

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA SEMEADURA DA SOJA**

Geovana Hevelyn Oliveira Rodrigues

Jordana Santos Cordeiro de Souza

DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2024

# **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA SEMEADURA DA SOJA**

Geovana Hevelyn Oliveira Rodrigues

Jordana Santos Cordeiro de Souza

Orientador: Prof. Dr. Cristiano Márcio Alves de Souza

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Universidade Federal da Grande Dourados,  
como parte das exigências para conclusão do  
curso de Engenharia Agrícola.

DOURADOS  
MATO GROSSO DO SUL  
2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

R696a Rodrigues, Geovana Hevelyn Oliveira  
Avaliação da qualidade da semeadura da soja [recurso eletrônico] / Geovana Hevelyn Oliveira  
Rodrigues, Jordana Santos Cordeiro de Souza . -- 2024.  
Arquivo em formato pdf.

Orientador: Dr. Cristiano Márcio Alves de Souza.  
TCC (Graduação em Engenharia Agrícola)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2024.  
Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:  
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Algoritmização para agricultura. 2. Semeadora-adubadora. 3. Desempenho. I. Souza , Jordana Santos Cordeiro de . II. Souza, Dr. Cristiano Márcio Alves De. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

# AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA SEMEADURA DA SOJA

Por

Geovana Hevelyn Oliveira Rodrigues

Jordana Santos Cordeiro de Souza

Trabalho de conclusão de curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para  
obtenção do grau de Bacharel em ENGENHARIA AGRÍCOLA

Aprovado em: 01/03/2024.



---

Prof. Dr. Cristiano Márcio Alves de Souza  
Orientador UFGD/FCA



---

Prof. Dr. Roberto Carlos Orlando  
UFGD/FCA



---

Prof. Dr. Natanael Takeo Yamamoto  
UFGD/FCA

## **AGRADECIMENTOS DE GEOVANA**

Agradeço primeiramente a Deus pela oportunidade de cursar a graduação e por todos os desafios superados.

Ao meu pai, Gersom de Oliveira Garcia, e ao meu irmão, Leomar Rodriguês Garcia, que foram o suporte nas adversidades cotidianas, sempre me incentivando e compreendendo.

A minha grande amiga e parceira de TCC, Jordana Santos Cordeiro de Souza, pela paciência e companheirismo durante esses anos de graduação.

Aos professores que compartilharam suas experiências e conhecimentos conosco, especialmente ao nosso orientador, Prof. Dr. Cristiano Márcio Alves de Souza, por toda a paciência e saber dedicados. Também aos professores que compõem a nossa banca, Prof. Dr. Natanael Takeo Yamamoto e Prof. Dr. Roberto Carlos Orlando.

Por fim, não menos importante, aos nossos colegas de curso que fizeram esse período mais leve. A todos, o nosso muito obrigada!

## **AGRADECIMENTOS DE JORDANA**

Agradeço primeiramente a Deus por ter sido meu alicerce até aqui, pelas oportunidades que trouxe ao longo do curso de graduação.

Ao meu pai, Otacilio Cordeiro de Souza Filho, por todo amor e dedicação para que esse dia chegasse.

E nunca menos importante, elevo o meu coração aos céus em lembrança à pessoa que eu mais desejaria ter fisicamente ao meu lado nesse momento minha querida e amada mãe, Maria Belarmino dos Santos. Com gratidão no coração, afirmo que estou concluindo uma das etapas da minha vida.

Ao meu namorado, Teodolino de Souza Junior, por todo o apoio, compreensão e incentivo.

Agradeço a minha amiga Geovana Hevelyn e parceira do nosso trabalho por toda dedicação e companheirismo nessa longa jornada.

Aos professores que compartilharam suas experiências e conhecimentos conosco, especialmente ao nosso orientador, Prof. Dr. Cristiano Márcio Alves de Souza, por toda a paciência e saber dedicados. Também aos professores que compõem a nossa banca, Prof. Dr. Natanael Takeo Yamamoto e Prof. Dr. Roberto Carlos Orlando.

Por fim, não menos importante, aos nossos colegas de curso que fizeram esse período mais leve. A todos, o nosso muito obrigada!

RODRIGUES, Geovana Hevelyn Oliveira; SOUZA, Jordana Santos Cordeiro de. **Avaliação da qualidade da semeadura da soja**. 2024. 19 f. Monografia (Graduação em Engenharia Agrícola), Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS.

## RESUMO

Este trabalho tem por objetivo desenvolver um algoritmo capaz de ser aplicado na agricultura e usá-lo para avaliar a qualidade da semeadura da cultura da soja. O trabalho foi realizado em Douradina, MS, o solo da área é um argiloso, classificado como Latossolo Vermelho, com declividade de 5%. Para calcular e classificar automaticamente os indicadores de interesse, foi desenvolvida uma planilha eletrônica e montado um experimento usando o delineamento inteiramente casualizado, com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 3x2, sendo três velocidades de semeadura e duas profundidades de deposição de sementes, com quatro repetições. A semeadora foi calibrada igualmente para três velocidades (4,15; 5,80 e 6,95 km h<sup>-1</sup>) e duas profundidades de deposição das sementes (40 e 50±2 mm). Aos 21 dias após a semeadura foi feito a contagem das plântulas emergidas e as leituras para avaliação. Os indicadores de qualidade de semeadura da soja avaliados foram estande inicial, e a distribuição longitudinal de plantas avaliada em espaçamentos aceitáveis, falhos e duplos. Os dados obtidos dos indicadores de qualidade de semeadura da soja foram submetidos a análise de variância, usando o teste F, a 5% de probabilidade. A análise de regressão foi aplicada aos dados, onde os modelos foram selecionados com base na significância dos coeficientes da regressão pelo teste t, e no coeficiente de determinação, a 5% de probabilidade. Um algoritmo capaz de ser aplicado à agricultura para avaliar a qualidade da semeadura da cultura da soja foi desenvolvido com sucesso. A melhor qualidade de semeadura foi obtida na velocidade de 7,1 km h<sup>-1</sup> e a 50 mm de profundidade na deposição de sementes da soja.

**Palavras-chave:** algoritmização para agricultura, semeadora-adubadora, desempenho.

RODRIGUES, Geovana Hevelyn Oliveira; SOUZA, Jordana Santos Cordeiro de. **Evaluation of soybean sowing quality**. 2024. 19 p. Monograph (Undergraduate in Agricultural Engineering), Federal University of Grande Dourados, Dourados, MS.

### ABSTRACT

The objective of this study is to develop an algorithm for evaluating the quality of soybean sowing. The study was conducted in Douradina, MS, at a farm with clayey soil classified as Red Oxisol and a 5% slope. An electronic spreadsheet was developed to calculate and classify indicators of quality automatically. An experiment was conducted using a completely randomized design with treatments arranged in a 3x2 factorial scheme. The experiment included three travel speeds and two seed deposition depths, with four replications. The seeder-fertilizer-tractor set was calibrated equally for three speeds (4.15; 5.80 and 6.95 km h<sup>-1</sup>) and two seed deposition depths (40 and 50±2 mm). At 21 days after sowing, we counted the emerged seedlings and evaluated the soybean sowing quality indicators, including the initial stand and the longitudinal distribution of plants in acceptable, flawed, and double spacings. We analyzed the data obtained from these indicators using the F-test at a 5% probability level. Regression analysis was used to analyze the data. Models were selected based on the significance of the regression coefficients using the t-test and the coefficient of determination at a 5% probability level. A successful algorithm was developed to evaluate the quality of soybean sowing in agriculture. The best sowing quality was achieved at a speed of 7.1 km h<sup>-1</sup> and a seed deposition depth of 50 mm.

**Keywords:** algorithmization for agriculture, seeder-fertilizer, performance.

**LISTA DE FIGURAS**

<b>Figura 1.</b> Algoritmo da estrutura de decisão para classificação automática dos espaçamentos entre plântulas de soja.....	8
<b>Figura 2.</b> Algoritmo para determinar o resultado percentual da classificação automática dos espaçamentos entre plântulas de soja. ....	8
<b>Figura 3.</b> Representação de espaçamentos aceitáveis, duplas e falhas. ....	9
<b>Figura 4.</b> Guia “ENTRADA DE DADOS”, da planilha eletrônica para a determinação da qualidade longitudinal da semeadura. ....	10
<b>Figura 5.</b> Guia para realizar os cálculos intermediários dos espaçamentos entre plântulas. ...	11
<b>Figura 6.</b> Guia “CLASSIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DOS ESPAÇAMENTOS”. ....	11
<b>Figura 7.</b> Guia “RESULTADOS PERCENTUAIS DA CLASSIFICAÇÃO”. ....	12
<b>Figura 8.</b> Coeficiente de variação em função da velocidade, para as duas profundidades de deposição de sementes.....	13

## SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	2
2.1 Produção de Soja .....	2
2.2 Mecanização Agrícola .....	3
2.2.1 Evolução histórica da mecanização agrícola .....	3
2.2.2 Impactos positivos na produtividade e eficiência .....	4
2.2.3 Desafios associados à mecanização agrícola .....	5
2.3 Qualidade de semeadura para a soja .....	5
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	7
3.1. Local e insumos .....	7
3.2. Implementação dos cálculos automáticos usando algoritmização.....	7
3.3 Montagem dos experimentos .....	8
3.4. Análises estatísticas .....	9
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	10
4.1. Planilha para a determinação da qualidade longitudinal de semeadura.....	10
4.2. Análise da qualidade .....	12
5. CONCLUSÕES .....	15
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	16

## 1. INTRODUÇÃO

A produção de soja (*Glycine max*) é vital para o setor agrícola global, gerando um fluxo financeiro de dezenas de bilhões de dólares a cada ano. O Brasil se destaca como o principal produtor, alcançando um total impressionante de 156 milhões de toneladas de grãos durante a safra 2022/2023 (FAO/FAOSTAT, 2020; BOSCHIERO, 2024).

A partir dessa soja é obtido o complexo soja, composto por farelo, grãos e óleo, representando uma das principais commodities existentes, e que pode ser utilizado para alimentação humana e animal, produção de biodiesel, medicamentos, cosméticos, entre outros. O aumento da demanda global por alimentos, incluindo para humanos, animais e indústrias, impulsiona a expansão da cultura tanto a nível nacional quanto internacional. No entanto, é crucial melhorar tecnologias e métodos de produção, e aumentar investimentos em pesquisa científica para atender a essa demanda sem expandir a área de cultivo e minimizar os impactos ambientais (KLANOVICZ; MORES, 2017).

Tem-se assim que diferentes formas de manejo e de processos de semeadura podem otimizar o uso dos recursos naturais pela soja, aumentando o rendimento dos grãos e proporcionando benefícios econômicos aos produtores (ALE *et al.*, 2023; ARCOVERDE *et al.*, 2020). Destaca-se que a qualidade da semeadura é um fator multifacetado, influenciada por variáveis técnicas, ambientais e genéticas, que interagem de maneira complexa para determinar o potencial produtivo das plantas (VIEGAS NETO *et al.*, 2020).

Devido à importância da qualidade da semeadura na cultura da soja, surgiram iniciativas para melhorar a eficiência e precisão do processo. Isso resultou no desenvolvimento de tecnologias avançadas, como GPS e sensoriamento remoto, permitindo o monitoramento e avaliação em tempo real da qualidade da semeadura (FIELDVIEW, 2022). Essas tecnologias têm o potencial de auxiliar os agricultores a tomar decisões mais informadas, melhorando os processos de semeadura e aumentando a produtividade. Elas evitam problemas comuns em semeaduras convencionais, como desuniformidade de emergência, baixa densidade de plantas, competição por recursos do solo e luz solar, além de reduzir a suscetibilidade a pragas e doenças, e minimizar os custos associados à necessidade de replantio (ROSIN, 2017).

Nesse sentido, este trabalho tem por objetivo desenvolver um algoritmo capaz de avaliar a qualidade da semeadura da cultura da soja, usando-se dados advindos do campo.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Produção de Soja

A produção de soja (*Glycine max*) desempenha um papel crucial na agricultura global, sendo uma das culturas mais significativas tanto em termos de produção, quanto de impacto econômico (BOSCHIERO, 2023). Originária da Ásia, tornou-se uma cultura globalmente difundida, com uma vasta gama de aplicações, partindo-se de alimentos para consumo humano, até rações para animais e biodiesel. Sua expansão rápida de produção nas últimas décadas reflete a adaptabilidade a diferentes climas e solos, consolidando-a como uma cultura estratégica em diversas regiões do mundo (RIBEIRO, 2023).

A escolha cuidadosa da variedade do grão é essencial para aperfeiçoar a produção agrícola. As cultivares variam em termos de resistência às pragas, tolerância a condições climáticas específicas e características agronômicas. Estudos, como o de Silva (2021), destacam a importância de sua seleção criteriosa para maximizar o rendimento e a adaptabilidade em ambientes diversos.

Além da escolha adequada de cultivares, práticas eficientes de manejo do solo desempenham um papel crucial no sucesso da produção de soja (CROPTEC, 2023). A rotação de culturas, a utilização de cobertura vegetal e a análise do perfil do solo são estratégias essenciais para manter a saúde do solo e maximizar a disponibilidade de nutrientes. A pesquisa de Tiecher (2016) destaca como o manejo sustentável do solo influencia positivamente a distribuição de carbono e nitrogênio, fatores determinantes para o crescimento saudável das plantas de soja.

Destaca-se que a fase de semeadura é crítica para estabelecer as bases do sucesso da produção do grão. Profundidade de semeadura, espaçamento entre plantas e uniformidade da emergência são fatores-chave que influenciam diretamente na produtividade obtida ao final (TOURINO; REZENDE; SALVADOR, 2002).

Além disso, observa-se que a importância econômica e ambiental da produção de soja é inegável. Sua versatilidade como matéria-prima em diversas indústrias, juntamente com seu papel na rotação de culturas e fixação de nitrogênio, demonstra seu impacto positivo na agricultura sustentável. No entanto, os desafios contemporâneos, como mudanças climáticas e pressões ambientais, exigem estratégias inovadoras para garantir uma produção sustentável no longo prazo.

## **2.2 Mecanização Agrícola**

A mecanização agrícola ao longo dos anos tornou-se um pilar fundamental na transformação do setor, representando um avanço significativo em relação às práticas agrícolas tradicionais. A introdução de maquinários e tecnologias especializadas revolucionou a forma como as atividades agrícolas são conduzidas, proporcionando ganhos expressivos em eficiência e produtividade (POLO, 2022).

### **2.2.1 Evolução histórica da mecanização agrícola**

Antes da Revolução Industrial, a agricultura era predominantemente manual, dependendo da força humana e animal para realizar tarefas como arar, semear e colher. A utilização de arados puxados por animais, como bois e cavalos, representou um avanço significativo, mas o processo ainda era intensivo em mão de obra e limitado em escala. A inovação nesta fase estava centrada na eficiência do trabalho manual e na domesticação de animais para auxiliar nas tarefas agrícolas (MAZOYER *et al.*, 2010).

Com o advento da Revolução Industrial durante o século XVIII, houve a introdução de maquinários movidos a vapor, marcando um ponto de viragem na mecanização agrícola. As primeiras máquinas a vapor, como as trilhadoras, aliviaram a dependência de animais e aumentaram a eficiência na separação de grãos. Esse período viu também o desenvolvimento de máquinas a vapor para o cultivo do solo, como tratores rudimentares. A mecanização estava, assim, se estabelecendo como um catalisador para mudanças substanciais na agricultura (ENEM, 2023).

No século XX ocorreram avanços significativos na mecanização agrícola, com destaque para a disseminação generalizada dos tratores, que se tornaram peças-chave na agricultura, substituindo a força animal e permitindo o aumento da escala de produção. A introdução de implementos mecânicos, como semeadoras e colheitadeiras, otimizou ainda mais o processo agrícola. A pesquisa e o desenvolvimento nesse período estavam centrados na potência, eficiência e versatilidade dos maquinários (SILVA, 2011).

A Revolução Verde, nas décadas de 1950 e 1960, trouxe avanços notáveis na mecanização agrícola. A introdução de variedades de culturas de alto rendimento foi acompanhada pelo uso intensivo de maquinários para a aplicação de insumos agrícolas, como fertilizantes e pesticidas. Tratores mais potentes e maquinários especializados contribuíram para

um aumento exponencial na produção de alimentos, transformando a agricultura em um setor altamente tecnificado (MATIAS, 2023).

Chegando ao século XXI, é marcado pela Agricultura 4.0, uma fase em que a mecanização agrícola está interligada à revolução digital. A Internet das Coisas (IoT), sensores, drones e inteligência artificial estão sendo integrados aos maquinários, proporcionando uma gestão mais precisa e eficiente das operações agrícolas. A conectividade e a coleta de dados em tempo real permitem decisões informadas, resultando em práticas agrícolas mais sustentáveis e produtivas (DIAS *et al.*, 2023).

### **2.2.2 Impactos positivos na produtividade e eficiência**

Pode-se afirmar que a mecanização agrícola tem emergido como um divisor de águas na história da agricultura, trazendo consigo impactos positivos substanciais na produtividade e eficiência. Ao longo das décadas, essa transformação tem influenciado profundamente nas práticas agrícolas, promovendo avanços significativos que repercutem em toda a cadeia de produção.

Um dos resultados mais notáveis é o aumento da ampliação da capacidade de produção. A implementação de equipamentos especializados, como tratores, colheitadeiras e semeadoras automáticas, permitiu aos agricultores cultivarem áreas extensas em períodos consideravelmente menores. Essa expansão da escala de produção é fundamental para suprir a crescente necessidade de alimentos em uma população global em constante expansão. (EMBRAPA, 2018).

Além disso, a mecanização agrícola promove a otimização do tempo e a redução da dependência de mão de obra manual, de modo que tarefas que anteriormente demandavam esforço humano extensivo, como arar, semear e colher, agora são realizadas de maneira eficiente por máquinas especializadas. Isso não apenas libera os trabalhadores para atividades mais estratégicas, mas também aumenta a eficiência operacional, resultando em ciclos de produção mais ágeis (JACTO, 2019).

É importante ressaltar que aprimoros na qualidade e uniformidade das operações são resultados diretos da automação e precisão dos equipamentos contemporâneos. Por exemplo, semeadoras automáticas asseguram um espaçamento consistente entre as plantas, promovendo uma distribuição homogênea das culturas. Essa consistência não apenas otimiza a utilização de recursos como água e nutrientes, mas também tem um efeito positivo na qualidade geral das colheitas (EMBRAPA, 2022).

Outro aspecto crucial é a redução de perdas e desperdícios ao longo do processo produtivo. Colhedoras equipadas com sistemas avançados de monitoramento conseguem realizar a colheita de forma mais eficiente, minimizando perdas no campo. A automação permite uma aplicação precisa de insumos, reduzindo o desperdício de recursos valiosos, como fertilizantes e pesticidas (JACTO, 2019).

Ademais, a integração de tecnologias de precisão na mecanização agrícola, como a utilização de GPS, sensores e drones, facilita uma gestão mais minuciosa e embasada das atividades no campo. Com o auxílio dessas ferramentas, os agricultores conseguem monitorar variações no terreno, adaptar a aplicação de insumos conforme dados em tempo real e aprimorar a administração dos recursos disponíveis, promovendo práticas agrícolas que são tanto sustentáveis quanto eficientes (SNASH, 2024)

### **2.2.3 Desafios associados à mecanização agrícola**

Apesar dos benefícios, a mecanização agrícola enfrenta desafios significativos, sendo um dos principais o alto custo inicial de aquisição de maquinário, o que pode representar uma barreira para pequenos agricultores. Além disso, como ressaltado por FOLHABV AGRO (2023) "a dependência de combustíveis fósseis contribui para a pegada de carbono da agricultura, tornando imperativo buscar alternativas mais sustentáveis".

De acordo com CCAS (2023) a crescente dependência de tecnologias avançadas na mecanização agrícola pode levar à perda de conhecimentos tradicionais. O uso extensivo de máquinas pode resultar na desvalorização de práticas agrícolas tradicionais que, por sua vez, são adaptadas a condições locais específicas. Dessa maneira, a transmissão intergeracional desses conhecimentos pode ser comprometida, impactando a resiliência das comunidades agrícolas.

Além disso, menciona-se ainda que a manutenção adequada de equipamentos e a disponibilidade de peças de reposição são desafios práticos enfrentados na mecanização agrícola. Em áreas remotas ou em países em desenvolvimento, a falta de infraestrutura para suporte técnico e a escassez de peças de reposição podem resultar em períodos prolongados de inatividade, prejudicando a eficiência operacional (GERMINO, 2023).

## **2.3 Qualidade de semeadura para a soja**

A qualidade de semeadura é um fator crítico que influencia diretamente o rendimento e a produtividade das lavouras de soja (*Glycine max*), de modo que sua eficiência é essencial

para garantir o estabelecimento uniforme das plantas, o que, por consequência, impacta diretamente no desenvolvimento das culturas e no resultado final da produção. Neste contexto, a compreensão dos fatores que interferem em tal qualidade torna-se imperativa para otimizar o desempenho agrônomo e econômico da soja (SILVA,2021).

Tem-se assim que a profundidade de semeadura é um dos principais determinantes da qualidade inicial da soja, gerando impactos diretos na germinação, emergência e estabelecimento das plântulas. Estudos como o de Vazquez *et al.*, (2008) enfatizam a importância de uma profundidade de semeadura precisa para otimizar a germinação e uniformidade de emergência, fatores fundamentais para o sucesso da cultura.

O espaçamento entre linhas e plantas é outro aspecto crucial na determinação da densidade populacional da soja. Um espaçamento adequado contribui para a eficiência no aproveitamento da luz solar, facilita o manejo das plantas e reduz a competição intraespecífica. Estudos como o de Andrade *et al.*, (2016) destacam que, ao otimizar o espaçamento é possível maximizar a produção de grãos por unidade de área, resultando em rendimentos mais elevados.

Já a qualidade física das sementes demonstra sua relevância no processo de determinação da qualidade de semeadura, tendo-se que sementes de soja com boa viabilidade, vigor e tamanho uniforme contribuem fortemente para um estabelecimento inicial consistente (DELARMELINO-FERRARESI *et al.*, 2014).

Conforme os estudos de Vilar (2022) a integração de tecnologias de semeadura de precisão tem se mostrado uma estratégia eficaz para melhorar a qualidade da semeadura da cultura em discussão. Sistemas de GPS, controle de taxa variável e sensores de solo proporcionam recursos para adaptar a semeadura de acordo com as condições individuais de cada região do campo.

Por fim, menciona-se que a qualidade de semeadura exerce influência direta sobre o desenvolvimento vegetativo inicial da soja, de tal maneira que quando adequada favorece a formação de um stand uniforme de plantas, promovendo o desenvolvimento de folhas e ramos de maneira homogênea. Estudos como o de Meotti *et al.*, (2012) demonstram que uma qualidade de semeadura otimizada resulta em um estande de plantas mais equilibrado, contribuindo para um maior índice de área foliar e, conseqüentemente, uma melhor interceptação da luz solar.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1. Local e insumos

O trabalho foi realizado na Chácara Oliveira, localizada em Douradina, MS, em uma área de 20 hectares. O solo da área é um solo argiloso, classificado como Latossolo Vermelho, com declividade de 5%.

A soja, cultivar 6416 3RSF IPRO, foi semeada no dia 12/10/2023, utilizando regulagem de espaçamento entre linhas de 0,50 m e 12 sementes viáveis por metro, utilizando a semeadora-adubadora Valtra BP11-06L, com 10 linhas, sulcador tipo haste, mecanismo dosador de sementes mecânico (disco horizontal).

#### 3.2. Implementação dos cálculos automáticos usando algoritmização

Para calcular e determinar os indicadores de interesse, foi desenvolvida uma planilha eletrônica nomeadas por guia, conforme segue:

**Guia 01:** Informa-se a entrada de dados, onde podem ser adicionados os dados de profundidade, velocidade, número de plantas por metro e o espaçamento entre linhas desejado.

**Guia 02:** Informa-se o cálculo dos espaçamentos, realizando o cálculo do espaçamento entre plantas, utilizando as medidas dos espaçamentos da *Guia 01*.

**Guia 03:** Informa-se a classificação dos espaçamentos, classificando os espaçamentos em duplo, falho ou normal, de acordo com os resultados de espaçamentos obtidos na guia anterior, *Guia 02*.

**Guia 04:** Informa-se os resultados percentuais da classificação obtida na *Guia 03*. Verifica-se se os cálculos foram realizados de forma correta e calcula-se a porcentagem de espaçamentos duplos, falhos e aceitáveis, e a eficiência e o coeficiente de variação da semeadura.

A classificação automática dos espaçamentos foi feita usando o algoritmo mostrado na Figura 1. Com ele foi possível categorizar os tipos de espaçamentos em normal, duplo e falha, respeitando a metodologia de Kurachi et al. (1989).

Na Figura 2 está apresentado o algoritmo que trata da determinação do percentual da classificação/categorização dos espaçamentos entre plântulas. Nessa determinação foi usada a função *CONT.SE*, uma das funções estatísticas do MS Excel, para contar o número de células que atendem a um critério; por exemplo, para contar o número de vezes que uma categoria específica de espaçamento aparece em uma lista de classificação.

---

```

1     SE (Xp <> "") :
2         SE (Xp < 0.5*Xref) :
3             Escreva ("Duplo");
4         SE (Xp > 1.5*Xref) :
5             Escreva ("Falha");
6         SENÃO:
7             Escreva ("Normal");
8     SENÃO:
9         Escreva ("");

```

---

**Figura 1.** Algoritmo da estrutura de decisão para classificação automática dos espaçamentos entre plântulas de soja.

Fonte: Autoras, 2024.

---

```

1     Faça:
2         Value = CONT.SE(E1:E20;"=" & "Tipo_de_categoria");
3         Result = 100*Value/(Número_de_plantas - 1);
4     Fim-Faça

```

---

**Figura 2.** Algoritmo para determinar o resultado percentual da classificação automática dos espaçamentos entre plântulas de soja.

Fonte: Autoras, 2024.

### 3.3 Montagem dos experimentos

Foi montado um experimento usando o delineamento inteiramente casualizado, com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 3x2, sendo três velocidades de semeadura e duas profundidades de deposição de sementes, com quatro repetições.

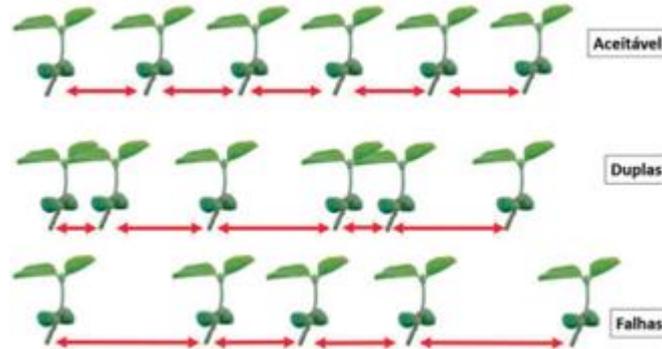
A semeadora foi calibrada igualmente para três velocidades (4,15; 5,80 e 6,95 km h<sup>-1</sup>) e duas profundidades de deposição das sementes (40 e 50 mm), e dentro de 21 dias após germinação foi feito a contagem das plântulas emergidas e as leituras para avaliação dos espaçamentos.

Os indicadores de qualidade de semeadura da soja avaliados foram estande inicial, e a distribuição longitudinal de plantas avaliada em espaçamentos aceitáveis, falhos e duplos. Estes indicadores foram mensurados em 2 metros na linha de semeadura, em amostragem composta de 3 repetições a cada unidade experimental.

Para determinação da distribuição longitudinal de plântulas foi medido o espaçamento entre plantas, com o auxílio de uma trena com resolução de 0,001 m. Para determinação do estande foi contado o número de plantas ao decorrer do mesmo espaço amostral.

Após isto foi determinada a porcentagem de espaçamentos falhos, duplos e aceitáveis (Figura 3) de acordo com Kurachi et al. (1989), considerando a distância entre plantas ( $X_p$ ) como espaçamento duplo (D) se:  $X_p < 0,5 \times X_{ref}$ ; Aceitáveis (A):  $0,5 \times X_{ref} < X_p < 1,5 \times X_{ref}$  e falhos

(F):  $>1,5 \times X_{ref}$ , onde  $X_{ref}$  é o valor do espaçamento de referência obtido a partir da regulagem da semeadora para a operação. O espaçamento de referência foi de 83 mm.



**Figura 3.** Representação de espaçamentos aceitáveis, duplas e falhas.

Fonte: Equipe Mais Soja (2023, <https://maissoja.com.br/plantabilidade-o-pilar-inicial-na-construcao-de-lavouras-de-altas-productividades/>).

Para avaliar a qualidade da distribuição longitudinal de sementes, utilizou-se o método de coeficiente de variação (Equação 1). Inicialmente, definiu-se o espaçamento desejado entre plantas, anotou-se em 2,0 metros a distância entre as plantas e calculou-se o desvio padrão (Equação 2), usando a seguinte expressão:

$$CV\% = (DP \cdot 100) / X_{ref} \quad (1)$$

$$DP = ((X_{p1} - X_{ref})^2 + (X_{p2} - X_{ref})^2 \dots)^{0,5} / N \quad (2)$$

em que,

CV% - coeficiente de variação, %;

DP - desvio padrão da amostra, m;

$X_{p1}, X_{p2}, \dots, X_{pi}$  - distâncias entre uma planta e outra, m,  $\forall i = 1$  até 20;

$X_{ref}$  - espaçamento entre sementes desejado, m;

N - número de espaços obtidos em 2 metro linear.

### 3.4. Análises estatísticas

Os dados obtidos dos indicadores de qualidade de semeadura da soja foram submetidos a análise de variância, usando o teste F, a 5% de probabilidade.

A análise de regressão foi aplicada aos dados, onde os modelos foram selecionados com base na significância dos coeficientes da regressão pelo teste t, e no coeficiente de determinação, a 5% de probabilidade.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Planilha para a determinação da qualidade longitudinal de semeadura

Na Figura 4 está apresentada a planilha eletrônica para determinar a qualidade longitudinal de semeadura. Na guia “ENTRADA DE DADOS”, na planilha desenvolvida, o usuário deve entrar com os dados para os cálculos de interesse. Os dados de entrada são: a distância de análise, número desejado de plantas em 10 m de linha de semeadura, espaçamento entre linhas, velocidade de plantio, e as medidas da posição das plantas na leitura.

Na Figura 5 está a guia “CÁLCULOS DOS ESPAÇAMENTOS”, que é usada para determinar os espaçamentos entre plântulas de soja, usando os dados inseridos na guia “ENTRADA DE DADOS”. Onde a fórmula utilizada foi:  $X_{Pn} = M_n - M_{n-1}$ . Onde o  $M_n$  é referente a posição da planta na leitura de análise.

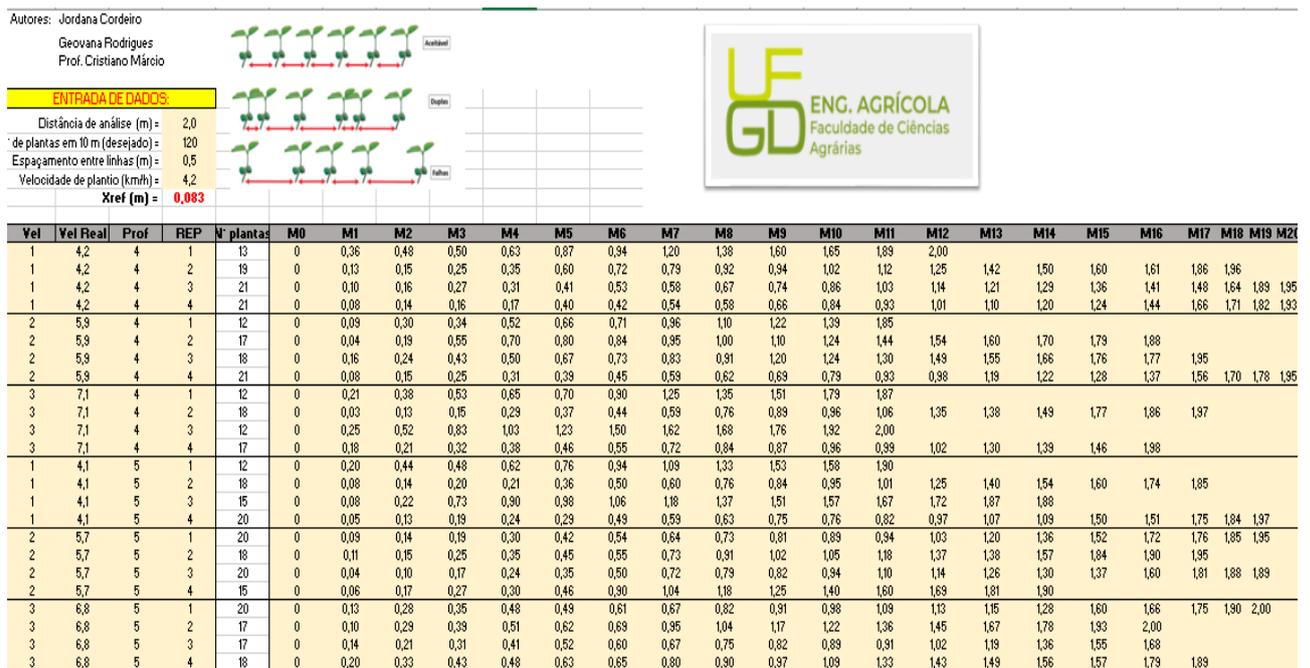


Figura 4. Guia “ENTRADA DE DADOS”, da planilha eletrônica para a determinação da qualidade longitudinal da semeadura.

Fonte: Autoras, 2024.

Para categorizar os espaçamentos entre plântulas construiu-se uma guia “CLASSIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DOS ESPAÇAMENTOS”, conforme mostrado na Figura 6. Essa parte da planilha foi desenvolvida usando o algoritmo da Figura 1.

CÁLCULOS DOS ESPAÇAMENTOS

OBS:

- 1 - o ideal é fixar o número de plantas, e medir as distâncias entre elas;
- 2 - com as médias é preparado o arcuovo para análise estatística;
- 3 - estande é o número de plantas por metro.

Vel Real	Prof	Xp1	Xp2	Xp3	Xp4	Xp5	Xp6	Xp7	Xp8	Xp9	Xp10	Xp11	Xp12	Xp13	Xp14	Xp15	Xp16	Xp17	Xp18	Xp19	Xp20
4.2	4	0.36	0.12	0.02	0.13	0.24	0.07	0.26	0.18	0.22	0.05	0.24	0.11								
4.2	4	0.13	0.02	0.10	0.10	0.25	0.12	0.07	0.13	0.02	0.08	0.10	0.13	0.17	0.08	0.10	0.01	0.25	0.10		
4.2	4	0.10	0.06	0.11	0.04	0.10	0.12	0.05	0.09	0.07	0.12	0.17	0.11	0.07	0.08	0.07	0.05	0.07	0.16	0.25	0.06
4.2	4	0.08	0.06	0.02	0.01	0.23	0.02	0.12	0.04	0.08	0.16	0.09	0.08	0.09	0.10	0.04	0.20	0.22	0.05	0.11	0.11
5.3	4	0.09	0.21	0.04	0.18	0.14	0.05	0.25	0.14	0.12	0.17	0.46									
5.9	4	0.04	0.15	0.36	0.15	0.10	0.04	0.11	0.05	0.10	0.14	0.20	0.10	0.06	0.10	0.09	0.09				
5.9	4	0.16	0.08	0.19	0.07	0.17	0.06	0.10	0.08	0.29	0.04	0.06	0.19	0.06	0.11	0.10	0.01	0.18			
5.9	4	0.08	0.07	0.10	0.06	0.08	0.06	0.14	0.03	0.07	0.10	0.14	0.05	0.21	0.03	0.06	0.09	0.19	0.14	0.08	0.17
7.1	4	0.21	0.17	0.15	0.12	0.05	0.20	0.35	0.10	0.16	0.28	0.08									
7.1	4	0.03	0.10	0.02	0.14	0.08	0.07	0.15	0.17	0.13	0.07	0.10	0.29	0.03	0.11	0.28	0.09	0.11			
7.1	4	0.25	0.27	0.31	0.20	0.20	0.27	0.12	0.06	0.08	0.16	0.08									
7.1	4	0.18	0.03	0.11	0.06	0.08	0.09	0.17	0.12	0.03	0.09	0.03	0.03	0.28	0.09	0.07	0.52				
4.1	5	0.20	0.24	0.04	0.14	0.14	0.16	0.15	0.24	0.20	0.05	0.32									
4.1	5	0.08	0.06	0.08	0.01	0.15	0.14	0.10	0.15	0.08	0.11	0.06	0.24	0.15	0.14	0.06	0.14	0.11			
4.1	5	0.08	0.14	0.51	0.17	0.08	0.08	0.12	0.19	0.14	0.06	0.10	0.05	0.15	0.01						
4.1	5	0.05	0.08	0.06	0.05	0.05	0.20	0.10	0.04	0.12	0.01	0.06	0.15	0.10	0.02	0.41	0.01	0.24	0.09	0.13	
5.7	5	0.09	0.05	0.05	0.11	0.12	0.12	0.10	0.09	0.08	0.05	0.09	0.17	0.16	0.16	0.20	0.04	0.09	0.10		
5.7	5	0.11	0.04	0.10	0.10	0.10	0.10	0.18	0.18	0.11	0.03	0.13	0.19	0.01	0.19	0.27	0.06	0.05			
5.7	5	0.04	0.06	0.07	0.07	0.11	0.15	0.22	0.07	0.03	0.12	0.16	0.04	0.12	0.04	0.07	0.23	0.21	0.07	0.01	
5.7	5	0.06	0.11	0.10	0.03	0.16	0.44	0.14	0.14	0.07	0.15	0.20	0.09	0.12	0.09						
6.8	5	0.13	0.15	0.07	0.13	0.01	0.12	0.06	0.15	0.09	0.07	0.11	0.04	0.02	0.13	0.32	0.06	0.09	0.15	0.10	
6.8	5	0.10	0.19	0.10	0.12	0.11	0.07	0.26	0.09	0.13	0.05	0.14	0.09	0.22	0.11	0.15	0.07				
6.8	5	0.14	0.07	0.10	0.10	0.11	0.08	0.07	0.08	0.07	0.07	0.02	0.11	0.17	0.17	0.19	0.13				
6.8	5	0.20	0.13	0.10	0.05	0.15	0.02	0.15	0.10	0.07	0.12	0.24	0.10	0.06	0.07	0.01	0.22	0.10			

Figura 5. Guia para realizar os cálculos intermediários dos espaçamentos entre plântulas. Fonte: Autoras, 2024.

PLANILHA PARA DETERMINAÇÃO DA QUALIDADE DE SEMEADURA DE SOJA																					
CLASSIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DOS ESPAÇAMENTOS																					
Vel Real	Prof	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	E10	E11	E12	E13	E14	E15	E16	E17	E18	E19	E20
4.2	4	Falha	Normal	Dupla	Falha	Falha	Normal	Falha	Falha	Falha	Normal										
4.2	4	Falha	Dupla	Normal	Normal	Falha	Normal	Normal	Falha	Dupla	Normal	Normal	Falha	Falha	Normal	Normal	Dupla	Falha	Normal	Falha	Normal
4.2	4	Normal	Normal	Normal	Dupla	Normal	Falha	Normal	Normal	Normal	Normal	Dupla	Normal	Falha	Normal						
4.2	4	Normal	Normal	Dupla	Dupla	Falha	Dupla	Normal	Dupla	Normal	Falha	Normal	Normal	Normal	Normal	Dupla	Falha	Falha	Normal	Normal	Normal
5.3	4	Normal	Falha	Dupla	Falha	Falha	Normal	Falha	Normal	Falha	Normal	Falha									
5.3	4	Dupla	Falha	Falha	Falha	Normal	Dupla	Normal	Normal	Normal	Falha	Falha	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Falha	Falha	Falha	Falha
5.3	4	Falha	Normal	Falha	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Falha	Dupla	Normal	Normal	Falha	Normal	Normal	Normal	Falha	Falha	Normal	Falha
5.3	4	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Falha	Dupla	Normal	Normal	Falha	Normal	Falha	Dupla	Normal	Normal	Falha	Falha	Normal	Falha
7.1	4	Falha	Normal	Dupla	Falha	Normal	Normal	Falha	Falha	Falha	Normal	Normal	Falha	Normal	Normal	Falha	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
7.1	4	Falha	Falha	Falha	Falha	Falha	Falha	Normal	Normal	Normal	Falha	Normal	Normal	Normal	Normal	Falha	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
7.1	4	Falha	Dupla	Normal	Normal	Normal	Falha	Normal	Normal	Normal	Dupla	Normal	Dupla	Dupla	Falha	Normal	Normal	Falha	Falha	Falha	Falha
4.1	5	Normal	Falha	Dupla	Falha	Falha	Falha	Falha	Falha	Falha	Normal	Falha	Normal	Falha							
4.1	5	Normal	Normal	Normal	Dupla	Falha	Falha	Normal	Falha	Normal	Normal	Normal	Falha	Falha	Falha	Normal	Falha	Normal	Normal	Normal	Normal
4.1	5	Normal	Falha	Falha	Falha	Normal	Normal	Normal	Falha	Falha	Normal	Normal	Normal	Falha	Dupla	Falha	Falha	Falha	Falha	Falha	Falha
4.1	5	Normal	Falha	Falha	Falha	Falha	Falha	Dupla	Falha	Normal											
5.7	5	Normal	Dupla	Normal	Normal	Normal	Normal	Falha	Falha	Normal	Dupla	Falha	Falha	Dupla	Falha	Falha	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
5.7	5	Dupla	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Falha	Normal	Normal	Dupla	Normal	Falha	Dupla	Normal	Normal	Falha	Normal	Falha	Normal	Dupla
5.7	5	Normal	Normal	Normal	Dupla	Falha	Falha	Falha	Falha	Normal	Falha	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal	Falha	Normal	Normal	Falha	Normal
6.8	5	Falha	Falha	Normal	Falha	Dupla	Normal	Normal	Falha	Normal	Normal	Normal	Dupla	Dupla	Falha	Normal	Normal	Normal	Falha	Normal	Normal
6.8	5	Normal	Falha	Normal	Normal	Normal	Normal	Falha	Normal	Normal	Falha	Normal	Normal								
6.8	5	Falha	Normal	Dupla	Normal	Falha															
6.8	5	Falha	Falha	Normal	Normal	Falha	Dupla	Falha	Normal	Normal	Normal	Falha	Normal	Normal	Normal	Dupla	Falha	Normal	Normal	Normal	Normal

Figura 6. Guia “CLASSIFICAÇÃO AUTOMÁTICA DOS ESPAÇAMENTOS”. Fonte: Autoras, 2024.

Por fim, foi desenvolvida a guia “RESULTADOS PERCENTUAIS DA CLASSIFICAÇÃO”, conforme consta na Figura 7. Essa parte da planilha foi desenvolvida usando o algoritmo da Figura 2. Essa guia conta com um pequeno sistema de verificação para assegurar que os cálculos foram feitos corretamente, estando tudo certo indica “ok” para o usuário.

RESULTADOS PERCENTUAL DA CLASSIFICAÇÃO								
Aceitável: 0,04 a 0,125 m Dupla: 0,04 m Falha: 0,13 m								
		Espaçamentos entre plantas						
Vel Real	Prof	Aceitável:	Duplos [%]	Falhos	Estande Plts/m	Verificar	Eficiência [%]	CV%
4,2	4	33,3	8,3	58,3	6,5	ok	54,2	120,6
4,2	4	50,0	16,7	33,3	9,5	ok	79,2	79,3
4,2	4	80,0	5,0	15,0	10,5	ok	87,5	60,2
4,2	4	55,0	25,0	20,0	10,5	ok	87,5	78,7
5,9	4	27,3	9,1	63,6	6,0	ok	50,0	139,0
5,9	4	56,3	12,5	31,3	8,5	ok	70,8	93,4
5,9	4	52,9	11,8	35,3	9,0	ok	75,0	85,8
5,9	4	60,0	10,0	30,0	10,5	ok	87,5	61,5
7,1	4	36,4	0,0	63,6	6,0	ok	50,0	105,6
7,1	4	47,1	17,6	35,3	9,0	ok	75,0	91,4
7,1	4	36,4	0,0	63,6	6,0	ok	50,0	105,4
7,1	4	50,0	25,0	25,0	8,5	ok	70,8	150,0
4,1	5	9,1	9,1	81,8	6,0	ok	50,0	98,7
4,1	5	52,9	5,9	41,2	9,0	ok	75,0	65,2
4,1	5	50,0	7,1	42,9	7,5	ok	62,5	142,8
4,1	5	52,6	21,1	26,3	10,0	ok	83,3	115,5
5,7	5	73,7	5,3	21,1	10,0	ok	83,3	53,0
5,7	5	47,1	17,6	35,3	9,0	ok	75,0	82,7
5,7	5	47,4	26,3	26,3	10,0	ok	83,3	80,1
5,7	5	50,0	7,1	42,9	7,5	ok	62,5	117,7
6,8	5	47,4	15,8	36,8	10,0	ok	83,3	80,9
6,8	5	62,5	0,0	37,5	8,5	ok	70,8	68,0
6,8	5	62,5	6,3	31,3	8,5	ok	70,8	54,6
6,8	5	52,9	11,8	35,3	9,0	ok	75,0	78,6

**Figura 7.** Guia “RESULTADOS PERCENTUAIS DA CLASSIFICAÇÃO”.

Fonte: Autoras, 2024.

#### 4.2. Análise da qualidade

O resumo da análise de variâncias e as médias dos dados de estande, eficiência de semeadura, coeficiente de variação, e a distribuição longitudinal das sementes para as profundidades e as velocidades, estão apresentados na Tabela 1. Houve efeito significativo do aumento da velocidade e da profundidade de deposição de sementes sobre o coeficiente de variação dos espaçamentos em relação do  $X_{ref}$ .

**Tabela 1.** Resumo da análise de variâncias e médias dos dados de estande, eficiência de semeadura, coeficiente de variação, e a distribuição longitudinal das sementes para as profundidade e velocidades

Fator de variação	GL	Quadrados médios					
		Estande (plantas $m^{-1}$ )	Eficiência de semeadura (%)	Coeficiente de variação (%)	Distribuição longitudinal		
		Aceitável (%)	Falho (%)	Duplo (%)			
Deposição (P)	1	0,843 <sup>ns</sup>	58,59 <sup>ns</sup>	737,1 <sup>ns</sup>	23,01 <sup>ns</sup>	10,4 <sup>ns</sup>	2,44 <sup>ns</sup>
Velocidade (V)	2	0,875 <sup>ns</sup>	60,76 <sup>ns</sup>	70,5 <sup>ns</sup>	32,00 <sup>ns</sup>	62,8 <sup>ns</sup>	21,1 <sup>ns</sup>
P x V	2	3,870 <sup>ns</sup>	269,0 <sup>ns</sup>	2012*	80,67 <sup>ns</sup>	474 <sup>ns</sup>	22,9 <sup>ns</sup>
Resíduo	18	2,43	169,0	780,7	220,6	280,5	72,5
Médias dos dados com a profundidade de deposição de sementes -----							
Deposição a 40 mm		8,38 a	69,8 a	97,5 a	48,7 a	39,5 a	11,7 a
Deposição a 50 mm		8,75 a	72,9 a	86,4 a	50,6 a	38,2 b	11,1 a
Médias dos dados com a velocidade -----							
4,15 km h <sup>-1</sup>		8,68 a	72,39 a	95,1 a	47,8 a	39,8 a	12,2 a
5,80 km h <sup>-1</sup>		8,81 a	73,43 a	89,1 a	51,8 a	35,7 a	12,4 a
6,95 km h <sup>-1</sup>		8,18 a	68,22 a	91,8 a	49,3 a	41,0 a	9,5 a

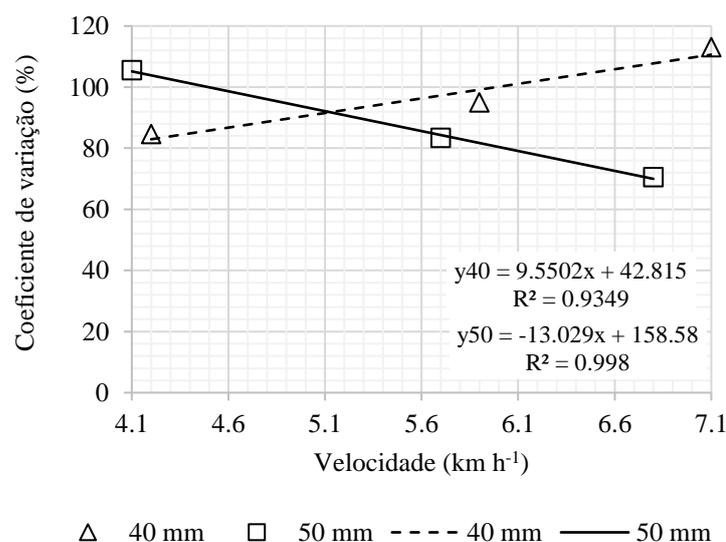
\*  $p < 0,08$ . <sup>ns</sup> não significativo. Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem entre si, pelo teste Tukey,  $p < 0,1$ .

O estado de plântulas de soja emergidas não variaram com a velocidade, como também a eficiência de semeadura, com valores médios de 8,56 plântulas por metro e 71,35%, respectivamente (Tabela 1). Esse fato demonstra que a regulagem da semeadora e/ou as características de qualidade das sementes não correspondiam aquelas que levaram a deposição de sementes em campo, visando a obtenção de 12 plantas por metro semeado. Isso provocará diminuição na margem bruta obtida e conseqüentemente da lucratividade do produtor.

A distribuição longitudinal de falhos foi significativa quando levamos em consideração a profundidade de deposição de sementes. Observamos que para a profundidade de 40 mm tivemos um valor de 39,5% de falhos, já para a profundidade de 50 mm obtivemos um valor de 38,2% de falhos. Essa diferença de valores pode ser dada as condições climáticas, sendo assim a deposição de 50 mm se sobressai quando semeamos em solo seco.

Com o aumento da velocidade, para a deposição de sementes para 40 mm de profundidade, observa-se que o coeficiente de variação (CV) aumenta, enquanto com o aumento da velocidade para a deposição de sementes para 50 mm de profundidade o coeficiente de variação diminui (Figura 8). Na velocidade de 5,15 km h<sup>-1</sup> as duas curvas se cruzam, sendo assim, a partir dessa velocidade é recomendado usar-se a deposição de sementes com 50 mm de profundidade, pois o coeficiente de variação diminui.

Analisando o coeficiente de variação, considerando a classificação de Wilding e Dress (1983), seus valores estão muitos altos, acima de 70%, que para esses autores são altos a partir de 25%.



**Figura 8.** Coeficiente de variação em função da velocidade, para as duas profundidades de deposição de sementes.

Fonte: Autoras, 2024.

Espaçamentos aceitáveis e duplos das plântulas de soja emergidas não foram alterados com o aumento da velocidade e da profundidade da deposição de sementes. Os valores médios dos espaçamentos aceitáveis e duplos de 49,7% e 11,4%, respectivamente.

Mendieta (2022) considerou como ótimo o desempenho de uma semeadora de milho que obteve uma distribuição acima de 90% das sementes dentro da faixa de espaçamento aceitável. Desse modo, os dados de distribuição aceitável deste trabalho encontram-se muito abaixo da classificação considerada ótima.

Os espaçamentos classificados como falhos foram superiores a 31%, sendo que esse valor de falhos não atingiu a meta para uma boa distribuição longitudinal de sementes que deve estar abaixo de 5%, conforme analisado por Mendieta (2022). No nosso caso, a distribuição longitudinal de falhos passou de 38%, isso pode ser dada as condições climáticas e do solo.

As causas para o aumento de espaçamentos falhos podem ser atribuídas os discos e/ou anéis inadequados, falta ou excesso de grafite, tratamento de semente com elevada abrasividade, posicionamento das sementes dentro do sulco, ataque de pragas, umidade do solo inadequada para a semeadura, contato solo-semente, abertura e fechamento do sulco (WEIRICH NETO et al., 2015).

## 5. CONCLUSÕES

- a) Um algoritmo capaz de ser aplicado à agricultura para avaliar a qualidade da semeadura da cultura da soja foi desenvolvido com sucesso. O algoritmo se mostrou eficiente para ser utilizado para a avaliação da qualidade da semeadura em diversas outras culturas.
- b) A melhor qualidade de semeadura foi obtida quando a semeadora-adubadora operou na velocidade de trabalho de  $7,1 \text{ km h}^{-1}$  e a 50 mm de profundidade na deposição de sementes da soja.
- c) A variação de profundidade influenciou o percentual de falhos, levando em consideração a semeadura em solo seco, onde a deposição de semente a 50 mm provocou um menor percentual de falhos na distribuição longitudinal.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALE, L. P.; SOUZA, C.M.A. de; FERREIRA, F. S.; MENDIETA, F. M. P.; YAMAMOTO, N.T.; RAFULL, L.Z.L. Power performance of a tractor-seeder-fertilizer system as a function of furrower depth in no-till. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, v.21, p.11067-11086, 2023. <http://dx.doi.org/10.55905/oelv21n9-032>

ANDRADE, F. R., *et al.* Características agrônômicas e produtivas da soja cultivada em plantio convencional e cruzado. **Revista de Agricultura**, v. 91, n.1, p. 81- 91, 2016.

ARCOVERDE, S. N. S.; SOUZA, C. M. A. de; RAFULL, LEIDY Z. L.; CORTEZ, J. W.; ORLANDO, R. C. Soybean agronomic performance and soil physical attributes under tractor traffic intensities. **Engenharia Agrícola**, v. 40, p. 113-120, 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-4430-eng.agric.v40n1p113-120/2020>

BOSCHIERO, B. N. **Cultura da soja: guia com 8 sessões para você dominar essa commodity.** Disponível em: <https://agroadvance.com.br/blog-cultura-da-soja-guia/#:~:text=A%20soja%2C%20conhecida%20cientificamente%20por,mat%C3%A9ria%2Dprima%20para%20in%C3%BAmeros%20produtos..> Acesso em: 07 dez. 2023.

BOSCHIERO, B. N. **6 maiores produtores de soja do mundo: quando e quanto produzem?** Disponível em: <https://agroadvance.com.br/blog-6-maiores-produtores-de-soja-do-mundo/#:~:text=O%20Brasil%20lidera%20o%20ranking%20dos%20maiores%20produtores%20mundiais%20de,toda%20a%20soja%20produzida%20mundialmente..> Acesso em: 11 mar. 2024.

FOLHABV AGRO. Sustentabilidade na agricultura: estratégias para redução de combustíveis fósseis. Folha BV. Disponível em: <https://www.folhabv.com.br/agro/sustentabilidade-na-agricultura-estrategias-para-reducao-de-combustiveis-fosseis/>. Acesso em: 07 dez. 2023.

CCAS. **Os desafios da agricultura sustentável no Brasil e no Mundo.** Disponível em: <https://agriculturasustentavel.org.br/os-desafios-da-agricultura-sustentavel-no-brasil-e-no-mundo>. Acesso em: 07 dez. 2023.

CROPTEC. **Preparando o solo para o plantio de Soja: Um guia de 5 dias.** Disponível em: <https://croptec.com.br/guia-5dias-plantiodesoja/#:~:text=O%20sucesso%20do%20cultivo%20de,uma%20colheita%20saud%C3%A1vel%20e%20produtiva..> Acesso em: 07 dez. 2023.

DELARMELINO-FERRARESI, L. M., VILLELA, F. A., & AUMONDE, T. Z. Desempenho fisiológico e composição química de sementes de soja. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.9, n.1, p. 4-18, 2014.

DIAS, E. M. *et al.* Agro 4.0: fundamentos, realidades e perspectivas para o Brasil. **Agricultura Digital.**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 1-305, 2023.

EMBRAPA. Visão 2030: o futuro da agricultura brasileira. – Brasília, DF : Embrapa, 2018.

EMBRAPA. Cultivo do Milho –Paraná,PR : Embrapa, 2022.

ENEM. **A Influência da Máquina a Vapor na Primeira Revolução Industrial**. Disponível em: <https://blog.enem.com.br/a-influencia-da-maquina-a-vapor-na-primeira-revolucao-industrial/#:~:text=Uma%20das%20primeiras%20utiliza%C3%A7%C3%B5es%20da,mentalidade%20de%20milh%C3%B5es%20de%20pessoas..> Acesso em: 07 dez. 2023.

FIELDVIEW, E. Algoritmos na agricultura: o que são e como são usados? **BLOG FieldView**, 2022, p.sn.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATIONS OF THE UNITED NATIONS – **FAO DATABASE**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. Acesso realizado em 14 de agosto de 2023.

GERMINO, R. **Os desafios no treinamento em máquinas agrícolas**. Disponível em: <https://oniria.com.br/os-desafios-no-treinamento-em-maquinas-agricolas/>. Acesso em: 07 dez. 2023.

JACTO. **Entenda a mecanização da agricultura e conheça 4 vantagens**. 2019. Disponível em: <https://blog.jacto.com.br/entenda-a-mecanizacao-da-agricultura-e-conheca-4-vantagens/>. Acesso em: 07 dez. 2023.

KLANOVICZ, J.; MORES, L. A sojização da agricultura moderna no Paraná, Brasil: uma questão de história ambiental. **Journal of Social, Technological and Environmental Science**, v. 6, n. 2, p. 240-263, 2017.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; COSTA, N. P. Efeito da classificação de sementes de soja por tamanho sobre sua qualidade e a precisão de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 13, n. 1, p. 59-68, 1991.

KURACHI, S.A.H.; COSTA, J.A.S.; BERNARDI, J.A.; COELHO, J.L.D.; SILVEIRA, G.M. Avaliação tecnológica de semeadoras e/ou adubadoras: tratamento de dados de ensaio e regularidade de distribuição longitudinal de sementes. **Bragantia**, v.48, n.2, p.249-262, 1989. <https://doi.org/10.1590/S0006-87051989000200011>

MATIAS, Á. **Revolução Verde**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/revolucao-verde.htm>. Acesso em: 07 dez. 2023

MAZOYER, M. *et al.* Do neolítico à crise contemporânea. **História das Agriculturas no Mundo**, v. 1, n. 1, p. 1-568, 2010.

MEOTTI, G. V., BENIN, G., SILVA, R. R., BECHE, E., & MUNARO, L. B. Épocas de semeadura e desempenho agrônômico de cultivares de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, p. 14-21, 2012

MENDIETA, F.M.P. **Variabilidade espacial dos componentes de produção do milho e a correlação com a produtividade**. 2022. 51 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, MS, 2022.

POLO, R. **Mecanização agrícola**. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Técnico em Agropecuária) - Escola Técnica Estadual Professor Carmelino Corrêa Junior. Franca, 2022. Disponível em:<

<https://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/12649/1/TCC%20MECANIZA%C3%87%C3%83O%20AGRICOLA%20rian%20polo.pdf>>. Acesso em 10 fev 2024.

REIS, C. G. **Arranjos espaciais e populacionais na cultura da soja para elevadas produtividades**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal de Uberlândia, 2018. 20 p.

RIBEIRO, Carlos. **Mercado Da Soja: Subprodutos E Suas Utilidades Que Merecem Atenção**. Disponível em: <https://blog.sensix.ag/mercado-da-soja-subprodutos-e-suas-utilidades-que-merecem-atencao/>. Acesso em: 07 dez. 2023.

ROSIN, M. **Capacidade e eficiência operacional nas operações de semeadura e colheita de grãos em diferentes talhões**. Trabalho de conclusão de curso. Universidade Federal da Fronteira do Sul, 2017. 45 p.

SILVA, C. D. **CULTURA DA SOJA (Glycine max): uma abordagem sobre a viabilidade do cultivo no município de Ribeira do Pombal (BA)**. 2021. 84 f. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Agrônômica, Centro Universitário Ages, Paripiranga, 2021.

SILVA, J. C. **Os instrumentos do trabalho rural como testemunhos da modernização agrícola e do desenvolvimento socioeconômico do estado de São Paulo**. 2011. 153 f. Tese (Doutorado) - Curso de Ciência, Tecnologia e Sociedade, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

SNASH. **Como a agricultura sustentável passa pelo uso de tecnologia**. Disponível em: <https://snash.com.br/conteudos/como-a-agricultura-sustentavel-passa-pelo-uso-de-tecnologia/>. Acesso em: 18 fev. 2024.

TIECHER, T. **Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil: práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água**. 2016. 187 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Agrônômica, Ufrgs, Porto Alegre, Rio Grande do Sul, 2016.

TOURINO, M. C. C.; REZENDE, P. M.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agrônômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 8, p. 1071-1077, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2002000800004>.

VAZQUEZ, G. H., CARVALHO, N. M. D., & BORBA, M. M. Z. Redução na população de plantas sobre a produtividade e a qualidade fisiológica da semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, p. 1-11, 2008.

VIEGAS NETO, A.L.; SOUZA, C. M. A de; ARCOVERDE, S.N.S.; LIMA JUNIOR, I.S.; PILETTI, L. M. M. S. Seeder-fertilizer performance with two furrowing mechanisms and sowing speed. **Revista Agrogeoambiental**, v.12, p.18-26, 2020. <http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v12n220201447>

VILAR, D. **Aplicações da Agricultura de Precisão em Sistemas de Produção de Grãos no Brasil**. Disponível em: <https://agriconline.com.br/portal/artigos/aplicacoes-da-agricultura-de-precisao-em-sistemas-de-producao-de-graos-no-brasil/>. Acesso em: 21 abr. 2022.

WEIRICH NETO, P.H.; FORNARI, A.J.; JUSTINO, A.; GARCIA, L.C. Qualidade na semeadura do milho. **Engenharia Agrícola**, v.35, n.1, p.171-179, 2015.

WILDING, L.P.; DRESS L.R. Spatial variability and pedology. In L.P. WILDING, N. SMECK.; HALL G.F. (ds.). **Pedogenesis and Soil Taxonomy**. Wageningen. Netherlands. p. 83-116, 1983.