

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS MORRINHOS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OLERICULTURA**

**QUALIDADE DA PLANTABILIDADE DO MILHO DOCE EM FUNÇÃO DA
VELOCIDADE DE SEMEADURA**

Autora: Mariana João Pedro Rapalião
Orientador: Dr. Túlio de Almeida Machado

**MORRINHOS - GO
2025**

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO - CAMPUS MORRINHOS
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OLERICULTURA**

**QUALIDADE DA PLANTABILIDADE DO MILHO DOCE EM FUNÇÃO DA
VELOCIDADE DE SEMEADURA**

Autora: Mariana João Pedro Rapalião
Orientador: Dr. Túlio de Almeida Machado

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM OLERICULTURA, ao Programa de Pós-Graduação em Olericultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Morrinhos - Área de Concentração: Olericultura

**MORRINHOS - GO
2025**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBI/IF Goiano Campus Morrinhos

R216q Rapaliao, Mariana Jaoa Pedro.

Qualidade da plantabilidade do milho doce em função da velocidade de
semeadura. / Mariana Jaoa Pedro Rapaliao. – Morrinhos, GO: IF Goiano,
2025.

47 f. : il. color.

Orientador: Dr. Tulio de Almeida Machado.

Dissertação (mestrado) – Instituto Federal Goiano Campus Morrinhos,
Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Olericultura, 2025.

1. Plantio (Cultivo de plantas). 2. Disco dosador. 3. Tipos de Peneiras. I.
Machado, Tulio de Almeida. II. Instituto Federal Goiano. III. Título.

CDU 633.15

Fonte: Elaborado pela Bibliotecária-documentalista Morgana Guimarães, CRB1/2837

TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO

PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS

NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

Tese (doutorado)

Dissertação (mestrado)

Monografia (especialização)

TCC (graduação)

Artigo científico

Capítulo de livro

Livro

Trabalho apresentado em evento

Produto técnico e educacional - Tipo:

Nome completo do autor:

Matrícula:

Título do trabalho:

RESTRIÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: / /

O documento está sujeito a registro de patente? Sim Não

O documento pode vir a ser publicado como livro? Sim Não

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

Local / /
Data

Assinatura do autor e/ou detentor dos direitos autorais

Ciente e de acordo:

Assinatura do(a) orientador(a)

Documento assinado digitalmente

gov.br

TULIO DE ALMEIDA MACHADO
Data: 23/01/2026 15:51:38-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 4/2025 - CCEPG-MO/NEPG-MO/GPGPI-MO/CMPMHOS/IFGOIANO

PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO

ATA Nº 134

BANCA EXAMINADORA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos cinco dias do mês de dezembro do ano de dois mil e vinte e cinco, às 09h:00 min (nove horas), reuniram-se os componentes da banca examinadora em sessão aberta realizada presencialmente no auditório da Informática para procederem a avaliação da defesa de Dissertação, em nível de mestrado, intitulada "*Qualidade da plantabilidade do milho doce em função da velocidade de semeadura*" de autoria de **Mariana João Pedro Rapalião** discente do Programa de Pós-Graduação em Olericultura do Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos. A sessão foi aberta pelo presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. Túlio de Almeida Machado que fez a apresentação formal dos membros da Banca. A palavra, a seguir, foi concedida a autora para, em 30 min., proceder à apresentação de seu trabalho. Terminada a apresentação, cada membro da banca fez suas arguições, adotando-se o sistema de diálogo sequencial. Terminada a fase de arguição, procedeu-se a avaliação da defesa. Tendo-se em vista as normas que regulamentam o Programa de Pós-Graduação em Olericultura, e procedidas às correções recomendadas, a Dissertação foi **APROVADA**, considerando-se integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **MESTRE EM OLERICULTURA**, na linha de pesquisa em Sistemas de Produção em Olerícolas, pelo Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos. A conclusão do curso dar-se-á quando da entrega na secretaria do PPGOL da versão definitiva da Dissertação, com as devidas correções. Assim sendo, a defesa perderá a validade se não cumprida essa condição, em até **60 (sessenta) dias** da sua ocorrência. A Banca Examinadora recomendou a publicação de artigo científico oriundo dessa Dissertação em periódico após procedida as modificações sugeridas. Cumpridas as formalidades da pauta, a presidência da mesa encerrou esta sessão de defesa de Dissertação de Mestrado, e para constar, foi lavrada a presente Ata, que, após lida e achada conforme, será assinada eletronicamente pelos membros da Banca Examinadora.

Membros da Banca Examinadora

Nome	Instituição	Situação no Programa
Prof. Dr. Túlio de Almeida Machado	IF Goiano-Campus Morrinhos	Presidente
Prof. Dr. Emmerson Rodrigues de Moraes	IF Goiano-Campus Morrinhos	Membro interno
Prof. Dr. Fernando Rezende da Costa	IF Goiano-Campus Morrinhos	Membro externo

Documento assinado eletronicamente por:

- **Tulio de Almeida Machado, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO** , em 06/12/2025 16:58:36.
- **Fernando Rezende da Costa, PROF ENS BAS TEC TECNOLOGICO-SUBSTITUTO** , em 08/12/2025 10:29:49.
- **Emmerson Rodrigues de Moraes, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO** , em 08/12/2025 13:39:02.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 19/11/2025. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 765132

Código de Autenticação: fddd1e24b7



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Morrinhos
Rodovia BR-153, Km 633, Zona Rural, SN, Zona Rural, MORRINHOS / GO, CEP 75650-000
(64) 3413-7900

ÍNDICE

LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE TABELAS.....	ix
RESUMO.....	10
ABSTRACT.....	11
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	12
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 A cultura do milho doce	14
2.2 Processos de semeadura.....	17
2.3 Fatores que afetam a qualidade de sementes.....	19
2.4 Tamanho e formato de sementes.....	21
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
5. CONCLUSÕES.....	40
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41

LISTA DE FIGURAS

Figura 01. Planta de milho doce	14
Figura 02. Espigas de milho doce	16
Figura 03. Sistema de Plantio Direto (SPD) e Sistema convencional.....	19
Figura 04. Sementes ou grãos do milho doce	20
Figura 05. Discos dosadores utilizados para a semeadura.....	24
Figura 06. Parcelas marcadas para a coleta de dados.....	25
Figura 07. Mensuração dos espaçamentos entre sementes.....	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação dos tipos de sementes utilizadas no plantio.....	23
Tabela 2. Análise estatística descritiva para as subparcelas formadas pelas velocidades operacionais e pelas peneiras das sementes.....	28
Tabela 3. ANOVA na avaliação do efeito dos fatores peneiras e velocidade operacional e sua interação e termos das médias para o espaçamento médio entre as sementes (sem m^{-1}), número de sementes e porcentagem de espaçamentos duplos, aceitáveis e falhos.....	30
Tabela 4. Médias para o espaçamento médio entre sementes (sem m^{-1}), número de sementes, porcentagem de espaçamentos duplos e falhos para as diferentes peneiras de sementes avaliadas.....	32
Tabela 5. Médias para o espaçamento médio entre sementes (sem m^{-1}) e porcentagem de espaçamentos duplos, aceitáveis e falhas para as diferentes velocidades operacionais (km h^{-1}) avaliadas.....	34
Tabela 6. Médias para o espaçamento médio e as porcentagens de espaçamentos aceitáveis e falhas para a interação entre as peneiras das sementes e as velocidades operacionais (km h^{-1}) utilizadas.....	37

RESUMO

RAPALIÃO, M. J. P. Instituto Federal Goiano - Campus Morrinhos. **Qualidade da Plantabilidade do milho doce em função da velocidade de semeadura.** Dezembro de 2025. Orientador: Dr. Túlio de Almeida Machado.

O processo de semeadura, entre as etapas de produção, é considerado o mais importante, requerendo máxima eficiência. Todas as etapas que ocorreram durante a semeadura foram feitas por semeadoras, máquinas dotadas de mecanismos que têm por finalidade depositar a semente no solo e criar um ambiente propício para que ela possa germinar. O projeto teve como objetivo principal avaliar a qualidade da plantabilidade de milho doce em função de velocidades diferentes sob dois discos dosadores de semeadura. O estudo foi conduzido no IF Goiano – Campus Morrinhos, localizado no município de Morrinhos/GO. O delineamento experimental foi em blocos casualizados no esquema de parcelas subdivididas. A cultura implantada foi o milho doce. Foram utilizados um trator John Deere 4x2 TDA e uma semeadora mecânica da marca Netz. As velocidades de operação usadas foram: $V_1:2,43$; $V_2:3,75$; $V_3:6,00$ km h⁻¹. Foram avaliadas as variáveis distância linear média entre sementes, a quantidade de sementes e o tipo de espaçamento entre as sementes. Os resultados passaram pela análise de variância pelo teste “F” a 5% de probabilidade. As médias foram submetidas ao teste de Tukey a 5% de probabilidade. O aumento da velocidade da semeadura interfere na porcentagem dos espaçamentos. A menor velocidade operacional proporciona melhor distribuição das sementes na semeadura. A operação na velocidade de 6,00 km h⁻¹ (1,67 m s⁻¹) apresenta a menor variabilidade de pontos dentro dos limites de controle.

Palavras-chave: disco dosador, sistema de plantio direto, tipos de peneiras.

ABSTRACT

RAPALIÃO, M. J. P. Goiano Federal Institute, Morrinhos Campus. **Corn plantability quality as a function of sowing speed**. December 2025. Advisor: Dr. Túlio de Almeida Machado.

The sowing process, among the production stages, is considered the most important, requiring maximum efficiency. All stages that occurred during sowing were carried out by seeders; these machines are equipped with mechanisms that aim to deposit the seed in the soil and create a favorable environment for its germination. The main objective of this project was to evaluate the plantability quality of sweet corn as a function of different speeds under two seed metering discs. The study was conducted at IF Goiano – Morrinhos Campus located in the municipality of Morrinhos/GO. The design was a randomized block design in a split-plot arrangement. The crop planted was sweet corn. A John Deere 4x2 TDA tractor and a Netz mechanical seeder were used. The operating speeds used were: V1: 2.43; V2: 3.75; V3: 6.00 km h⁻¹. The following variables were evaluated: average linear distance between seeds, quantity of seeds, and type of seed spacing. The results underwent analysis of variance using the F-test at a 5% probability level. The means were subjected to Tukey's test at a 5% probability level; mentioning that the increasing in the sowing speed affects the percentage of spacing. It's also said that the lowest operating speed provides better seed distribution during sowing. Additionally mentioned, operating at a speed of 6.00 km h⁻¹ (1,67 m s⁻¹), shows the least variability and points within the control limits.

Keywords: metering disc, no-till system, types of sieves.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O milho doce (*Zea mays L.* grupo *saccharata*), pertencente à família das Poáceas, do gênero *Zea*, é considerado uma hortaliça voltada para o processamento industrial, sendo ainda pouco difundido para o consumo in natura em razão do restrito número de cultivares adaptadas ao clima tropical (MÔRO, 2018).

As regiões que mais produzem milho doce no mundo são Estados Unidos e sul do Canadá. No Brasil, a produção desta cultura está concentrada nos estados do Rio Grande do Sul, São Paulo, Minas Gerais, Goiás, Distrito Federal e Pernambuco, sendo consumido basicamente sob a forma de milho verde enlatado (PARIZOTTO, 2021).

A semeadura é uma das etapas de grande importância no ciclo agrícola, porém na realidade rural brasileira, muitos produtores ainda somam prejuízos pela falta de informações técnicas ou mesmo por falhas nos ajustes e regulagens dos mecanismos dosadores de sementes, assim a correta seleção e composição desses sistemas é fundamental para que o sucesso da operação seja alcançado (MARQUES FILHO et al., 2020; FERREIRA et al., 2019)

Para a implantação da cultura no campo, fatores como a escolha correta da semeadura, tipo de cultivar e os mecanismos sulcadores são fatores decisivos para o sucesso da implantação da cultura, tendo em vista que o primeiro passo para o estabelecimento de uma cultura tem início com a semeadura, razão pela qual ela deve ser feita com atenção e precisão, sob o risco de falhas na germinação (CORTEZ et al., 2006; RIBEIRO, 2017).

Importante realçar que nas semeadoras com sistema dosador de disco horizontal, é recomendada a correta adequação do conjunto de disco e anel, fator importante, considerando que a semente deve manter equidistância uniforme no sulco de plantio. Além da distância entre sementes e adubo, o contato solo/semente e a profundidade de semeadura podem garantir um estande com potencial de alta produtividade (PARIZOTTO, 2021; MARTIN, 2022).

Um dos fatores a serem considerados em uma operação de semeadura é a produtividade de deposição das sementes, que pode afetar sua germinação, sendo

condicionada pela temperatura, teor de água e tipo de solo, entre outros fatores. A semente deve ser depositada a uma profundidade que permita um adequado contato com o solo úmido, resultando em elevado percentual de emergência. Para além disso, outro fator que também exerce influência na qualidade da distribuição de sementes no solo é a sua homogeneidade de tamanho e rugosidade. As semeadoras de precisão mais utilizadas no Brasil são as que apresentam sistemas dosadores com discos alveolados horizontais. O sistema dosador de sementes e a velocidade de operação poderão influenciar na relação dos espaçamentos entre plantas (REYNALDO et al., 2017).

Nos sistemas de distribuição de discos horizontais, a semente precisa se encaixar corretamente nos alvéolos, dependendo da velocidade de rotação do disco, que está ligada à velocidade de trabalho da semeadora e da fluidez das sementes no reservatório (SOUZA JUNIOR & CUNHA, 2012).

Ainda sobre a qualidade na semeadura, a velocidade do conjunto na operação é um dos parâmetros que mais influenciam no desempenho da semeadora, sendo que a distribuição longitudinal de sementes no sulco também é afetada pela velocidade de deslocamento, que, por sua vez, influencia na produtividade da cultura de milho (FERREIRA et al., 2019)

Portanto, com este trabalho, objetivou-se avaliar a qualidade da plantabilidade de milho doce em diferentes velocidades sob dois discos dosadores de semeadura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura de milho doce

O milho doce (*Zea mays* L. grupo *saccharata*), pertencente à família das Poáceas, tribo Maydeae, do gênero *Zea*, é considerado uma hortaliça voltada para o processamento industrial, sendo ainda pouco difundido para o consumo *in natura* pelo restrito número de cultivares adaptadas ao clima tropical. (NAKAGAWA et al., 2012; PEREIRA FILHO & TEIXEIRA, 2016).



Fonte: Syngenta Vegetables

Figura 01: Planta de milho doce.

O milho comum do gênero *Zea* tem uma enorme variabilidade genética para a composição do endosperma, e parte desta variabilidade tem sido explorada pelo homem, dando origem a diferentes tipos de milho. O milho doce se diferencia de outros tipos de milho por causa de mutações sofridas que lhe proporcionaram aumento na concentração de açúcares no endosperma. A característica doce do endosperma conferida pela mutação é o principal componente do sabor dos grãos em milho doce, entretanto, a qualidade e o sabor destes grãos também são determinados pela espessura do pericarpo, que confere maciez aos grãos e aroma (MÔRO, 2018).

O milho doce se diferencia do milho comum por apresentar teores elevados de açúcar e baixo teor de amido presente no endosperma (ARAGÃO, 2002), resultantes da ação de genes recessivos individuais ou em associações. Assim, enquanto o milho comum tem em torno de 3% de açúcar e entre 60 e 70% de amido, o milho doce tem

de 9 a 14% de açúcar e de 30 a 35% de amido e o super doce tem em torno de 25% de açúcar e de 15 a 25% de amido (SILVA, 1994; LUZ et al., 2014)

A semeadura do milho doce difere da semeadura do milho comum pelo aspecto da semente, enquanto a semente de milho comum tem um peso de mil sementes bem maior com formato mais bem definido e resistente, a semente de milho doce tem aspecto vítreo e enrugado. Vítreo por causa da cristalização dos açúcares que se encontram em maior concentração e enrugada por causa da menor proporção de amido no endosperma, reduzindo muito seu peso de mil sementes, dificultando sua semeadura (STORCK & LOVATO, 1991).

As características exigidas pelo seu mercado consumidor diferenciam-se das do milho verde comum. A indústria tem preferência por cultivares que contêm maior teor de açúcar e menor teor de amido, além de maturação, tamanho e formato de espigas uniformes. A textura e a espessura do pericarpo do grão também são fatores de qualidade do milho doce (KRIZANOWSKI et. al., 2018)

O milho doce é classificado como cultura especial porque se destina exclusivamente ao consumo humano. É utilizado principalmente como milho verde, *in natura* e em conserva processada pelas indústrias de produtos alimentícios (PEREIRA FILHO & TEIXEIRA, 2016)

De acordo com SENAR (2017), o cultivo de milho doce pode ser uma alternativa agrônômica rentável e, em pouco tempo, a cultura se tornará uma grande olerícola no Brasil. Nesse sentido, o milho doce pode obter preços diferenciados no mercado, em função de suas características, pelo sabor proporcionado e pelo caráter doce do seu endosperma.

Muitos são os fatores envolvidos na obtenção de alta produtividade, entre eles estão o híbrido a ser utilizado, o espaçamento entre linhas e a população de plantas. Apesar de o agricultor estar sempre buscando ajustar os fatores de produção com o objetivo de produzir cada vez mais, no setor agroindustrial é importante também considerar as necessidades do processamento na fábrica. Altas produtividades necessariamente não resultam em espigas adequadas para o processo industrial, que são essenciais ao bom desempenho da indústria, assim como espigas maiores para uma melhor eficiência das máquinas desgranadoras. A utilização de diferentes espaçamentos entre linhas e população de plantas, buscando uma melhor distribuição espacial, é recurso eficiente para extrair o máximo de potencial produtivo do híbrido. Por outro lado, quando se trabalha com milho doce, é primordial considerar os efeitos

desta prática nas características do processamento industrial, como diâmetro e comprimento da espiga, profundidade e largura de grãos (PEREIRA FILHO & TEXEIRA, 2016).

No Brasil, este segmento ocupa aproximadamente 36 mil hectares e movimenta cerca de R\$ 550 milhões por ano. E a produção de milho doce está concentrada nos estados de Goiás, que se destaca como o maior produtor, com 28.000 ha, seguido de São Paulo, com 4.000 ha, Rio Grande do Sul, com 3.000 ha e Minas Gerais, com 1.000 ha. Em razão do crescente número de indústrias processadoras de vegetais instaladas nestas regiões, bem como da identificação desta cultura como uma excelente alternativa para áreas irrigadas com pivô central, o milho doce vem ganhando espaço nestes estados (MÔRO, 2018).

A expansão do mercado de milho doce no Brasil é evidente em função da demanda cada vez maior das indústrias de conservas alimentícias, que, com equipamentos cada vez mais modernos, primam pela qualidade do envasamento do produto. Com esta demanda da indústria e do consumidor, algumas empresas governamentais e privadas vêm desenvolvendo programas de melhoramento para produção de cultivares de milho doce adaptadas a diversas regiões de cultivo e que apresentem endosperma com conversão reduzida de açúcar em amido (MÔRO, 2018).

Em função da crescente demanda e do bom preço das espigas (Figura 2) do mercado a granel, essa cultura tornou-se uma excelente fonte de renda para o produtor hortigranjeiro, além de ele poder utilizar as plantas após a colheita como forragem ou silagem de alta qualidade na alimentação de animais (NAKAGAWA et al., 2012; (PEREIRA FILHO & TEIXEIRA, 2016).



Fonte: depositphotos

Figura 2. Espigas de milho doce.

2.2 Processos de semeadura

Segundo Souza Junior & Cunha (2012), a semeadura é um processo fundamental no sucesso de qualquer cultura. Problemas nessa etapa muitas vezes são insuperáveis ao longo do ciclo de desenvolvimento da cultura, comprometendo o resultado da atividade produtiva. É fato conhecido que vários fatores influenciam a operação de semeadura, sendo que esses fatores podem estar relacionados à semente, ao solo, à máquina, ao clima e ao operador. No quesito máquina, ainda temos muitos desafios a serem superados, desde a correta seleção dos modelos comerciais de dosadores, frente a uma gama muito ampla de fabricantes, até a necessidade de escolher o conjunto disco e anel mais adequado para a operação, de acordo com o mecanismo dosador e o formato das sementes.

O principal objetivo da semeadura é fazer a implantação da cultura de forma adequada, buscando alcançar os maiores rendimentos possíveis. A operação de semeadura difere de outras operações mecanizadas, pois uma vez que a semente e o fertilizante foram distribuídos no solo, caso ocorra algum problema ou erro nesta operação, não há chance para correção no mesmo ciclo da cultura (SENAR, 2017). Os mesmos autores ainda afirmam que as semeadoras-adubadoras são máquinas construídas para fazer a semeadura de espécies vegetais que se reproduzem por sementes, isto é, para depositar a semente no solo a uma profundidade predeterminada de acordo com a planta cultivada e distribuir também os fertilizantes. No mercado brasileiro, existem diversas marcas e modelos de semeadoras-adubadoras, que se diferenciam, principalmente, por suas propriedades construtivas. As máquinas semeadoras podem trabalhar em sistemas de plantio direto (SPD) ou em sistemas convencionais de cultivo.

O SPD é considerado uma prática inovadora, que desde seu início mostrou sustentabilidade na hora de produzir e benefícios para o meio ambiente, possibilitando ao agricultor maior rapidez no plantio, não perdendo muito tempo com preparos de solo, diferentemente do plantio convencional, que consistia em revolver todo o solo para incorporar fertilizantes e corretivos, porém ocasionando sua degradação (ROSA, 2016).

Os sistemas de manejo de solo afetam diferentemente sua densidade, porosidade e o armazenamento de água ao longo do perfil, interferindo diretamente no desenvolvimento e na produtividade das culturas (MIRANDA, 2015).

O preparo convencional feito com arado e grade, apesar de permitir a periódica incorporação de corretivos, fertilizantes e adubos verdes, provoca uma completa desestruturação da camada superficial, que fica altamente sujeita à erosão e à formação de camadas compactadas subsuperficiais, que impedem o crescimento das plantas (MIRANDA, 2015).

No sistema de plantio direto (SPD), a cobertura vegetal contribui efetivamente para a proteção do solo, pois diminui a possibilidade de impacto direto de gotas de chuva, melhora a estrutura do solo pela adição de matéria orgânica, reduz a velocidade de escoamento da enxurrada e aumenta a taxa de reflexão (albedo), que resulta em menor variação térmica do solo, além de favorecer o desenvolvimento da microbiota (MIRANDA, 2015).

Existem dois métodos para elevar a capacidade operacional durante o plantio: aumentar a largura de trabalho ou a velocidade de deslocamento da semeadora, ou combinar os dois métodos. O primeiro método é o mais recomendado, mas o produtor terá que investir em novos maquinários, enquanto com o segundo, com alta velocidade demandada, é possível afetar a deposição de sementes na linha de plantio, refletindo-se negativamente na produtividade final da cultura implantada (SENAR, 2017).

Segundo Silva & Gamero (2010), a velocidade ideal de semeadura é abrir e fechar o sulco sem revolver excessivamente o solo, para que as sementes sejam distribuídas em espaçamentos e profundidades constantes. A diminuição da velocidade de semeadura tem mostrado efeito positivo quanto ao rendimento final da cultura e consequente viabilidade econômica.

Os motivos principalmente se devem: à diminuição dos danos mecânicos às sementes, causados pelo uso do disco alveolado adequado, aumentando o nível de germinação; a uma melhor distribuição longitudinal das sementes, diminuindo o fator competição intraespecífica e aproveitando melhor os recursos naturais disponíveis; e a um melhor fechamento do sulco de semeadura, reduzindo a quantidade de sementes descobertas pelo solo ou até mesmo encontradas fora do sulco (SILVA & GAMERO, 2010).

De acordo com Santos et. al. (2011), o aumento da velocidade durante a operação da semeadura do milho aumenta o número de falhas durante a semeadura. Ainda assim velocidades de semeadura elevadas são cada vez mais utilizadas, visando a aumentar a capacidade operacional. Contudo, esta é uma das variáveis mais

importantes a serem consideradas, pois aumenta os níveis de danos mecânicos às sementes e afeta diretamente sua distribuição longitudinal, que, por sua vez influencia na produtividade e na lucratividade final da cultura do milho doce (SILVA & GAMERO, 2010). A Figura 3 apresenta os sistemas de plantio direto (SPD) e convencional.



Fonte: yting.com

Figura 3. Sistema de Plantio Direto (SPD) e Sistema convencional.

2.3 Fatores que afetam a qualidade das sementes

A plantabilidade está relacionada com a correta distribuição das sementes, tanto em densidade quanto em profundidade no sulco de plantio pelas semeadoras, quando o produtor não segue os princípios básicos de manutenção, regulagem dimensionamento de máquinas agrícolas, afetando diretamente a plantabilidade, prejudicando a produtividade (DIAS, 2017).

A produtividade de uma cultura depende de fatores como temperatura e clima, que não podem ser controlados, genética e qualidade da semente utilizada na época adequada de plantio e velocidade de operação. No que concerne à falta de atenção de técnicos e produtores sobre a velocidade ideal recomendada, os resultados podem ser negativos (SILVA, 2015).

Devido aos grandes investimentos realizados em insumos, diante dos avanços e inovações tecnológicas para manter a qualidade da lavoura e com alta produtividade, os produtores rurais exigem do mercado de produção sementes de alta qualidade (AMARAL, 2018).

Sementes de alta qualidade têm atributos genéticos, fisiológicos, físicos e sanitários que mostram todo o seu potencial agrônomo, incluindo plantas com alta

produtividade, resistência a pragas e doenças, ciclo e tipo de grão. A qualidade sanitária refere-se à condição da semente no que diz respeito à frequência e à ocorrência de vírus, fungos, bactérias, nematoides e insetos vetores de doenças (KRZYZANOWSKI et al., 2018)



Fonte: <https://www.embrapa.br/busca-de-imagens/-/midia/2140001/milho-doce-br-400-superdoce>

Figura 04. Sementes ou grãos do milho doce.

Atributos fisiológicos estão associados com a capacidade de exercer eficiência máxima da semente em desempenhar funções vitais, indicadas pela sua germinação, vigor e longevidade e os atributos físicos estão associados com a condição da umidade, cor, densidade, aparência, danos por insetos ou mecânicos e infecções ocasionadas por doenças. A qualidade sanitária está relacionada com a porcentagem de sementes e de material inerte (impurezas), número de sementes de outras espécies cultivadas, silvestres e de sementes nocivas toleradas e proibidas (KRZYZANOWSKI et al., 2018)

O vigor das sementes determina sua capacidade de desempenho e com o teste de germinação é possível detectar a viabilidade das sementes sob condições favoráveis, porém quando expostas a diferentes circunstâncias ambientais, podem ser identificados na qualidade fisiológica atributos não revelados no teste de germinação (PARIZOTTO, 2021).

Para avaliação do vigor, existem os métodos laboratoriais diretos, onde são feitas simulações desfavoráveis de campo, e os indiretos, analisando as características físicas, fisiológicas e bioquímicas que apontam a qualidade das sementes (DIAS, 2017).

Sementes de alto vigor possibilitam rápida germinação e emergência das plântulas, resultando plantas com alto desempenho, apresentando melhor estruturação, elevando a taxa de crescimento, adquirindo sistema radicular profundo, consequentemente produzindo maior número de vagens, gerando maiores produtividades (EMBRAPA, 2016; PARIZOTTO, 2021).

Baixa germinação e vigor de sementes são características de injúrias mecânicas, provavelmente causadas pelo atrito das sementes contra superfícies rígidas ou pela colisão com outras sementes, ocorrendo quebras, trincas, fragmentos e danificações (FONSECA, 2007; PARIZOTTO, 2021).

O local da injúria mecânica pode determinar se o dano é leve ou severo, pois se o choque ocorrer na região do endosperma, e se não for próximo ao embrião, pode ser que não interfira significativamente na qualidade fisiológica da semente, mas quanto mais próximo do embrião, maiores são as chances de essa semente ser inviabilizada (POPINIGIS, 1985; PARIZOTTO, 2021).

2.4. Tamanho e formato de sementes

Segundo Silva (2025), a peneira vibratória para grãos é um equipamento projetado para separar partículas de diferentes tamanhos, proporcionando um processamento eficiente durante a produção agrícola e industrial.

Peneiramento é a operação de separação de uma população de partículas em duas frações de tamanhos diferentes, mediante sua apresentação a um gabarito de abertura predeterminada, de forma que cada partícula tem apenas as possibilidades de passar ou de ficar retida (CHAVES & PERES, 2012).

Segundo de Silva et al. (2008), os grãos quanto ao tamanho podem ser diferenciados por suas dimensões:

- **Largura:** quando é a única dimensão variável, ou seja, o comprimento e a espessura são iguais, podendo os grãos ser separados nas peneiras de crivos circulares ou de malhas quadradas.
- **Espessura:** é aquela com maior variabilidade, ou seja, com o mesmo comprimento e mesma largura, podendo ser os grãos separados com peneiras de crivos oblongos ou retangulares.
- **Comprimento:** grãos que têm a mesma largura e espessura, mas se diferenciam em comprimento, podendo ser separados pela máquina de discos ou pelo separador cilíndrico alveolado.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Instituto Federal Goiano – Campus Morrinhos, localizado no município de Morrinhos/GO, com coordenadas de 17° 30' 20" a 18° 05' 40" de latitude sul e 48° 41' 08" a 49° 27' 34" de longitude oeste, com altitude média de 771 m, referente à região de Morrinhos, de clima ameno (tropical úmido), segundo a classificação climática de Koopen, do tipo AW. A topografia local é plana e a temperatura média anual é de 20°C (ALBUQUERQUE & SILVA, 2008).

De acordo com a EMBRAPA (2018), o solo do local foi classificado como um Latossolo, que corresponde a um Latossolo Vermelho-Amarelo no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, com textura argilosa. Para a semeadura, foram utilizados um trator John Deere 4x2 TDA, com potência nominal de 78 kW (106 cv), e uma semeadora com dosador mecânico, marca Netz, modelo PDN 6000, com 6 unidades de semeadura. Segundo o fabricante, ela tem potência média de 60 cv (6 linhas com disco duplo), devendo ser ajustada em função do tipo do solo, umidade e profundidade da semeadura.

A cultura utilizada foi a do milho doce (*Zea mays* L. grupo *saccharata*), híbrido da Syngenta GSS0227. Antes da passagem do conjunto mecanizado, a semeadora foi aferida para a quantidade de sementes recomendadas pelo fornecedor, que foi de 4,8 sementes m⁻¹, totalizando um estande ideal aproximado de 96 mil sementes ha⁻¹, para um estande final de aproximadamente 80.000 plantas ha⁻¹, e um espaçamento entre linhas de 0,5 m. As sementes foram depositadas a uma profundidade média de 3,5 cm. Foram utilizados 6 tipos de sementes, tendo como base suas classificações quanto ao formato (peneiras).

A esfericidade corresponde a quanto o formato de um produto se aproxima ao de uma esfera de mesmo volume (FIRMINO et al., 2010). Esta esfericidade foi calculada visando à escolha dos discos dosadores horizontais, e foi determinada de acordo com a Equação descrita por Moshenin (1986) (Equação 1).

$$E_s = \left[\frac{(A * B * C)^{\frac{1}{3}}}{A} \right] * 100 \quad (1)$$

Em que:

Es: esfericidade, %;

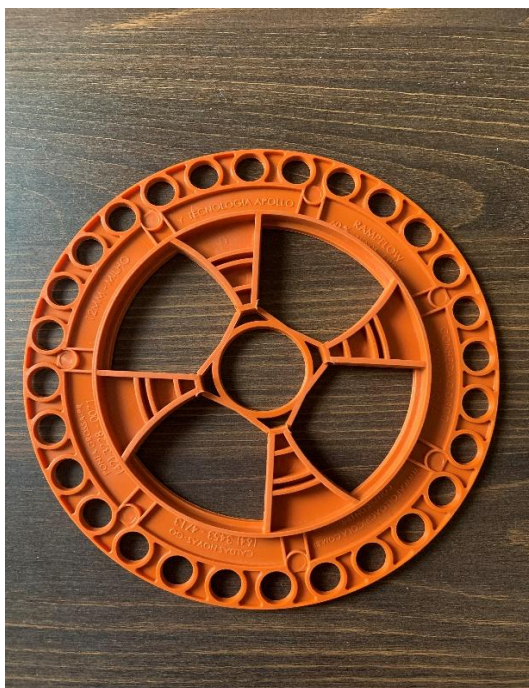
- A: maior eixo da semente, mm;
 B: eixo médio da semente, mm; e
 C: menor eixo da semente, mm.

O processo de classificação foi feito na Unidade de Beneficiamento de Sementes (UBS). As sementes passaram por peneiras de crivo oblongo para a classificação quanto à sua espessura (E – espessa; R – redonda); por peneiras de crivo redondo para a classificação quanto à sua largura (18; 20; 22 e 24/64”); e por classificação quanto a a seu comprimento (C – curta, M – média). Na Tabela 1 estão descritas as características das sementes utilizadas como a peneira (fornecida pelo fabricante), comprimento, largura, espessura e esfericidade média, pela mensuração de 30 sementes por peneira, e o Peso de Mil Sementes (PMS).

Tabela 1. Classificação dos tipos de sementes utilizadas no plantio.

Peneira	Médias				PMS (g)
	Comprimento (mm)	Largura (mm)	Espessura (mm)	Esfericidade (%)	
16 C	5,6	3,3	2,0	59,0	135,53
16 R	5,1	3,2	2,2	65,0	141,23
18 C	5,5	3,6	1,9	60,1	148,34
18 R	4,4	3,5	2,3	74,0	133,86
20 C	5,6	4,2	1,8	62,3	158,24
20 R	4,5	3,6	2,1	71,7	147,82

Para a escolha do disco dosador, além da caracterização das sementes, foram verificadas as condições de encaixe das sementes nos discos e anéis a serem utilizados. Essa verificação foi baseada na premissa de que deveria ser encaixada apenas uma semente por furo e que parte da semente não ficasse acima da superfície do disco. Como não há um disco específico para milho doce, foram feitos testes prévios com discos utilizados no milho convencional. Após as observações, os discos que atenderam a todas essas peneiras foram os discos horizontais (Figura 5) de 12 mm: Circular (Tecnologia Ramp Flow) para sementes consideradas mais curtas e redondas e de 14,5 mm e Elíptico (Tecnologia Ramp Flow) para sementes mais chatas e de maior comprimento.



Disco de 12 mm Ramp Flow circular



Disco de 14,5 mm Ramp Flow elíptico

Fonte: da autora

Figura 05. Discos dosadores utilizados para a semeadura

Foram avaliadas três velocidades operacionais de 2,43; 3,75 e 6,00 km h⁻¹. A variação da velocidade operacional utilizada teve como base a velocidade padrão de operação recomendada (aproximadamente 4,0 km h⁻¹). As velocidades foram definidas pela combinação de marchas do trator e rotação do motor. Esta velocidade foi obtida com o auxílio de um cronômetro mensurando o tempo gasto pelo conjunto mecanizado ao percorrer a distância de 50 metros em 5 repetições.

O delineamento experimental foi de blocos completos casualizados, composto por um esquema de parcelas subdivididas 6 (peneiras) x 3 (velocidades), totalizando 18 tratamentos e cinco repetições para cada tratamento, e dentro de cada repetição, foram contabilizados 2 metros lineares em 2 linhas ao final do percurso, para maior estabilização do conjunto trator implemento. Cada parcela tinha uma área 2,0 m² (1 x 2,0 m) (Figura 6).



Fonte: da autora

Figura 06. Parcelas marcadas para a coleta de dados.

Foi adotado o plantio em solo seco. A adoção de solo seco visa a simular as condições de plantio em pivô central no período de inverno, quando seria feita irrigação após o plantio mecanizado.

As variáveis analisadas para a determinação da qualidade da semeadura foram a distância linear média entre sementes, a quantidade de sementes e o tipo de espaçamento entre as sementes. A mensuração da distância linear entre as sementes foi avaliada com o auxílio de uma trena de 3 metros (Figura 7). As sementes foram desenterradas no próprio leito de semeadura após a passagem do conjunto mecanizado para a mensuração da distância entre elas.



Fonte: A autora

Figura 7. Mensuração dos espaçamentos entre sementes.

Para definir o tipo de espaçamento entre as sementes, foi utilizada a metodologia adotada por Silva et al. (2024), tendo estes autores classificado a distribuição linear em três categorias, sendo elas: dupla (quando a distância entre plantas for menor que 0,5 vezes a sua distância ideal); falha (quando a distância entre as plantas for 1,5 vezes maior que a distância ideal); e aceitável (quando a distância entre as plantas for maior que 0,5 vezes e menor que 1,5 vezes). O espaçamento ideal foi baseado no número de sementes por metro ($4,9 \text{ sementes m}^{-1}$) e compreendeu o valor de 0,208 m entre sementes. Portanto, foram definidos os espaçamentos em duplas ($x < 0,10 \text{ m}$), aceitáveis ($0,10 \text{ m} < x < 0,31 \text{ m}$) e falhas ($x > 0,31 \text{ m}$).

Os resultados foram analisados através da análise de variância (ANOVA) pelo Teste “F” a 5% de probabilidade. As médias das variáveis nos diferentes tratamentos foram analisadas pelo teste de Tukey 5%. O software utilizado foi o Assistat, versão 7.7 (SILVA & AZEVEDO, 2016).

Utilizando a estatística descritiva, foi possível uma visualização geral do comportamento dos dados. Dessa forma, foram calculados a média aritmética, a

mediana, o valor máximo e mínimo, o desvio padrão e os coeficientes de variação (CV), assimetria (cs) e curtose (ck). Para esta análise, o software utilizado foi o Assistat versão 7.7 (SILVA & AZEVEDO, 2016).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 02 apresenta a análise descritiva referente ao comportamento das variáveis associadas às velocidades operacionais (2,43; 3,75 e 6,00 km h⁻¹) e aos tipos de peneiras (16C, 16R, 18C, 18R, 20C e 20R) usadas no experimento, isso para caracterizar a tendência central, a dispersão e a forma de distribuição do conjunto de dados, de modo a compreender o desempenho da distribuição de sementes sob diferentes condições operacionais.

Tabela 02. Análise estatística descritiva para as subparcelas formadas pelas velocidades operacionais e pelas peneiras das sementes

Vel.	Peneira	Média	Mediana	Valores		Desvio Padrão	Coeficientes		
				Máximo	Mínimo		CV	Ck	Cs
2,43	16 C	13,24	12	2	35	7,05	53,26	0,33	0,73
	16 R	15,38	15	2	65	8,98	58,38	7,55	1,94
	18 C	15,80	16	4	42	9,13	57,77	-0,05	0,54
	18 R	18,18	19	1	69	11,35	62,44	3,98	1,24
	20 C	17,66	17	2	39	7,92	44,85	-0,03	0,29
	20 R	19,41	18	2	54	9,53	49,13	2,83	1,25
3,75	16 C	15,89	14	3	45	9,41	59,21	1,16	1,19
	16 R	21,22	19	2	81	11,32	53,33	7,50	1,89
	18 C	16,50	15	2	74	9,83	59,59	7,76	1,95
	18 R	18,25	16	1	56	10,45	57,27	1,25	0,95
	20 C	18,27	16	4	62	9,42	51,61	6,33	2,04
	20 R	21,97	20	9	59	10,01	45,55	2,53	1,50
6,00	16 C	13,61	12	1	37	6,78	49,86	0,85	0,86
	16 R	16,92	16	1	63	9,71	57,36	3,80	1,42
	18 C	15,70	14	2	53	9,45	60,19	1,16	0,94
	18 R	18,97	17	1	55	11,91	62,80	1,34	1,04
	20 C	17,97	17	2	45	9,60	53,44	0,02	0,73
	20 R	24,23	21	5	66	13,52	55,79	0,15	0,71

CV: coeficiente de variação; Ck: coeficiente de curtose; Cs: coeficiente de assimetria.

Os resultados observados pela estatística descritiva possibilitam a melhor compreensão de como os dados se comportaram ao longo das avaliações, nas variáveis analisadas, e em todas as subparcelas. Os valores encontrados nesse estudo permitem visualizar a proximidade entre os valores dos indicadores de tendência central (média e mediana) de modo geral, independentemente dos fatores testados.

De acordo com Pimentel-Gomez & Garcia (2002), a variabilidade de determinado parâmetro é classificada de acordo com o valor encontrado para o coeficiente de variação (CV), podendo ser atribuído como baixo (menor que 10%), médio (entre 10 e 20%), alto (20 a 30%) e muito alto (maior que 30%).

Neste contexto, a variável velocidade de operação pode ser considerada como sendo de variabilidade muito alta, pois os valores do coeficiente de variação estão acima dos 30%, indicando que as medidas centrais não caracterizam de forma fiel a distribuição dos dados.

Quando a velocidade foi de 2,43 km h⁻¹, os valores médios observados variaram de 13,24 (peneira 16 C) a 19,41 (peneira 20 R). Na velocidade de 3,75 km h⁻¹, os valores médios observados variaram de 15,89 (peneira 16C) a 21,97 (peneira 20R). E na velocidade 6,00 km h⁻¹, os valores médios observados variaram de 13,61 (peneira 16C) a 24,23 (peneira 20R). Pode-se observar que as peneiras do tipo (R) apresentaram, na maioria dos casos, médias superiores em relação às peneiras do tipo (C), o que sugere maior capacidade de dosagem e fluxo de amostras.

Resultados semelhantes foram encontrados por Mahl et al. (2004), em um experimento, estudando a eficiência da distribuição de sementes de milho sob variação de velocidade e condição de solo, que obtiveram valores do coeficiente de variação com porcentual de espaçamentos falhos de 87,64 %, assim como Santos et al. (2011) que também obtiveram um coeficiente de variação de 91,26% para porcentagem de espaçamentos falhos na velocidade de 4,58 km h⁻¹. Com isso, eles afirmam que o acréscimo de velocidade durante a operação de semeadura influencia na porcentagem de espaçamentos aceitáveis e aumenta o número de falhas durante a semeadura.

Dias et al. (2009), ao estudar os efeitos da velocidade de semeadura sobre a distribuição longitudinal de sementes para diferentes densidades populacionais de milho, observaram que o aumento da velocidade reduziu o percentual de espaçamentos aceitáveis e aumentou os espaçamentos falhos.

Estes resultados discordam com os encontrados por Silva (2000) e Klein et al. (2002), que relatam a não influência da velocidade de deslocamento na distribuição longitudinal de plantas. Houve grande variabilidade entre os valores de porcentual de espaçamentos múltiplos (coeficiente de variação de 87,64%). Em média, a frequência de ocorrência de espaçamentos falhos foi 4,4 vezes maior que a de espaçamentos múltiplos, fato que pode ser associado à redução do estande inicial de plantas em relação ao esperado pela regulagem da máquina.

Para os coeficientes de assimetria, a variável velocidade operacional de 2,43 km h⁻¹ nas peneiras (16C e 20R) variou de 0,73 a 1,25, respectivamente. Na velocidade de 3,75 km h⁻¹ nas peneiras (16C e 20R), os valores variaram de 1,19 a 1,50. Na velocidade 6,00 km h⁻¹ nas peneiras (16C e 20R), os valores variaram de 0,86 a 0,71. De forma geral, os dados apresentam predominância de assimetria de grau moderado, isso indica que os resultados estão bem distribuídos em torno de um valor central, sendo um indicativo da normalidade dos dados.

Em relação ao coeficiente de curtose na variável velocidade operacional de 2,43 km h⁻¹ nas peneiras (16C e 20R), os valores variaram de 0,33 a 2,83, respectivamente. Na velocidade de 3,75 km h⁻¹ nas peneiras (16C e 20R), os valores variaram de 1,16 a 2,53. E na velocidade 6,00 kmh⁻¹ nas peneiras (16C e 20R), os valores variaram de 0,85 a 0,15. De forma geral, os valores de ordem positiva se sobressaíram e foram mais presentes, indicando assim distribuições leptocúrticas, ou seja, os dados estão próximos da média, representando maior afinamento da curva de distribuição. Somente foram achadas negativas as peneiras de 18C e 20C na velocidade de 2,43 km h⁻¹ e isso indica distribuições consideradas platocúrticas, sendo sua curva de representação achatada.

A Tabela 3 apresenta os *p* valores da ANOVA pelo teste F a 5% de significância para os fatores peneiras, velocidade operacional e a interação entre elas, avaliando as variáveis espaçamento médio, número de sementes, porcentagem de espaçamentos duplos, aceitáveis e falhos.

Tabela 3. ANOVA na avaliação do efeito dos fatores peneiras e velocidade operacional e sua interação em termos das médias para o espaçamento médio entre sementes (E. médio, sementes m-1), número de sementes (N. sementes) e porcentagem de espaçamentos duplos, aceitáveis e falhos

F.V.	GL	E. Médio	N. Sementes	% Duplas	% Aceitáveis	% Falhas
		Pvalor	Pvalor	Pvalor	Pvalor	Pvalor
Peneiras	5	0,0001**	0,0001**	0,0001**	0,1060 ^{ns}	0,0001**
Velocidade	2	0,0009**	0,2444 ^{ns}	0,0098**	0,0007**	0,0008**
Pen. x Vel.	10	0,0351*	0,2208 ^{ns}	0,5876 ^{ns}	0,0260*	0,0048**

**significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < .01$); *significativo ao nível de 5% de probabilidade ($.01 \leq p < .05$);

^{ns} não significativo ($p \geq .05$).

Na interação entre os fatores avaliados, houve diferenças significativas no espaçamento médio, porcentagem de espaçamentos aceitáveis e falhos. Portanto,

percebe-se que os fatores isoladamente obtiveram maior influência nas variáveis avaliadas do que na interação entre eles. Este resultado está de acordo com Canova et al. (2007), que, ao avaliarem 3 velocidades de deslocamento na cultura de soja (6,00; 8,00 e 9,00 km h⁻¹), constataram que o aumento da velocidade interferiu na distribuição das sementes, podendo até extrapolar os limites desejados, tendo a menor velocidade proporcionado uma distribuição mais próxima da semeadura ideal.

O fator peneiras apresentou diferenças significativas nas variáveis espaçamento médio, número de sementes, porcentagem de espaçamentos duplos e porcentagem de espaçamentos falhos, mostrando que os diferentes níveis deste fator influenciaram na maioria das variáveis. E somente na variável porcentagem de espaçamentos aceitáveis não houve diferenças significativas.

Para o fator velocidade operacional, todas as variáveis foram significativas, exceto para número de sementes, que não teve significância, isso mostra que os níveis desse fator não são influentes na maioria das variáveis avaliadas, que a variação na distribuição acaba por compensar o número final de sementes.

Cortez et al. (2006), estudando a distribuição das sementes de soja no plantio direto, observaram que o aumento da velocidade da semeadura afetou significativamente a porcentagem de espaçamentos falhos e aceitáveis, estando em consonância com os dados encontrados neste trabalho. Esses dados coincidem também coincide com Zardo & Cazimiro (2016), que fizeram a semeadura de milho a uma velocidade de 8,5 km h⁻¹ com uma semeadora convencional, resultando em uma redução de 20,4% dos espaçamentos normais/aceitáveis em razão do aumento de espaçamentos falhos e/ou duplos. No entanto, Oliveira et al. (2002) e Santos et al. (2008) encontraram que não houve influência da velocidade sobre a porcentagem de espaçamentos normais, quando ela variou entre 5,00 km h⁻¹ e 7,00 km h⁻¹.

A Tabela 4 apresenta as médias obtidas pelas variáveis espaçamento médio entre as sementes, número de sementes por metro e porcentagens de espaçamentos duplos e falhas, em função das diferentes peneiras usadas.

Tabela 4. Médias para o espaçamento médio entre sementes (sem. m⁻¹), número de sementes e porcentagem de espaçamentos duplos e falhas para as diferentes peneiras de sementes avaliadas

Peneiras	E. Médio	N. Sementes	% Duplos	% Falhas
16 C	14,85 ^c	12,40 ^a	33,84 ^a	4,72 ^b
16 R	18,27 ^b	9,43 ^b	20,10 ^b	8,24 ^b
18 C	16,59 ^{bc}	10,96 ^{ab}	33,14 ^a	8,07 ^b
18 R	19,36 ^b	8,83 ^{bc}	23,53 ^{ab}	12,64 ^{ab}
20 C	18,61 ^b	9,30 ^b	21,77 ^{ab}	9,47 ^b
20 R	22,56 ^a	7,06 ^c	13,15 ^b	20,98 ^a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A variável espaçamento médio apresentou valores estatisticamente diferentes, variando de 14,85 a 22,56 cm para as peneiras de 16 C e 18 C, respectivamente, a 22,56 cm, em que o maior valor observado foi na peneira 20 R. Esse aumento do espaçamento em peneiras de maior numeração e do tipo redondas pode estar relacionado ao maior diâmetro do disco e à maior velocidade de rotação do dosador, o que tende a promover maiores intervalos entre a liberação das sementes.

Para Pádua et al. (2010), quando comparadas as cultivares entre si, apenas a peneira 6,75 cm apresentou diferença significativa, sendo que os autores destacam que não há evidências que levam a destacar que uma cultivar seja superior a outra no desempenho germinativo e inicial. Prado et al. (2021) concluíram que o tamanho da peneira na soja influencia no desenvolvimento inicial das plântulas e no comprimento de raiz, sendo que as peneiras maiores têm um desenvolvimento superior em relação às peneiras menores.

O número de sementes diferiu significativamente nas diferentes peneiras analisadas. Os menores valores obtidos foram para as peneiras 18 R e 20 R, com 8,83 e 7,06, respectivamente, e os maiores valores foram para as peneiras 16 C e 18 C com 12,40 e 10,96, respectivamente. Essa redução no número de sementes com o aumento do diâmetro da peneira e com a mudança para o tipo redondo indica menor frequência de liberação de sementes, o que pode resultar em espaçamentos mais amplos e menor densidade de semeadura.

Melo et al. (2013), avaliando a qualidade na distribuição de sementes de milho em semeadoras, constataram que a distribuição de sementes foi irregular e fora dos limites aceitáveis, havendo maior irregularidade quando ocorria acréscimo da

velocidade de operação. Mello (2007), de modo similar, concluiu que o aumento da velocidade do conjunto trator-adubadora-semeadora na operação de semeadura causou menor percentagem de espaçamentos normais entre as sementes,

A variável percentagem espaçamentos duplos também apresentou diferenças significativas entre as peneiras, em que o maior valor foi de 33,84, observado na peneira 16 C, e o menor valor foi de 13,15, observado na peneira 20 R. Essa diferença indica que as peneiras do tipo C tendem a uma maior sobreposição de sementes, o que pode estar associado a uma menor precisão no preenchimento dos furos e a uma maior probabilidade de liberação simultânea ou múltipla de sementes.

Trogello et al. (2013), avaliando manejos de cobertura, mecanismos sulcadores e velocidades de operação sobre a semeadura direta da cultura do milho, constataram que a velocidade de operação do conjunto motomecanizado influenciou significativamente nos espaçamentos falhos, duplos e aceitáveis, sendo que a velocidade de 7,00 km h⁻¹ apresentou elevação de 63,5% dos espaçamentos falhos, 62,3% de espaçamentos duplos e consequente redução de 10,5% nos espaçamentos tidos como aceitáveis em comparação com a velocidade de semeadura de 4,50 km h⁻¹. Por isso, concluíram que as diferentes velocidades de semeadura influenciaram significativamente na uniformidade de distribuição de sementes, levando a espaçamentos falhos, ao posicionamento de sementes duplas, reduzindo os espaçamentos tidos como aceitáveis.

Para percentagem de espaçamentos falhos, também houve diferenças significativas. A peneira 20R apresentou maior número de falhas (20,98) e a 16C apresentou o menor valor (4,72). Esse aumento nas falhas para peneiras do tipo R sugere que, embora essas peneiras proporcionem menores percentagens de espaçamentos duplos, não garantem um fluxo contínuo de sementes, isso pode ser devido à dificuldade de preenchimento completo dos discos em maiores velocidades.

Franco (2020), avaliando a qualidade da semeadura de soja em função da velocidade do conjunto mecanizado e disco dosador de sementes, concluiu que o incremento da velocidade de semeadura influenciou na redução da percentagem de espaçamentos aceitáveis e, consequentemente, aumentou a percentagem de espaçamentos duplos e falhos.

A Tabela 5 apresenta as comparações das três velocidades operacionais (2,43; 3,75 e 6,00 km h⁻¹), utilizadas no estudo, em relação às variáveis espaçamento médio, percentagem de espaçamentos duplos, aceitáveis e falhos, tendo essas variáveis

apresentado diferenças estatísticas significativas ($p < 0,05$). O menor valor observado foi na velocidade $2,43 \text{ km h}^{-1}$ e a velocidade de $6,00 \text{ km h}^{-1}$ apresentou o maior porcentagem de falhas, porém não diferindo da velocidade de $3,75$, demonstrando que menores velocidades de plantio reduzem os espaçamentos falhos e aumenta as porcentagens de sementes aceitáveis, com menor espaçamento médio de plantio. O menor valor observado foi nas velocidades $2,43 \text{ km h}^{-1}$ e $6,00 \text{ km h}^{-1}$.

Tabela 5. Médias para o espaçamento médio entre sementes (cm m^{-1}) e porcentagem de espaçamentos duplos, aceitáveis e falhas para as diferentes velocidades operacionais (km h^{-1}) avaliadas.

Velocidade O.	E. Médio	% Duplos	% Aceitáveis	% Falhos
2,43	17,11 ^b	26,21 ^a	66,90 ^a	6,87 ^b
3,75	19,56 ^a	20,23 ^b	68,62 ^a	11,13 ^{ab}
6,00	18,45 ^{ab}	26,33 ^a	59,60 ^b	14,05 ^a

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O fator espaçamento médio apresentou diferenças significativas entre as velocidades testadas, tendo a velocidade central de ($3,75 \text{ km h}^{-1}$) apresentado o maior valor de espaçamento médio, com (19,56), e a menor velocidade ($2,43 \text{ km h}^{-1}$) apresentado o menor valor (17,11). Já a maior velocidade ($6,00 \text{ km h}^{-1}$) apresentou valor de (18,45). Esse comportamento sugere que o aumento moderado da velocidade de deslocamento promoveu pequeno acréscimo no espaçamento entre sementes, talvez em função do aumento da rotação dos mecanismos dosadores. Contudo, em velocidades mais elevadas, a estabilidade do sistema pode ter sido afetada, levando a uma oscilação dos resultados.

A porcentagem de espaçamentos duplos também apresentou diferenças estatísticas entre as velocidades operacionais, tendo a menor ocorrência de duplos sido observada na velocidade de $3,75 \text{ km h}^{-1}$ com (20,23), sendo que as velocidades de $2,43 \text{ km h}^{-1}$ com (26,21) e $6,00 \text{ km h}^{-1}$ com (26,33) apresentaram os maiores valores. Essa tendência mostra que tanto as velocidades baixas quanto as elevadas podem favorecer a deposição simultânea de duas sementes no mesmo ponto, reduzindo a uniformidade da semeadura.

Garcia et al. (2006), em estudos semeando a cultura do milho, mostraram que, ao aumentar a velocidade de deslocamento ($2,5$ e $4,4 \text{ km h}^{-1}$), houve aumento da

profundidade de semeadura, velocidade periférica do disco dosador de sementes e ocorrência de duplos e decréscimo de sementes distribuídas por metro e sementes expostas, além da patinação dos rodados da semeadora e capacidade de campo efetiva.

Reis et al. (2007), avaliando velocidades de semeadura em soja de 3,8 a 9,5 km h⁻¹, com disco alveolado horizontal, concluíram que a velocidade de 7,7 km h⁻¹ apresentou maior percentual de falhas. Dias et al. (2009) concluíram que o aumento de velocidade na semeadura da soja, com distribuição de sementes pelo sistema de disco horizontal alveolado, reduziu significativamente os espaçamentos aceitáveis, mas não interferiu na densidade de sementes.

A porcentagem de espaçamentos aceitáveis apresentou significância influenciada pela velocidade operacional. As velocidades de 2,43 e 3,75 km h⁻¹ apresentaram as maiores proporções de espaçamentos aceitáveis (66,90 e 68,62), respectivamente, mas não houve diferença estatística entre si, enquanto a velocidade de 6,00 km h⁻¹ resultou em menor percentual (59,60). Esses resultados evidenciam que, embora a velocidade intermediária tenha promovido espaçamento médio um pouco maior, manteve melhor qualidade de deposição, com elevada proporção de espaçamentos dentro do padrão considerado ideal.

Damasceno (2017), avaliando o sistema dosador de sementes e a velocidade de operação na semeadura direta de soja, afirmou que, com o aumento da velocidade de operação, os espaçamentos aceitáveis sofreram um decréscimo significativo ao nível de 5% de probabilidade, de 59,35% para 54,47%. Giacomim (2021) também afirma que, com o aumento de apenas 1,0 km h⁻¹ a mais na velocidade de trabalho, houve uma diminuição de 0,88% dos espaçamentos normais ou aceitáveis, sendo que a 3,0 km h⁻¹ foram obtidos os melhores resultados.

A porcentagem de espaçamentos falhos também apresentou significância, tendo sido também afetada pelas diferentes velocidades de deslocamento. A menor velocidade (2,43 km h⁻¹) apresentou o menor valor de falhas (6,87), diferentemente da velocidade mais alta (6,00 km h⁻¹), que apresentou o maior valor (14,05). A velocidade central (3,75 km h⁻¹) apresentou resultado médio de (11,13). Esse aumento nas falhas em maiores velocidades pode estar associado a uma menor eficiência de liberação das sementes, causada pela instabilidade do sistema dosador e pela menor capacidade de reposição adequada do disco dosador.

Anghinoni (2019), estudando mecanismos dosadores de sementes e velocidade de deslocamento do conjunto Trator-Semeadora nos componentes agrônômicos do milho, constatou que o aumento da velocidade de semeadura exige mais dos mecanismos, o que leva a um erro de preenchimento, a uma falha ou a uma falta de semente no alvéolo do mecanismo, havendo, consequentemente, ocorrência de menor distribuição normal e maior ocorrência de falhas.

A velocidade operacional ideal é aquela que permite a abertura e o fechamento do sulco sem remoção exagerada de solo, permitindo a regularidade na distribuição de sementes, depositando-as em profundidade constante (REIS et al., 2007).

Reynaldo et al. (2016) também encontraram proporcionalidade inversa entre o percentual de espaçamentos aceitáveis e a velocidade. Isso pode estar vinculado à dificuldade de especificar ao retirar as sementes a mais nos alvéolos do disco, podendo também haver uma retirada das sementes normais, ocasionando redução desses espaçamentos, ao menor tempo para preenchimento correto dos alvéolos, ao rolamento e saltitamento da semente no fundo do sulco, ou ao fato de, com uma velocidade maior, o “fator” inércia poder afetar o trajeto descrito pela semente em seu tubo condutor, atrasando sua queda pelo maior número de impactos contra as paredes do tubo, causando desuniformidade.

A Tabela 6 apresenta a interação dos fatores analisados para as médias do espaçamento médio entre sementes, da porcentagem de espaçamentos aceitáveis e da porcentagem de espaçamentos falhos, considerando a interação entre as peneiras de sementes e as velocidades operacionais usadas.

Tabela 6. Médias para o espaçamento médio e as porcentagens de espaçamentos aceitáveis e falhas para a interação entre as peneiras das sementes e as velocidades operacionais (km h⁻¹) utilizadas.

Peneira	Velocidade Operacional (km h ⁻¹)		
	2,43	3,75	6,00
Espaçamento médio			
16 C	14,16 ^{ba}	16,39 ^{ca}	13,99 ^{ca}
16 R	15,77 ^{abB}	21,84 ^{abA}	17,20 ^{bcB}
18 C	15,98 ^{abA}	17,48 ^{bcA}	16,31 ^{bcA}
18 R	19,22 ^{aA}	19,35 ^{abcA}	19,50 ^{ba}
20 C	18,12 ^{abA}	19,25 ^{abcA}	18,46 ^{bcA}
20 R	19,45 ^{aB}	23,04 ^{aAB}	25,21 ^{aA}
% Aceitáveis			
16 C	61,24 ^{aA}	59,19 ^{aA}	63,85 ^{aA}
16 R	73,02 ^{aA}	77,07 ^{aA}	64,82 ^{aA}
18 C	58,16 ^{aA}	60,88 ^{aA}	57,29 ^{aA}
18 R	61,71 ^{aA}	66,76 ^{aA}	63,00 ^{aA}
20 C	73,75 ^{aA}	72,77 ^{aA}	59,71 ^{aA}
20 R	73,54 ^{aA}	75,06 ^{aA}	48,96 ^{aB}
% Falhas			
16 C	2,65 ^{aA}	9,19 ^{aA}	2,31 ^{ba}
16 R	3,65 ^{aA}	12,61 ^{aA}	8,47 ^{ba}
18 C	4,74 ^{aA}	8,83 ^{aA}	10,64 ^{ba}
18 R	11,13 ^{aA}	12,45 ^{aA}	14,32 ^{ba}
20 C	7,27 ^{aA}	8,12 ^{aA}	13,03 ^{ba}
20 R	11,79 ^{aB}	15,60 ^{aB}	35,55 ^{aA}

Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna (peneiras) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha (velocidade) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para o fator peneira, a variável espaçamento médio na velocidade de 2,43 km h⁻¹ apresentou diferença significativa nas peneiras 16C e 20C. Para a velocidade de 3,75 km h⁻¹, houve diferença nas peneiras 16C, 18C, 18R e 20C. Para a velocidade de 6,00 km h⁻¹, houve diferença para 16C, 16R, 18C, 20C. Para o fator velocidade na variável espaçamento médio, houve significância na peneira 16R para as velocidades 2,43 e 6,00 km h⁻¹ e na peneira 20R, para as velocidades 2,43 e 3,75 km h⁻¹.

Tais dados concordam com os resultados encontrados por Corrêa Junior et al. (2014) que, na cultura de milho verde, com semeadora de precisão e dosador mecânico de disco horizontal, em três velocidades (7,0; 5,5; e 4,5 km h⁻¹), obtiveram valores que

diferiram com o incremento da velocidade, com melhores resultados para as velocidades de deslocamentos mais baixas.

Para a percentagem de espaçamentos aceitáveis nas velocidades 2,43; 3,75 e 6,00 km h⁻¹, não houve significância. Ainda nesta variável somente na peneira 20R na velocidade de 6,00 km h⁻¹ houve significância. Canova et al. (2007), utilizando diferentes configurações em semeadora de precisão de disco horizontal, na cultura de soja, em três velocidades (6,0; 8,0 e 9,0 km h⁻¹), obtiveram valores que diferiram significativamente nas três velocidades utilizadas, levando vantagem na operação a 6,00 km h⁻¹.

Para a porcentagem de espaçamentos falhos na velocidade 2,43 km h⁻¹, houve significância nas peneiras 16C, 16R, 18C e 20C. Para a velocidade 3,75 km h⁻¹, não houve significância. Para a velocidade de 6,00, somente na peneira 20R houve diferença significativa. E para a porcentagem de espaçamentos falhos, somente na peneira 20R, com as velocidades de 2,43 e 3,75 km h⁻¹, houve significância.

Alonço et al. (2015) afirmam que, na cultura de soja, dosadores pneumáticos regulados para depositar 14 sementes por metro, diferentes inclinações e velocidades de 5,0; 7,5 e 10 km h⁻¹ não influenciaram estatisticamente a variável densidade de semeadura, obtendo valores na ordem de 12,46 a 12,87 sementes por metro, assim como para Bertelli et al. (2016), na cultura de soja, operando com duas semeadoras pneumáticas, reguladas para 10,2 sementes por metro e 4 velocidades (5,6; 7,0; 8,6; e 10,0 km h⁻¹), os resultados obtidos não diferiram significativamente com o incremento da velocidade.

Em experimento com semeadura na cultura de soja, operando com velocidades de 2,0; 4,0; 6,0; 8,0; 10,0 e 12,0 km h⁻¹, com dosadores mecânicos, Reynaldo et al. (2016) concluíram que, com o incremento da velocidade, foram aumentados também os espaçamentos múltiplos e falhos da distribuição e, conseqüentemente, reduzidos os espaçamentos aceitáveis, influenciando também para uma redução da produtividade, tendo melhores resultados para a velocidade de 4,00 km h⁻¹.

Observando apenas a peneira 20R, nota-se um baixo desempenho na velocidade 6,0 km h⁻¹, porém sem diferença significativa para as demais peneiras para porcentagem de sementes falhas, assim como para sementes aceitáveis, portanto o uso das outras peneiras se torna viável com a velocidade de 6,0 km h⁻¹. Para a velocidade de 3,75 e 6,0 km h⁻¹, temos uma capacidade de semeio para o espaçamento de 0,50 m (20 mil metros lineares), na capacidade máxima da máquina, ou seja, 6 linhas,

perfazendo 3,33 mil metros lineares por semeadora por passada, com um tempo de 0,89 e 0,56 horas por ha, ou seja, de mais de 60% na capacidade operacional, devendo ser analisada a potência real do equipamento para serem obtidos valores mais exatos.

Ndemewah & Hielb (2019) confirmam que o governo estimula os fazendeiros por meio de doações e subsídios, fornecendo a esses produtores os fundos e os créditos necessários para financiar projetos de modernização da organização agrícola, como, por exemplo, a aquisição de tecnologias ambientalmente amigáveis, produtivas e econômicas. O uso de peneiras mais adequadas à velocidade pode aumentar a velocidade da semeadura, que, no caso da agricultura familiar, através de doações, representa redução de custos, mesmo para plantios extensivos com semeadoras de maior capacidade. Assim, o uso de velocidades maiores com a devida calibração em função da peneira para padronização da semente pode ser feito com relativa eficiência de plantio, mesmo em se tratando de uma semente irregular, devendo ser feitos testes adicionais de danos mecânicos e stand final.

5. CONCLUSÕES

Nas condições avaliadas, o aumento da velocidade da semeadura do milho doce reduz espaçamentos aceitáveis e eleva os espaçamentos falhos, com diferenças significativas na distribuição longitudinal.

A velocidade de $3,75 \text{ km h}^{-1}$ apresentou o melhor desempenho, com maior proporção de espaçamentos aceitáveis, valores intermediários para espaçamentos médios e menor ocorrência de falhas. Porém a velocidade de $6,00 \text{ km h}^{-1}$ ($1,67 \text{ m s}^{-1}$) com calibração adequada e análise do stand de plantas deve ser considerada uma opção viável.

Considerando a relevância social e alimentar do milho doce, recomenda-se dar continuidade a estudos sobre a influência dos parâmetros operacionais na semeadura dessa cultura, utilizando os resultados obtidos como referência para ajustes em campo e para futuras pesquisas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBUQUERQUE, A.C.S.; SILVA, A.G. Agricultura tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. 704p.

ALONÇO, A.D.S. et al. Distribuição longitudinal de sementes de algodão e girassol com diferentes velocidades e inclinações em dosadores pneumáticos. *Scientia Agraria*, v.16, n.2, p.63–70, 2015.

AMARAL, D.R.; DOBIS, F.S.; CARVALHO, T.C. Avaliação da qualidade física e fisiológica de sementes de soja durante o beneficiamento. *Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia*, v.11, n.2, p.43–52, 2018.

ANGHINONI, M. Mecanismos dosadores de sementes e velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora nos componentes agronômicos do milho. 2019. 44f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados.

ARAGÃO, C.A. Avaliação de híbridos simples braquíticos de milho super doce (*Zea mays* L.) portadores do gene *shrunk-2* (*sh2sh2*), utilizando o esquema dialélico parcial. 2002. 102f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas.

BERTELLI, G.A. et al. Plantability performance of pneumatic seeders in the soybean culture implantation in the Piauí Cerrado-Brasil. *Applied Research & Agrotechnology*, v.9, n.1, p.91–103, 2016.

CANOVA, R. et al. Distribuição de sementes por uma semeadora-adubadora em função de alterações no mecanismo dosador e de diferentes velocidades de deslocamento. *Engenharia na Agricultura*, v.15, n.3, p.299–306, 2007.

CHAVES, A.P.; PERES, A.E.C. Teoria e prática do tratamento de minérios: britagem, peneiramento e moagem. 5.ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012. 324p.

CORRÊA JÚNIOR, D. et al. Influência da velocidade de trator e semeadora de precisão na implantação e produtividade da cultura do milho verde. *Revista Engenharia na Agricultura*, v.22, n.1, p.25–32, 2014.

CORTEZ, J.W.; FURLANI, C.E.; SILVA, R.P.D.; LOPES, A. Distribuição longitudinal de sementes de soja e características físicas do solo no plantio direto. *Engenharia Agrícola*, v.26, n.2, p.502–510, 2006.

DAMASCENO, A.F. Sistema dosador de sementes e velocidade de operação na semeadura direta de soja. 2017. 57f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP.

DIAS, P.P. Efeito das densidades e profundidades de semeadura sobre o desempenho agrônomo da soja. 2017. 70f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP.

DIAS, V.D.O. et al. Distribuição de sementes de milho e soja em função da velocidade e densidade de semeadura. *Ciência Rural*, v.39, n.6, p.1721–1728, 2009.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5.ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 355p.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade. Londrina, PR: Embrapa, 2016. v.1, n.9–49.

FERREIRA, F.M. et al. Distribuição longitudinal na semeadura do milho com semeadoras de precisão mecânica e pneumática. *Nativa*, v.7, n.3, p.296–300, 2019.

FIRMINO, P.D.T. et al. Determinação das propriedades físicas de sementes de pinhão manso. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1., 2010, João Pessoa. *Anais...* Campina Grande: Embrapa Algodão, 2010. p.2025–2030.

FONSECA, N.R. Qualidade fisiológica e desempenho agrônomo de soja em função do tamanho das sementes. 2007. 68f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP.

FRANCO, F.J.B. Qualidade da semeadura de soja em função da velocidade do trator-semeadora e disco dosador de sementes. 2020. 24f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal Goiano, Campus Ceres.

GARCIA, L.C. et al. Influência da velocidade de deslocamento na semeadura do milho. *Engenharia Agrícola*, v.26, p.520–527, 2006.

GIACOMIN, P.E. Distribuição de sementes de milho (*Zea mays*) com diferentes semeadoras e velocidades de plantio. 2021. 35f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco-PR.

KLEIN, V.A. et al. Efeito da velocidade na semeadura direta de soja. *Engenharia Agrícola*, v.22, n.1, p.75–82, 2002.

KRZYŻANOWSKI, F.C.; FRANÇA-NETO, J.D.B.; HENNING, A.A. A alta qualidade da semente de soja: fator importante para a produção da cultura. Circular Técnica 136. Londrina: Embrapa Soja, 2018. 24p.

LUZ, J.M. et al. Produtividade de genótipos de milho doce e milho verde em função de intervalos de colheita. *Horticultura Brasileira*, v.32, n.2, p.163–167, 2014.

MAHL, D. et al. Demanda energética e eficiência da distribuição de sementes de milho sob variação de velocidade e condição de solo. *Engenharia Agrícola*, v.24, n.1, p.150–157, 2004.

MARQUES FILHO, A.C.; RUSCONI, L.H.; SILVA, P.R.A. Plantabilidade e distribuição longitudinal de sementes de algodão com diferentes conjuntos disco-anel em dosador mecânico. *Energia na Agricultura*, v.35, n.4, p.476–483, 2020.

MARTIN, T.N.; PIRES, J.L.F.; VEY, R.T. Tecnologias aplicadas para o manejo rentável e eficiente da cultura da soja. Santa Maria, RS: Editora-GR, 2022. 530p.

MELO, R.P. et al. Qualidade na distribuição de sementes de milho em semeadoras em um solo cearense. *Revista Ciência Agronômica*, v.44, n.1, p.94–101, 2013.

MELLO, A.J. et al. Produtividade de híbridos de milho em função da velocidade de semeadura. *Engenharia Agrícola*, v.27, p.479–486, 2007.

MIRANDA, M.S. Avaliação da influência de diferentes tipos de preparo de solo no crescimento e produtividade da cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris*). 2015. 25f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal do Sertão Pernambucano, Campus Petrolina.

MÔRO, G.V. Histórico do melhoramento genético do milho. In: LIMA, R.O.; BORÉM, A. *Melhoramento de milho*. Viçosa: UFV, 2018. p.9–19.

MOSHENIN, N.N. Physical properties of plant and animal materials. New York: Gordon and Breach Publishers, 1986. 841p.

NAKAGAWA, A.C.S. et al. Potencial agronômico de populações de milho superdoce portadoras do gene *Brittle-2*. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012. *Resumos expandidos*. Campinas: Instituto Agronômico, 2012.

NDEMEWAH, S.R.; MENGES, K.; HIEBL, M.R.W. Management accounting research on farms: what is known and what needs knowing? *Journal of Accounting & Organizational Change*, v.15, n.1, p.58–86, 2019.

OLIVEIRA, T.K.; CARVALHO, G.J.; MORAES, R.N.S. Plantas de cobertura e seus efeitos sobre o feijoeiro em plantio direto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, p.1079–1087, 2002.

PÁDUA, G.P.D. et al. Influência do tamanho da semente na qualidade fisiológica e na produtividade da cultura da soja. *Revista Brasileira de Sementes*, v.32, p.9–16, 2010.

PARIZOTTO, N.F. Qualidade física e fisiológica de sementes de milho e soja semeadas com diferentes mecanismos dosadores e velocidades de deslocamento. 2021. 31f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP.

PEREIRA FILHO, I.A.; TEIXEIRA, F.F. O cultivo do milho doce. Brasília, DF: Embrapa, 2016. 16p.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C.H. Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309p.

POPINIGIS, F. Fisiologia da semente. Brasília, DF: AGIPLAN, 1985. 289p.

PRADO, K.D.S.; UMBELINO, L.F.; REZENDE, C.F.A. Tamanho da semente e sua influência no desenvolvimento inicial da soja. *Ipê Agronomic Journal*, v.5, n.1, p.1–7, 2021.

REIS, E.F. et al. Características operacionais de uma semeadora-adubadora de plantio direto na cultura da soja. *Revista Ciências Técnicas Agropecuárias*, v.16, n.3, p.70–75, 2007.

REYNALDO, E.F. et al. Influência da velocidade de deslocamento na distribuição de sementes e produtividade de soja. *Engenharia na Agricultura*, v.24, n.1, p.63–67, 2016.

REYNALDO, É.F. et al. Avaliação da distribuição de sementes de feijão em semeadoras. *Nativa*, v.5, n.4, p.274–276, 2017.

RIBEIRO, W.S. Estabelecimento inicial da cultura do milho em função da velocidade de operação do conjunto mecanizado e dos tipos de sulcadores da semeadora. 2017. 21f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Campus Monte Carmelo.

ROSA, L.C. Sistema de Plantio Direto. 2016. 10f. Trabalho de Conclusão de Curso (Técnico em Agropecuária) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo, Campus Barretos.

SANTOS, A.P.; TOURINO, M.C.C.; VOLPATO, C.E.S. Qualidade de semeadura na implantação da cultura do milho por três semeadoras-adubadoras de plantio direto. *Ciência e Agrotecnologia*, v.32, n.5, p.1601–1608, 2008.

SANTOS, A.J.M. et al. Análise espacial da distribuição longitudinal de sementes de milho em uma semeadora-adubadora de precisão. *Bioscience Journal*, v.27, n.1, p.16–23, 2011.

SENAR – Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. Mecanização: operação e regulação de semeadoras-adubadoras de sementes graúdas. Brasília, DF: SENAR, 2017. 144p.

SILVA, A. Como escolher a peneira vibratória para grãos ideal para sua indústria. *Análise de Vibração*, 28 abr. 2025. Disponível em: <https://www.analisedevibracao.com.br/blog/>. Acesso em: 12 jan. 2026.

SILVA, D.C. et al. Influence of the use of graphite on the quality of sweet corn sowing. *Colloquium Agrariae*, v.20, p.1–15, 2024.

SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal of Agricultural Research*, v.11, n.37, p.3733–3740, 2016.

SILVA, J.S. et al. Beneficiamento de grãos. In: SILVA, J.S. (Org.). *Secagem e Armazenagem de Produtos Agrícolas*. 2.ed. Viçosa: Aprenda Fácil, 2008. p.325–341.

SILVA, M.C.; GAMERO, C.A. Qualidade da operação de semeadura de uma semeadora-adubadora de plantio direto em função do tipo de martelete e velocidade de deslocamento. *Energia na Agricultura*, v.25, n.1, p.85–102, 2010.

SILVA, N. Melhoramento de milho doce. In: ENCONTRO SOBRE TEMAS DE GENÉTICA E MELHORAMENTO, 1994, Piracicaba. *Anais...* p.45–49.

SILVA, S.L. Avaliação de semeadoras para plantio direto: demanda energética, distribuição longitudinal e profundidade de deposição de sementes em diferentes velocidades de deslocamento. 2000. 123f. Tese (Doutorado em Energia na Agricultura) – Universidade Estadual Paulista, Botucatu-SP.

SILVA, V.F.A. Qualidade da semeadura direta de milho com dois mecanismos de pressão no disco sulcador sob duas velocidades. 2015. 64f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP.

SOUZA JUNIOR, R.L.; CUNHA, J.P.A.R. Desempenho de uma semeadora de plantio direto na cultura do milho. *Revista Agrotecnologia*, v.3, n.1, p.81–90, 2012.

STORCK, L.; LOVATO, C. Milho doce. *Ciência Rural*, v.21, p.283–292, 1991.

TROGELLO, E. et al. Manejos de cobertura, mecanismos sulcadores e velocidades de operação sobre semeadura direta da cultura do milho. *Bragantia*, v.72, n.1, p.101–109, 2013.

ZARDO, L.; CASIMIRO, E.L.N. Plantabilidade de diferentes tecnologias de disco para semeadura sob duas velocidades. *Revista Cultivando o Saber*, v.1, edição especial, p.90–99, 2016.