTILIZAÇÃO DE GRAFITE 19
3.8 VELOCIDADE DE OPERAÇÃO 20
3.9 AJUSTE DO DISCO E DO ANEL DE ACORDO COM A SEMENTE 21
3.10 NÚMERO DE ALVÉOLOS DO DISCO DOSADOR 21
3.11 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DE SEMENTES 22
4 MATERIAL E MÉTODOS 24
4.1 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA 24
4.2 DELINEAMENTO DO EXPERIMENTO 24
4.3 EXECUÇÃO DO EXPERIMENTO 25
4.3.1 Regulagem da Semeadora 25
4.3.2 Semeadura e Condições de Campo 25
4.3.3 Avaliação da Deposição de Sementes 27
4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS 28
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO 29
5.1 RESULTADOS RELACIONADOS À DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL DE SEMENTES 29
5.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS DE ESPAÇAMENTOS ACEITÁVEIS 29
5.2.1 Análise de Variância (ANOVA) dos Espaçamentos Aceitáveis 29
5.2.2 Comparação de médias dos espaçamentos aceitáveis em função da velocidade de operação 30
5.2.3 Comparação de médias dos espaçamentos aceitáveis em função dos discos 31
5.2.4 Análise e comparação de médias para a interação discos x velocidades 32

5.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS DE ESPAÇAMENTOS DUPLOS 33
5.3.1 Análise de Variância (ANOVA) dos Espaçamentos Duplos 33
5.3.2 Comparação de médias dos espaçamentos duplos em função da velocidade . 34
5.3.3 Comparação de médias dos espaçamentos duplos em função dos discos 35
5.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS DE ESPAÇAMENTOS FALHOS 38
5.4.1 Análise de Variância (ANOVA) dos Espaçamentos Falhos 38
5.4.2 Comparação de médias dos espaçamentos falhos em função da velocidade de operação 38
5.4.3 Comparação de médias dos espaçamentos falhos em função dos discos 39
5.4.4 Análise e comparação de médias de deposições falhas para a interação disco x velocidade. 40
5.5 ANÁLISE DE REGRESSÃO 42
5.6 CLASSIFICAÇÃO DE DESEMPENHO DA DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL 51
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 54
7 REFERÊNCIAS 55

1 INTRODUÇÃO

A cultura da soja (*Glycine max*) tem sua produção em evolução constante, caracterizando-se como a principal oleaginosa produzida no Brasil. Para obter um estande de plantas satisfatório é necessário a utilização de boas práticas de semeadura, juntamente com sementes de bom índice de germinação e vigor. No entanto, a utilização de semeadoras de precisão aumenta a eficiência e o sucesso na uniformidade do espaçamento na linha de semeadura e profundidade adequada das sementes, otimizando o seu estabelecimento (Embrapa, 2019).

As semeadoras de precisão são ferramentas essenciais para o agronegócio moderno, especialmente no Brasil, e foram desenvolvidas para aperfeiçoar a semeadura, garantindo a deposição individual de sementes graúdas com a maior uniformidade possível. Isso é crucial para o estabelecimento de um estande de plantas ideal, o que, por sua vez, impacta diretamente a produtividade e a rentabilidade da lavoura diminuindo assim os efeitos da competição entre plantas por luz, água e nutrientes (Krzyzanowski *et al.*,2008).

O sistema de distribuição de sementes mecânico se dá através de discos e anéis e dependem da gravidade para o seu funcionamento. A partir disso a necessidade da escolha dos discos de semeadura é essencial para uma distribuição uniforme das sementes (Mialhe, 2012).

Os discos, juntamente aos anéis de semeadura, precisam ser observados diante da semente utilizada, assim é importante observar o diâmetro dos alvéolos do disco como a profundidade dos anéis, evitando que ocorra atrito do mecanismo de distribuição com as sementes, pois este pode ocasionar uma lesão na semente, e dificultar ou até mesmo impossibilitar a germinação (Mialhe, 2012).

Assim, o sucesso na cultura da soja depende de diversos fatores, entre eles estão à qualidade da semeadura, as técnicas de regulagem e desempenho das máquinas, a qualidade das sementes e de fatores externos como umidade do solo no momento da semeadura, chuva e temperatura durante o ciclo da cultura, entre outros.

Portanto, através dos estudos realizados com enfoque na utilização de discos de semeadura com diferente número de alvéolos, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o desempenho da distribuição de sementes, que é um desafio na agricultura devido a presença de espaçamentos falhos e duplos, Avaliando uma semeadora adubadora com sistema de distribuição mecânico ‘’Titanium®’’, com a utilização de discos de semeadura de 45, 64 e 90 furos, analisando o seu desempenho a campo em diferentes velocidades de operação na cultura da soja, buscando aumentar a eficiência e a otimização da semeadura.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Avaliar a deposição longitudinal de sementes de soja por uma semeadora-adubadora de precisão equipada com diferentes discos (45, 64 e 90 furos) submetidos a velocidades de operação de 3 kmh^{-1}, 4 kmh^{-1}, 5 kmh^{-1} e 6 kmh^{-1}.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Determinar as velocidades de operação que proporcionam desempenho satisfatório na distribuição das sementes de soja.

Determinar a influência do número de alvéolos, dos discos dosadores, na qualidade de distribuição longitudinal de sementes;

Identificar qual a velocidade de operação que resulta em menores percentuais de falhas ou de deposições de sementes duplas.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 CULTURA DA SOJA

A cultura da soja (*Glycine max*) tem papel muito importante no cenário agrícola do país, atualmente é a principal oleaginosa produzida no Brasil e no mundo (Seixas *et al*., 2020). Sua produção demonstra crescimento constante, impulsionado pela crescente demanda global, dada a alta finalidade de seus grãos, que podem ser destinados à alimentação humana e animal, bem como para fins industriais. Atualmente, o Brasil se consolida como um dos maiores produtores mundiais, ao lado dos Estados Unidos e da Argentina (Embrapa, 2019).

A soja surgiu no Brasil, no Estado da Bahia (BA), nos anos de 1880, e não obteve sucesso com a cultura, pois não era adaptada para aquela região. Somente no ano de 1925, a soja foi introduzida no Rio Grande do Sul, o estado que se aproximava das condições climáticas do Sul dos Estados Unidos e, inicialmente, a soja era estudada para apresentar um potencial forrageiro (Dall'agnol, 2011). Somente no final da década de 60, a soja passou a ter valor econômico e ser utilizada como uma opção de cultura de verão, a qual era semeada após o cultivo do trigo, que no momento, era a principal cultura semeada no Brasil (Landgraf *et al*., 2002).

Com o aumento do valor da soja no mercado mundial e o interesse dos produtores e do governo, a soja teve e vem tendo um grande investimento em pesquisas (Silva, 2010). Dentre as inovações destaca-se a utilização do sistema de "plantio direto", que visa reduzir o revolvimento do solo, mobilizando minimamente, o que se adequou a cultura da soja.

Para o sucesso no estabelecimento inicial da cultura, Krzyzanowski *et al.*, (2008) enfatizam a necessidade de utilizar sementes de alto vigor e bom potencial germinativo, aliadas a boas práticas de semeadura, visando um estande inicial com plantas uniformes e bem distribuídas. No entanto, quando ocorre baixa emergência de plantas ou plantas que apresentam baixa estabilidade (homogeneidade) no desenvolvimento devido ao baixo vigor das sementes, faz a necessidade de uma nova semeadura, gerando prejuízos extras ao produtor rural. (Krzyzanowski *et al*., 2008).

Ainda, para a semeadura da soja, se faz necessário o uso de semeadoras de alta precisão, capaz de realizar o espaçamento adequado entre as plantas, obtendo como resultado final o estande de plantas desejado, evitando acúmulo de plantas em um ponto quanto à ausência delas em outro, otimizando o seu estabelecimento (Krzyzanowski *et al.*, 2008).

3.2 SEMEADURA DE PRECISÃO

A alta produtividade de determinada cultura depende significante da sintonia e o trabalho uniforme de diversos equipamentos do mecanismo de operação, garantindo assim qualidade e uniformidade do estande de plantas. Na semeadura existem as fases mais críticas para a determinação do estande de plantas, pois esse fator depende de muitas informações que para boa parte dos agricultores fica em segundo plano, como o preparo correto do solo, semeadura em profundidade correta, velocidade de operação, padronização das sementes e escolha dos discos e anéis de semeadura (Krzyzanowski *et al.*, 2008).

No ano de 1929 foi o início dos estudos envolvendo a viabilidade da agricultura de precisão, viabilizando a tomada de decisão dos produtores por meio de estratégias, que foram tomadas a partir de estudos, resultando em um modelo de produção mais eficiente e lucrativo, período no qual a agricultura familiar possuía a maior parte dos solos utilizados, tendo conhecimento de toda a área produtiva, apesar de poucas tecnologias faziam um melhor acompanhamento destas áreas (Elias, 1998).

Para Resende *et al.* (2014), a agricultura de precisão consiste no conjunto de diferentes tecnologias aplicadas no manejo da cultura visando melhorar a produção de grãos e culturas perenes, facilitar a rotina do produtor, reduzir o uso de insumos e combustível, reduzir a compactação, visando a economia do produtor rural.

Casão Junior (2001) fala que a escolha da semeadora deve ser analisada pelo produtor antes de sua aquisição, isso devido a características da propriedade, das culturas, do clima e também do solo. Os sistemas dosadores mecânicos ou pneumáticos agregam valores ao valor total das máquinas, melhorando o desempenho e diminuindo os erros referentes às dosagens das sementes, masnão em relação à germinação e emergência das plantas.

De acordo com Pereira Filho (2022), a alta produtividade de grãos nos dias atuais só foi possível através do uso de estratégias e técnicas adquiridas por meio do estudo de variáveis, como o espaçamento entre linhas e espaçamento longitudinal na linha. A semeadura requer distribuição uniforme e adequada das sementes conforme cada cultura, assim evitando a competição com plantas daninhas ou até mesmo com plantas da mesma cultura por excesso de plantas (Pereira Filho, 2022). Então para alcançar o teto produtivo de uma cultura, se faz necessário alcançar uma população ideal com plantas bem distribuídas, não havendo plantas duplas ou falhas (Goehl, 2015).

3.3 SEMEADORAS-ADUBADORAS DE PLANTIO DIRETO

As semeadoras-adubadoras de plantio direto foram desenvolvidas com o objetivo de reduzir o revolvimento do solo por meio de um manejo de conservação, mantendo a cobertura do solo, trazendo várias vantagens para a conservação deste solo com mobilização mínima, também aperfeiçoar a semeadura de culturas anuais, com sistema de adubação acoplado a unidade de semeadura, o que permite a distribuição de sementes e também fertilizantes na mesma operação de semeadura (Siqueira, 2008).

Segundo Siqueira (2008), às semeadoras de precisão são equipamentos essenciais para a semeadura de sementes graúdas onde ocorre a deposição individual da mesma ao longo da linha de semeadura, buscando o máximo de eficiência no número de sementes depositadas por metro linear. Os dosadores de fertilizantes são fundamentais para o desenvolvimento da cultura em seu estágio vegetativo, são compostos por mecanismos com aletas rotativas ou rotores dentados, onde o mecanismo dosador libera volumes conforme a taxa de aplicação ajustada na semeadora-adubadora pelo operador (Siqueira *et al*., 2008).

Uma semeadora-adubadora de precisão é composta por:

> Chassi ou barra porta-ferramenta, sistema de engate e acoplamento ao trator, sistema de transporte, reservatórios para sementes e fertilizante, sistema de acionamento e transmissão, sistemas de dosagem e distribuição de sementes e fertilizante, unidades de semeadura, marcadores de linha e estribos. As unidades de semeadura são constituídas por unidade de corte da vegetação, abridores de sulco para fertilizante, abridores de sulco para sementes, sistema de controle de profundidade de sulcos para sementes, sistema de aterramento do sulco e sistema de compactação do solo sobre as sementes (Siqueira, 2008 p. 4).

As semeadoras-adubadoras modernas apresentam mecanismos de recambio onde facilita a regulagem tanto dos dosadores de sementes quanto dos dosadores de fertilizantes, sistema que é realizado manualmente ou com mecanismos de engate rápido, processo realizado com facilidade e rapidez na troca, o que dispensa a utilização de uma maior mão de obra, chaves ou ferramentas (Siqueira, 2008). Com a regulagem da semeadora, pode-se definir o espaçamento entre linhas, a densidade de plantas e a profundidade de semeadura, obtendo assim um padrão desejado (Tourino; Rezende; Salvador, 2002).

3.4 SISTEMA MECÂNICO E PNEUMÁTICO

Com a avaliação do desempenho das sementes em laboratório pode-se controlar muitos fatores, já a semeadura realizada a campo pode-se obter diferentes resultados, pois os

fatores externos podem afetar os resultados, o que acaba comprometendo o desempenho de uma semeadora (Siqueira, 2008).

Os primeiros modelos de semeadora são as semeadoras de tração animal, seguidas pelo uso de tratores, sendo os modelos mecânicos, que consiste em um modelo mais simples e robusto. Esse modelo de semeadora busca a distribuição de sementes através de discos ou rolos e depende da gravidade para o seu funcionamento Mialhe (2012), o que não é indicado, pois dependendo apenas da gravidade para a semeadura, pode haver irregularidades na trajetória das sementes até a sua chegada ao solo, devido ao comprimento e formato das sementes no tubo condutor (Portella *et al*., 1999).

Buscando eficiência nas semeadoras, Mialhe (2012), afirma que buscou em novos modelos de semeadoras mais resistentes, maior capacidade operacional, mais agilidade em serviço e adequação dos mecanismos de dosagem e deposição das sementes em maior velocidade. Com essa busca, passou a se usar recursos da fluidodinâmica em semeadoras: dosagem pneumática e transporte pneumático das sementes.

Com os dosadores pneumáticos de sementes, trabalha-se com pressão positiva e negativa, pode-se ter uma semeadura de alta velocidade, obtendo espaçamento e linhas regulares (Mialhe, 2012), e também obtendo menos danos mecânicos as sementes. E segundo Martin *et al*. (2022), “As semeadoras com dosadores pneumáticos permitem trabalhar com velocidades maiores, mantendo boa distribuição das sementes, que também são limitadas”.

3.5 DISTRIBUIÇÃO UNIFORME DAS SEMENTES

A uniformidade da semeadura de sementes é de grande importância, pois através de recursos naturais e tecnologias de produção é possível reduzir perdas de produtividade agrícola (Goldschmidt, 2016). A pesquisa vem desenvolvendo novas técnicas e, também, adaptando técnicas já existentes para cada solo, tornando favoráveis as condições atuais, fornecendo o conhecimento dessas novas práticas para os agricultores (Goldschmidt, 2016).

Martin *et al.* (2022) afirma que a uniformidade das sementes no solo é fundamental para um bom estande de plantas, diminuindo a competição entre plantas, garantindo a absorção de recursos iguais entre elas (luz, água e nutrientes). Porém, não depende apenas de um estande de plantas uniforme, com a população desejada, pois há vários fatores que podem interferir o desenvolvimento das sementes (Martin *et al*., 2022).

Segundo Martin *et al*. (2022), a distribuição da semente no solo em condições favoráveis e condições iguais para o desenvolvimento das plantas, é chamado de

plantabilidade. Os fatores que afetam a distribuição de sementes se dão através de danos mecânicos a semente ou má distribuição ao longo da linha de semeadura, que pode ocorrer devido à regulagem da semeadora ou condições do solo (desnivelamento, alta umidade, solo seco, torrão, calor) (Portella *et al*., 1999). E ainda, pode-se se ter uma má distribuição de sementes por causa dos alvéolos não preenchidos com as sementes devido a irregularidades ou peso de sementes (Portella *et al*., 1999).

Torres e Garcia (1991), concluíram que a distribuição de sementes desuniformes no solo causa uma grande diminuição na produção (perda direta). Essas falhas podem ocorrer em relação ao nivelamento do solo e a baixa qualidade da semente. Por outro lado, na utilização de sementes com vigor, semeadoras reguladas e velocidade de operação adequada, pode gerar uma boa distribuição de sementes (Martin *et al*., 2022).

Para uma boa semeadura é crucial analisar a distribuição de plantas na linha de semeadura, tanto espaçamento linear como profundidade das sementes no solo, mas também ter um cuidado especial em relação às sementes, podendo ser citado o poder germinativo, vigor e também características físicas das sementes como tamanho, peso, e pureza da semente (Torres; Garcia, 1991). Segundo Jasper *et al*., (2006), a velocidade de operação durante a semeadura, pode alterar o espaçamento entre plantas na linha de semeadura como também a profundidade da semente, diminuindo a cobertura sobre as sementes, fator que causa perda na umidade e temperatura do solo.

Segundo o estudo de Cortez *et al.*, (2006), as maiores velocidades diminuem a quantidade de espaçamentos aceitáveis e aumenta a quantidade de espaçamentos falhos, enquanto as velocidades 4,24 km h^{-1} a 6 km h^{-1} foram as que não interferiram no estande de plantas sob plantio direto para a cultura da soja.

3.6 PADRONIZAÇÃO DE SEMENTES

A padronização de sementes se faz importante para que se obtenha um estande mais homogêneo, devendo-se utilizar sementes certificadas, pois essas possuem uma padronização e uma qualidade maior (Tekrony; Egli, 1991). Ainda, Tekrony e Egli (1991), afirmam que o vigor é de extrema importância para assegurar o estande de plantas capazes de resistir às diversas condições climáticas presentes no campo durante a fase inicial da cultura.

As falhas a campo podem ocorrer devido a sementes de baixa qualidade fisiológica, assim como problemas na plantabilidade, como semente depositada no local indesejado, podendo ser causado pelo tamanho desuniforme da semente, o que causa falha quando muito

grande, ou a deposição de dois grãos, resultando na semeadura dupla quando se tem um grão muito pequeno. O uso de sementes certificadas não ocorrem, devido a passagem das sementes em peneiras, dividindo as sementes em relação ao seu diâmetro (Martin; Pires; Vey, 2022).

Carvalho (2007), afirma que a padronização das sementes se tornou essencial para o aumento na eficiência das semeadouras, garantindo alta qualidade e atingindo a exigência comercial, realizando a classificação das sementes através de peneiras onde se uniformiza as sementes em grandes, pequenas e médias, o que acaba fazendo necessária a escolha dos discos e anéis de semeadura para garantir eficiência na distribuição.

O tamanho das sementes pode variar independente da cultivar, local ou ano de produção, esse tipo de variação pode ocorrer tanto entre diferentes cultivares, quanto entre lotes, também pode ocorrer diferenças no mesmo lote (Peske; Baudet, 2006). Ainda, sementes grandes podem originar plantas mais vigorosas no início do desenvolvimento, devido a maior quantidade de reservas nos cotilédones da semente, no entanto podem apresentar desempenho inferior em relação a condições ambientais desfavoráveis além de sofrerem maiores danos mecânicos (Peske; Baudet, 2006).

3.7 UTILIZAÇÃO DE GRAFITE

O grafite é um pó que serve como lubrificante a seco, considerado um material inativo, não causando nenhuma influência as sementes nem aos tratamentos de sementes (Serviço Nacional de Aprendizagem Rural, 2017). Além disso, Lenhardt *et al.* (2022), complementam que existem diversos fatores que afetam a qualidade da semeadura, como tratamentos das sementes, que acaba alterando a superfície da semente com uma camada protetiva na semente, assim aumentando o atrito desta, dificultando o fluxo de sementes no sistema das semeadoras, o que faz necessária a utilização de grafite, diminuindo o atrito e melhorando o escoamento das sementes do depósito para os discos e sistemas de distribuição das sementes.

Segundo Mota e Lima (2025), os benefícios da utilização de lubrificantes grafitados, reduz perdas da cultura da soja, através da redução do atrito e melhora o escoamento das sementes devido estas, especialmente as tratadas quimicamente, podem apresentar uma superfície mais áspera e pegajosa, o que em maiores velocidades podem acarretar em perdas devido danos mecânicos. Lima *et al.* (2021), descrevem que para o melhor desempenho, devesse utilizar doses de grafite o que causa um menor atrito das sementes com o disco sendo utilizado 3 g/kg de semente.

O uso do grafite na semeadura, segundo Santos *et al*. (2019), não causa interferência significativa em tratamentos realizados na semente da soja. Já o uso excessivo de grafite para a lubrificação das sementes nas semeadoras com disco dosador horizontal pode causar prejuízos, pois ele se deposita na parte inferior dos alvéolos interferindo a deposição correta da semente, comprometendo a homogeneidade da semeadura (Savi *et al.*, 2020).

3.8 VELOCIDADE DE OPERAÇÃO

A velocidade de operação adequada na semeadura é crucial para se ter uma maior eficiência operacional, que se dá através do conhecimento das condições adversas no momento da semeadura. Esse fator evita a redução na produtividade da cultura devido à distribuição de sementes irregulares, o que minimiza as perdas por competição, os danos nas sementes que aumentam, devido a maior velocidade de operação, o que resulta em quebras do rendimento da cultura (Seixas *et al.*, 2020).

Segundo Nagaoka e Nomura (2003), o desempenho da semeadura não depende somente da máquina, mas também do manejo adequado durante a semeadura, envolvendo vários fatores como a regulagem e a calibração da semeadora, o qual é um ponto fundamental. A semeadora precisa ser regulada especificamente para a semente e o tipo de solo em questão, envolvendo a qualidade da semente e também as condições do solo.

A velocidade de operação exerce uma influência direta sobre a cobertura das sementes e profundidade da semeadura, independente da semeadora utilizada. Maiores velocidades podem acarretar em maior revolvimento do solo, dificultando que as rodas compactadoras pressionem de forma eficaz o solo para que ocorra o contato adequado entre a semente e o solo (Cortez *et al.*, 2006). Ainda, altas velocidades diminuem a cobertura sobre a semente, causando maior calor por incidência de raios solares ocasionando a diminuição da umidade do solo, resultando em problemas na germinação devido à falta de água causado pela menor superfície de contato entre a semente e o solo (Cortez *et al*., 2006).

Para Delafosse (1986), a velocidade em que uma semeadora-adubadora trabalha é um fator crucial, que influencia diretamente a uniformidade das sementes na linha de semeadura, o que compromete o potencial produtivo de determinada cultura. Então, deve-se considerar a velocidade de operação conforme as características da máquina, das condições do solo como tipo de solo e relevo, compactação e fertilidade do solo, ambiente e recomendações da cultura, assim buscando equilíbrio entre a eficiência operacional do trabalho com a qualidade da semeadura, obtendo um estande de plantas adequado (Donagema, 2011).

3.9 AJUSTE DO DISCO E DO ANEL DE ACORDO COM A SEMENTE

Os discos horizontais alveolados são responsáveis, junto ao conjunto de distribuição de sementes, a atingir a população de plantas desejada e, também, é responsável por alojar as sementes e transportá-las individualmente até o local de saída, para o tubo condutor de sementes (França *et al.*, 2012). As informações necessárias para a escolha podem ser encontradas na parte inferior dos discos dosadores como indicação da cultura a utilizar, diâmetro e quantidade de furos presentes em cada disco (França *et al.*, 2012).

Os discos e anéis devem ser observados antes de cada semeadura, diante das sementes deve-se analisar a quantidade de furos do disco, diâmetro e formato dos furos (Siqueira, 2008). Recomenda-se a utilização de discos que apresentam alvéolos (furos) 10% maiores do que o diâmetro das sementes, o que vai evitar ocorrer falhas ou duas sementes no mesmo furo (Siqueira, 2008).

Os anéis são acoplados junto aos discos dentro do sistema dosador de sementes, e seu objetivo é ajustar a diferença da espessura entre a semente e disco, fazendo com que a semente encaixe corretamente nos espaços e, esses anéis variam dependendo do tamanho das sementes utilizadas na semeadura, tanto em espessura como em formato (Serviço Nacional de Aprendizagem Rural, 2017).

3.10 NÚMERO DE ALVÉOLOS DO DISCO DOSADOR

Os sistemas de distribuição de sementes são considerados uma das partes mais importantes de uma semeadora-adubadora, garantindo a deposição das sementes no solo em espaçamento adequado, proporcionando a população de planta ideal, evitando desperdícios de sementes ou um replantio devido às falhas na semeadura (Damasceno, 2017).

> Eles são constituídos por discos alveolados horizontais localizados no fundo do reservatório de sementes. Ao girar, esses discos captam as sementes nos seus alvéolos (furos) e, devido à ação da gravidade, as depositam no solo através de um tubo condutor (Damasceno, 2017 p. 1).

O autor Mialhe (2012) descreve que o sistema de distribuição de sementes mecânico como um sistema básico e que pode ser utilizado para diversas culturas, que é realizado através da rotação dos discos de semeadura, que possuem alvéolos onde as sementes se depositam individualmente, sendo distribuídas uma a uma por gravidade. Ainda, o sucesso de uma semeadura está através da manutenção e escolha dos discos com alvéolos adequados para cada tipo de semente ou até mesmo para lotes diferentes da mesma semente, que podem ter

tamanhos diferentes, com 1,2 a 1,6 mm maior que o diâmetro da semente. Junto ao disco de semeadura, acondicionando as sementes dentro dos alvéolos os anéis também precisam ser cuidadosamente observados e escolhidos conforme o tamanho das sementes utilizadas na semeadura, promovendo que as sementes sejam transportadas dentro dos alvéolos sem atrito, o que pode danificar a semente impossibilitando sua germinação (Siqueira, 2008).

Para Rosa *et al*. (2014), as tecnologias inovadoras dos discos rampflow se destacam pela eficiência na distribuição de sementes, melhorando o fluxo e o deslizamento das sementes sem causar dano, devido as ondulações nos alvéolos de deposição das sementes.

Através dos poucos estudos realizados em relação à utilização de discos com diferentes números de furos, o principal objetivo do presente trabalho é avaliar a distribuição de sementes, com discos de 45, 64 e 90 furos, analisando o seu desempenho a campo em diferentes velocidades. Assim como Costa (2021), testou três configurações de discos, operando em três velocidades de deslocamento, apresentou desempenho superior os discos com maior número de alvéolos (furos), em relação aos discos com menos alvéolos.

3.11 METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DE SEMENTES

A metodologia utilizada para desenvolvimento da pesquisa, em relação aos espaçamentos, foi proposta por Mialhe (2012, p. 341). A abordagem de avaliação considera três tipos de categoria em relação ao espaçamento entre plantas: aceitáveis, duplos e falhas. Os aceitáveis são todos aqueles que estão no intervalo da multiplicação do espaçamento agronômico (EA), pelos valores 0,5 e 1,5, já os valores abaixo deste intervalo de 0,5 vezes o EA foram considerados como duplos e valores acima de 1,5 vezes o EA foram considerados como falhas.

Após cessar a germinação e emergência de plantas, para realizar a medição dos espaçamentos se utilizou uma trena, realizou a medição do espaçamento e uniformidade de distribuição longitudinal de sementes na linha de semeadura com 250 espaçamentos, determinado por Mialhe (2012).

A regularidade de distribuição de sementes na linha de semeadura foi quantificada segundo o que Dambrós (1998, apud Mialhe, 2012, p. 352) propôs, que a distribuição das sementes pode ser classificada em função da porcentagem dos espaçamentos aceitáveis, variando entre quatro níveis, sendo estes: ótimo desempenho, de 90 a 100%, bom desempenho, de 75 a 90%, regular desempenho, de 50 a 75% e insatisfatório desempenho, abaixo de 50%, de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 – Classificação de desempenho da distribuição

Classificação de desempenho	Espaçamentos aceitáveis (%)
Ótimo	>90 á 100
Bom	>75 á 90
Regular	>=50 á 75
Insatisfatório	<50

Elaborado pelo Autor, 2025.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 CARACTERÍSTICAS DA ÁREA

O experimento foi realizado no mês de janeiro de 2025, na localidade de Candeia Alta, Santa Rosa/RS, entre as seguintes coordenadas geográficas: 27°46'38.10"S 54°27'0.97”O, e 307 m de altitude. A área do experimento possui solo classificado como Latossolo Vermelho, pertencendo a Unidade de Mapeamento de Santo Ângelo (Santos *et al*., 2018). O sistema de plantio direto é praticado há sete anos, em que a cultura do milho foi antecessora, intercalando culturas como soja, milho, trigo, canola, aveia e coberturas. A área possui um terreno plano uniforme, com mesma adubação, sendo utilizada para produção comercial.

4.2 DELINEAMENTO DO EXPERIMENTO

Para implantação do ensaio foi utilizado o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) num esquema bifatorial com três discos dosadores (disco simples Rampflow® 45 furos, disco duplo Rampflow® 64 furos e disco duplo Rampflow® 90 furos) e quatro velocidades de operação (3 kmh^{-1}, 4 kmh^{-1}, 5 kmh^{-1} e 6 kmh^{-1}) com três repetições realizadas todas no mesmo sentido. Dessa forma, totalizando 12 tratamentos, com três repetições resultando em 36 unidades experimentais e um comprimento de 40 metros para cada unidade experimental, com uma linha de bordadura para cada tratamento.

Os tratamentos foram identificados como:

- Tratamento 1: Rampflow® 45 furos - velocidade de 3 km h^{-1};
- Tratamento 2 -Rampflow® 64 furos - velocidade de 3 km h^{-1};
- Tratamento 3 -Rampflow® 90 furos - velocidade de 3 km h^{-1};
- Tratamento 4 -Rampflow® 45 furos - velocidade de 4 km h^{-1};
- Tratamento 5 -Rampflow® 64 furos - velocidade de 4 km h^{-1};
- Tratamento 6 -Rampflow® 90 furos - velocidade de 4 km h^{-1};
- Tratamento 7 -Rampflow® 45 furos - velocidade de 5 km h^{-1};
- Tratamento 8 -Rampflow® 64 furos - velocidade de 5 km h^{-1};
- Tratamento 9 -Rampflow® 90 furos - velocidade de 5 km h^{-1};
- Tratamento 10 -Rampflow® 45 furos - velocidade de 6 km h^{-1};
- Tratamento 11 -Rampflow® 64 furos - velocidade de 6 km h^{-1};
- Tratamento 12 -Rampflow® 90 furos - velocidade de 6 km h^{-1};

4.3 EXECUÇÃO DO EXPERIMENTO

4.3.1 Regulagem da Semeadora

O experimento foi implantado com uma semeadora adubadora modelo Arrasto-P 5036 Grunder Fankhauser®, ano 2024, equipada com nove linhas espaçadas com 0,45 metros de acordo com a Figura 1.

Figura 1 – Semeadora-adubadora de precisão da marca Grunder Fankhauser, utilizada na semeadura da soja.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

Os módulos de semeadura foram montados com sistema de distribuição Titanium® equipados com discos de semeadura Rampflow® com alvéolos com 5,5 mm de diâmetro e anel de 0,1mm profundidade. Portanto, na operação os tratamentos diferenciaram as velocidades de deslocamento e o número de alvéolos dos discos dosadores.

4.3.2 Semeadura e Condições de Campo

Precedendo a operação de semeadura, foi demarcada a área experimental e realizada a regulagem da semeadora-adubadora conforme as doses desejadas de sementes e de fertilizantes. Para a distribuição das sementes, foram utilizados discos dosadores do modelo Rampflow®. O diâmetro dos alvéolos e a profundidade do anel foram selecionados com base

nas dimensões da semente. Visando a otimização do desempenho e a redução do atrito das sementes com o disco, foi aplicada uma dose de 3 g kg^{-1} de grafite de grafite como lubrificante (Lima *et al*., 2021)) em todas as caixas de semente, foi avaliado os resultados das linhas 2,3,5,6,7 e 8 as demais serviram como bordadura do experimento.

.

Figura 2 – Tabelas dos discos e anéis dosadores utilizados.



Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

A regulagem da semeadora foi realizada para a cultura da soja, com uma distribuição de 14,2 sementes por metro linear e espaçamento entre linhas de 0,45 metros, totalizando uma população de 315.556,0 sementes por hectare, a uma profundidade de 4 cm, para os três tipos de discos: simples Rampflow® 45 furos, disco duplo Rampflow® 64 furos e disco duplo Rampflow® 90 furos. A regulagem da semeadora foi realizada conforme a Tabela 2, presente na máquina buscando uma população de 315.555 mil plantas ha¹, ajustado para todos os discos a mesma distribuição.

Tabela 2 – Regulagem da população de sementes.

	Engrenagens		Densidade	
	A (motriz)	B (movida)	Sementes m $linear^{-1}$	Sementes ha^{-1}
Disco 45	27	12	14,2	315.555,50
Disco 64	22	14	14,2	315.555,50
Disco 90	18	16	14,2	315.555,50

Elaborado pelo autor, 2025.

Assim, também para a distribuição de adubo na linha de semeadura, foi ajustado para uma distribuição de 300 kg ha^{-1}.

A semente utilizada para a realização do trabalho foi da cultivar TMG 7063 IPRO® de ciclo precoce (130-135 dias), com adaptação ao local do estudo. A semente foi produzida na safra 2023/24, com pureza de 99% e germinação de 80%, com valor cultural de 79,2%.

Após cessar a emergência das plantas, aos 20 dias após a emergência (DAE) foi realizada a coleta de dados através da contabilização de 250 espaçamentos em cada linha de semeadura (unidade experimental). As avaliações levaram em conta a distância entre as plantas como "espaçamento". Contudo, em locais com falhas na emergência, o solo foi removido para expor as sementes não germinadas. Essas sementes, mesmo não tendo emergido, foram incluídas na mensuração dos espaçamentos. O motivo para isso é que a presença da semente indica que não houve uma falha de dosagem por parte do equipamento, mas problemas na germinação.

4.3.3 Avaliação da Deposição de Sementes

Para avaliação do ensaio buscou-se analisar a eficiência da semeadura, conforme a deposição das sementes no solo, em sua precisão de distribuição sendo separadas em espaçamentos aceitáveis, duplo e falhas, o que permite observar a qualidade do processo de semeadura conforme metodologia proposta por Mialhe (2012).

A Tabela 3 apresenta os intervalos de espaçamento entre deposições de sementes considerados aceitáveis, duplas e falhas. Considerando o objetivo de 14,2 plantas por metro linear, os espaçamentos considerados aceitáveis entre as sementes compreendem o intervalo de 3,5 cm a 10,5 cm, uma vez que o EA é de 7,04 cm.

Tabela 3 – Critérios de classificação dos espaçamentos a serem aplicadas de acordo com o espaçamento entre as plantas.

Categoria (cm)	Índice	Sentença
3,5 - 10,5	Entre 0,5 a 1,5 * EA	Aceitáveis
< 3,5	0,5 * EA	Duplas
>10,5	1,5 * EA	Falhas

Fonte: Elaborado pelo autor, 2025.

As distâncias observadas entre plantas inferiores a 0,5 vezes o EA são classificadas como duplas, uma vez que representam a emergência de plantas excessivamente próximas,

indicando sobreposição no estande. Por outro lado, distâncias superiores a 1,5 vezes o EA são caracterizadas como falhas, pois evidenciam a ausência de uma planta no ponto esperado, resultando em desuniformidade no estande e comprometimento do arranjo espacial da cultura.

4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos das variáveis espaçamentos % aceitáveis, % duplos, % falhas, foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Para a identificação e agrupamento de diferenças significativas entre os tratamentos, foi analisado um fatorial 3×4 (discos × velocidades), as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, adotando-se o nível de 5% de significância. Todas as análises foram realizadas utilizando o software Assistat (Silva; Azevedo, 2016).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 RESULTADOS RELACIONADOS À DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL DE SEMENTES

Para a avaliação estatística dos resultados, utilizou-se a análise de variância (ANOVA), considerando-se os fatores discos dosadores de sementes, velocidades de operação e a interação entre eles. As variáveis analisadas foram o espaçamento entre sementes no sulco, bem como as percentagens de espaçamentos aceitáveis, duplas e falhas.

5.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS DE ESPAÇAMENTOS ACEITÁVEIS

5.2.1 Análise de Variância (ANOVA) dos Espaçamentos Aceitáveis

A análise de variância (ANOVA) revelou que, para a variável de espaçamentos aceitáveis, todos os fatores testados e a interação entre eles foram significativos a um nível de 1% de probabilidade conforme a Tabela 4 demonstrando que o comportamento dos discos depende da velocidade.

Tabela 4 – ANOVA dos espaçamentos aceitáveis do experimento conduzido, Santa Rosa/RS. 2025.

FV	GL	SQ	QM	F
Velocidades (F1)	3	392,69212	130,89737	12,9472 **
Discos (F2)	2	846,34438	423,17229	41,8565 **
Interação F1xF2	6	29748213	49,58036	4,9041 **
Tratamentos	11	1536,51863	139,68351	13,8163 **
Resíduo	24	242,641556	10,11006	
Total	35	1779,16019		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade (p <0 .01)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade (0.01 =< p < .05)
ns não significativo (p >= 0.05)
Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

Pode-se observar que tanto diferentes discos de semeadura com diferentes quantidades de alvéolos como diferentes velocidades de operação interferem a distribuição de sementes na linha de semeadura. Em acordo, Bottega *et al.* (2015) afirmam que a elevação da velocidade de semeadura interfere na precisão da distribuição, aumentando a ocorrência de plantas

duplas. O estudo de Costa (2021), apresentou interação entre os fatores estudados: diferentes velocidades de operação e diferentes discos de semeadura na cultura do milho. Franco (2020) incrementa que a velocidade de semeadura influenciou na porcentagem de espaçamento aceitáveis porem não influenciou na massa de mil grãos.

5.2.2 Comparação de médias dos espaçamentos aceitáveis em função da velocidade de operação

A análise do fator isolado velocidade de operação demonstra que as deposições de sementes aceitáveis, apresentaram diferenças entre as médias, conforme apresentado na Tabela 5.

Tabela 5 – Comparação de médias para espaçamentos aceitáveis em função da velocidade de operação.

Velocidade (km h^{-1})	Espaçamentos aceitáveis (%)
3	51,88 b
4	54,93 a
5	50,5 b
6	45,77 c
CV (%)	6,26

Tratamentos com médias não seguidas por mesma letra diferem pelo teste de Scott Knott, em nível de 5 % de probabilidade de erro.
Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

A maior média de espaçamentos aceitáveis foi obtida a 4 km h^{-1}. As velocidades de 3 km h^{-1} e 5 km h^{-1} não diferiram entre si, porém apresentaram valores inferiores de espaçamentos aceitáveis em relação a velocidade de 4 km h^{-1}. Por fim, a velocidade de 6 km h^{-1} apresentou a menor média de espaçamentos aceitáveis, o que demonstra o efeito negativo do aumento excessivo da velocidade durante a operação de semeadura.

A maior velocidade de operação, 6 km h^{-1}, demonstrou desempenho inferior em relação ao número de deposições aceitáveis de sementes. Essa redução na uniformidade com o aumento da velocidade é um resultado comumente encontrado e corroborado por Costa (2021), que também observou diferença significativa na maior velocidade de operação em seu estudo. Similarmente, Tavares, Machado e Costa (2023) concluíram que a maior velocidade avaliada (8,5 km h^{-1}) aumentou os índices de irregularidade na distribuição de sementes, independentemente do disco de semeadura utilizado, na cultura do milho. No entanto, esse resultado contrasta com o de Dias *et al*. (2009), que, em seu estudo com a semeadura da soja,

afirmaram que a densidade de semeadura não teve diferença significativa com a elevação da velocidade de operação.

O coeficiente de variação (CV) foi de 6,26%, um valor considerado baixo, o que indica alta precisão experimental, demonstrando que as avaliações dos espaçamentos apresentaram consistência e que a variabilidade natural entre os tratamentos foi reduzida, o que expressa maior confiabilidade do experimento.

5.2.3 Comparação de médias dos espaçamentos aceitáveis em função dos discos

As médias dos espaçamentos aceitáveis em relação aos discos de semeadura demostraram que a maior quantidade de alvéolos desempenhou maior porcentagem de espaçamentos aceitáveis, diferindo-se dos demais discos conforme a Tabela 6.

Tabela 6 – Comparação de médias para espaçamentos lineares aceitáveis em função dos discos com 45, 64 e 90 alvéolos.

Disco (alvéolos)	Espaçamentos aceitáveis (%)
45	46,58 b
64	48,37 b
90	57,56 a
CV (%)	6,26

Tratamentos com médias não seguidas por mesma letra diferem pelo teste de Scott Knott, em nível de 5 % de probabilidade de erro.
Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

Tavares, Machado e Costa (2023), em sua avaliação de diferentes discos de semeadura na cultura do milho, observaram que um número superior de alvéolos no disco dosador proporcionou maior regularidade na distribuição de sementes. Ao compararem o efeito do aumento da velocidade de operação, constataram que o disco de 72 alvéolos manteve uma uniformidade de semeadura superior àquela apresentada pelo disco de 28 alvéolos. Embora conduzidos em cultura e com discos de alvéolos diferentes em relação ao presente estudo (soja), estes resultados estão em conformidade no princípio de que discos com maior número de alvéolos tendem a ser mais eficientes na manutenção da regularidade e uniformidade de semeadura, especialmente sob variações de velocidade. Tal constatação corrobora com os resultados desta pesquisa, em que o disco de 90 alvéolos obteve o maior percentual de espaçamentos aceitáveis e a menor porcentagem de falhas. Portanto, em semeadoras

equipadas com dosadores mecânicos de precisão os discos dosadores com maior número de alvéolos proporcionam maior porcentagem de deposições aceitáveis.

5.2.4 Análise e comparação de médias para a interação discos x velocidades

A Tabela 7 apresenta as porcentagens de deposições aceitáveis em função da interação entre os discos dosadores de sementes (45, 64 e 90 alvéolos) e as velocidades de operação. Observa-se que houve interação significativa entre os fatores, indicando que o desempenho dos espaçamentos aceitáveis depende simultaneamente do tipo de disco utilizado e da velocidade adotada.

Tabela 7 – Médias de deposições aceitáveis na interação entre os fatores disco e velocidade.

	Discos (número de alvéolos)		
Velocidade km h^{-1}	45	64	90
3	50,73 aB	46,87 bB	58,03 aA
4	47,54 aC	54,84 aB	62,41 aA
5	48,34 aA	50,59 aA	52,58 bA
6	39,70 bB	40,37 cB	57,23 aA

Tratamentos com médias não seguidas por mesma letra diferem pelo teste de Scott Knott, em nível de 5 % de probabilidade de erro.
Linhas - letras maiúsculas; Colunas - letras minúsculas.
Fonte: elaborado pelo autor, 2021.

A análise das velocidades demonstra que a deposição aceitável de sementes é influenciada diretamente pelo aumento da velocidade de deslocamento, conforme observado na Tabela 7. Com as velocidades de 3 e 4 km h^{-1}, os melhores resultados foram obtidos com o disco de 90 alvéolos, indicando maior capacidade de manutenção da uniformidade nesses níveis operacionais. À medida que a velocidade aumenta especialmente em 6 km h^{-1}, há queda no desempenho dos discos, sobretudo para os modelos de 45 e 64 alvéolos, o que confirma o efeito negativo da velocidade elevada sobre o padrão de distribuição de sementes, conforme descrito por Mialhe (2012).

Considerando a análise vertical das colunas, observa-se que cada disco responde de maneira distinta às variações de velocidade. O disco de 45 alvéolos apresenta declínio progressivo na uniformidade das deposições conforme o aumento da velocidade, enquanto o disco de 64 alvéolos alcança seu melhor desempenho em 4 km h^{-1}, reduzindo em velocidades extremas. O disco de 90 alvéolos demonstra maior estabilidade operacional, mantendo altas porcentagens de espaçamentos aceitáveis mesmo em velocidades mais elevadas. Esses

resultados reforçam que discos com maior número de alvéolos tendem a proporcionar deposições mais uniformes, corroborando os princípios mecânicos de dosagem apresentados por Carpes (2016).

A interação entre discos e velocidades evidencia que a qualidade da deposição não depende apenas do tipo de disco, mas da combinação ideal entre o modelo de dosador e a velocidade de operação. A redução da uniformidade em velocidades mais altas está associada ao menor tempo disponível para o preenchimento e liberação correta das sementes, fenômeno já relatado pela literatura como um fator crítico para o desempenho das semeadoras (Anghinoni, 2019).

Além disso, o comportamento estatístico observado, com diferenças significativas entre os tratamentos, reforça a importância de ajustes adequados, conforme recomendações de precisão experimental discutidas por Carpes (2016). Assim, o uso do disco de 90 alvéolos em velocidades moderadas (3 a 4 km h^{-1}) apresenta-se como a combinação mais eficiente para assegurar maior porcentagem de deposições aceitáveis.

Ormond (2017), avaliando diferentes dosadores na cultura do milho, teve resultados semelhantes ao disco de 64 e 90 alvéolos, onde com o aumento da velocidade de 2 km h^{-1} para 6 km h^{-1} teve um aumento na população inicial, porém ao ultrapassar a velocidade de 6 km h^{-1}, revelou uma tendência oposta com um declínio considerável na população de plantas.

Franco *et al.* (2021) obteve resultados semelhantes, comparando diferentes velocidades de operação e dois discos dosadores de sementes (40 e 108 alvéolos), com cinco repetições por tratamento na cultura da soja, na menor velocidade de operação, à 3 km h^{-1}, atingiu 54,77% dos espaçamentos aceitáveis, com um pequeno aumento na porcentagem até a velocidade de 5 km h^{-1} com 58,14%, porém, essas médias passam a diminuir consideravelmente na velocidade de 6 km h^{-1} para 49,70%.

5.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS DE ESPAÇAMENTOS DUPLOS

5.3.1 Análise de Variância (ANOVA) dos Espaçamentos Duplos

A Análise de Variância (ANOVA) para a variável Espaçamentos Duplos (Tabela 8) revelou que, isoladamente, o fator Velocidades de Operação (F1) foi significativo indicando que diferentes velocidades influenciaram a ocorrência de duplos.

Tabela 8 – ANOVA dos espaçamentos aceitáveis, de experimento conduzido.

FV	GL	SQ	QM	F
Velocidades (F1)	3	36,64844	12,21625	4,5872 *
Discos (F2)	2	15,26429	7,63224	2,8639 ns
Interação F1xF2	6	87,34429	14,55738	5,4663 **
Tratamentos	11	139,25702	12,56973	4,7538 **
Resíduo	24	63,9144	2,6632	
Total	35	203,17143		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade (p <0 .01)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade (0.01 =< p < .05)
ns não significativo (p >= 0.05)
Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

Por outro lado, o fator Discos Dosadores (F2) não apresentou diferença, sugerindo que o disco, avaliado individualmente, não afetou a formação de duplos. No entanto, o resultado mais importante é que a Interação entre os fatores (F1xF2), assim como o efeito geral dos tratamentos, foi altamente significativa ao nível de 1% de probabilidade. Essa significância da interação indica que o desempenho de um disco em relação à deposição duplo depende da velocidade em que a semeadora está operando.

5.3.2 Comparação de médias dos espaçamentos duplos em função da velocidade

Na análise do fator isolado Velocidade de operação, as médias do percentual de espaçamentos duplos apresentaram diferenças significativas, evidenciando que a variação na velocidade de deslocamento influencia diretamente na uniformidade da distribuição das sementes no solo conforme a Tabela 9.

Tabela 9 – Percentual de espaçamentos duplos em função da velocidade de deslocamento.

Velocidade (km h^{-1})	Espaçamentos duplos (%)
3	10,04 a
4	8,49 b
5	11,25 a
6	9,07 b
CV (%)	16,83

Tratamentos com médias não seguidas por mesma letra diferem pelo teste de Scott Knott, em nível de 5 % de probabilidade de erro.
Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

Na análise do fator velocidade, observa-se que houve diferença significativa no percentual de espaçamentos duplos, conforme apresentado na Tabela 9. As velocidades de 3 km h^{-1} e 5 km h^{-1} apresentaram os maiores valores de espaçamentos duplos, com 10,04% e 11,25%, respectivamente, ambos classificados no mesmo grupo estatístico, indicando maior ocorrência de sementes depositadas em excesso nesses níveis operacionais. Por outro lado, as velocidades de 4 km h^{-1} (8,49%) e 6 km h^{-1} (9,07%) apresentaram as menores proporções de duplos, diferindo estatisticamente das demais e evidenciando melhor desempenho da semeadora nessas condições.

Avaliando diferentes semeadoras com diferentes mecanismos de distribuição Bottega *et al.* (2014), verificaram que em velocidades de operação maiores que 9 km h^{-1}, os espaçamentos duplos mantiveram constantes em comparação com as velocidades de 3 e 6 km h^{-1}, mas, por outro lado, os espaçamentos falhos aumentaram.

5.3.3 Comparação de médias dos espaçamentos duplos em função dos discos

A análise de médias para o fator isolado discos dosadores (Tabela 10) confirma o resultado da ANOVA, evidenciando que a formação de espaçamentos duplos depende mais da combinação específica entre o disco e a velocidade (interação) do que de cada fator isolado.

Tabela 10 – Comparação de médias para espaçamentos lineares duplos em função dos discos com 45, 64 e 90 alvéolos.

Disco (alvéolos)	Espaçamentos duplos (%)
45	9,06 a
64	10,59 a
90	9,42 a
CV (%)	16,83

Tratamentos com médias não seguidas por mesma letra diferem pelo teste de Scott. Knott, em nível de 5 % de probabilidade de erro.
Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

A comparação entre os discos demonstra que não houve diferença estatística significativa no percentual de espaçamentos duplos entre os modelos avaliados. Os discos de 45 (9,06%), 64 (10,59%) e 90 alvéolos (9,42%) apresentaram valores muito próximos, indicando que o número de alvéolos não influenciou de forma expressiva a ocorrência de deposições duplas. Esse comportamento é coerente com Garcia *et al*. (2011) destacam que a ocorrência de duplos tende a estar associada mais às características físicas das sementes e às

condições operacionais da semeadora do que ao tipo ou número de alvéolos do disco dosador, o que reforça os resultados observados. Garcia *et al*. (2011) destacam que sementes com diâmetros inferiores podem se alojar em número maior que um no alvéolo, promovendo o surgimento de plantas duplas, o que inevitavelmente intensificará a competição por recursos na linha de semeadura, a formação de duplas depende mais da combinação específica entre os dois fatores (velocidade e discos) do que de cada fator isolado, como demonstrado na tabela 11.

Analisando isoladamente, os discos dosadores não apresentaram diferenças em relação aos espaçamentos duplos, assim como Franco (2020) não encontrou diferença entre os discos analisados. Essa resposta pode ter ocorrido devido ao desempenho da semeadora adubadora, e em relação ao desempenho dos diferentes discos, que apresentaram baixos índices de sementes duplas.

A desuniformidade das sementes pode ser problemática. Garcia *et al.* (2011) afirmam que com sementes de menores diâmetros, pode-se ajustar mais de uma semente no mesmo alvéolo do disco, ocorrendo o surgimento de plantas duplas, o que posteriormente promove competição.

5.3.4 Análise e comparação de médias dos espaçamentos duplos para a interação discos x velocidades

A análise de médias de porcentagens de deposições duplas considerando a interação entre os fatores discos e velocidades demostrou menor valor para o disco de 90 alvéolos, quando a semeadora operou na velocidade de 3 kmh^{-1}, conforme a Tabela 11.

Tabela 11 – Média de deposições duplas na interação entre os fatores disco e velocidade.

	Discos (número de alvéolos)		
Velocidade (km h^{-1})	45	64	90
3	9,56 aB	13,54 aA	7,03 bB
4	7,56 aA	8,23 bA	9,69 aA
5	9,29 aA	13,01 aA	11,25 aA
6	9,82 aA	7,56 bA	9,82 aA

Tratamentos com médias não seguidas por mesma letra diferem pelo teste de Scott Knott, em nível de 5 % de probabilidade de erro.
Linhas - letras maiúsculas; Colunas - letras minúsculas.
Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

A análise das velocidades revela diferenças significativas no percentual de deposições duplas entre os discos dosadores (Tabela 11). Na velocidade de 3 km h^{-1}, o disco de 64 alvéolos apresentou o maior valor (13,54%), enquanto os discos de 45 alvéolos (9,56%) e 90 alvéolos (7,03%) registraram menores percentuais de falhas. A 4 km h^{-1}, os três discos não apresentaram médias diferentes estatisticamente, indicando comportamento semelhante nessa condição. Em 5 km h^{-1}, o disco de 64 alvéolos (13,01%) voltou a apresentar o maior índice de falhas, seguido pelo disco de 90 alvéolos (11,25%) e pelo de 45 alvéolos (9,29%), também sem diferenças significativas. Já em 6 km h^{-1}, observaram-se valores equivalentes para os discos de 45 e 90 alvéolos (9,82%).

Considerando a análise individual de cada disco, observa-se que o disco de 45 alvéolos apresentou comportamento relativamente estável, com percentuais variando entre 7,56% e 9,82%, sem grandes oscilações ao longo das velocidades. O disco de 64 alvéolos, por sua vez, apresentou as maiores amplitudes de variação, com desempenho inferior em 3 e 5 km h^{-1} (13,54% e 13,01%) e melhores resultados em 4 e 6 km h^{-1} (8,23% e 7,56%). O disco de 90 alvéolos mostrou desempenho mais equilibrado, com menores índices de duplos em 3 km h^{-1} e valores moderados nas demais velocidades, evidenciando maior estabilidade operação.

De forma geral, a interação entre velocidades de deslocamento e discos dosadores demonstra que a ocorrência de deposições duplas é influenciada tanto pelo numero de alvéolo do disco quanto pela velocidade de operação. Discos com maior número de alvéolos apresentam tendência de melhor desempenho em velocidades mais baixas testadas, enquanto velocidades intermediárias tendem a reduzir a ocorrência de duplos para todos os discos testados. Esses resultados confirmam que ajustes adequados da semeadora são essenciais para garantir maior regularidade na distribuição das sementes, conforme discutido por Mialhe (2012) e Anghinoni (2019). Nas demais velocidades de operação o percentual de deposições duplas manteve-se semelhante entre as velocidades de 4 a 6 km h^{-1} e os diferentes discos dosadores de sementes.

Segundo Cigolini (2023), um ponto crucial sobre a semeadura é que o objetivo é sempre ter o menor número possível de espaçamentos duplos, independentemente da cultura, pois esses espaçamentos duplos causam aglomerações de plantas, o que leva a uma série de problemas como competição por recursos, morfologia comprometida, risco de acamamento e menor produção individual.

O objetivo em qualquer semeadura é minimizar a ocorrência de espaçamentos duplos, uma vez que eles criam aglomerados de plantas. Esses acúmulos resultam em plantas com

maior altura, mas com ramificação reduzida, o que as torna propensas ao acamamento. Consequentemente, a produção individual de cada planta é menor (Correa Junior *et al.,* 2014).

5.4 ANÁLISE DOS RESULTADOS DE ESPAÇAMENTOS FALHOS

5.4.1 Análise de Variância (ANOVA) dos Espaçamentos Falhos

A Análise de Variância (ANOVA) para a variável Espaçamentos Falhos (Tabela 12) indicou que todas as fontes de variação; os fatores Velocidade de Operação (F1), Discos Dosadores (F2), e a Interação entre eles, apresentaram diferenças significativas a um nível de 1% de probabilidade.

Tabela 12 – ANOVA dos espaçamentos falhos, do experimento conduzido, Santa Rosa/RS, 2025.

FV	GL	SQ	QM	F
Velocidades (F1)	3	395,69022	131,89674	15,8951 **
Discos (F2)	2	825,8423	412,92115	49,7620 **
Interação F1xF2	6	401,22805	66,87134	8,0588 **
Tratamentos	11	1622,76057	147,52369	17,7784 **
Resíduo	24	199,15024	8,29793	
Total	35	1821,91081		

** significativo ao nível de 1% de probabilidade (p <0 .01)
* significativo ao nível de 5% de probabilidade (0.01 =< p < .05)
ns não significativo (p >= 0.05)
Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

5.4.2 Comparação de médias dos espaçamentos falhos em função da velocidade de operação

A análise do fator isolado Velocidade de Operação (Tabela 13), demonstrou que as velocidades de 3, 4 e 5 km h^{-1} não diferiram entre si, com as médias variando entre 36,56% e 38,33% de deposições caracterizadas como falhas.

Tabela 13 – Percentual de espaçamentos falhos em função da velocidade de deslocamento.

Velocidade (km h^{-1})	Espaçamentos falhos (%)
3	38,06 b
4	36,56 b
5	38,33 b

6	45,15 a
CV (%)	7,29

Tratamentos com médias não seguidas por mesma letra diferem pelo teste de Scott Knott, em nível de 5 % de probabilidade de erro.
Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

A significativa elevação dos espaçamentos falhos a está em consonância com a literatura visto que Mantovani, Cruz e Oliveira (2015), em seus estudos com semeadura de milho, observaram que a maior velocidade de 9 km h^{-1} também promoveu um aumento acentuado nos espaçamentos falhos para todos os discos dosadores utilizados. Essa tendência é explicada por Garcia *et al.* (2011), que apontam que maiores velocidades de operação elevam a velocidade de trabalho do disco dosador, o que prejudica a uniformidade da distribuição, podendo impedir a correta deposição das sementes nos alvéolos ou, até mesmo, causar danos mecânicos às sementes, inibindo sua germinação.

Corroborando a sensibilidade do sistema dosador à velocidade da operação de semeadura da cultura da soja, Cigolini (2023) demonstrou que a elevação da velocidade de semeadura de 4 km h^{-1} para 10 km h^{-1} resultou em um aumento na ocorrência de falhas, com o percentual subindo de 15,69% para 21,86%. O elevado número de espaçamentos falhos é prejudicial à cultura da soja. Basso et al. (2016) destacam que essa falha na distribuição intensifica a competição com plantas daninhas, dificultando o acesso das plântulas de soja a nutrientes e energia nos espaços vazios criados, o que compromete o desenvolvimento e a produtividade final.

Segundo Garcia *et al.* (2011), maiores velocidades podem prejudicar a uniformidade da distribuição, não ocorrendo deposição das sementes nos alvéolos devido à alta velocidade de trabalho do disco dosador, que influencia negativamente na deposição correta das sementes dentro dos alvéolos ou até mesmo causando danos mecânicos as sementes.

O elevado número de espaçamentos falhos é altamente prejudicial à cultura da soja, e essa falha na distribuição das sementes intensifica a competição com plantas daninhas, dificultando o acesso das plântulas de soja a nutrientes e energia (Basso *et al.*, 2016).

5.4.3 Comparação de médias dos espaçamentos falhos em função dos discos

A análise do fator isolado Discos Dosadores (Tabela 14) revelou diferenças. O percentual de espaçamentos falhos é um indicador de ineficiência, portanto, o melhor desempenho é o menor percentual.

Tabela 14 – Comparação de médias para espaçamentos lineares falhos em função dos discos com 45, 64 e 90 alvéolos.

Disco (alvéolos)	Espaçamentos falhos (%)
45	44,35 a
64	41,23 b
90	33,00 c
CV (%)	7,29

Tratamentos com médias não seguidas por mesma letra diferem pelo teste de Scott Knott, em nível de 5 % de probabilidade de erro.
Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

Os resultados demonstram que o disco de 90 alvéolos apresentou a maior eficiência na deposição das sementes e a menor taxa de espaçamentos falhos. Este desempenho é significativamente superior aos demais discos. Na sequência, o disco de 64 alvéolos apresentou um desempenho intermediário, com 41,23% de falhas. O menor desempenho foi obtido pelo disco de 45 alvéolos, que registrou o maior percentual de falhas (44,35%). Essa tendência em que o menor número de alvéolos corresponde ao maior número de falhas está diretamente relacionada ao mecanismo de distribuição. Discos com menor número de alvéolos precisam de uma maior velocidade angular de rotação para manter a mesma taxa de distribuição linear de sementes no sulco de semeadura. Essa rotação mais rápida aumenta a probabilidade de falha na captação da semente do reservatório para o alvéolo, diminuindo a regularidade do estande de plantas. Assim, o disco de 90 alvéolos, com sua rotação angular mais lenta, mantém uma maior regularidade e um menor índice de falhas entre os três discos avaliados.

5.4.4 Análise e comparação de médias de deposições falhas para a interação disco x velocidade.

A Tabela 15 apresenta as médias do percentual de deposições falhas resultantes da interação entre os discos dosadores de sementes e as diferentes velocidades de deslocamento. Os dados evidenciam como a combinação entre o tipo de disco e a velocidade de operação influencia a ocorrência de falhas na semeadura, refletindo o comportamento do mecanismo dosador em distintas condições de trabalho.

Tabela 15 – Média da porcentagem de deposições falhas na interação entre os fatores disco e velocidade.

Velocidade (km h^{-1})	Discos (número de alvéolos)		
	45	64	90
3	39,70 bA	39,57 bA	34,92 aA
4	44,88 bA	36,91 bB	27,88 bC
5	42,36 bA	36,38 bB	36,25 aB
6	50,46 aA	52,05 aA	32,93 aB

Tratamentos com médias não seguidas por mesma letra diferem pelo teste de Scott Knott, em nível de 5 % de probabilidade de erro.
Linhas - letras maiúsculas; Colunas - letras minúsculas.
Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

Na análise das velocidades (linhas), observa-se que, em 3 km h^{-1}, os discos de 45 e 64 alvéolos apresentaram percentuais semelhantes de falhas, enquanto o disco de 90 alvéolos obteve o menor valor. Em 4 km h^{-1}, o disco de 45 alvéolos apresentou o maior percentual, ao passo que o disco de 90 alvéolos registrou novamente o menor índice. Em 5 e 6 km h^{-1}, os discos de 45 e 64 alvéolos apresentaram os maiores percentuais de falhas, enquanto o disco de 90 alvéolos manteve os menores valores em ambas as velocidades.

Na avaliação por colunas (discos), o disco de 45 alvéolos apresentou aumento gradual das falhas conforme a velocidade aumentou. O disco de 64 alvéolos também mostrou elevação acentuada em velocidades mais altas, especialmente em 6 km h^{-1}. Por outro lado, o disco de 90 alvéolos apresentou os menores percentuais de falhas em todas as velocidades, demonstrando maior regularidade e estabilidade operacional.

De modo geral, verifica-se que velocidades elevadas aumentam a ocorrência de falhas, principalmente para discos com menor número de alvéolos. O disco de 90 alvéolos apresentou o desempenho mais eficiente nas condições avaliadas, resultado coerente com estudos que destacam a influência da velocidade sobre a precisão da distribuição das sementes (Tourino, Rezende e Salvador, 2002).

Os espaçamentos falhos representam um grande problema na cultura da soja, pois eles criam espaços vazios na linha de semeadura, o que dá às plantas daninhas a oportunidade de se desenvolverem sem concorrência, competindo em nutrientes e energia com as plântulas de soja (Cigolini, 2023).

O elevado número de falhas é altamente prejudicial, pois a cultura da soja apresenta baixa plasticidade para compensar essas ausências. Fiss (2015) e Tourino, Rezende e Salvador (2002) confirmam que as falhas na linha de semeadura não são compensadas pelas plantas

vizinhas. Pelo contrário, a presença de uma falha pode ser negativa, pois as plantas que se desenvolvem imediatamente após o espaço vazio tendem a ficar mais propensas ao acamamento (Tourino, Rezende e Salvador, 2002).

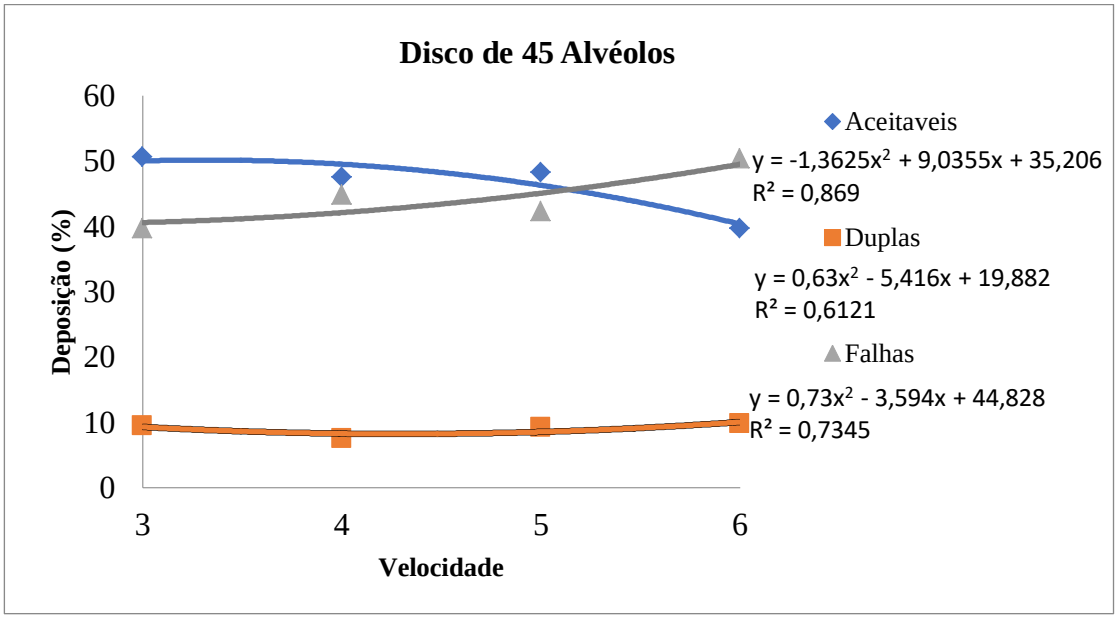
Essa distribuição ineficiente das sementes, marcada por altas taxas de falhas, intensifica a competição com plantas daninhas e dificulta o acesso das plântulas de soja aos recursos vitais (Basso *et al.*, 2016). Além disso, a ausência de plantas na linha de semeadura faz com que as plantas restantes se desenvolvam com um porte menor (Cigolini, 2023). A conclusão principal desses estudos é que aumentar a uniformidade do espaçamento entre as plantas é um fator determinante para elevar a produtividade final da cultura da soja.

5.5 ANÁLISE DE REGRESSÃO

5.5.1 Deposições de sementes do disco de 45 alvéolos em diferentes velocidades de operação

Conforme apresentado no Gráfico 1, o disco dosador de 45 alvéolos demonstrou sensibilidade à variação da velocidade de operação. O percentual de deposições aceitáveis exibiu um decréscimo consistente com o incremento da velocidade.

Gráfico 1 - Deposições do disco de 45 alvéolos em diferentes velocidades de operação.



Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

Os modelos ajustados demonstram que a velocidade ótima de operação para este disco é de aproximadamente 3,3 km/h, ponto definido pelo vértice da parábola para deposições

aceitáveis ($y = -1{,}3625x^2 + 9{,}0355x + 35{,}206$; $R^2 = 0{,}869$). Nesta velocidade, atinge-se o maior percentual de sementes corretamente espaçadas.

Concomitantemente, as deposições falhas exibiram uma tendência inversa e complementar ($y = 0{,}73x^2 - 3{,}594x + 44{,}828$; $R^2 = 0{,}7345$), com seu menor valor ocorrendo próximo da mesma faixa de velocidade ótima. O coeficiente positivo do termo quadrático confirma que o aumento da velocidade, especialmente acima de 3,3 km h^{-1}, eleva a taxa de falhas de forma acelerada, um fenômeno atribuído à maior rotação angular do disco, que compromete o preenchimento dos alvéolos.

Em contraste, as deposições duplas ($y = 0{,}63x^2 - 5{,}416x + 19{,}882$; $R^2 = 0{,}6121$) apresentaram menor sensibilidade à velocidade. O modelo, com poder explicativo moderado, indica que a ocorrência de duplas é influenciada por outros fatores, como a regulagem do anel dosador e a padronização das sementes, em maior medida do que pela velocidade de deslocamento.

Esta análise confirma que, para o disco de 45 alvéolos, o operador deve priorizar a faixa de 3 a 4 km/h para maximizar a uniformidade do estande. Velocidades superiores a esta provocam uma degradação acelerada da qualidade da distribuição, caracterizada principalmente por um aumento rápido de falhas.

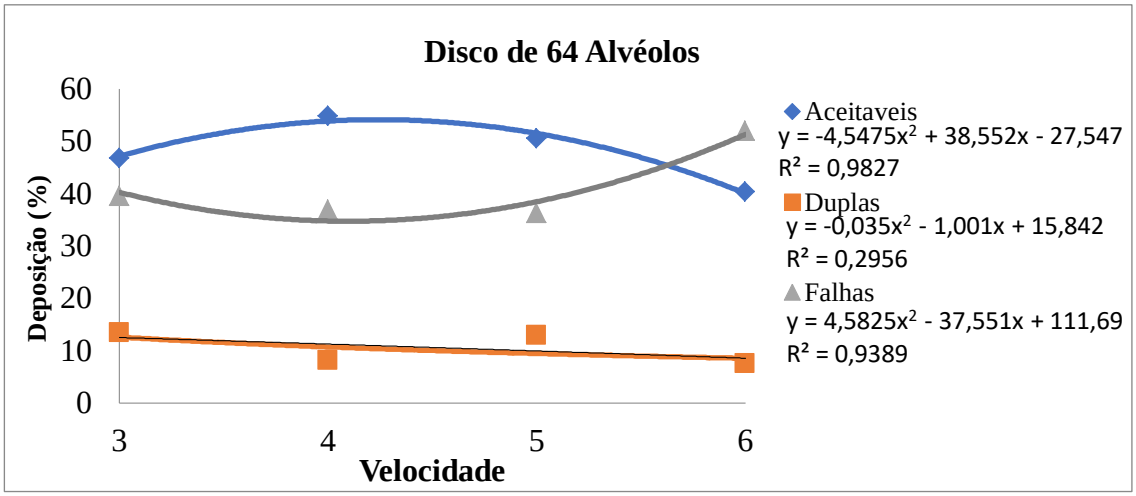
Avaliando diferentes dosadores de sementes e velocidades de deslocamento na semeadura do milho em plantio direto Bottega *et al*. (2015) concluiu que ao aumentar a velocidade todos os mecanismos de distribuição tiveram tendência a aumentar os espaçamentos falhos.

Assim como a elevação de velocidade aumentou os índices de falhas e diminuiu os aceitáveis. Costa (2021) e Cigolini (2023) observaram uma redução no índice de espaçamentos aceitáveis com o aumento da velocidade de operação em trabalhos de semeadura na cultura do milho, diminuindo a regularidade da distribuição das sementes no solo.

5.5.2 Deposições de sementes do disco de 64 alvéolos em diferentes velocidades de operação

A análise de regressão para o disco de 64 alvéolos (Gráfico 2) revela um comportamento distinto do disco de 45 alvéolos.

Gráfico 2 – Deposições do disco de 64 alvéolos em diferentes velocidades de operação.



Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

O modelo para deposições aceitáveis ($y = -4,5475x^2 + 38,552x - 27,547$; $R^2 = 0,9827$) apresenta um ajuste que responde por 98,3% da explicação dos dados. O cálculo do vértice desta parábola define a velocidade ótima de operação para maximizar a uniformidade:

$$x_v_aceit = -b/(2a) = -38,552/(2 * -4,5475) \approx 4,24 \text{ km h}^{-1}$$

Este resultado é fundamental, pois indica que a eficiência máxima do disco de 64 alvéolos é alcançada a ~4,2 km h-¹, uma velocidade significativamente superior aos ~3,3 km/h do disco de 45 alvéolos. Isto se deve à física do sistema: o disco com mais alvéolos realiza uma rotação mais lenta para a mesma velocidade de deslocamento, permitindo um preenchimento mais eficiente dos alvéolos mesmo em operações mais rápidas.

Complementarmente, o modelo para deposições falhas ($y = 4,5825x^2 - 37,551x + 111,69$; $R^2 = 0,9389$) reflete o modelo de aceitáveis. O ponto de mínimo para as falhas, calculado pelo vértice $v_(falhas) = -(-37,551)/(2 * 4,5825) \approx 4,10$ km h^{-1}, coincide praticamente com o ponto de máximo dos aceitáveis, consolidando a faixa de 4,1 a 4,2 km h^{-1} como a zona ótima para este disco.

Em contraste, o modelo para deposições duplas ($y = -0,035x^2 - 1,001x + 15,842$; $R^2 = 0,2956$) possui um poder explicativo muito baixo. Isto confirma que a velocidade exerce uma influência mínima na ocorrência de duplas para este disco, um fenômeno já observado no disco de 45 alvéolos. A causa para duplas, portanto, deve ser buscada em outros fatores, como a calibração do anel dosador e a uniformidade física do lote de sementes.

Em síntese, a análise matemática define que a operação do disco de 64 alvéolos na velocidade de 4,2 km/h proporciona o melhor equilíbrio, maximizando as deposições

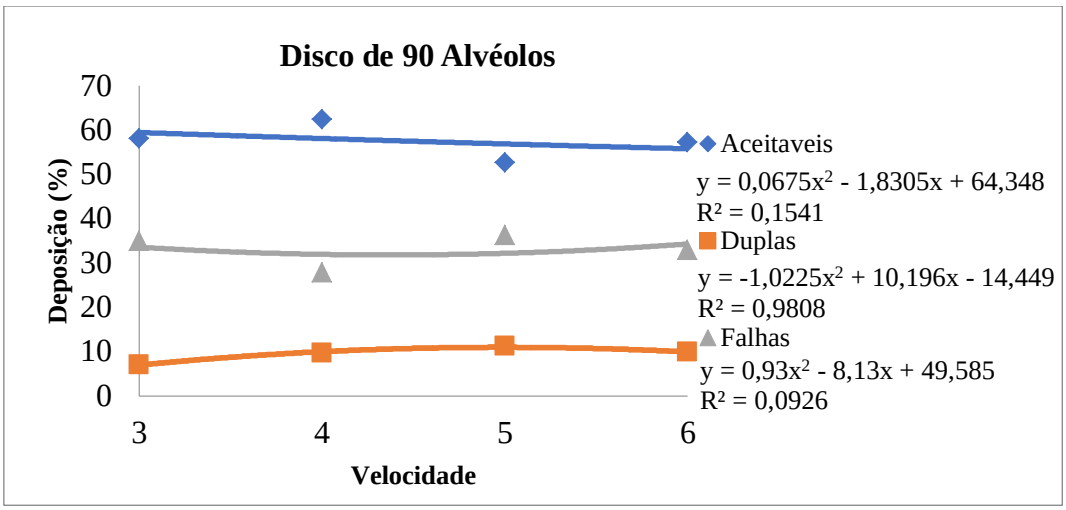
aceitáveis (~55%) enquanto minimiza as falhas (~36%). Esta maior velocidade ótima, em comparação ao disco de 45 alvéolos, representa um ganho operacional em capacidade de campo sem sacrificar a qualidade da semeadura.

Segundo Garcia *et al.* (2011), os resultados indicam que o disco apresentou boa capacidade de controle das deposições duplas, mesmo em maiores velocidades de trabalho.

5.5.2 Deposições de sementes do disco de 90 alvéolos em diferentes velocidades de operação

A análise de regressão para o disco de 90 alvéolos revela seu caráter distintivo: alta estabilidade e baixa sensibilidade à velocidade.

Gráfico 3 – Deposições do disco de 90 alvéolos em diferentes velocidades de operação.



Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

O modelo para deposições aceitáveis ($y = 0{,}0675x^2 - 1{,}8305x + 64{,}348$; $R^2 = 0{,}1541$) possui um poder explicativo muito baixo, confirmando que a velocidade é um fator secundário para a qualidade da distribuição. A pequena variação dos valores (entre 57% e 62%) corrobora que este disco mantém uma uniformidade consistente independentemente da velocidade de operação, dentro da faixa testada.

De forma complementar, o modelo para deposições falhas ($y = 0{,}93x^2 - 8{,}13x + 49{,}585$; $R^2 = 0{,}0926$) também apresenta uma relação indefinida com a velocidade. A combinação de R^2 baixos para aceitáveis e falhas é, na verdade, um indicativo de robustez, mostrando que o sistema dosador funciona de forma estável e previsível, com menos de 16% de sua variação sendo atribuída à mudança de velocidade.

Para deposições duplas, a equação ajustada foi a quadrática, sendo: $y = -1{,}0225x^2 + 10{,}196x - 14{,}449$, com $R^2 = 0{,}9808$,. O cálculo do vértice $v = -10{,}196/(2 * -1{,}0225) \approx 4{,}98$ km h^{-1} identifica a velocidade como o ponto de pico para a ocorrência de duplas. Isto sugere um possível ressalto ou instabilidade mecânica do disco nesta velocidade específica, um fenômeno que merece investigação em estudos futuros. Fora deste pico pontual, os valores de duplas permaneceram em níveis aceitáveis.

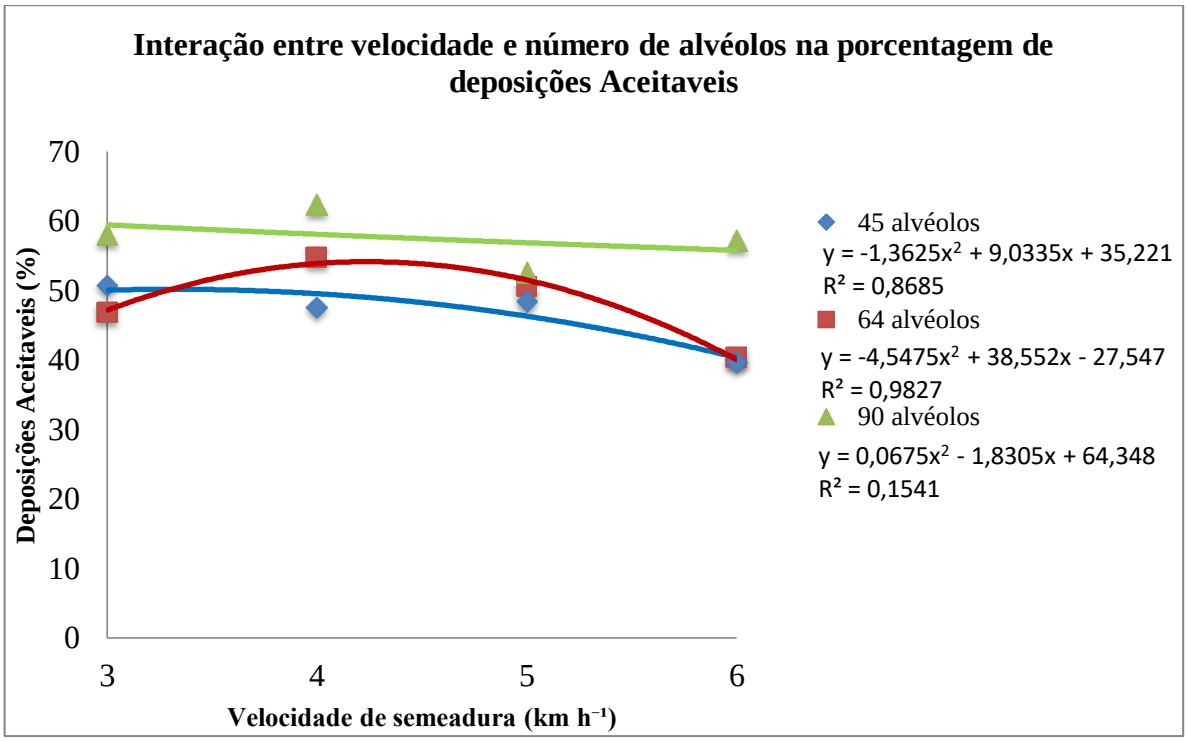
Em síntese, o disco de 90 alvéolos comprovou ser o mais versátil e tolerante a variações operacionais. Sua performance manteve-se consistentemente superior em uma ampla faixa de velocidades, justificando sua recomendação para operações que demandam tanto qualidade quanto capacidade de campo. A velocidade ótima de operação para este disco é menos crítica, podendo ser escolhida com base na logística operacional, preferencialmente evitando-se a faixa de 5 km h^{-1} para minimizar deposições duplas.

Cigolini (2023), avaliando o efeito de dosadores e velocidades de semeadura sobre a uniformidade de distribuição de sementes de soja, afirmou que ao aumentar a velocidade para 10 km h^{-1}, foi observada uma queda na qualidade da semeadura, medida pela porcentagem de espaçamentos aceitáveis. Essa redução foi de 22,81% para o disco dosador de 90 alvéolos e de 36,75% para o disco de 45 alvéolos.

5.5.3 Curvas de regressão das deposições aceitáveis de sementes pelos discos operando em diferentes velocidades

A plotagem conjunta das curvas de regressão para deposições aceitáveis (Gráfico 4) sintetiza o efeito do número de alvéolos na sensibilidade do dosador à velocidade de operação.

Gráfico 4 – Interação entre velocidade e número de alvéolos na porcentagem de deposições Aceitáveis.



Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

Observa-se um gradiente de comportamentos: o disco de 45 alvéolos apresenta uma curva de resposta definida e estreita, com um pico de eficiência pronunciado em 3,3 km/h. O disco de 64 alvéolos, por sua vez, exibe uma janela de operação ligeiramente mais ampla e deslocada para uma velocidade ótima superior (4,2 km/h), representando um ganho em capacidade de campo.

Contudo, é o disco de 90 alvéolos que demonstra o comportamento mais vantajoso. Sua curva, com baixíssima curvatura e coeficiente de determinação ($R^2 = 0,15$), praticamente se estabiliza em um patamar elevado. Isto evidencia que a qualidade da distribuição é mantida de forma robusta e consistente em toda a faixa de velocidades testada (3 a 6 km/h), tornando-o o mais versátil e tolerante a variações operacionais.

Em resumo, a visualização consolidada confirma que o aumento do número de alvéolos no disco dosador não apenas eleva o percentual de sementes corretamente distribuídas, mas, principalmente, concede uma maior estabilidade operacional ao sistema de semeadura, reduzindo a dependência crítica do ajuste de velocidade."

Ainda, Costa (2021), concluiu que o declínio na porcentagem de aceitáveis com o disco de semeadura do milho de menor quantidade de alvéolos (18 alvéolos), assim como também para os demais discos (28 e 38 alvéolos), apresentaram declínio na porcentagem de

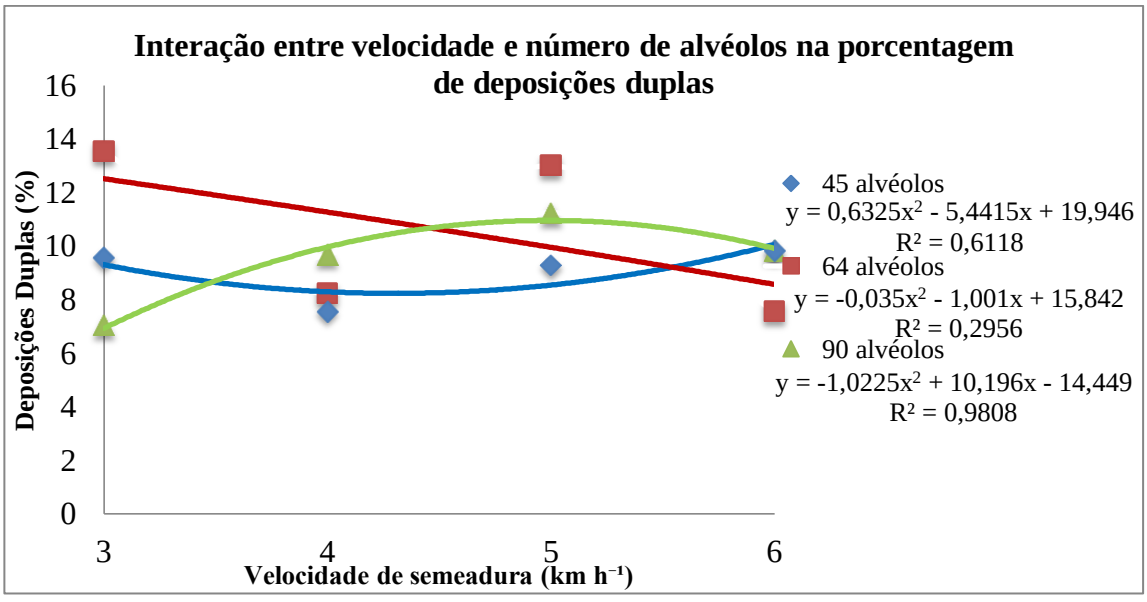
aceitáveis com o aumento da velocidade de operação. Tal resultado na cultura do milho reforça a tendência observada no presente estudo com a soja: o efeito negativo do aumento da velocidade é evidente para todos os discos, mas é mais pronunciado nos discos de menores alvéolos (45 e 64 alvéolos), os quais demonstram maior sensibilidade ao aumentar a velocidade.

Segundo Franco *et al.* (2021), avaliando diferentes discos em diferentes velocidades na cultura da soja também afirma que o disco de maior número de alvéolos apresentou menor porcentagem de aceitáveis, e afirmou que o aumento no número de alvéolos no disco melhorou a distribuição longitudinal das plantas, devido a rotação de operação do disco de 108 alvéolos, contendo cerca de três vezes mais alvéolos, que o disco com 40 alvéolos, assim como foi encontrado no presente trabalho. O que contradiz Dias *et al.*, (2009) na avaliação da distribuição de sementes na cultura da soja, ao aumentar a velocidade de operação não reduziu significativamente a densidade plantas da área.

5.5.4 Curvas de regressão das deposições duplas de sementes pelos discos operando em diferentes velocidades

A análise integrada das deposições duplas (Gráfico 5) revela que a sensibilidade a este parâmetro qualitativo varia drasticamente entre os discos, apresentando um comportamento distinto daquele observado para as deposições aceitáveis.

Gráfico 5 – Interação entre velocidade e número de alvéolos na porcentagem de deposições Duplas.



Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

A análise integrada das deposições duplas (Gráfico 5) revela que a sensibilidade a este parâmetro qualitativo varia drasticamente entre os discos, apresentando um comportamento distinto daquele observado para as deposições aceitáveis.

O disco de 45 alvéolos, por sua vez, apresentou uma tendência quadrática moderada ($R^2 = 0,61$), porém com uma amplitude de variação menos acentuada. Este padrão corrobora a versatilidade deste disco, que, mesmo apresentando uma faixa de velocidade ideal para minimizar duplas, não apresenta picos críticos de falha como o observado no disco de 90 alvéolos.

O disco de 64 alvéolos mostrou-se praticamente insensível à velocidade, com um modelo de baixo poder explicativo ($R^2 = 0,30$), indicando que a ocorrência de duplas é regida predominantemente por outros fatores, como a calibração do anel dosador.

O disco de 90 alvéolos exibiu uma resposta quadrática bem definida ($R^2 = 0,98$), com um pico de ocorrência estimado em 4,98 km/h. Este ponto representa uma zona de instabilidade operacional específica para este modelo de disco, onde a interação entre a velocidade de deslocamento e a rotação angular do dosador favorece a dupla captura de sementes.

Conclui-se que, enquanto para deposições aceitáveis o disco de 45 alvéolos é o mais robusto, para deposições duplas, tanto o disco de 64 (pela baixa influência da velocidade) quanto o de 45 (pela ausência de um pico crítico) mostram-se opções mais seguras em comparação ao disco de 90 alvéolos, que requer um ajuste de velocidade mais preciso para evitar a maximização deste defeito.

A interação é determinante, no qual pode-se observar que a melhor velocidade de operação depende do disco de semeadura, assim como o disco depende da velocidade de operação para desempenhar um bom trabalho (Cortez *et al.,* 2006).

Os resultados indicam que a velocidade exerce o papel central, influenciando significativamente diante das diferentes velocidades de operação, embora os discos não tenham diferença quando avaliados isoladamente, e em relação à interação, evidenciou que o efeito da velocidade depende do disco utilizado.

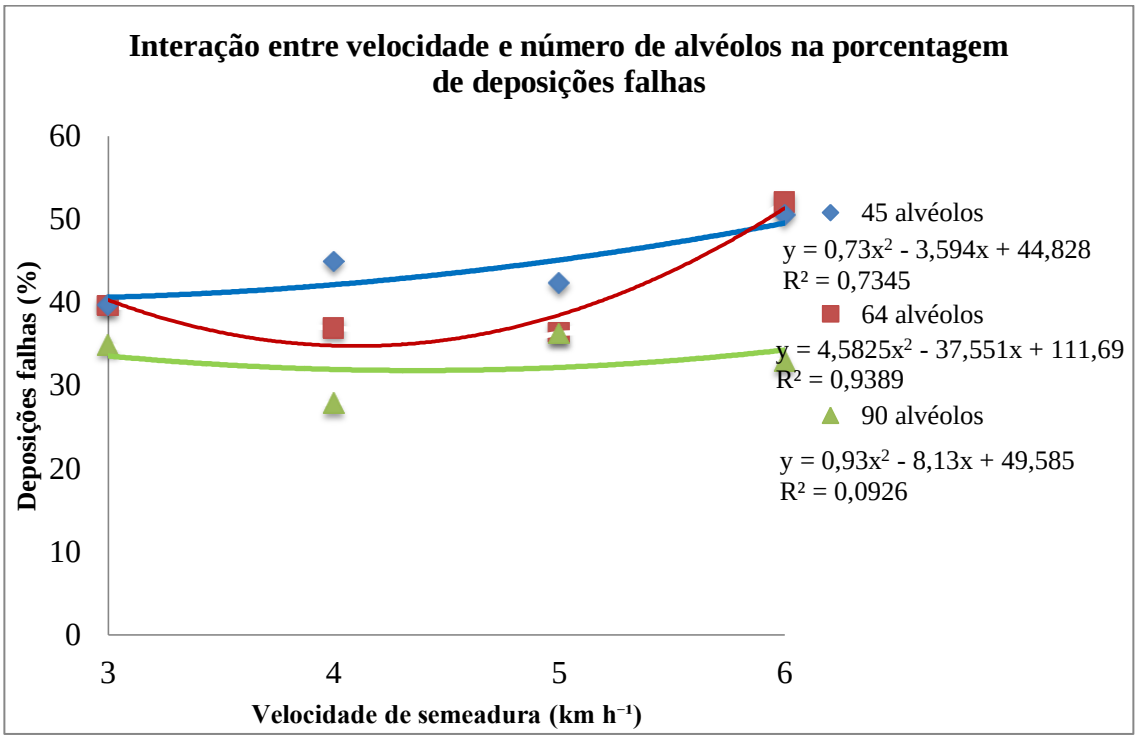
Franco *et al.* (2021), estudando a influência da velocidade na semeadura da soja observou que apesar de uma menor variação, os resultados mostraram que o percentual de duplas foi de 20,36% a 3 km h^{-1}, subindo para 23,65% a 7 km h^{-1}, assim como o disco de 90 alvéolos obteve 7,03% na menor velocidade, a 3 km h^{-1}, para 9,82% na velocidade de 6 km h^{-1}. Lopes *et al.* (2019), afirma que o índice de espaçamento duplos não diferem entre os

dosadores, porém elevam o índice de falhas ao aumentar a velocidade de operação de 4 km h^{-1} para 8 km h^{-1}.

5.5.4 Variação percentual de deposições falhas em função da velocidade de operação para diferentes discos dosadores

O Gráfico 6 para deposições falhas evidencia o comportamento inverso e complementar às deposições aceitáveis, fechando o ciclo de compreensão sobre a eficiência dos dosadores.

Gráfico 6 – Interação entre velocidade e número de alvéolos na porcentagem de deposições falhas.



Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

O gráfico para deposições falhas (Gráfico 6) confirma a análise ao evidenciar o comportamento inverso e complementar às deposições aceitáveis, fechando o ciclo de compreensão sobre a eficiência dos dosadores.

Para os discos de 45 e 64 alvéolos, observam-se curvas quadráticas bem ajustadas (R^2 = 0,73 e 0,94, respectivamente), com concavidade voltada para cima. Estas curvas são o espelho de suas respectivas curvas de aceitáveis, onde o ponto de mínimo de falhas para o disco de 64 alvéolos (~4,1 km h-¹) coincide praticamente com seu ponto de máxima eficiência. Este padrão confirma o princípio de conservação de massa: as sementes que

deixam de ser distribuídas de forma aceitável se convertem, majoritariamente, em falhas na linha de semeadura. Em velocidades superiores a 5 km h^{-1}, a porcentagem de falhas para estes dois discos ultrapassa 45%, o que é crítico para o estabelecimento do estande.

De forma diametralmente oposta, o disco de 90 alvéolos apresenta novamente sua característica de robustez. Seu modelo de regressão para falhas possui um poder explicativo insignificante (R^2 = 0,09), e sua curva se mantém em um patamar consistentemente mais baixo ao longo de toda a faixa de velocidades. Isto demonstra que, independentemente da velocidade de operação dentro da faixa testada, o disco de 90 alvéolos é capaz de manter uma taxa de falhas controlada e significativamente inferior à dos demais discos.

Em conclusão, a análise tríade dos gráficos combinados (Aceitáveis, Duplas e Falhas) demonstra de forma inequívoca que o aumento do número de alvéolos no disco dosador eleva não apenas a qualidade média da distribuição, mas, sobretudo, confere uma estabilidade operacional superior, tornando o sistema de semeadura mais tolerante as variações de velocidade e consequentemente, mais eficientes e produtivas.

De acordo com Fulanari *et al.* (2010), o ideal seria a ocorrência nula de espaçamentos falhos e duplos, porém são fatores operacionais como a elevação da velocidade do equipamento, traz impactos negativos diretos diminuindo a uniformidade na distribuição, assim aumentando os índices de espaçamentos duplos e falhos, conforme podemos observar no Gráfico 6.

Avaliando a semeadura de soja em função da velocidade as porcentagens de espaçamentos falhos demonstraram uma tendência de crescimento, onde o valor observado foi de 24,85% na velocidade de 3 km h^{-1}, e aumentou para 31,06% quando alcançou a velocidade 7 km h^{-1} (Franco *et al.*, 2021).

Segundo Lopes *et al.* (2019), o aumento de velocidade de 4 km h^{-1} para 8 km h^{-1} aumentou os índices de falha na distribuição longitudinal das sementes de soja com a utilização do sistema dosador de sementes Titanium®.

5.6 CLASSIFICAÇÃO DE DESEMPENHO DA DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL

A distribuição das sementes ao longo da linha de semeadura é classificada de acordo com a porcentagem de espaçamentos considerados adequados, seguindo a metodologia proposta por Dambrós em 1998, apud Mialhe (2012, p. 352).

Quadro 1 – Classificação da distribuição longitudinal das sementes.

Tratamento	Classificação da distribuição longitudinal
T1	Regular
T2	Insatisfatório
T3	Insatisfatório
T4	Insatisfatório
T5	Insatisfatório
T6	Regular
T7	Regular
T8	Insatisfatório
T9	Regular
T10	Regular
T11	Regular
T12	Regular

Desempenho ótimo: 90-100%
Desempenho bom: 75-90%
Desempenho regular: 50-75%
Desempenho insatisfatório: abaixo de 50%
Fonte: elaborado pelo autor, 2025.

A classificação apresentada no Quadro 1 evidencia o desempenho da distribuição longitudinal das sementes entre os diferentes tratamentos avaliados. Os tratamentos T2, T3, T4, T5e T8 foram classificados como insatisfatório, com porcentagem de espaçamento aceitáveis inferior a 50%, indicando baixa uniformidade na deposição das sementes longitudinalmente na linha de semeadura.

Este comportamento sugere irregularidades no processo de deposição, podendo estar relacionado a fatores como ajustes inadequados da semeadora, velocidade operacional elevada, desgaste de componentes do dosador ou inadequação do disco semeador utilizado. Tal resultado implica menor uniformidade na emergência e, consequentemente, maior risco de competição intraespecífica entre plantas, refletindo negativamente sobre o estande final e o potencial produtivo da cultura (Balbinot Junior, 2016).

Por outro lado, os tratamentos T6, T7, T9, T10 E T11 apresentaram desempenho regular, situando-se dentro da faixa de 50 a 75% de espaçamentos considerados adequados conforme os critérios estabelecidos por Dambrós (1998) e citados por Mialhe (2012). A condição regular demonstra que, mesmo não atingindo níveis de excelência, esses tratamentos proporcionaram distribuição mais uniforme, com menores falhas e duplos no sulco. Embora

essa classificação não represente o desempenho ideal, indica maior eficiência de distribuição quando comparada aos tratamentos insatisfatórios.

Para Backes (2024), cada repetição se manteve em um padrão, na avaliação de diferentes dosadores da cultura do milho. Assim como dois dos discos utilizados por Costa (2021) não tiveram variações na porcentagem dos espaçamentos entre as repetições, os discos de 45, 64 e 90 alvéolos também não apresentaram diferença nas repetições de cada disco.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho permitiu avaliar a qualidade da distribuição de sementes da cultura da soja através da utilização de um dosador mecânico de distribuição de sementes, com variações na velocidade de operação em relação à utilização de diferentes discos dosadores, fatores essenciais para maior eficiência na operação de semeadura, buscando otimizar a semeadura da soja e maximizar distribuição uniforme de plantas contribuindo para uma maior produtividade e rentabilidade.

Através dos resultados obtidos, conclui-se que a velocidade de operação de 4 km h^{-1} proporcionou a maior porcentagem de espaçamentos aceitáveis e o melhor equilíbrio entre falhas e duplas, atendendo ao objetivo de determinar a velocidade com desempenho satisfatório.

O disco de 90 alvéolos apresentou desempenho significativamente superior aos demais, com maior porcentagem de deposições aceitáveis e menor índice de falhas, confirmando a influência positiva do maior número de alvéolos na qualidade de distribuição longitudinal.

A velocidade de 4 km h^{-1}, quando combinada com o disco de 90 alvéolos, resultou nos menores percentuais de defeitos na distribuição, identificando assim a condição operacional ideal para minimizar falhas e duplas na semeadura da soja.

O estudo destaca a necessidade de se evitar velocidades excessivas, que aumentam os índices de espaçamentos falhos e duplos, assim como a escolha do disco dosador de sementes a ser utilizado, evitando problemas no desenvolvimento uniforme da lavoura. Dessa forma, a escolha cuidadosa do dosador e a definição da velocidade ideal de trabalho são aspectos fundamentais para o sucesso de semeadura e a sustentabilidade da produção agrícola, também na otimização do trabalho.

O trabalho apresentou resultados satisfatórios, embora com baixa media de porcentagem de espaçamentos aceitáveis, dessa forma recomenda-se realizar novos trabalhos futuramente, avaliando velocidades de operação superiores como 8 km h^{-1}, 9 km h^{-1}, afim de verificar possíveis melhorias na qualidade do espaçamento no estabelecimento da cultura.

7 REFERÊNCIAS

100 ANOS DA SOJA NO BRASIL: DA INTRODUÇÃO AO PROTAGONISMO MUNDIAL. S/N: O Presente Rural, 28 mar. 2025. Disponível em: https://opresenterural.com.br/100-anos-da-soja-no-brasil-da-introducao-ao-protagonismo-mundial/. Acesso em: 01 abr. 2025.

ANDGRAF, Lebna *et al*. **Soja Brasileira: Sucesso de Norte a Sul**. Londrina, Pr: Embrapa, 2002. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/457242/1/Sojabrasileirasucessodenorteasul.pdf. Acesso em: 15 mar. 2025.

BALBINOT JUNIOR, Alvadi Antonio. **Reunião de Pesquisa de Soja**. Londrina, Pr: 1.Soja-Pesquisa. 2.Pesquisa Agrícola, 2016. Disponível em: file:///C:/Users/Alessandro%20Bert%C3%A9/Downloads/RESUMOSRPS2016Online%20(1).pdf. Acesso em: 10 nov. 2025.

BASSO, Claudir José *et al*. Resposta da soja frente afalhas na distribuição de semente. **Cultivando O Saber**, [*s. l*], v. 9, n. 4, p. 39-48, out. 2016. Disponível em: https://cultivandosaber.fag.edu.br/index.php/cultivando/article/view/736/656. Acesso em: 20 set. 2025.

BOTTEGA, Eduardo Leonel et al. **Diferentes dosadores de sementes e velocidades de deslocamento na semeadura do milho em plantio direto**. Pesquisa Agropecuária Pernambucana, Recife, v. 1, n. 22, p. 1-5, 30 set. 2015. Disponível em: https://pap.emnuvens.com.br/pap/article/view/pap.2017.014/83. Acesso em: 30 ago. 2025.

CARPES, Dauto. **NÍVEL DE PRECISÃO DE UM DOSADOR DE DISCO ALVEOLADO HORIZONTALNA DISTRIBUIÇÃO DE SEMENTES DE SOJA EM FUNÇÃO DE DIFERENTESVELOCIDADES ANGULARES**. Florianópolis- Sc: Xlv Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - Conbea 2016, 2016. Disponível em: https://conbea.sbea.org.br/anais/publicacoes/conbea-2016/publicacoes-2016/maquinas-e-mecanizacao-agricola-mma-1/1901-nivel-de-precisao-de-um-dosador-de-disco-alveolado-horizontal-na-distribuicao-de-sementes-de-soja-em-funcao-de-diferentes-velocidades-angulares/file. Acesso em: 11 nov. 2025.

CARVALHO, Rudinei Ribeiro. **Padronização de sementes de soja em peneiras de furos redondo e oblongo com variação no fluxo de alimentação**. 2007. 45 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de M Ciência e Tecnologia de Sementes, S. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Capão do Leão, Pelotas, Rs, 2016. Disponível em:

https://guaiaca.ufpel.edu.br/bitstream/handle/prefix/6242/dissertacao_rudineli_ribeirocarvalho.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 10 abr. 2025.

CASÃO JUNIOR, Ruy; SIQUEIRA, Rubens. **MÁQUINAS PARA MANEJO DE VEGETAÇÕES E SEMEADURA EM PLANTIO DIRETO**. Londrina-Pr: Pesquisador da Área de Engenharia Agrícola do Iapar, [200-]. 78 p. Disponível em: https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/mecanizacao/livros/MAQUINAS%20PARA%20MANEJO%20DE%20VEGETACOES%20E%20SEMEADURA%20EM%20PLANTIO%20DIRETO.pdf. Acesso em: 03 maio 2025.

CIGOLINI, Wagner Luiz. **Efeito de dosadores e velocidades de semeadura sobre a uniformidade de distribuição de sementes de soja**. 2023. 32 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2023. Disponível em: https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/31803/1/dosadoresvelocidadessemeaduradistribuicao.pdf. Acesso em: 20 ago. 2025.

CORREA JUNIOR, Delorme *et al*. Influência da Velocidade de Trator e Semeadora de Precisão na Implantação e Produtividade da Cultura do Milho Verde. **Revista Engenharia na Agricultura - Reveng**, [S.L.], v. 22, n. 1, p. 25-32, 31 mar. 2014. Revista Engenharia na Agricultura. http://dx.doi.org/10.13083/1414-3984.v22n01a03. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Ricardo-Garcia-7/publication/275561944_Influencia_da_Velocidade_de_Trator_e_Semeadora_de_Precisao_na_Implantacao_e_Produtividade_da_Cultura_do_Milho_Verde/links/57f6ab1108ae91deaa5eccfd/Influencia-da-Velocidade-de-Trator-e-Semeadora-de-Precisao-na-Implantacao-e-Produtividade-da-Cultura-do-Milho-Verde.pdf. Acesso em: 20 set. 2025.

CORTEZ, Jorge W. *et al*.Distribuição longitudinal de sementes de soja e características físicas do solo no plantio direto. **Engenharia Agrícola**, [S.L.], v. 26, n. 2, p. 502-510, ago. 2006. Disponível em: https://www.scielo.br/j/eagri/a/ZMFZxdsJjGqMHv4WZXFwYxm/?lang=pt&format=pdf. Acesso em: 01 abr. 2025

COSTA, Rodrigo Roth. **DISTRIBUIÇÃO DE SEMENTES DE MILHO POR DISCOS DOSADORES EM DIFERENTES VELOCIDADES DE OPERAÇÃO**. 2021. 54 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal da Fronteira Sul., Cerro Largo, 2021. Disponível em: https://rd.uffs.edu.br/bitstream/prefix/4380/1/COSTA_R.pdf. Acesso em: 30 mar. 2025.

DALL'AGNOL, Amélio. **A soja no Brasil: evolução, causas, impactos e perspectivas**. 5. ed. Rosario, Argentina: Mercosoja 2011, 2011. 4 p. Disponível em:

https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/906861/1/amelio.soja.2011.pdf. Acesso em: 01 abr. 2025.

DAMASCENO, André Ferreira. **Sistema dosador de sementes e velocidade de operação na semeadura direta de soja**. 2017. 42 f. TCC (Graduação) - Curso de Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2017. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/862b8f23-d3c4-461b-87c8-d410485c2a04/content. Acesso em: 10 abr. 2025.

DIAS, Vilnei de Oliveira *et al*. Distribuição de sementes de milho e soja em função da velocidade e densidade de semeadura. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 6, n. 39, p. 1721-1728, set. 2009. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cr/a/BLG3H57y7njrcYCrVq9L4WD/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 20 ago. 2025.

DIAS, Vilnei de Oliveira. **Distribuição de sementes de milho e soja em função da velocidade e densidade de semeadura**. Santa Maria Rs: Ciência Rural, 2009. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cr/a/BLG3H57y7njrcYCrVq9L4WD/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 10 nov. 2025.

DONAGEMA, Guilherme Kangussú. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2. ed. Rio de Janeiro, Rj: Embrapa Solos, 2011. 225 p. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/990374/1/ManualdeMtodosdeAnilisedeSolo.pdf. Acesso em: 10 abr. 2025.

FISS, Guilherme. **Plasticidade de plantas de soja dentro de uma população e sua relação com a produtividade**. 2015. 48 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federalde Pelotas, Pelotas, 2015. Disponível em: https://guaiaca.ufpel.edu.br/bitstream/handle/prefix/3359/tese_guilherme_fiss.pdf.%20Acesso%20em:%2001%20abr.%202023.;jsessionid=0159B1854C3222B828B4A31B71FFBD6A?sequence=1. Acesso em: 20 ago. 2025.

FRANÇA, Lucas F. *et al*. **COMPARAÇÃO DA DOSAGEM DE SEMENTES DE MILHO UTILIZANDO DISCOS ALVEOLADOS COM E SEM RAMPA ESTRIADA**. Pompéia – Sp, 2012. Disponível em: https://www.jassy.ag/wp-content/uploads/2019/05/estudo-milho-fatec.pdf. Acesso em: 05 maio 2025.

FRANÇA-NETO, José de Barros *et al*. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. 380. ed. Londrina, Pr: Embrapa, 2016. 84 p. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1057882/1/Documentos380O

L1.pdf. Acesso em: 20 mar. 2025.

JASPER, Roberto *et al*. **Distribuição longitudinal e germinação de sementes de milho com emprego de tratamento fitossanitário**. Jaboticabal: 2006. 292- 299 p. Disponível em: https://www.scielo.br/j/eagri/a/HRmgJXPkFhKBwfzNzyc5Vpx/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 10 abr. 2025.

FRANCO, Felipe José Barbosa *et al*. **Qualidade da semeadura de soja em função da velocidade do trator-semeadora e disco dosador de sementes**. Goiania Go: Instituto Federal Goiano, 2021. 10 p. Disponível em: file:///C:/Users/Alessandro%20Bert%C3%A9/Downloads/dorlivete,+e35210212723.pdf. Acesso em: 09 nov. 2025.

FRANCO, Felipe José Barbosa. **Qualidade da semeadura de soja em função da velocidade do trator-semeadora e disco dosador de sementes**. 2020. 24 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Instituto Federal Goiano, Ceres, 2020. Disponível em: https://repositorio.ifgoiano.edu.br/bitstream/prefix/1544/1/tcc_Felipe%20Jos%C3%A9.pdf. Acesso em: 30 ago. 2025.

FURLANI, Carlos Eduardo Angeli. **INFLUÊNCIA DO MANEJO DA COBERTURA VEGETAL E DA VELOCIDADE DE SEMEADURA NO ESTABELECIMENTO DA SOJA (Glycine max)**. Viçosa - Mg: Engenharia na Agricultura, 2010. Disponível em: file:///C:/Users/Alessandro%20Bert%C3%A9/Downloads/InflunciadoManejodaCoberturaVegetaledaVelocidadedeSemeaduranoEstabelecimentodaSoja.pdf. Acesso em: 10 nov. 2025.

GARCIA, Ricardo Ferreira *et al*. Influência da velocidade de deslocamento no desempenho de uma semeadora-adubadora de precisão no Norte Fluminense. **Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias**, Maringá, v. 33, n. 3, p. 417-422, 22 jun. 2011. Disponível em: https://www.scielo.br/j/asagr/a/8JMCRhNqVKw9vFbdPRkkYgy/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 20 ago. 2025.

GOEHL, Claudir Marcelo. **SEMEADURA DE PRECISÃO E UTILIZAÇÃO DE TRÁFEGO CONTROLADO EM MAQUINAS AGRICOLAS ESTUDO DE CASO**. 2015. 58 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agricultura de Precisão, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rs, 2015. Disponível em: https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/4827/GOEHL%2c%20CLAUDIR%20MARCELO.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=35.62. Acesso em: 27 abr. 2025.

KLEIN, Vilson Antonio; KLEIN, Claudia. Metodologia de avaliação da distribuição das plantas de milho no campo versus massa de grãos. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**,

[S.L.], v. 22, n. 1, p. 1-6, 2017. Disponível em: https://pap.emnuvens.com.br/pap/article/view/pap.2017.010. Acesso em: 20 abr. 2025.

KRZYZANOWSKI, Francisco Carlos. **A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura**. Londrina, Pr: Circular Técnica, 2018. 24 p. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1091765/1/CT136online.pdf. Acesso em: 05 mar. 2025.

KURACHI, Sérgio Augusto Hiroaki *et al*. Avaliação tecnológica de semeadoras e/ou adubadoras: tratamento de dados de ensaios e regularidade de distribuição longitudinal de sementes. **Bragantia**, v. 48, p. 249-262, 1989. Disponível em: https://www.scielo.br/j/brag/a/pMcq7FhRRTwnKddVnkhqQHB/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 10 abr. 2025.

LENHARDT, Enéias Roberto *et al*. INFLUÊNCIA DE DIFERENTES VELOCIDADES DE SEMEADURA NA PRODUTIVIDADE DA SOJA. **Revista Inovação**, Gestão e Tecnologia no Agronegócio, v. 1, p. 66-80, 2022. Disponível em: http://revistas.uceff.edu.br/inovacao/article/view/13/3. Acesso em: 01 abr. 2025.

LIMA, Douglas *et al*. TESTE DE PLANTABILIDADE COM DIFERENTES DISCOS ALVEOLADOS E A INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE NA SEMEADURA DA SOJA. 2021.

MANTOVANI, Evandro Chartuni; CRUZ, Jose Carlos; OLIVEIRA, Antonio Carlos de. Avaliação em campo de uma semeadora-adubadora para semeadura de milho de alta densidade. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Embrapa, v. 1, n. 14, p. 38-48, 2015. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1025216/1/Avaliacaocampo.pdf. Acesso em: 01 set. 2025.

MARTIN, Thomas Newton *et al*. **Tecnologias Aplicadas para o Manejo Rentável e Eficiente da Cultura da Soja**. Santa Maria, Rs: Gr, 2022. 17 p. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1146586/1/Cap-plantabilidade.pdf. Acesso em: 15 mar. 2025.

Mecanização: operação e regulagem de semeadoras–adubadoras de sementes graúdas. Brasília: Senar, 2017. 144 p. Disponível em: https://www.cnabrasil.org.br/assets/arquivos/194-SEMEADORA.pdf. Acesso em: 10 abr. 2025.

MOLIN, J. P. A realidade de hoje na agricultura de precisão. Informativo da Fundação ABC, Castro, 2001.

MOTA, Marcelo C.; LIMA, Oséias N. de. Effect of seeding speed and graphite lubricant on soybean plantability. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, [S.L.], v. 29, n. 3, p. 1-10, mar. 2025. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v29n3e281566. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/t8t85rwCRBrJZbnZG9nxPBF/?lang=en. Acesso em: 01 abr. 2025.

ORMOND, Antonio Tassio Santana. **SEMEADURA DE MILHO: MECANISMOS DOSADORES E ÂNGULOS DE ABERTURA DE SULCOS EM FUNÇÃO DA VELOCIDADE**. Jaboticabal - Sp: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, 2017. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/e9cbf745-b320-4c8f-b40c-8f6c12761f71/content. Acesso em: 09 nov. 2025

PEREIRA FILHO, :Israel Alexandre. **Cultivo do Milho**: Embrapa, 2022. 453 p. Disponível em: file:///C:/Users/Alessandro%20Bert%C3%A9/Downloads/Sistema-de-Producao-Cultivo-do-Milho.pdf. Acesso em: 05 maio 2025.

PORTELLA, José Antonio *et al*. **Semeadora de Precisão com Controle Eletrônico de Performace**. Passo Fundo, Rs: Embrapa, 1999. 43 p. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/850107/1/CNPTDOCUMENTOS9SEMEADORADEPRECISAOCOMCONTROLEELETRONICODEPERFORMANCEFL13600.pdf. Acesso em: 10 abr. 2025.

RIBEIRO, Weslei de Siqueira. **Estabelecimento inicial da cultura do milho em função da velocidade de operação do conjunto mecanizado e dos tipos de sulcadores da semeadora**. 2017. 21 f. Tese (Doutorado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, Mg, 2017. Disponível em: https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/24093/1/EstabelecimentoInicialCultura.pdf. Acesso em: 01 abr. 2025.

ROSA, D. P. *et al*. Distribuição De Sementes Com A Tecnologia Rampflow. **Ramvi**, Getúlio Vargas, v. 1, n. 1, p. 1-9, jun. 2014. Disponível em: https://www.getulio.ideau.com.br/wp-content/files_mf/11f6334e30ba624882b57c4d4d593119196_1.pdf. Acesso em: 15 abr. 2025.

SAVI, Daniel *et al*. **Avaliação Da Influência De Diferentes Doses De Grafite Sobre A Distribuição De Sementes De Soja.** In: XLIX Congresso Brasileiro De Engenharia Agrícola - CONBEA, 2020, Online. 4 p. Disponível em: https://www.conbea.org.br/anais/publicacoes/conbea-2020/anais-2020/maquinas-e-

mecanizacao-agricola-mma-2/2958-avaliacao-da-influencia-de-diferentes-doses-de-grafite-sobre-a-distribuicao-de-sementes-de-soja/file. Acesso em: 15 abr. 2025.

SCHEERENI, Bruno Ricardo *et al*. Qualidade fisiológica e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, Pr, v. 3, n. 32, p. 1-1, set. 2010. Disponível em: https://www.scielo.br/j/rbs/a/3T8MXrBj7RhsWQtznXdLktS/?lang=pt#. Acesso em: 01 abr. 2025.

SEIXAS, Claudine Dinali Santos *et al*. **Tecnologias de produção de soja**. 17. ed. Londrina: Embrapa, 2020. 348 p. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1123928/1/SP-17-2020-online-1.pdf. Acesso em: 01 abr. 2025.

SILVA, Maria Cristina Lima da. **Importância da soja para a alimentação mundial**. In: Simpósio Internacional De Ciências Integradas da UNAERP Campus Guarujá, 2010, Guarujá, 12 p. Disponível em: https://www.unaerp.br/documentos/1227-importancia-da-soja-para-a-alimentacao-mundial/file. Acesso em: 15 abr. 2025.

SILVA, Victória Viana. **Avaliação da qualidade de distribuição de sementes em função da velocidade de trabalho por meio do controle estatístico de processo**. 2022. 70 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Mg, 2022.

SIQUEIRA, Rubens. **Milho: semeadoras -adubadoras para sistema plantio direto com qualidade**. Londrina, Pr: IAPAR, 2008. 34 p. Disponível em: http://www.leb.esalq.usp.br/disciplinas/Molin/leb432/Semeadoras/semeadora-adubadora%20para%20sistema%20de%20plantio%20direto%20com%20qualidade.pdf. Acesso em: 15 mar. 2025.

TAVARES, Jéssica Fernandes; MACHADO, Túlio de Almeida; COSTA, Anderson Gomide. Semeadura de feijão vagem com diferentes discos e velocidades operacionais. **Contribuciones A Las Ciencias Sociales**, [S.L.], v. 16, n. 12, p. 29944-29958, 7 dez. 2023. South Florida Publishing LLC. http://dx.doi.org/10.55905/revconv.16n.12-054. Disponível em: https://ojs.revistacontribuciones.com/ojs/index.php/clcs/article/view/3505/2342. Acesso em: 30 ago. 2025.

TORRES, Eleno; GARCIA, Antônio. **Uniformidade de Distribuição de Plantas em Lavouras de Soja**. 48. ed. Londrina, Pr: Embrapa, 1991. 9 p. Disponível em: https://core.ac.uk/download/pdf/15440223.pdf. Acesso em: 10 abr. 2025.

TOURINO, Maria Cristina Cavalheiro; REZENDE, Pedro Milanez de; SALVADOR, Nilson. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agronômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira.** Brasília, v. 37, n. 8, p. 1071-1077, ago. 2002. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/AI-SEDE/23439/1/pab1119.pdf. Acesso em: 16 mai. 2025.