

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

BRUNO GOMES KOBICZ

USO DE GRAFITE NA DISTRIBUIÇÃO DE SEMENTES DE TRIGO (*Triticum Aestivum L.*) COM DISPOSITIVO DOSADOR DE SEMENTES DE FLUXO CONTINUO

CURITIBA

2024

BRUNO GOMES KOBICZ

**USO DE GRAFITE NA DISTRIBUIÇÃO DE SEMENTES DE TRIGO (*Triticum Aestivum*)
L.) COM DISPOSITIVO DOSADOR DE SEMENTES DE FLUXO CONTINUO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao
Curso de Engenharia Agronômica da Universidade
Federal do Paraná como requisito à obtenção do título
de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Samir Paulo Jasper

CURITIBA

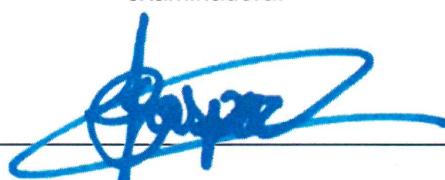
2024

TERMO DE APROVAÇÃO

BRUNO GOMES KOBICZ

USO DE GRAFITE NA DISTRIBUIÇÃO DE SEMENTES DE TRIGO (*Triticum Aestivum L.*) COM DISPOSITIVO DOSADOR DE SEMENTES DE FLUXO CONTINUO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial à obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo pela Universidade Federal do Paraná, pela seguinte banca examinadora:



Professor Doutor Samir Paulo Jasper

Departamento de Solos e Engenharia agrícola - Setor de Ciências Agrárias – UFPR

Presidente da Banca



Gabriel Ganancini Zimmermann

Engenheiro agrônomo, mestre e doutorando em Ciência do Solo

Departamento de Solos e Engenharia agrícola - Setor de Ciências Agrárias – UFPR



Eduardo Affonso Jung

Engenheiro Agrônomo e mestrandando em Ciência do Solo

Departamento de Solos e Engenharia agrícola - Setor de Ciências Agrárias – UFPR

Curitiba, 29 de julho de 2024.

AGRADECIMENTOS

A todos que participaram desse período na universidade, o qual foi repleto de experiências e de muito conhecimento.

Agradecer ao professor Samir que aceitou realizar o projeto e me proporcionou mais essa experiência na universidade.

Aos membros do LATA (Laboratório de Avançado em Telemetria de Tratores Agrícolas) Eduardo, Eduardo Graciatti e Gabriel que tornaram possível os experimentos e se dispuseram a me auxiliar e ensinar os usos dos maquinários.

Por fim, agradecer a UFPR que está presente na minha vida a muito tempo e tem sido uma segunda casa para mim.

A todos, muito obrigado.

RESUMO

A avaliação do desempenho do mecanismo dosador de sementes é crucial para garantir a uniformidade na deposição das sementes e a integridade delas durante a operação. Os dosadores de sementes miúdas desempenham papel crucial na agricultura, garantindo que pequenas sementes sejam semeadas de maneira eficiente e precisa. O objetivo do trabalho foi analisar como o uso de grafite influencia a vazão da deposição de sementes e a taxa de quebras das sementes de trigo, distribuídas por dosador de fluxo contínuo com diferentes taxas de exposição do rotor acanalado. As sementes foram tratadas com 4 g de grafite por quilograma de semente e densidade de semeadura de 150 kg ha^{-1} . O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em fatorial duplo (2×5), sendo o primeiro fator o uso do grafite e o segundo a taxa de exposição (20; 40; 60; 80 e 100%) do rotor. A vazão de sementes e o coeficiente de variação foram coletados por gravimetria, com auxílio de célula de carga. A utilização de grafite como lubrificante sólido diminui os danos mecânicos, e aumentou a vazão de sementes e obteve menores coeficientes de variação em interação com o aumento da taxa de abertura do rotor. É essencial que se expanda a pesquisa para entender se o aumento de vazão influencia positivamente ou não na uniformidade da semeadura de sementes de trigo, porém tornasse promissor o uso do grafite como lubrificante sólido para semeadura de grãos pequenos distribuídos a partir de um rotor acanalado.

Palavras-chave: *Triticum Aestivum*; semeadora; rotor acanalado; dano mecânico; semeadura.

ABSTRACT

The performance of the seed metering mechanism is crucial to ensure uniformity in seed deposition and their integrity during operation. Small seed feeders play a crucial role in agriculture, ensuring that small seeds are planted efficiently and accurately. The aim of this study was to analyze the use of graphite influences the flow rate of seed deposition and the rate of breakage of wheat seeds when distributed through a continuous fluted roller with different exposure rates. The seeds were treated with 4 g of graphite per kilogram of seed and a sowing density of 150 kg ha^{-1} . The experimental design was completely randomized, in a double factorial scheme (2×5). The first factor being the use of graphite and the second being the exposure rate (20; 40; 60; 80 and 100%) of the fluted roller. The seed flow rate and coefficient of variation were collected by gravimetry, with the aid of a load cell. The use of graphite as a solid lubricant reduces mechanical damage, and increases seed flow in conjunction with an increase in the rotor opening rate also has gotten a lower coefficient of variation. It is essential to expand research to understand whether this increase in flow positively influences or not the uniformity of wheat seed sowing, but it would make the use of graphite as a solid lubricant for sowing fine grains distributed from the fluted roller promising.

Key-words: *Triticum Aestivum*, seed drill, fluted roller, mechanical damage, sowing.

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| TABELA 1: Valores em Hertz do dosador de sementes e da frequência utilizada para atingir a densidade de semeadura alvo de 150 kg ha ⁻¹ em cada exposição de rotor acanalado..... | 17 |
| TABELA 2: Características físicas das sementes de trigo da cultivar IPR 92- Altar..... | 20 |
| TABELA 3: Danos mecânicos nas sementes com e sem grafite..... | 21 |
| TABELA 4: Resumo da análise de variância e do teste de médias de vazão e coeficiente de variação (CV) de sementes de trigo com ou sem uso de grafite e taxas de exposição de rotor acanalado..... | 23 |
| TABELA 5: Vazão (gramas/segundo) x Abertura do rotor (%). | 24 |
| TABELA 6: Coeficiente de Variação (%) x Abertura do rotor (%). | 25 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| FIGURA 1: Dosador de sementes de fluxo continuo com rotor acanalado helicoidal..... | 15 |
| FIGURA 2: Esteira simuladora de plantabilidade..... | 16 |
| FIGURA 3: Curva de calibração de abertura de rotor x Taxas de Hertz..... | 17 |
| FIGURA 4: Paquímetro digital e balança semi- analítica..... | 18 |
| FIGURA 5: Recipiente de vidro e funil usados para mensurar ângulo de deposição..... | 18 |
| FIGURA 6: Vazão de sementes em função das taxas de exposição do rotor acanalados.... | 26 |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO | 10 |
| 2 REVISÃO DE LITERATURA | 12 |
| 2.1 TRIGO | 12 |
| 2.2 MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA | 13 |
| 2.3 SEMEADORAS E DOSADORES DE SEMENTE | 14 |
| 3 MATERIAIS E MÉTODOS | 16 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO | 21 |
| 5 CONCLUSÕES | 27 |
| 6 REFERÊNCIAS | 28 |

1 INTRODUÇÃO

O trigo comum (*Triticum aestivum L.*) representa uma das principais culturas e mais importantes na alimentação humana. É uma planta de ciclo anual com alta capacidade produtiva de grãos. O cereal se encontra entre os três cereais mais importantes do mundo, junto do milho e do arroz, considerados importantes alimentos para a segurança alimentar (TAKEITI, C. Y., 2015; FELDMANN, A. N., et al., 2023).

Cultivado numa grande gama de ambientes e regiões geográficas, o trigo possui relevância na dieta humana e na produção de uma ampla variedade de produtos derivados. No Brasil, o trigo é cultivado majoritariamente na região sul do país, com destaque ao estado do Rio Grande do Sul. Deste modo, o trigo pode ser considerado como cereal de suporte a diversas ramificações industriais, contribuindo para a geração de valor agregado e de postos de trabalho, o que movimenta a economia nacional (DE MORI, 2015; FELDMANN, A. N., et al., 2023).

Devido ao papel fundamental da agricultura, a tecnologia e mecanização agrícola se tornam fatores primordiais, destacando a gestão da semeadura, que visa o melhor manejo agrícola que influência diretamente no resultado final e produtividade de uma cultura (BIULCHI, 2016; MOLETA, I. et al., 2020).

A uniformidade de distribuição e a distância entre as sementes resultam da relação entre o mecanismo dosador-distribuidor e o deslocamento da máquina (BOTTEGA et al., 2018; RINALDI et al., 2021). Em algumas regiões do Brasil, são usuais as semeadoras de precisão com sistema mecânico de distribuição (disco horizontal). Esse sistema é rotativo e posicionado na horizontal, usando a força da gravidade para manter contato com as sementes, que preenchem os alvéolos (furos) do disco e são liberadas uma a uma para o sulco de plantio (FERREIRA et al., 2019).

O outro mecanismo empregado na gestão de semeadura são os dosadores pneumáticos de sucção, que possuem uma base que serve tanto para o depósito de sementes quanto para o suporte do disco dosador. O disco é posicionado na vertical e apresenta uma ou mais fileiras concêntricas de furos. Uma das faces do disco está em contato com uma câmara onde é criada uma depressão por uma turbina. As sementes são aspiradas e fixadas na parte externa do disco dosador, sendo liberadas quando o vácuo em cada orifício é neutralizado (FRANCETTO, T. R. et al., 2012; BOTTEGA et al., 2018).

A elevação do custo das sementes miúdas exige o desenvolvimento de semeadoras que controlem efetivamente a população de plantas, sendo necessário o uso de semeadoras de precisão para que haja máximo aproveitamento da semeadura. Usado para sementes miúdas, os dosadores de rotor acanalado, servem tanto para dosagem de sementes, quanto para fertilizantes, sendo acoplados a semeadoras de fluxo contínuo (REIS, Â. V. DOS.; FORCELLINI, F. A. 2006).

O funcionamento de um dosador de fluxo contínuo é feito por meio da regulagem de rotação do eixo que movimenta o rotor, para que seja alterada a vazão de sementes. Esse procedimento aumenta ou diminui o contato com o cilindro. Outro modo de regulagem é por meio da abertura ou fechamento da comporta encontrada abaixo do rotor que controla o fluxo de sementes para o tubo coletor (ORTIZ-CAÑAVATE, J. 2003).

Com o maquinário ideal e compatível com a cultura, o processo de semeadura visa colocar as sementes no solo de forma eficiente, com população correta por hectare, espaçamento entre linhas, uniformidade na distribuição e principalmente, sem danos físicos e mecânicos, onde proporciona a cultura utilizar os recursos de maneira eficaz e maximizar o potencial genético (CORREIA, P. S. et al., 2020; HU et al., 2022).

Junto do sistema de semeadura, técnicas para garantir o sucesso do procedimento são usadas de modo a melhorar a etapa. Nesse contexto, o uso de lubrificantes sólidos como o grafite, é reconhecido por trazer benefícios na redução do atrito entre as sementes e as peças da máquina semeadora, o que resulta em uma melhor distribuição de sementes no sulco de semeadura e, consequentemente, a uniformidade de emergência das plantas (HU et al., 2022; SAVI et. al., 2023).

O material grafite é considerado inerte, o que, em geral, não influencia as características fisiológicas da semente, sendo considerado um lubrificante sólido. (SOUZA JÚNIOR R. L.; CUNHA J. P. A. R, 2012; SAVI et. al., 2023) sugerem que, embora o grafite possa reduzir danos mecânicos, sua aplicação precisa ser equilibrada com a necessidade de manter uma distribuição homogênea das sementes.

Pesquisas que buscam entender a utilização de grafite como lubrificante sólido, mostram que o lubrificante afeta significativamente a distribuição das sementes de soja na linha de semeadura. É essencial encontrar um equilíbrio adequado entre a dosagem de grafite e a velocidade operacional para otimizar a distribuição das sementes. No estudo de Savi et. al., (2020a), sugere que a dosagem de grafite deve ser cuidadosamente ajustada

de acordo com a velocidade de operação para garantir uma semeadura uniforme e, assim, maximizar o desenvolvimento da lavoura e a lucratividade.

Deste modo, o objetivo do trabalho foi avaliar a influência da utilização do grafite, na vazão de deposição de sementes de trigo, distribuídas com dosador de fluxo contínuo sob diferentes taxas de exposição do rotor acanalado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Trigo

O trigo (*Triticum aestivum L.*) é uma das espécies mais cultivadas no mundo, originada na Mesopotâmia acerca de 10.000 anos. Pode ser consumido em forma de pão, massa alimentícia, bolo e biscoito, quando em uso humano, e também usado como ração animal (CASTRO, et al., 2008; JANDREY, P. E. et al., 2024).

A planta tem ciclo anual com alta capacidade produtiva de grãos. É uma planta que pode atingir aproximadamente 1,5 metros de altura, com aspecto de capim na fase jovem. Possui raízes primárias ou temporárias, com poucas ramificações, e a outra forma de raízes denominadas permanentes, as quais se desenvolvem nos primeiros nós do colmo. A morfologia do colmo é geralmente ereta, formado por nós e entre-nós. As folhas são alternadas, com algumas variações de tamanho entre genótipos. As flores são formadas na extremidade do colmo, presas a um eixo principal, denominada de raque (WIESE, 1987; BORÉM, 1998).

Os grãos possuem tamanho que variam de 3 a 6 mm de comprimento, sendo rico em proteínas, vitaminas e lipídeos. É de vasto conhecimento que o cereal se encontra entre os três cereais mais importantes do mundo, junto do milho e do arroz, considerados importantes alimentos para a segurança alimentar (MARINI et al., 2011; TAKEITI, C. Y. 2015).

O cereal se comporta como fonte alternativa de renda na estação fria, e como um importante componente do sistema de rotação de culturas. Esse fato evidencia a grande capacidade de produção do mesmo em um sistema conservacionista (LITHOURGIDIS et al., 2006; FELDMANN, et al., 2023).

A planta de trigo auxilia no controle de erosão do solo, favorecendo o plantio direto devido a quantidade de palha produzida pós colheita, porém, apresenta curta janela de

plantio e colheita, o que demanda de manejo e tecnologias para assegurar a produtividade da cultura dentro do prazo de safra da cultura (CARNEIRO, 2005; SILVA; GAMERO, 2010).

Assim, a fim de alcançar máxima qualidade e produção da cultura, é importante melhorar a eficiência da semeadura, uma vez que essa etapa interfere diretamente na produtividade (SILVA; GAMERO, 2010).

2.2 Mecanização Agrícola

A agricultura desde de sempre teve um papel importante no desenvolvimento humano e subsistência, movimentando aspectos sociais e econômicos. Por ser uma atividade antiga, pode-se traçar uma linha de evolução e marcos históricos que foram fundamentais para que houvesse o desenvolvimento de pesquisas e tecnologias na expansão da agricultura e do ser humano (LANÇONI, et al., 2020; HETTWER, H. R. 2023).

Desde a revolução industrial, varias disputas tecnológicas, ideológicas, culturais foram travadas em busca de suprir a demanda de aprimorar o modo de produção agrícola, uma vez que os métodos manuais foram se tornando obsoletos e não supriam mais a real necessidade humana. Por meio dessa necessidade que maquinários foram criados para aumentar a produtividade e acelerar o crescimento e desenvolvimento humano e consequentemente desenvolveram a agricultura (TEIXEIRA, et, al., 2009).

A mecanização não só proporciona o desenvolvimento tecno e produtivo, mas reflete em todas as esferas políticas que envolvem o ser humano, sendo um fator essencial para compreender processos históricos. As diversas demandas de se aumentar a produção e maximizar o tempo proporcionou a criação de maquinas capazes de executar diversas funções, como preparo do solo, plantar sementes, manejo de tratos culturais e colheita (MEGNA, F. P. R. 2022; HETTWER, H. R. 2023).

A mecanização deve ser realizada de modo racional, com o intuito de ser ter sistemas energeticamente eficientes, lucrativos, visando a diminuição de tempo, diminuição da força de trabalho e ser economicamente favorável. No Brasil, a mecanização apresentou destaque nos anos de 1960, promovendo inovações tecnológicas que ampliaram o uso da terra, atrelados a intensificação do uso da mesma. Essas inovações tecnológicas são classificadas como de caráter qualitativo e quantitativo, o que no fim, proporciona a modernização e dinamismo da produção agrícola (LIMA, J. R. T., 2021; SILVA, L. G. et al.,2023).

Com crescente necessidade de mecanizar a agricultura, ao longo do tempo foram criados diversos maquinários, sendo um desses os dosadores de sementes, os quais buscam uniformizar e acelerar o processo de semeadura. Diversos são os fatores que influenciam o processo de semeadura de culturas agrícolas principalmente em sistema de semeadura direta, entretanto, os fatores “tipo de dosador” e “velocidade de deslocamento” são os mais bem elucidados e explorados na produção científica (LIU et al., 2004).

Buscando a individualização das sementes de maneira eficaz, sem danos físicos e de modo uniforme, um sistema de dosagem de sementes eficaz individualiza a semente contida em um reservatório sem ocasionar danos mecânicos e com distribuição uniforme, conforme a demanda de cada cultura. Dessa forma, a correta distribuição de sementes é uma das principais funções da semeadora, pois proporciona quantificar a produtividade ideal de uma cultura (TOURINO et al., 2007).

2.3 Semeadoras e dosadores de semente

O processo de semeadura ganhou grande agilidade e eficácia quando surgiram máquinas capazes de distribuir sementes a lanço, fluxo contínuo, precisão mecânica ou pneumática. Chamadas de semeadoras, essas máquinas foram desenvolvidas para culturas de grãos graúdos ou miúdos, contribuindo para o aumento de produtividade, e atreladas ao processo de modernização agrícola, as quais resultam em aumento significativo valores por hectares (BIULCHI, 2016; CORREIA, P. S. et al., 2020).

Semeadoras são instrumentos essenciais, devendo ser manejadas de maneira adequada, pois, além da distribuição e deposição correta de sementes, também realiza a abertura do sulco e descompactação do solo, promovendo o rompimento do solo na linha de semeadura (SANTOS et al., 2008).

Para um correto e eficiente processo de semeadura, são necessários fatores que agregam valor no produto final. Dentre esses fatores, desatacam-se fatores bióticos como clima e solo, e fatores abióticos, como tipo de sulcador, mecanismo de cobertura, modelo de acionamento e mecanismo dosador. Em conjunto ou separados, esses fatores afetam a uniformidade de e distribuição de sementes (BALASTEIRE, 2005).

Analizando o fator de mecanismo dosador, sabe-se que a correta dosagem de sementes é fundamental para o estabelecimento da cultura; sempre respeitando as recomendações e peculiaridades para cada cultura e variedade, pois os danos causados

pelo mecanismo dosador, comprometem o poder germinativo e o produto final (BALASTEIRE, 2005; MODOLO, et al., 2004).

Semeadoras utilizadas em culturas de inverno, como é o caso do trigo, ou que possuam grãos miúdos são denominadas de fluxo contínuo ou precisão. Essas máquinas são compostas de um sistema de distribuição com rotores acanalados helicoidais, de distribuição contínua. Sabe-se que semeadoras de precisão utilizam dois tipos de mecanismos dosadores de sementes, sendo eles: o disco horizontal e o pneumático (MIALHE,L. G., 2012; CORREIA, T. P. et al., 2020).

O primeiro mecanismo, horizontal, é caracterizado como um disco de orifícios circulares (alvéolos) posicionados sob um reservatório de sementes, a partir do qual as sementes são depositadas por gravidade nos alvéolos e dosadas uma a uma através do movimento de rotação do disco, sendo as sementes “expulsas” por meio de um tubo condutor que as conduz até o sulco de semeadura. Além disso, o dosador horizontal é o mais encontrado e de menor custo no país (MIALHE,L. G., 2012; CORREIA, T. P. et al., 2020).

Já os dosadores de sementes pneumáticos, consistem em sistemas de distribuição unitário de sementes. Esse dosador é composto de um disco de distribuição onde as sementes ficam presas por meio de pressão negativa, e são distribuídas unitariamente no solo. Por meio da sucção de ar, as sementes são captadas pelos alvéolos do disco, que quando presas aos alvéolos por sucção de ar e simultaneamente no disco em rotação, são dispensadas quando na posição do tubo condutor a sucção é interrompida e por gravidade (MIALHE,L. G., 2012).

Esses diferentes dosadores influenciam de maneira diferente no índice de velocidade de emergência de sementes e produtividade da cultura. Levando isso em conta e havendo a necessidade de minimizar defeitos no processo, fatores como velocidade angular e de deslocamento devem ser proporcionais a cultura e finalidade do procedimento (MIALHE,L. G., 2012).

Outros aspectos com relação a precisão dos dosadores, são influencia de aspectos inerentes ao próprio dosador, os quais, incluem geometria e dimensão dos alvéolos, apoio inferior do disco com anel, o mecanismo que ejeta as sementes e a velocidade de rotação do disco (CORREIA, T. P et al., 2016).

Mesmo sendo o sistema mais usado e de menor custo, esse ainda é mais propenso a falhas na uniformidade da distribuição das sementes, além de ser altamente dependente da velocidade do conjunto semeadora-trator para o funcionamento adequado (OLIVEIRA, W. P. et al., 2017).

Com todos esses aspectos bem manejados, as sementes exercem todo potencial genético, com máximo rendimento de grãos. Além disso, plantas distribuídas de forma desuniforme implicam aproveitamento ineficiente dos recursos disponíveis, como luz, água e nutrientes (CORREIA, P. S. et al., 2020).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Universidade Federal do Paraná (UFPR), Curitiba, PR, Brasil ($25^{\circ} 41' 29''$ S, $49^{\circ} 24' 19''$ W; a 920 metros de altitude em relação ao mar). Foi construída um simulador de plantabilidade, desenvolvida pelo Laboratório de Adequação de Tratores Agrícolas (LATA), a qual reproduz componentes de vários tipos de semeadoras para condições necessárias para o ensaio. Neste caso utilizou-se dosador de sementes de fluxo contínuo, tipo rotor acanalado, sendo de polietileno com 12 canaletas em semicírculo de 5,5 mm de diâmetro, dispostas helicoidalmente em ângulo de sete graus. (FIGURA 1).

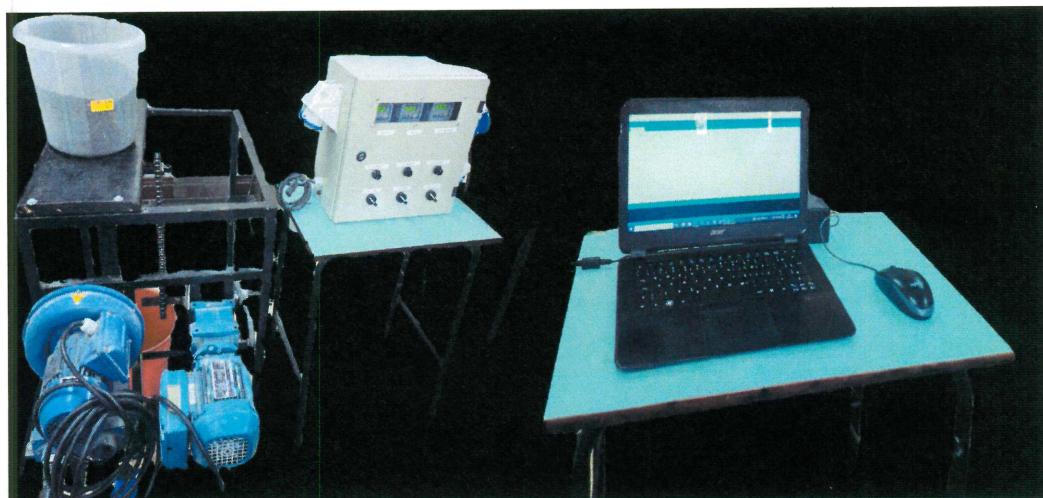
FIGURA 1: Dosador de sementes de fluxo contínuo com rotor acanalado helicoidal.



Fonte: (SAVI, D et al., 2023)

O acionamento do maquinário é realizado através do inversor de frequência Weg® CFW300, permitindo ajuste preciso da rotação do motorredutor Sew Eurodrive® de 0,25 kW e acionamento do eixo do mecanismo dosador (FIGURA 2).

FIGURA 2: Esteira simuladora de plantabilidade.



Fonte: Laboratório de Adequação de Tratores Agrícolas (LATA), (2024).

O tratamento de grafite Quimidrol® foi de 4 g de por quilograma, seguindo os resultados de SAVI, D. et al., (2020). O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, disposto em esquema fatorial duplo (2 x 5), com oito repetições. O primeiro fator foi o uso ou não uso do grafite como um lubrificante sólido e o segundo fator foi referente a cinco diferentes taxas de exposição do sistema do rotor (20; 40; 60; 80; e 100%), resultando em 80 unidades experimentais.

A taxa de exposição foi medida com paquímetro digital com resolução de 0,1 mm (NOVE 54®), resultando em aberturas de 14,8, 29,7, 44,5, 59,4 e 74,3 mm, respectivamente, referente ao trabalho de SAVI et al., 2023. O processo da ação de carga da balança foi calibrado com quatro pontos, para então realizar as medições de taxa de vazão e aberturas do rotor acanalado. Com base nesses dados, foi realizada uma correlação entre a exposição do rotor e a velocidade de rotação do dispositivo para fornecer a densidade de semeadura alvo de 150 kg ha^{-1} (TABELA 1).

Os dados foram coletados durante 120 segundos para cada repetição, desconsiderando os 20 segundos iniciais e finais. O fluxo das sementes depositadas foi ajustado através do deslizamento longitudinal do rotor acanalado, ou seja, a maior exposição irá proporcionar maiores densidades de sementes (BESHARATI et al., 2019).

Por meio da calibração da ação de carga, em conjunto com as taxas de hertz necessárias para correta deposição de sementes no projeto, foi feito uma curva polinomial para exemplificar a correção das taxas de hertz usadas (FIGURA 3). Essa densidade do trabalho foi adotada considerando o espaço entre linhas de semeadura de 0,17 m/s e velocidade operacional de 1,67 m s⁻¹. Portanto, resultando em uma vazão de 4,25 g/s.

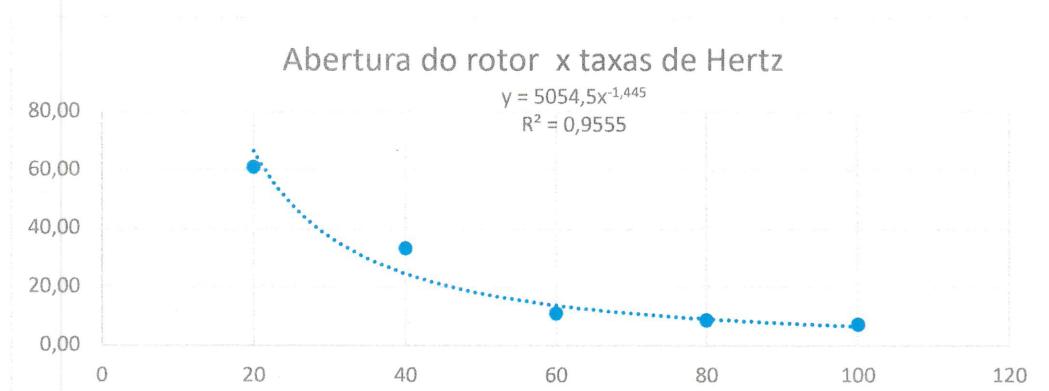
No experimento foram utilizadas sementes de trigo mourisco (*Fagopyrum esculentum* Moench) (MYERS; MEINKE, 1994), da cultivar IPR 92- Altar com 97% de pureza, 13,4% de umidade e 60% de germinação da safra de 2023/2023.

TABELA 1: Valores em Hertz do dosador de sementes e da frequência utilizada para atingir a densidade de semeadura alvo de 150 kg ha⁻¹ em cada exposição de rotor acanalado.

| Exposição do rotor (%) | Hertz |
|------------------------|-------|
| 20 | 61,08 |
| 40 | 33,07 |
| 60 | 10,81 |
| 80 | 8,45 |
| 100 | 7,10 |

Fonte: O autor, (2024).

FIGURA 3: Curva de calibração de abertura de rotor x Taxas de Hertz.



Fonte: O autor, (2024).

As características dimensionais das sementes foram mensuradas de acordo com a metodologia proposta por SOYOYE et al., (2018), avaliadas a partir de 100 sementes, utilizando paquímetro digital com resolução de 0,1 mm (NOVE 54®) e balança semi-analítica (modelo BK-5002, Gehaka LTDA®). (FIGURA 4).

FIGURA 4: Paquímetro digital e balança semi-analítica.



Fonte: O autor, (2024).

O ângulo de repouso das sementes, foi estabelecido pela tangente inversa da altura proporcional à distância da massa das sementes depositadas (COETZEE; ELS, 2009; BARAVIERA et al., 2014), O qual foi mensurado usando um recipiente de vidro transparente pautado de uma régua de medição e a deposição das sementes foi feita com o uso de um funil (FIGURA 5).

FIGURA 5: Recipiente de vidro e funil usados para mensurar ângulo de deposição.



Fonte: O autor, (2024).

As características dimensionais das sementes, como comprimento, largura, espessura e esfericidade, obtida por meio da equação 1, foram analisadas em uma amostra com 100 sementes, conforme descrito por Soyoye et al., (2018).

Equação 1: cálculo da esfericidade de sementes

$$\Phi = (L \times W \times T)^{1/3} / L$$

Onde:

Φ - Esfericidade %;

L - Largura, mm;

W –Comprimento, mm;

T – Espessura, mm.

As dimensões foram obtidas por meio do paquímetro digital descrito anteriormente, deste modo, a massa de mil grãos foi avaliada em três amostras com 300 sementes em balança semi-analítica, também descrita anteriormente, com precisão de medição de $\pm 0,2$ g. A massa específica foi determinada pelo peso hectolitro em que foi feita uma razão entre o peso de 100 sementes com o peso de 1000 sementes (BOTELHO et al., 2018).

A variável quebra de sementes geradas durante o processo de deposição foi avaliada visualmente em três amostras de massa com 100 g para cada tratamento, conforme descrito por Reis & Forcellini, (2009). Esses danos mecânicos se configuram como grãos quebrados, grãos descascados, grão fissurados, sendo avaliados sob uma superfície lisa e branca com o uso de uma lupa com base em amostras retiradas na saída do tubo condutor para cada um dos tratamentos em questão.

As sementes dosadas pelo rotor acanalado foram conduzidas através do condutor telescópico para serem depositadas em recipiente plástico instalado na parte superior da célula de carga da marca IWM, modelo SPL, com capacidade de 5 kg e sensibilidade de 0,1% e previamente calibrada para o experimento.

Esse sensor foi conectado a um sistema de aquisição de dados (SAD) de uma placa de circuito impresso com frequência de aquisição de dados de 1 Hz, onde os valores foram transferidos e armazenados em um disco rígido sob arquitetura da plataforma Arduino (JASPER, S. P. et al., 2016).

Cada coleta de dados de tratamento corresponde à deposição das sementes em 400 s, selecionando oito repetições de 40 s. As variáveis avaliadas com base na massa de deposição acumulada em cada repetição foram: vazão (g/s) e coeficiente de variação (CV).

A avaliação da normalidade dos resíduos e da homogeneidade das variâncias foram verificadas através dos testes Shapiro Wilk e Brown-Forsythe, respectivamente. Uma vez atendidos os pressupostos de normalidade e homogeneidade, os dados foram submetidos à análise de variância e teste F da análise de variância (ANOVA). Também foi utilizada a análise de regressão para avaliar a taxa de exposição do rotor utilizando o programa SigmaPlot® 12.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características dimensionais das sementes, como comprimento, largura, espessura e esfericidade, analisadas, conforme descrito por Soyoye et al., (2018) estão descritas na tabela 2 e caracterizam características importantes das sementes analisadas, pois a morfologia confere a ação da vazão das sementes.

TABELA 2: Características físicas das sementes de trigo da cultivar IPR 92- Altar.

| Características | unidade | média | Desvio padrão |
|------------------------------|------------------|-------|---------------|
| Comprimento | mm | 5,6 | 0,50 |
| Largura | mm | 3,6 | 0,39 |
| Espessura | mm | 2,5 | 0,28 |
| Esfericidade | % | 3,0 | 0,60 |
| Peso de 1000 sementes | g | 9,5 | 0,12 |
| Massa específica | gL ⁻¹ | 0,33 | 0,01 |
| Dano mecânico | % | 1,23 | 0,24 |

Fonte: O autor, (2024).

O ângulo de repouso das sementes, estabelecido pela tangente inversa da altura proporcional à distância da massa das sementes depositadas (COETZEE; ELS, 2009; BARAVIERA et al., 2014), mostrou que o ângulo variou entre 42,28° sem grafite e 40,76° com grafite. Sabe-se que o ângulo de repouso é aquele máximo do talude formado pelo material granular amontoado. Essa variável é importante para projetos de escoamento de material granular (MANTOVANI, E. C. et al., 1999).

Os fatores morfológicos afetam o ângulo de repouso são o tamanho e a forma das sementes e rugosidade da superfície da semente. Deste modo, quanto menor o ângulo de repouso, maior será o volume de grãos poderá ser armazenado, promovendo uma melhor acomodação natural do produto (MOHSENN, N. N., 1974; POHDORF, R. S. et al., 2011).

Outro aspecto dimensional avaliado foram os danos mecânicos (TABELA 3) encontrados após a passagem do material pelo dosador de fluxo contínuo, sendo observado maiores taxas de danos nas sementes sem a presença de grafite como lubrificante na operação. Em média, o uso de grafite reduziu os danos mecânicos das sementes.

Esse fator corrobora com a premissa de que o menor dano mecânico resulta da redução do atrito interno entre as sementes e os componentes do dispositivo durante o funcionamento do mecanismo (HENTSCHKE, C. 2002). Reforçando o resultado, Dalla Costa et al., (2014) também avaliaram a influência da utilização de grafite na semeadura de milho e constaram o efeito de reduzir a força de atrito entre semente e maquinário, melhorando a distribuição de sementes no sulco de semeadura e, consequentemente, a uniformidade de emergência das plantas.

TABELA 3: Danos mecânicos nas sementes com e sem grafite.

| Dano mecânico | Unidade | média |
|---------------|---------|-------|
| Sem | % | 1,5 |
| Com | % | 1 |

Fonte: O autor, (2024).

O resumo da análise de variância e do teste de médias para as variáveis analisadas são apresentados na Tabela 4. É importante ressaltar que para melhor análise dos dados, foram removidos os valores *outliers*, os quais, são dados que se diferenciam drasticamente de todos os outros. De modo, um dado *outlier* é um valor que foge da normalidade e que

pode causar anomalias na interpretação dos resultados obtidos por meio do sistema de análise (SMITI, A., 2020).

Os dados do experimento foram inicialmente analisados quanto a normalidade por meio do teste de Shapiro-Wilk a 5%, direcionando a avaliação dos resultados significativos ou não significativos, em relação a normalidade dos dados. Quando significativo indica que a hipótese para distribuição normal foi rejeitada e quando não significativo ocorre quando a obtenção dos dados está dentro dos parâmetros recomendados.

Os parâmetros analisados, vazão e coeficiente de variação (CV) apresentaram resultados maiores que $\alpha \leq 0,05$ estando no escopo de dados normais. Além disso foi realizado um teste de homogeneidade (Teste de Brown-Forsythe) sendo esse, uma ferramenta valiosa para analisar a igualdade de variâncias entre grupos analisados. Para o teste, foi realizado um teste F que compara variâncias e médias entre grupos, buscando compreender se as diferenças observadas são estatisticamente significativas ou não.

Nesse contexto, foi obtido uma interação entre os fatores uso de grafite (US) e abertura do rotor (AB) quando analisado o parâmetro de vazão de sementes. Como houve interação significativa, isso indica que a resposta de um fator depende da presença ou ausência do outro. Neste caso, uma das alternativas é estudar o comportamento de um fator dentro de cada nível de outro fator (STORCK, L. et al., 2006).

TABELA 4: Resumo da análise de variância e do teste de médias de vazão e coeficiente de variação (CV) de sementes de trigo com ou sem uso de grafite e taxas de exposição de rotor acanalado.

| Fatores | Parâmetros | |
|------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| | Vazão (gramas/segundo) | Coeficiente de Variação (%) |
| Normalidade | | |
| SW | 0,753 | 0,112 |
| Homogeneidade | | |
| BF | 0,784 | 0,751 |
| Teste F | | |
| Uso de Grafite (US) | 43,704** | 10,989** |
| Abertura do Rotor (AB) | 15,359** | 2,686 ^{NS} |
| US x AB | 3,307* | 5,000** |
| CV (%) | 5,03 | 24,75 |

Teste de Normalidade de Shapiro-Wilk: SW \leq 0,05 – Anormalidade dos dados; SW $>$ 0,05 – Normalidade nos dados. Teste de Homogeneidade das variâncias de Brown-Forsythe: BF \leq 0,05 – Variâncias Heterogêneas; BF $>$ 0,05 – Variâncias homogêneas. Teste F da análise de variância (ANOVA): NS – Não significativo; * ($P < 0,05$) e ** ($P < 0,01$). CV %: Coeficiente de variação

Fonte: O autor, (2024).

A partir dessa interação, é possível esclarecer de que forma a presença do grafite como um lubrificante inerte nas sementes deve exercer influência na vazão do dosador de fluxo contínuo para as sementes de trigo.

Visando compreender como foi a atuação do componente grafite na vazão das sementes (TABELA 5), pode-se avaliar que ocorre o aumento de vazão de deposição de sementes conforme há o aumento da abertura do rotor (%). Quando comparado os tratamentos com e sem grafite, a presença do lubrificante proporciona maior deposição de sementes se analisado as médias dos valores obtidos.

Isso demonstra que o uso de grafite favorece a deposição de sementes conforme a abertura do rotor é mais exposta, pois a vazão aumenta de acordo com a taxa de abertura nos dois tratamentos, com maiores valores quando usado o grafite. Esse fator vai de

encontro com Besharati et al., (2019), que evidenciaram que a alta exposição do rotor, proporciona maiores densidades de semeadura.

Ao fragmentar as cinco aberturas, observa-se que a abertura de 60% foi a única que não apresentou diferença estatística entre os tratamentos com e sem grafite nas sementes de trigo, mas não afetou as médias de todas juntas. De modo geral as diferentes taxas de aberturas do rotor não apresentaram diferenças estatísticas dentro do tratamento com grafite, e no tratamento com grafite apenas a abertura de 60% apresenta diferença estatística entre os outros resultados do mesmo tratamento.

TABELA 5: Vazão (gramas/segundo) x Abertura do rotor (%).

| Uso de Grafite | Abertura do Rotor (%) | | | | | Média |
|-------------------|-----------------------|---------|---------|---------|---------|--------|
| | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | |
| Sem | 3,40 Bb | 4,00 Ba | 4,19 Aa | 4,61 Ba | 4,39 Ba | 4,13 B |
| Com | 4,27 Ab | 4,36 Ab | 4,43 Ab | 4,80 Aa | 4,83 Aa | 4,55 A |
| Média | 3,90 c | 4,18 b | 4,31 b | 4,58 a | 4,61 a | 4,34 |

Fonte: O autor, (2024).

O uso ou não do grafite na agricultura tem prós e contras, por exemplo, Pereira et al., (2021) mostraram que o uso do grafite após o tratamento químico, ocasiona maior desuniformidade de semeadura de sementes de soja. Pelos resultados de outra pesquisa, a utilização do grafite tem sido apresentada na agricultura como um componente da qualidade de semeadura, proporcionando melhor uniformidade de distribuição de sementes. (SOUZA JÚNIOR R. L.;CUNHA J. P. A. R., 2012).

De mesmo modo, Oliveira, E. C. et al. (2016) avaliou o efeito da velocidade de semeadura em combinação com diferentes doses de grafite em sementes de milho. Os resultados mostraram que a velocidade operacional afetou a distribuição das sementes,

com uma maior velocidade causando uma maior variação na distância entre as plantas. No entanto, a aplicação de grafite nas sementes ajudou a reduzir essa variação.

Ainda referente a adição de grafite como lubrificante sólido. Essa é uma prática benéfica para melhorar a distribuição de sementes de milho, sem afetar negativamente a germinação. Ajustes cuidadosos nas práticas de tratamento fitossanitário e na dosagem de grafite são essenciais para otimizar os resultados na semeadura (JASPER, R. et al., 2006).

Além disso, a dose de grafite usada, 4g/ Kg de semente usada no trabalho teve resultado significativo na distribuição de sementes de soja, diminuindo falhas e duplos espaçamentos (SAVI, D. et al., 2023).

Analisando o coeficiente de variação (CV), o qual é uma medida de dispersão relativa que indica o grau de variabilidade em relação à média e que pode comparar a variabilidade de diferentes conjuntos de dados, mesmo que tenham médias diferentes. Isso proporciona uma maneira padronizada de medir a dispersão dos dados obtidos. Nesse contexto, o CV mais homogêneo foi o de tratamento com grafite (TABELA 6), em que apresenta a menor média obtida e também difere estatisticamente do tratamento sem grafite.

Ao observar os valores obtidos nos tratamentos, a abertura de 20% sem grafite apresenta a maior variabilidade em relação a média entre todos os conjuntos de dados, além disso a abertura de 100% com grafite mostra maior variabilidade se comparada a mesma abertura do rotor sem a presença de grafite nas sementes.

TABELA 6: Coeficiente de Variação (%) x Abertura do rotor (%).

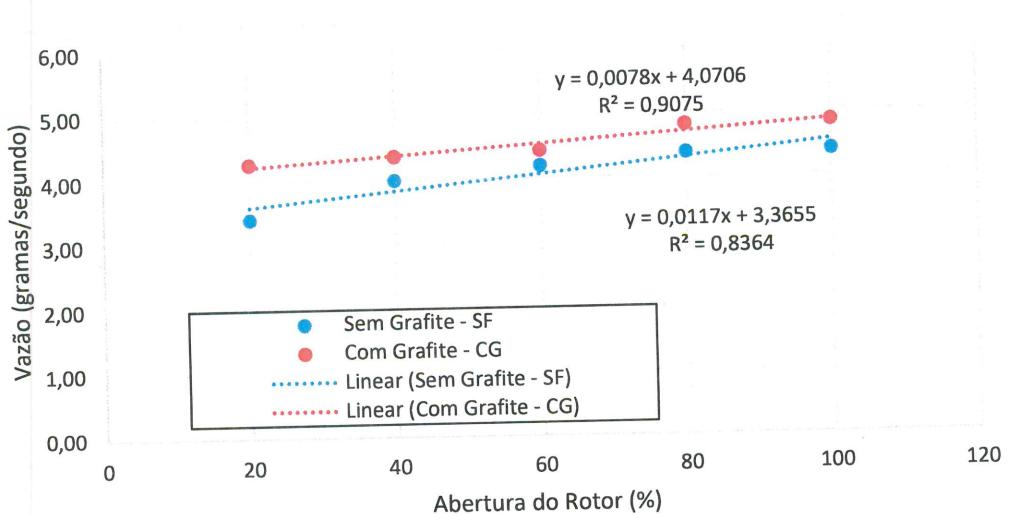
| Uso de Grafite | Abertura do Rotor (%) | | | | | Média |
|----------------|-----------------------|----------|-----------|-----------|----------|---------|
| | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | |
| Sem | 26,53 Ab | 17,04 Aa | 16,41 Aa | 21,17 Aab | 16,28 Ba | 18,92 A |
| Com | 12,23 Bb | 10,55 Bb | 14,51 Aab | 16,92 Bab | 19,64 Aa | 14,88 B |
| Média | 18,36 | 13,80 | 15,64 | 19,07 | 17,96 | 16,86 |

Fonte: O autor, (2024).

Quanto às interações entre vazão e a taxa de exposição do rotor acanalado (FIGURA 6), mostra que o modelo de regressão estatística resultou em curvas lineares em que cada taxa de exposição de 1% aumentou 0,0078 vezes o CV, com R^2 superior a 90% no tratamento com grafite.

A influência do grafite na vazão foi estatisticamente significativa em quase todas as taxas de exposição do rotor acanalado. A exceção foi a abertura de 60% tanto na vazão quanto no coeficiente de variação. Sem grafite, a vazão das sementes de trigo também teve acréscimo conforme a taxa de abertura aumentou, o valor de CV foi maior, o que ocasiona em valores mais longes da média obtida.

FIGURA 6: Vazão de sementes em função das taxas de exposição do rotor acanalados.



Fonte: O autor, (2024).

5 CONCLUSÕES

Por meio da pesquisa, pode-se afirmar que o uso do grafite no mecanismo dosador de fluxo contínuo tem interação com a taxa de abertura do rotor, promovendo o aumento da vazão de sementes.

É essencial que se expanda a pesquisa para entender se esse aumento de vazão influencia positivamente ou não na uniformidade da semeadura de sementes de trigo.

O uso do grafite também foi positivo na porcentagem de danos mecânicos das sementes, o que proporciona o sucesso de germinação das sementes quando dispostas no sulco de plantio.

A quantidade de grafite usada para as sementes também pode ser melhor quantificada para cultura de trigo, podendo ser ajustada uma dose mais adequada.

6 REFERÊNCIAS

BALASTREIRE, L. A. **Máquinas agrícolas**. Piracicaba, 322 p, 2005.

BESHARATI, B.; NAVID, H.; KARIMI, H.; BEHFAR, H.; ESKANDARI, I. Development of an infrared seed-sensing system to estimate flow rates based on physical properties of seeds. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.162, p.874-881, 2019.

BIULCHI, Paulo Vitório. **Maquinas e mecanização agrícola**. Londrina, 236 p. 2016.

BOTELHO, F. M.; FARIA, B. M. E. M. DE; BOTELHO, S. DE C. C.; RUFFATO, S.; NOGUEIRA, R. M. Metodologias para determinação de massa específica de grãos. **Agrarian**, v.11, p.251-259, 2018.

BOTTEGA, E. L.; VIAN, T.; GUERRA, N.; OLIVEIRA NETO, A. M. de. Diferentes dosadores de sementes e velocidades de deslocamento na semeadura do milho em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, Recife, v. 22, p. 201-707, 2018.

BORÉM, A. Melhoramento do trigo. **Melhoramento de plantas**. 2o ed. UFV. Viçosa, p. 537-571. 1998

CASTRO, P. R. C.; KLUGUE, R. A.; SESTARI. **Manual de fisiologia vegetal: fisiologia de cultivos**. Agronômica Ceres Ltda, Ouro fino, p. 864. 2008.

CARNEIRO, L. M. T. A. et al. Diferentes épocas de colheita, secagem e armazenamento na qualidade de grãos de trigo comum e duro. **Bragantia**, v. 64, n. 1, p. 127-137, 2005.

COETZEE, C. AND ELS, D. The Numerical Modelling of Excavator Bucket Filling Using DEM. **Journal of Terramechanics**, 46, 217-227. 2009.

CORREIA, P. S. da; FAGGION, T; SILVA, F.; SOUSA, P. SEMEADURA DE SOJA EM FUNÇÃO DE MECANISMOS DOSADORES E VELOCIDADE OPERACIONAL. **ENERGIA NA AGRICULTURA**. 35. 190-198. 2020

CORREIA, T. P. DA S., LOPES, A. G. C., TAVARES, L. A. F., TAVEIRA, W. M. C. F., & SILVA, P. R. A. Desempenho operacional e distribuição longitudinal de sementes por semeadora de precisão submetida à diferentes calibragens do rodado. **Nativa**, 8(5), 679–686. 2020.

DALLA COSTA, E. M., et al. Lubrificação sólida em sementes de milho: influência na eficiência de semeadura e no potencial produtivo. **Semina: Ciências Agrárias**. 2014.

SOUZA JÚNIOR R. L.;CUNHA J. P. A. R. DESEMPENHO DE UMA SEMEADORA DE PLANTIO DIRETO NA CULTURA DO MILHO. **Revista Agrotecnologia**, Anápolis, v.3, n.1, p.81-90, 2012.

DE LA ROSA ANDINO, A. A. Valoración del proceso de cosecha mecanizada de la caña de azúcar, utilizando las cosechadoras CASE IH (A 7000) en la empresa azucarera "Arquímedes Colina Antúnez". **Ingeniería Agrícola**, [S. I.], v. 4, n. 4, p. 30–34, 2017.

DE MORI, C. Aspectos econômicos da produção e utilização. **Embrapa Trigo-Capítulo em livro científico (ALICE)**, p. 11-34, 2015.

FELDMANN, A. N.; VARGAS, U.; MÜHL, F.; CASSOL, S. P.; SOMOVILLA, L. L. Inovação de grãos de trigo. **Revista Inovação**. Vol. 2, 2023.

FERREIRA, F. M.; OSS, L. L.; CARNEIRO, M. A. de.; LITTER, F. A. Distribuição longitudinal na semeadura do milho com semeadoras de precisão mecânica e pneumática. **Nativa**, Sinop, v. 7, n. 3, p. 296-300, 2019.

FRANCETTO, T. R. DAGIOS, R. F.; FERREIRA, M. F.; ALONÇO, A. S. Mecanismos dosadores de sementes e fertilizantes presentes nas semeadoras adubadoras de precisão no brasil. **CLIA/CONBEA 2012**, p.4, 2012.

HENTSCHKE, C. Cultura do milho: planejamento do plantio. **Revista Seed News**, Pelotas, n. 4, p. 18-20, 2002.

HETTWER, H. R. A Controversa Evolução Da Indústria Brasileira De Máquinas Agrícolas de 1920 A 2020. **Programa de Pós-Graduação em História (PPGH)**, Unimontes-MG, 2023.

HU, M. et al. Measurement and Calibration of the Discrete Element Parameters of Coated Delinted Cotton Seeds. **Agriculture**, v.12, n.2, p.286, 2022.

JANDREY, P. E., et. al., Variáveis agronômicas de interesse para programa de melhoramento genético do trigo. **Contribuciones a Las Ciencias Sociales**, São José dos Pinhais, v.17, n.2, p. 01-11, 2024.

JASPER R, JANSZEN U, JASPER M, GARCIA LC. Distribuição longitudinal e germinação de sementes de milho com emprego de tratamento fitossanitário e grafite. **Eng Agríc [Internet]**. Jan;26(1):292–9. 2006.

JASPER, S. P.; BUENO, L. DE S. R.; LASKOSKI, M.; LANGHINOTTI, C. W.; PARIZE, G. L. Desempenho do trator de 157KW na condição manual e automático de gerenciamento de marchas. **Revista Scientia Agraria**, v.17, p.55-60, 2016

LANÇONI, A. A. L.; SOARES, W. M.; CARREC, C. da C.; LIMA. Efeito da Aplicação de um Sistema de Automação Agrícola em Colheita Mecanizada de Cana-de-Açúcar como Ferramenta de Gestão e Controle de Custo Operacional. **Cogna Educação: Portal de Periódicos Científicos**, v. 24, n. 2, p. 146-152, 2020.

LIMA, J. R. T. Mecanização agrícola, trabalho e subjetividade: a Teoria das Representações Sociais como recurso para compreensão das mudanças ocorridas nos canaviais brasileiros. **Revista Colombiana de Sociologia**, 44(1), 73-96. 2021.

LIU, W. et al. Impact of planter type, planting speed, and tillage on stand uniformity and yield of corn. **Agronomy Journal**, n.96, p.1668-1672, 2004.

LITHOURGIDIS, A.S.; DHIMA, K.V.; DAMALAS, C.A.; VASILAKOGLOU, I.B.; ELEFTHEROHORINOS, I.G. Tillage Effects on Wheat Emergence and Yield at Varying Seeding Rates, and on Labor and Fuel Consumption. **Crop Science**, v.46, p.1187–1192, 2006.

MANTOVANI, E. C., MANTOVANI, B. H. M., CRUZ, I., MEWES, W. L. de C., & OLIVEIRA, A. C. de. Desempenho de dois sistemas distribuidores de sementes utilizados em semeadoras de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 34(1), 93–98. 1999.

MARINI, N.; TUNES, L. M.; SILVA, J. I. et al. Efeito do fungicida Carboxim Tiram na qualidade fisiológica de sementes de trigo (*Triticum aestivum* L.). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 1, p. 17-22, 2011.

MEGNA, F. P. R. **Mecanização agrícola: coletânea de aulas**. Campina Grande. Editora Portal Tecnológico, 1. Ed. EPTEC. ISBN: 978-65-00-37423-0. 2022.

MIALHE, L. G. **Manual de Mecanização Agrícola**. São Paulo: Ceres. 301 p. 2012.

MODOLO, A. J., SILVA, S. de L., SILVEIRA, J. C. M., MERCANTE, E. Avaliação do desempenho de duas semeadoras-adubadoras de precisão em diferentes velocidades. **Engenharia na Agricultura**. Viçosa-MG. V.12, n.4, 298-306. 2004.

MOLETA, I. ; RAMPIM, L. ; CONRADO, P. M. ; CZEKALSKI, A. M. ; POTT, C. A. ; FARIA, V. de O.; SPLIETHOFF, J.; BRITO, T. S.; MARTINS, L. de O. ; WENDLER, C. D. . Performance of pneumatic and mechanical seeder-fertilizer at different speeds in soybean. **Research, Society and Development**, [S. l.], v. 9, n. 10, p. e4629107947, 2020.

MOHSENIN, N.N. Physical properties of plant and animal materials New York: **Gordan and Breach**. 734p.1974.

MYERS, Robert L.; MEINKE, Louis J. Trigo mourisco: uma alternativa multifuncional e de curta temporada. **Extension** - University of Missouri. 1994.

OLIVEIRA, E.C.et al. Efeito da velocidade de semeadura e da dose de grafite na distribuição espacial das sementes de milho. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**. 2016.

OLIVEIRA, Wilson Pazete de et al. DESENVOLVIMENTO DE PROTÓTIPO DE SEMEADORA PARA PLANTIO DIRETO DE MÚLTIPLAS ESPÉCIES SIMULTÂNEAS. In: **Anais do Congresso Estadual de Iniciação Científica e Tecnológica do Instituto Federal Goiano**. Anais...Urutai(GO) Instituto Federal Goiano - Campus Urutai, 2017.

PEREIRA, J. C.; MARQUESFILHO, A. C.; SOUZA, F. L. P.; SILVA, P. R. A. Plantability and influence of the application of graphite associated with Chemical treatment of soybeans. **Revista Agricultura Neotropical**, Cassilândia- MS, v. 8, n. 3. 2021.

POHDNDRF, R. S.; KLEIN, B.; NASCIMENTO, B. C.; RUTZ, D.; FOGUESATTO, R. J.; ELIAS, M. C. Influência da umidade e do percentual de grãos quebrados e inteiros no ângulo de repouso de soja. In: **ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO -UFPEL**, Pelotas. **Anais**. Pelotas: UFPel, 4p. 2011.

REIS, Â. V. DOS .; FORCELLINI, F. A. Identificação de requisitos de clientes para o projeto de um dosador de precisão para sementes miúdas. **Engenharia Agrícola**, 26(1), 309–320. 2006.

REIS, Â. V. DOS; FORCELLINI, F. A. Dosador mecânico de precisão para sementes miúdas: Testes funcionais. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, p.651-656, 2009.

RINALDI, P. C. N., ZAMPIROLI, R., ALVARENGA, C. B. de; GALLIS, R. B. de A., & Fernandes, H. C. Métodos de avaliação da distribuição longitudinal de plântulas no estabelecimento inicial da cultura do milho. **Nativa**, V.9, n. 2, 157-162, 2021.

SAVI D.; KMIECIK L. L.; STRAPASSON NETO L.; SILVA T. X. DA; JASPER S. P. INFLUENCE OF SEED TUBE CURVATURE ON SEED LONGITUDINAL DISTRIBUTION. **Eng Agríc** [Internet]. 2020a.

SAVI, D; GARCIA, M. H.; BATISTA V. M.; LAGO, L. C. R.; FERRAZ, R. S. da.; JASPER, S. P. Avaliação da influência de diferentes doses de grafite sobre a distribuição de sementes de soja. Apresentado no **XLIX Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola – CONBEA**. 23 a 25 de novembro de 2020 - Congresso On-line. 2020.

SAVI, DANIEL et al. Graphite action on the longitudinal distribution of soybean seeds in mechanical and pneumatic feeders. **Acta Scientiarum. Agronomy** [online]. v. 45. 2023.

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. **Revista Energia da Agricultura**, v.25, n.1, p.85-102, 2010.

SILVA, L. G. da; SOARES, U. G.; MELO , S. G. F. de. EVOLUÇÃO DA MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA: a trajetória da mecanização das colheitadeiras e tratores um estudo com o olhar sobre as máquinas da CASE IH®. **Scientia Generalis**, [S. l.], v. 4, n. 2, p. 419–428, 2023.

SMITI, A. A critical overview of outlier detection methods. **Computer Science Review**, V. 38, 2020.

STORCK, L.; GARCIA, D. C.; LOPES, S. J.; ESTEFANEL, V. **Experimentação vegetal** 2. ed. Santa Maria: UFSM, 198 p. 2006.

SOYOYE, B. O.; ADEMOSUN, O. C.; AGBETOYE, L. A. Determination of some physical and mechanical properties of soybean and maize in relation to planter design. **Agricultural Engineering International: CIGR Journal**, v.20, p.81-89, 2018.

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

TAKEITI, C.Y. Trigo. Brasília: **Agência Embrapa de Informação Tecnológica**, 2015.

TEIXEIRA, S.; MACHADO, A. T.; RESI, A. V. dos; OLDONI, A. Caracterização da Produção Agroecológica do Sul do Rio Grande do Sul e sua Relação com a Mecanização Agrícola. **Eng. Agríc.**, Jaboticabal, v.29, n.1, p.162- 171. 2009.

TOURINO, M.C.C.; REZENDE, P.M.; ALMEIDA, L.G.P.; SILVA, L.A. Comparativo na uniformidade/distribuição de sementes em função do tipo de semeadoras. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 13, p. 383-392, 2007.

WIESE, M. V. Compendium of wheat diseases. 2a ed. **The American Phytopathological Society**: APS Press, 80 p. 1987.