

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

PEDRO ERNESTO GIACOMIN

**DISTRIBUIÇÃO DE SEMENTES DE MILHO (*ZEA MAYS*) COM DIFERENTES
SEMEADORAS E VELOCIDADES DE PLANTIO**

PATO BRANCO

2021

PEDRO ERNESTO GIACOMIN

**DISTRIBUIÇÃO DE SEMENTES DE MILHO (*ZEA MAYS*) COM DIFERENTES
SEMEADORAS E VELOCIDADES DE PLANTIO**

**Distribution of corn seeds (*Zea mays*) with different seeders and planting
velocity**

Trabalho de Conclusão de Curso de graduação apresentado como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Agronomia do Curso de Agronomia da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Alcir José Modolo

PATO BRANCO

2021



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/)

Esta licença permite download e compartilhamento do trabalho desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es), sem a possibilidade de alterá-lo ou utilizá-lo para fins comerciais. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

PEDRO ERNESTO GIACOMIN

**DISTRIBUIÇÃO DE SEMENTES DE MILHO (*ZEA MAYS*) COM DIFERENTES
SEMEADORAS E VELOCIDADES DE PLANTIO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título
de Bacharel em Agronomia do Curso de Agronomia
do *Campus* Pato Branco da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 22/novembro/2021

Alcir José Modolo
Engenheiro Agrícola (Doutorado)
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *Campus* Pato Branco

Gilberto Santos Andrade
Engenheiro Agrônomo (Doutorado)
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *Campus* Pato Branco

José Ricardo da Rocha Campos
Engenheiro Agrônomo (Doutorado)
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – *Campus* Pato Branco

PATO BRANCO

2021

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente Deus, pela vida e pela capacidade que me concebeu.

Aos meus pais, Nadir Giacomini e Rosalette Maria Giacomini pela oportunidade que me deram.

Aos meus irmãos Patrícia Giacomini, Everton Giacomini e Leticia Giacomini, pelo apoio que recebi nos momentos difíceis.

A minha namorada Fabiana Olivo, por todas as vezes que me motivou e me ajudou a continuar.

A minha segunda família Moacir Fernandes Olivo e Evonete Badia Olivo, pelo acolhimento, a amizade e a carisma com que fui recebido na família.

Ao meu Orientador Prof. Dr. Alcir José Modolo, pela sabedoria que me guiou.

A UTFPR, pelo ensino de qualidade.

A todos que de alguma forma me ajudaram a chegar até aqui, eu deixo um Muito Obrigado!

RESUMO

A plantabilidade de uma lavoura é fator preponderante para a obtenção de elevadas produtividades, de tal maneira, que este aspecto é diretamente influenciado por fatores como tipo de equipamento e velocidade empregada. Deste modo, objetivou-se avaliar o desempenho de duas semeadoras-adubadoras de plantio direto, na distribuição de sementes de milho, em relação a diferentes velocidades de deslocamento. O trabalho foi conduzido em uma propriedade rural no município de Vitorino – PR, em delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições e esquema fatorial 2 x 4, sendo dois tipos de semeadoras (com dosador mecânico e com dosador pneumático) e quatro velocidades de semeadura (3, 5, 7 e 9 km h⁻¹). Utilizou-se duas semeadoras-adubadoras da marca Planti-Center®, modelo Terraçu's Premier 13.000 G-5, com espaçamento entre linhas de 0,5 m, sendo uma equipada com dosador pneumático modelo Selenium (J.ASSY) e outra com dosador mecânico fabricado pela empresa Planti Center. Foram utilizadas sementes de milho da cultivar AS 1666, visando uma população de plantas de 80.000 plantas por hectare e quatro sementes por metro linear. Os ensaios de distribuição de sementes foram realizados em uma caixa de areia de 30 metros de comprimento, retirando-se o sistema de fechamento de sulco das semeadoras para melhor visualização da distribuição. Após a semeadura coletaram-se as sementes de cada tratamento, que foram submetidas a teste de germinação. Realizaram-se as seguintes avaliações: germinação (GERM), espaçamento médio entre plantas – EM, percentual de espaçamentos normais – EN, falhos – EF e duplos – ED e número de sementes por metro (SEM). Os dados foram submetidos a análise de variância e quando observou-se diferenças significativas (p<0,05), as médias das semeadoras foram submetidas ao teste F, enquanto que para o fator velocidade de deslocamento, realizou-se análise de regressão polinomial. A germinação de sementes de milho não foi afetada pelos dosadores e velocidades de semeadura e que a utilização da semeadora com dosador mecânico resultou em acréscimo do percentual de espaçamentos falhos e decréscimo no total de sementes depositadas por hectare. Além disso, o aumento da velocidade de semeadura acarretou em acréscimo no espaçamento médio entre plantas e no percentual de espaçamentos falhos e decréscimo no percentual de espaçamentos normais. Para a semeadora com dosador mecânico, o aumento da velocidade de semeadura provocou decréscimo linear significativo do número de sementes por hectare, enquanto que a semeadora do tipo pneumática proporcionou maior quantidade de sementes por hectare em comparação à semeadora mecânica, mas, mesmo assim, ficando abaixo da quantidade desejada.

Palavras-chave: plantabilidade; *Zea mays*; dosador pneumático; dosador mecânico.

ABSTRACT

The plantability of a crop is a major factor in obtaining high yields, in such a way that this aspect is directly influenced by factors such as the type of equipment and velocity. Thus, the aim of this study was to evaluate the performance of two no-tillage seeder-fertilizers, in the distribution of corn seeds, in relation to different displacement velocity. The study was carried out on a farm in the municipality of Vitorino – PR, in a completely randomized design with four replications and a 2 x 4 factorial design, with two types of seeders (with mechanical meter and with pneumatic meter) and four sowing speeds (3, 5, 7 and 9 km h⁻¹). Two Planti-Center® fertilizer seeders were used, model Terraçu's Premier 13,000 G-5, with 0.5 m spacing between rows, one equipped with a pneumatic feeder model Selenium (J.ASSY) and the other with a manufactured mechanical feeder by the Planti Center company. Corn seeds of cultivar AS 1666 were used, aiming at a plant population of 80,000 plants to hectare and four seeds to linear meter. The sowing was done in a sand box of 30 meters long, removing the furrow closing system from the seeders for better visualization of the distribution. After sowing, the seeds of each treatment were collected and submitted to a germination test. The following evaluations were carried out: germination (GERM), spacing average between plants – EM, percentage of normal spacing – EN, faulty – EF and double – ED and number of seeds per meter (SEM). Data were subjected to analysis of variance and when significant differences were observed (p<0.05), the means of seeders were subjected to the F test, while for the displacement speed factor, a polynomial regression analysis was performed. It was concluded that the germination of corn seeds was not affected by sowing with different types of seeder and sowing speed and that the use of the seeder with mechanical meter resulted in an increase in the percentage of faulty spacing and a decrease in the total seeds deposited by hectare. Furthermore, the increase of the sowing speed proved an increase in the average spacing between plants and in the percentage of faulty spacing and a decrease in the percentage of normal spacing. For the mechanical seeder, the increase in sowing speed caused a significant linear decrease in the number of maize seeds deposited per hectare, while the pneumatic seeder provides a greater amount of seeds per hectare compared to the mechanical seeder, but even so, it was below the desired amount.

Keywords: plantability; *Zea mays*; pneumatic doser; mechanical doser.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Semeadora Planti Center® modelo Terraçu's Premier 13.000 G-5 (a), Mecanismo dosador pneumático modelo Selenium (b), Semeadora-adubadora Planti Center®, modelo Terraçu's Premier 13.000 (c), Mecanismo dosador mecânico Planti Center (d), disco de 28 furos de 4,47 mm, modelo Selenium (e), e disco perfurado horizontal com 28 furos Apollo L-Rampa, com 13,5 mm de diâmetro e 4 mm de espessura, com anel rebaixado de 3 mm (f).....	19
Figura 2 – Caixa de areia utilizada nos ensaios de distribuição de sementes de milho	20
Figura 3 – Espaçamento médio entre sementes de milho em função de velocidades de semeadura. UTFPR – <i>Campus</i> Pato Branco, 2021.....	24
Figura 4 – Porcentagem de espaçamentos normais entre sementes de milho em função de velocidades de semeadura. UTFPR – <i>Campus</i> Pato Branco, 2021.....	25
Figura 5 – Porcentagem de espaçamentos falhos entre sementes de milho em função de velocidades de semeadura. UTFPR – <i>Campus</i> Pato Branco, 2021.....	26
Figura 6 – Valores médios de sementes por hectare (SEM) em função do tipo de semeadoras e velocidades de semeadura de milho, de um experimento conduzido em delineamento inteiramente casualizado. UTFPR – <i>Campus</i> Pato Branco, 2021.	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Limites de tolerância para as variações dos espaçamentos (Xi) entre sementes e o tipo de espaçamento considerado.....	21
Tabela 2 – Fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL) e quadrado médio dos caracteres porcentagem de germinação (GERM - %), espaçamento médio entre plantas (EM – cm), espaçamentos normais (EN - %), espaçamentos duplos (ED - %), espaçamentos falhos (EF - %) e sementes por hectare (SEM), em função do tipo de mecanismo dosador e velocidades de deslocamento. UTFPR – <i>Campus Pato Branco</i> , 2021.....	23
Tabela 3 – Porcentagem de espaçamentos falhos entre sementes de milho, em função do tipo de semeadora/dosador. UTFPR – <i>Campus Pato Branco</i> , 2021.....	27

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	OBJETIVOS.....	11
2.1	Geral.....	11
2.2	Específicos.....	11
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
3.1	Aspectos gerais e importância econômica do milho.....	12
3.2	Sistema plantio direto.....	13
3.3	Semeadoras-adubadoras de plantio direto.....	14
3.4	Mecanismos dosadores de sementes.....	14
3.5	Velocidade de trabalho e distribuição de sementes.....	16
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	18
4.1	Área experimental.....	18
4.2	Máquinas e equipamentos utilizados.....	18
4.2.1	Trator.....	18
4.2.2	Semeadoras.....	18
4.3	Caracterização do híbrido.....	20
4.4	Tratamentos e delineamento experimental.....	20
4.5	Parâmetros Avaliados.....	21
4.6	Análise dos dados.....	21
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	23
5.1	Porcentagem de germinação de sementes.....	24
5.2	Distribuição de sementes.....	24
6	CONCLUSÕES.....	30
	REFERÊNCIAS.....	31

1 INTRODUÇÃO

O sistema plantio direto consiste no cultivo em solo não preparado por arados e grades, onde a superfície contenha consideráveis quantidades de resíduos vegetais, obtidos quando se adota uma adequada rotação de culturas. Nesse sistema, destaca-se a importância da operação de semeadura realizada com qualidade para se obter adequada dosagem de fertilizantes e boa regularidade na distribuição das sementes (MAHL, 2006).

Ainda segundo a autora supracitada, um dos fatores para que a cultura possa atingir seu máximo potencial produtivo é que as semeadoras estejam reguladas corretamente para que a semente seja distribuída em quantidade, profundidade e posição desejada. Ademais, que seus mecanismos dosadores não sofram influência da velocidade de deslocamento, da declividade do terreno e que, após passarem pelo mecanismo dosador, as sementes mantenham a sua qualidade, proporcionando adequado estande plantas.

O estande de plantas é um dos fatores que influenciam diretamente a produtividade da cultura do milho, sua uniformidade depende da precisão da semeadora-adubadora na distribuição das sementes. Estas podem estar equipadas com diferentes mecanismos dosadores de sementes, sendo os mais utilizados na semeadura do milho o dosador pneumático e o do tipo mecânico, que diferem na precisão de distribuição de sementes na linha de semeadura, o que ocasiona diferentes arranjos espaciais de plantas no campo (BOTTEGA *et al.*, 2017). Além de serem o componente de maior importância da semeadora por influenciar diretamente no estande final de plantas (DIAS *et al.*, 2009).

Os dosadores mecânicos, geralmente, se encontram na forma de discos alveolados, situados no fundo de um reservatório que, ao girarem, captam e transportam as sementes até uma abertura de saída. Os dosadores pneumáticos consistem em discos ou tambores perfurados, onde as sementes são captadas pelo diferencial de pressão, transportadas até uma abertura de saída, na qual o diferencial de pressão cessa e as sementes são conduzidas até o solo (OGLIARI, 1990).

Uma má distribuição de semente resulta em falhas e/ou acúmulo de plantas na linha. A ocorrência de falhas causa um maior risco de erosão, desenvolvimento

de plantas daninhas e perda do adubo distribuído. Em contrapartida, o acúmulo provoca competição por água e nutrientes, acarretando em enfraquecimento das plantas (OGLIARI, 1990).

Além da influência dos sistemas dosadores, outro fator pode interferir na qualidade da distribuição das sementes, é a velocidade de trabalho. Foi o observado por Pinheiro-Neto *et al.* (2008) quando avaliaram duas semeadoras-adubadoras e concluíram que a porcentagem de espaçamentos aceitáveis e a população de plantas reduz em decorrência do aumento da velocidade de deslocamento.

Bottega *et al.* (2017) ao analisarem a distribuição de sementes de milho sob três velocidades de semeadura (4; 6 e 8 km h⁻¹) e dois sistemas de distribuição (disco perfurado horizontal e pneumático), observaram que a melhor distribuição foi obtida com o dosador mecânico nas velocidades de 4 e 6 km h⁻¹ e que o aumento da velocidade de deslocamento na semeadura interfere na precisão e na distribuição das plantas, relacionando diretamente essa variável a ocorrência de plantas duplas.

Tendo em vista a necessidade de melhorar a uniformidade do estande de plantas de milho, é necessário a escolha de uma semeadora equipada com um eficiente sistema de distribuição, e definição ideal de velocidade para cada tipo de mecanismo dosador. Nesse sentido, esse trabalho foi desenvolvido com a proposta de auxiliar na escolha do dosador de sementes e sua velocidade de trabalho ideal, para que se obtenha uma população de plantas e uma distribuição precisa no momento da semeadura.

2 OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar o desempenho de duas semeadoras-adubadoras de plantio direto na distribuição da semente de milho em relação a diferentes velocidades de deslocamento.

2.2 Específicos

Avaliar a distribuição das sementes de milho em quesitos falhos, duplos e normais em função do tipo de mecanismos dosador e velocidade de deslocamento;

Determinar a influência do tipo de dosador e da velocidade de semeadura, no percentual de germinação de sementes após a semeadura;

Determinar a velocidade ideal para cada semeadora e seu respectivo dosador.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Aspectos gerais e importância econômica do milho

O milho (*Zea mays* L.) pertencente à família Poaceae, possui caráter monóico e é uma das plantas cultivadas de maior interesse devido a sua origem, estrutura e variação, apresentando indicativos que seria incapaz de perdurar sem os cuidados do homem (MAGALHÃES, 2002).

É o cereal mais produzido no mundo apresentando ampla abrangência de subprodutos, principalmente para uso na fabricação de ração para alimentação animal, sendo esse uso mais de 50% da produção nacional. A produção de milho acompanha, basicamente, o crescimento da produção de suínos e aves, setores que mais demandam o grão no Brasil. Além destes, há demanda para o grão na alimentação animal de bovinos e pequenos animais, na indústria e exportação (ABIMILHO, 2019).

As condições climáticas brasileiras favorecem a realização de duas safras, sendo a 1ª safra também conhecida como safra de verão e a 2ª safra conhecida como safrinha (MADALÓZ, 2018). Visto isso, o Brasil é o 3º maior produtor de milho do mundo, ficando atrás somente de Estados Unidos e China (ABIMILHO, 2020).

A produção brasileira de milho total chegou a 88,8 milhões de toneladas na safra 2020/2021, sendo de 24,3 mil toneladas na safra de verão e de 62,4 mil toneladas na safrinha. No estado do Paraná a produção foi de 17,9 mil toneladas (ABIMILHO, 2020). Em relação a área plantada da cultura no País, esta alcançou cerca de 20 milhões hectares em 2020/2021 entre todas as safras. Sendo o Paraná responsável por 2,7 milhões de hectares plantados (CONAB, 2021; IBGE, 2020).

A média de produtividade de milho no Brasil, na safra 2019/2020, foi de 5.500 kg ha⁻¹, produtividade esta baixa comparada a média dos Estados Unidos no mesmo período, de 10.500 kg ha⁻¹. Isto devido ao milho ser um cereal utilizado para diversos fins. Como no Nordeste do Brasil, onde o milho é cultivado a fim de ser usado como fonte de energia para as pessoas. Por outro lado, é usado na produção comercial de alta produtividade, onde uma parcela de produtores cultiva o milho usando mais terra, mais capital e mais tecnologia (CANEDO RIVERA, 2006).

3.2 Sistema plantio direto

O sistema plantio direto (SPD) no Brasil começou a ser difundido a partir da década de 1990, com o intuito de redução da erosão e conseqüentemente a diminuição do potencial de contaminação do meio ambiente, além de oferecer para o agricultor maior garantia de renda devido à estabilidade de produção. O plantio direto é uma técnica conservacionista, definida como o processo de semeadura no solo não revolvido, ou seja, diretamente sobre a palhada da cultura anterior ou cobertura de solo, através de sulcadores ou discos, que fazem a largura e a profundidade suficiente para que a semente fique com adequada cobertura de solo (CRUZ *et al.*, 2011).

Conforme Salton, Hernani e Fontes (1998) o SPD envolve todas as técnicas utilizadas e recomendadas com o intuito de aumentar a produtividade, conservando ou melhorando o ambiente de forma contínua, fundamentada na rotação de cultura, cobertura permanente do solo e do não revolvimento do mesmo, partindo de um pressuposto de mudança do sistema convencional pensando em um cenário socioeconômico com preocupações ambientais.

No plantio direto é comum o aparecimento de uma camada superficial compactada do solo causada principalmente pela pressão das rodas e outros componentes das máquinas agrícolas podendo esse problema aumentar quando as operações forem realizadas com alta umidade do solo, dependendo do nível de compactação o desenvolvimento das plantas pode ser prejudicado. A utilização de sistemas de rotação de culturas é uma das formas de se minimizar os efeitos da compactação do solo (ARAÚJO *et al.*, 2001).

Dessa forma, a utilização da cultura do milho na rotação de cultura é fundamental, já que tem a vantagem de deixar grande quantidade de restos culturais que, se bem manejados, podem contribuir para redução da erosão e melhorar o solo. Além do que, a implantação do SPD tem sido facilitada em áreas onde é possível o desenvolvimento de safrinha, a qual só é possível onde o período chuvoso se prolonga um pouco mais, e tem o milho como uma das principais culturas utilizadas neste período (CRUZ *et al.*, 2006).

A área plantada com o SPD para produção de cereais no Brasil alcançou 32 milhões de hectares em 2013/2014. No Paraná esta área foi de 100 hectares em

1972 (início do plantio direto) para 5,3 milhões de hectares em 2014 (BUBLITZ, 2014).

3.3 Semeadoras-adubadoras de plantio direto

Foi através do surgimento e aperfeiçoamento das semeadoras-adubadoras de precisão projetadas e adaptadas para o SPD e herbicidas cada vez mais eficientes que possibilitou um melhor manejo de palhada, que o SPD foi amplamente disseminado no Brasil (CASÃO JUNIOR; ARAÚJO; LLANILLO, 2008).

Sendo assim, segundo Peche Filho *et al.* (2000), a mecanização passou a ser essencial como fator para o sucesso do SPD, principalmente em relação às máquinas para o plantio de cereais, já que até então, estas eram planejadas para trabalhar no cultivo convencional. Estas semeadoras-adubadoras destinadas ao SPD possuem sistemas altamente capacitados para cortar a palha, abrir um sulco para deposição do adubo e outro para deposição da semente, e uma roda compactadora para fechá-los.

Visando o melhor desempenho na semeadura no sistema de plantio direto, segundo Madalóz (2018), as semeadoras-adubadoras devem ser equipadas para realização do corte da palha, abertura do sulco, deposição de adubo e semente, e fechamento do sulco, tudo em uma única operação. Dessa forma, existem dois tipos de semeadoras-adubadoras, sendo elas de fluxo contínuo e de precisão.

As semeadoras de fluxo contínuo distribuem as sementes no sulco de forma contínua e são utilizadas para culturas que requerem menores espaçamentos entre sementes, e elevada taxa de dosagem. Já, as semeadoras de precisão distribuem as sementes em intervalos regulares entre elas utilizando mecanismos dosadores, (CORREIA *et al.*, 2014).

3.4 Mecanismos dosadores de sementes

O mecanismo dosador de semente é responsável por distribuir as sementes requeridas e direcioná-las a uma abertura de saída (BALASTREIRE, 1987). Existem diferentes mecanismos dosadores de sementes vinculados as semeadoras-adubadoras, os mais utilizados nas culturas da soja, milho e feijão são o distribuidor

pneumático de pressão negativa (vácuo) e o mecânico de disco alveolado horizontal. (MADALÓZ, 2018).

O princípio de funcionamento dos dosadores pneumáticos é na captura da semente pela diferença de pressão ou fluxo de ar criado pelo diferencial de pressão no disco que conduzirá a semente até determinado ponto onde haverá o corte da pressão, liberando a semente diretamente no tubo condutor e deste até o solo. Esta pressão de vácuo é produzida através de uma turbina, acionada pelo comando de fluxo contínuo de óleo do trator ou uma bomba de óleo acionada pela tomada de potência do trator (MADALÓZ, 2018).

Esse sistema tem como principal vantagem à precisão na dosagem de sementes e a ausência de danos que podem ser provocados durante o processo. Além disso, segundo Mialhe (2012), há uma eficiência maior em relação ao espaçamento entre as sementes.

Entretanto, mesmo nos dosadores pneumáticos há necessidade de utilizar diferentes tipos de discos, com orifícios adequados, em virtude da grande variação em tamanho e forma das diferentes sementes (CASÃO JR; SIQUEIRA, 2006).

Madalóz (2018) também aponta que os dois modelos de dosadores pneumáticos mais utilizados são o VacuMeter™, equipado nas semeadoras marca John Deere® (Moline, IL, USA), e o dosador vSet®, fabricado pela empresa Precision Planting® (Tremont, IL, USA) utilizados em semeadoras das marcas Stara®, Vence Tudo®, Tatu® Marchesan®, Case IH® e New Holland®. Já os dosadores tipo mecânico de discos perfurado horizontal são mais comuns e utilizado na maioria das semeadoras, geralmente fabricados pela própria montadora.

Todavia, o sistema dosador mais utilizado nas semeadoras de precisão no Brasil é o mecanismo dosador mecânico, o qual possui em seu disco dosador furos redondos, oblongos ou em formato especial, podendo estes se situar no centro ou nas bordas dos discos (FRANCETTO *et al.*, 2012). Neste mecanismo, sobre o disco dosador se localiza um platô, que limita as sementes depositadas nos furos dos discos e vai empurrá-las para fora quando os furos coincidem com a abertura de saída (BALASTREIRE, 1987).

Embora este mecanismo dosador seja considerado com uma semeadura de precisão, o valor satisfatório para esse sistema é de 60% de plantas com distribuição normal (MIALHE, 1996), pois muitos fatores podem interferir na boa distribuição

deste mecanismo, como, por exemplo, o uso de tratamentos fitossanitários nas sementes, podendo reduzir o deslizamento destas (JASPER *et al.*, 2006).

Garcia *et al.* (2011) em estudos com a cultura do milho, demonstram que o aumentar a velocidade de deslocamento da semeadora (2,5 e 4,4 km h⁻¹), ocasionou em aumento da profundidade de semeadura, da velocidade periférica do disco dosador e ocorrência de duplos, e redução de sementes por metro, além da patinagem dos rodados da semeadora.

3.5 Velocidade de trabalho e distribuição de sementes

Trabalhos e experiências a campo têm comprovado que a velocidade de plantio interfere diretamente na produtividade final do milho. Um dos principais problemas ligados à velocidade de plantio é a distribuição de plantas na linha. Como resultado de um plantio realizado com velocidades elevadas, ocorre falta de uniformidade da profundidade de plantio e um alto percentual de plantas duplas ou múltiplas e/ou falhas de plantio. Esta má distribuição faz com que ocorra maior competição entre as plantas resultando em um desenvolvimento irregular, que por sua vez produzirá uma espiga pequena (MADALÓZ, 2014).

Segundo Sangoi *et al.* (2012), a irregularidade na distribuição espacial nas linhas pode reduzir a eficiência de aproveitamento de água, luz e nutrientes, fazendo com que as plantas tenham desenvolvimento fonológico retardado, colmos frágeis, produzindo espigas pequenas.

Mello *et al.* (2007) analisando dois tipos de híbridos de milho em três velocidades de semeadura, constataram que na velocidade de 9,8 km h⁻¹ ocorreu diminuição de 25% dos espaçamentos normais, tendo a semeadora um desempenho menor nessa velocidade. Já, em 5,4 e 6,8 km h⁻¹ resultaram espaçamentos normais na ordem de 76%, enquanto na velocidade de 9,8 km h⁻¹ a regularidade da distribuição foi de 57%.

Mahl *et al.* (2004), ao testarem a qualidade da semeadura de milho com dosador do tipo disco perfurado horizontal, atestaram que, nas velocidades de semeadura de 4,4 e 6,1 km h⁻¹, houve igual eficácia na distribuição de sementes de milho e com resultado consideravelmente superior que na velocidade de 8,1 km h⁻¹. Sendo, a maior velocidade ocasionadora de menor percentual de espaçamentos

normais. Resultado semelhante encontrado por Santos *et al.* (2016), onde obtiveram melhor qualidade de distribuição de sementes na semeadura na velocidade de 6,3 km h⁻¹.

Além da distribuição de plantas, uma boa germinação é outra característica importante, já que esta afeta diretamente o estande final de plantas. Neste caso, o mecanismo dosador de sementes pode ser um agente danificador, pois ao passarem pelo mecanismo, as sementes tornam-se susceptíveis a danos mecânicos que reduzem seu poder germinativo e vigor (ALMEIDA; BARCELLOS; XIMENES, 2003). Entretanto, Oliveira *et al.* (2000) não observaram redução significativa da germinação e vigor de sementes de milho, quando submetidas ao dosador do tipo disco horizontal, em velocidades de semeadura de 5 e 7 km h⁻¹.

Por outro lado, Bellé *et al.* (2018), em experimento testando quatro velocidades de semeadura de milho (3; 6; 9 e 12 km h⁻¹), observaram comportamento linear negativo na emergência quando há aumento na velocidade de semeadura a partir de 6 km h⁻¹.

Outra interferência da velocidade de semeadura está relacionada a mobilização do solo, a qual se intensifica com o aumento da velocidade, em decorrência da movimentação causada pela haste sulcadora (ARAÚJO *et al.*, 1999).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Área experimental

O trabalho foi conduzido em uma propriedade situada na linha Vista Alegre, interior do município de Vitorino – PR. A área se localiza geograficamente nas coordenadas 26°11'51.0" latitude sul 52°47'57.9" e longitude oeste, com altitude média de 680 metros.

4.2 Máquinas e equipamentos utilizados

4.2.1 Trator

Para a realização do experimento foi utilizado o trator marca New Holland®, modelo 7040 (4x2 TDA), com potência de 180 cv, o qual foi utilizado como fonte de potência na tração das semeadoras, com sistema de distribuição mecânica e pneumática.

4.2.2 Semeadoras

Foram utilizadas duas semeadoras-adubadoras, sendo uma marca Planti Center®, modelo Terraçu's Premier 13.000 G-5 (Figura 1a) com espaçamento entre linhas de 0,5 metro, equipada com dosador de semente tipo pneumático, modelo Selenium, fabricado pela empresa J.ASSY (Figura 1b). A segunda semeadora utilizada é da marca Planti Center®, modelo Terraçu's Premier 13.000 (Figura 1c) com espaçamento entre linhas de 0,5 metro, equipada com dosador de semente tipo mecânico, fabricado pela empresa Planti Center® (Figura 1d).

A semeadora-adubadora modelo Terraçu's Premier 13.000 G-5, que tem como característica o uso de um único modelo de disco para diversos tamanhos de sementes da mesma cultura. Foi utilizado na cultura do milho o disco de 28 furos de 4,47 mm de diâmetro cada (Figura 1e). Já, a semeadora-adubadora marca Planti Center®, modelo Terraçu's Premier 13.000 tem em seu mecanismo dosador discos

perfurado horizontal com 28 furos Apollo L-Rampa, com 13,5 mm de diâmetro e 4 mm de espessura, com anel rebaixado de 3 mm (Figura 1f).

Figura 1 – Semeadora Planti Center® modelo Terraçu's Premier 13.000 G-5 (a), Mecanismo dosador pneumático modelo Selenium (b), Semeadora-adubadora Planti Center®, modelo Terraçu's Premier 13.000 (c), Mecanismo dosador mecânico Planti Center (d), disco de 28 furos de 4,47 mm, modelo Selenium (e), e disco perfurado horizontal com 28 furos Apollo L-Rampa, com 13,5 mm de diâmetro e 4 mm de espessura, com anel rebaixado de 3 mm (f)



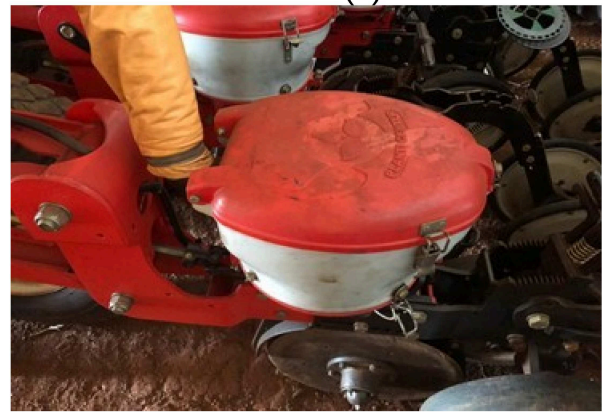
(a)



(b)



(c)



(d)



(e)



(f)

4.3 Caracterização do híbrido

Foram utilizadas sementes de milho da marca Agroeste[®], Cultivar AS 1666, com poder de germinação de 85% e pureza de 98%, conforme descrito na embalagem, visando uma população de 80.000 plantas por hectare, conforme recomendação do Departamento Tecnológico da Agroeste (2018). As semeadoras foram ajustadas conforme recomendações agrônômicas para distribuir quatro sementes por metro linear, com o uso de pó lubrificante.

4.4 Tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4, com quatro repetições, onde os tratamentos consistem em dois tipos de semeadoras (com dosadores de sementes diferentes) submetidas a quatro níveis de velocidade de trabalho (3,0; 5,0; 7,0 e 9,0 km h⁻¹).

A semeadura foi realizada em uma caixa de areia com dimensões de 30 metros de comprimento por 0,3 metro de largura e 0,1 metro de altura (Figura 2). O sistema de fechamento de sulco das semeadoras foi retirado para melhor visualização da distribuição, evitando a escavação da areia, visando a redução do erro experimental.

Figura 2 – Caixa de areia utilizada nos ensaios de distribuição de sementes de milho



Fonte: Autoria própria, 2021

4.5 Parâmetros Avaliados

Em cada repetição foi realizado a medição no intervalo das sementes nos 15 metros centrais, com a finalidade de estabelecer os dados de distribuição de sementes em cada tratamento, assim, podendo estabelecer a porcentagem do espaçamento de sementes normais, falhas e duplas, conforme metodologia proposta por Kurachi *et al.* (1989), que classifica em três grupos, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 – Limites de tolerância para as variações dos espaçamentos (Xi) entre sementes e o tipo de espaçamento considerado

Tipo de Espaçamento	Intervalo de tolerância para variação de Xi
Duplos	$Xi < 0,5 * Xref$
Normais	$0,5 * Xref < Xi < 1,5 * Xref$
Falhos	$Xi > 1,5 * Xref$

Xi = espaçamento entre sementes obtido a campo. Xref = valor de referência obtido em função do espaçamento e população de plantas

Fonte: Kurachi *et al.* (1989)

Também foi realizado teste de germinação das sementes de milho, após passarem pelo mecanismo dosador, nas diferentes velocidades (3,0; 5,0; 7,0 e 9,0 km h⁻¹).

O teste de germinação foi conduzido com quatro repetições de 50 sementes para cada velocidade e tipo de dosador, além de quatro repetições para a testemunha, totalizando 1.800 sementes. Para isso, utilizou-se 108 folhas de papel filtro tipo *Germitest*, as quais foram pesadas e umedecidas com 2,5 vezes sua massa com água destilada. Após montados os testes, estes foram levados ao germinador a 25 °C por sete dias, onde a contagem de sementes germinadas foi realizada aos quatro e sete dias (BRASIL, 2009).

4.6 Análise dos dados

Os dados foram tabulados e submetidos à análise de variância para o efeito de cada tratamento, utilizando programa estatístico Genes (CRUZ, 2013). Quando observado diferença significativa, as médias das semeadoras foram submetidas ao

teste de F ($p \leq 0,05$), enquanto que para o fator velocidade de deslocamento, foi adotada a análise de regressão polinomial.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Tabela 2, pode-se observar que apenas as variáveis porcentagem de germinação (GERM) e espaçamentos duplos (ED) não apresentaram diferenças significativas para o fator isolado velocidade de semeadura. Tais resultados permitem inferir que as velocidades de semeaduras compreendidas entre 3,0 e 9,0 km h⁻¹ não é fator capaz de alterar os resultados destes caracteres. Por outro lado, as variáveis espaçamento médio entre plantas (EM), espaçamentos normais (EN), espaçamentos falhos (EF) e sementes por hectare (SEM), mostraram ser responsivos a velocidade com que ocorre a semeadura, uma vez que estas diferiram significativamente em nível de 5% de probabilidade de erro. Já para o fator isolado tipo de semeadora (dosadores), apenas as variáveis EF e SEM apresentaram resultados significativos.

Tabela 2 – Fontes de variação (FV), graus de liberdade (GL) e quadrado médio dos caracteres porcentagem de germinação (GERM - %), espaçamento médio entre plantas (EM - cm), espaçamentos normais (EN - %), espaçamentos duplos (ED - %), espaçamentos falhos (EF - %) e sementes por hectare (SEM), em função do tipo de mecanismo dosador e velocidades de deslocamento. UTFPR – Campus Pato Branco, 2021

FV	GL	QM					
		GERM	EM	EN	ED	EF	SEM
Velocidade (V)	3	40,98 ^{ns}	0,00*	0,15*	100,00 ^{ns}	0,00*	0,03*
Semeadora (S)	1	23,26 ^{ns}	100,00 ^{ns}	10,72 ^{ns}	100,00 ^{ns}	0,23*	0,00*
V x S	3	100,00 ^{ns}	100,00 ^{ns}	100,00 ^{ns}	14,52 ^{ns}	100,00 ^{ns}	0,30*
Resíduo	24	32,00	0,00	533,73	175,02	125,06	31552445,50
Média Geral	-	99,00	0,29	89,91	3,42	6,67	72375,00
CV (%)	-	1,17	2,18	5,25	78,86	34,22	1,58

* Significativo a 5% de probabilidade de erro. ^{ns} Não significativo em nível de 5% de probabilidade de erro

Fonte: Autoria própria (2021)

Quando trata-se da interação entre os fatores velocidade de semeadura e tipo de semeadora (dosadores), é possível constatar que a única variável cujos resultados variaram conforme a velocidade com que se realizou a semeadura de milho com cada modelo de semeadora foi a SEM, uma vez que esta apresentou diferenças significativas em nível de 5% de probabilidade de erro.

Ressalta-se, ainda, que as variáveis germinação (GERM) e espaçamento duplo entre sementes (ED) não apresentaram diferenças significativas nem para os fatores isolados (velocidade e tipo de semeadora), nem para a interação entre estes.

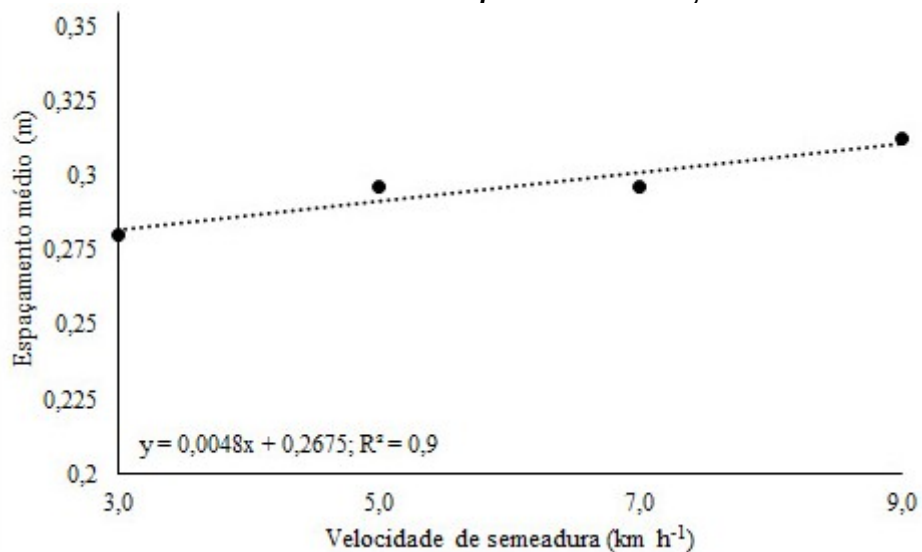
5.1 Porcentagem de germinação de sementes

A germinação média das sementes, após passarem pelos dosadores, não apresentaram diferenças significativas nem para os fatores isolados (velocidade e tipo de semeadora/dosador), nem para a interação entre estes, com valor médio de 99%, valor este que demonstra que o processo de semeadura não foi capaz de afetar a qualidade fisiológica destas.

5.2 Distribuição de sementes

Na Figura 3, têm-se a análise de regressão para a variável EM, onde é possível constatar um comportamento linear crescente, uma vez que ao realizar-se a semeadura de milho com uma velocidade de 3 km h⁻¹, obteve-se um espaçamento médio entre plantas de 0,28 m, o que é considerado adequado levando em consideração que se desejava um total de 4 sementes de milho por metro, que deveriam ser distribuídas a cada 0,25 m. No entanto, ao elevar esta velocidade para 9 km h⁻¹, este espaçamento aumentou para 0,32 m.

Figura 3 – Espaçamento médio entre sementes de milho em função de velocidades de semeadura. UTFPR – Campus Pato Branco, 2021

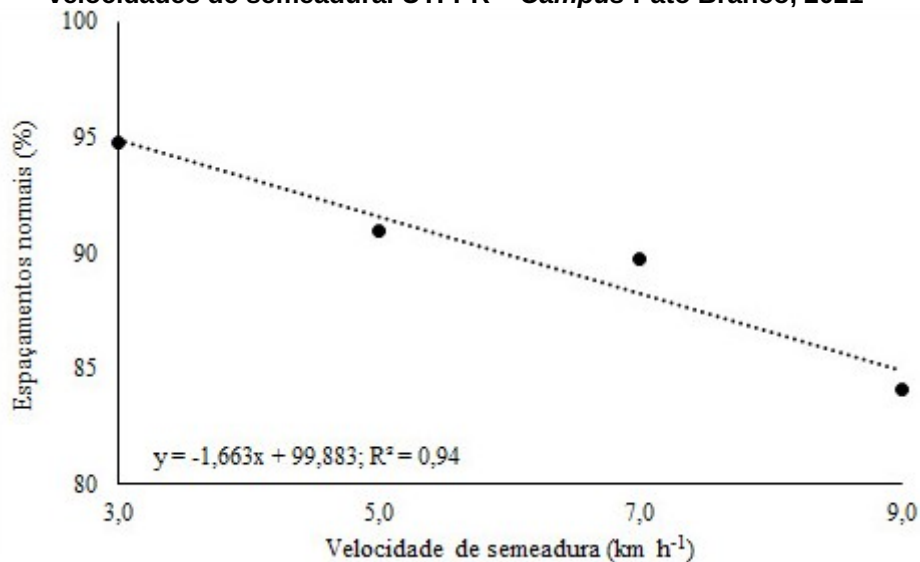


Fonte: Autoria própria (2021)

Tais resultados demonstram que cada acréscimo de velocidade de 1 km por hora, têm-se um aumento de 0,0048 m de espaçamento entre plantas, o que corrobora com o descrito por Garcia (2006) e Zardo e Casimiro (2016), que atestam que velocidades elevadas comprometem a distribuição longitudinal das sementes, provocando redução da uniformidade de espaçamentos, aumento da quantidade de espaçamentos duplos e falhos e reduzindo a quantidade de espaçamentos considerados normais ou aceitáveis.

Contrariamente ao apurado para a variável EM, o caractere EN apresentou comportamento linear decrescente (Figura 4), onde para cada km extra de velocidade, constatou-se um decréscimo de 0,88% de espaçamentos normais, o que se deve ao fato de que na velocidade de 3 km h⁻¹, o percentual de espaçamentos normais foi de 94,8%, valor este que decresceu consideravelmente quando realizou-se a semeadura do milho a uma velocidade de 9 km h⁻¹, quando atingiu o percentual médio de 84,12% de espaçamentos normais.

Figura 4 – Porcentagem de espaçamentos normais entre sementes de milho em função de velocidades de semeadura. UTFPR – Campus Pato Branco, 2021



Fonte: Autoria própria (2021)

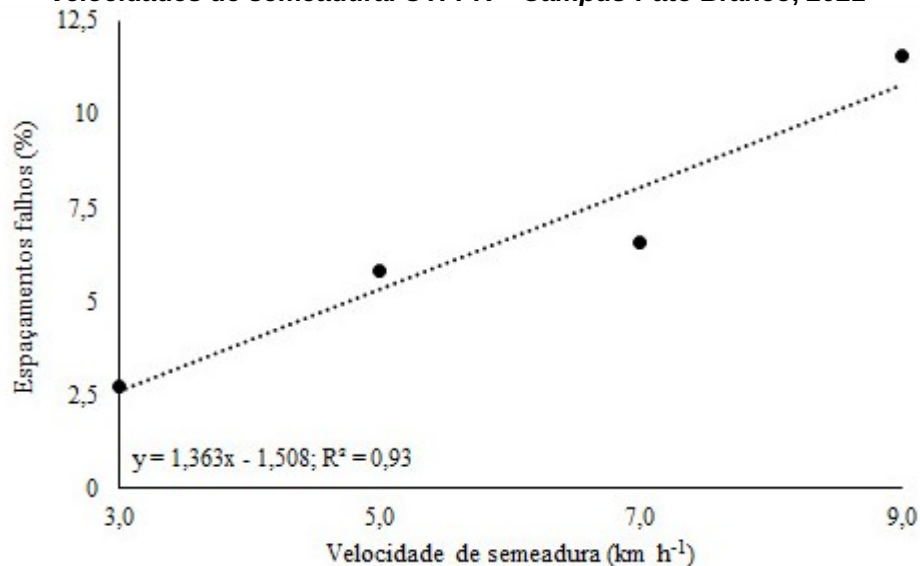
Estes resultados são similares aos descritos por Mello *et al.* (2007), que ao analisarem dois híbridos de milho em três velocidades de semeadura, constataram que na velocidade de 9,8 km h⁻¹, ocorreu uma redução de 25% dos espaçamentos normais. Sabe-se que o aumento da velocidade de semeadura, faz com que o disco

gire mais rápido dentro do sistema dosador, dificultando a acomodação das sementes, o que por consequência, reduz o número de espaçamentos normais (SOUZA *et al.*, 2016), justificando os resultados descritos.

Os espaçamentos duplos entre sementes (ED) não apresentaram diferenças significativas nem para os fatores isolados (velocidade e tipo de semeadora/dosador), nem para a interação entre estes, com valor médio de 3,42%. Este resultado é extremamente positivo quando trata-se da cultura do milho, uma vez que no caso desta espécie, o acúmulo de plantas em alguns pontos, pode prejudicar o desenvolvimento destas, proporcionando menor produção individual e menor diâmetro de haste, o que torna as plantas mais propensas ao acamamento e resulta em menor produtividade final (FERNANDES, 2019).

Em relação a ocorrência de espaçamentos falhos (Figura 5), a velocidade de semeadura de 3 km h⁻¹ foi a responsável pela menor ocorrência de EF, com apenas 2,74% de EF, enquanto que ao elevar esta velocidade para 9 km h⁻¹, constatou-se a ocorrência de em média, 11,56% de EF. Tais resultados foram responsáveis por gerar uma linha de tendência linear crescente, onde para cada km extra de velocidade, averiguou-se um aumento de 1,363% de espaçamentos falhos. Resultado similar a este foi obtido por Jasper *et al.* (2011) que constataram que o aumento da velocidade de semeadura, provocou aumento nos espaçamentos duplos e falhos.

Figura 5 – Porcentagem de espaçamentos falhos entre sementes de milho em função de velocidades de semeadura. UTFPR – Campus Pato Branco, 2021



Fonte: Autoria própria (2021)

A comparação entre médias realizada para a variável EF em relação aos tipos de semeadoras/dosadores, demonstrou que a semeadora mecânica é responsável por provocar o maior percentual de espaçamentos falhos, onde constatou-se em média 8,04% de EF entre sementes de milho (Tabela 3). Já a semeadora pneumática resultou em apenas 5,29% de EF entre sementes de milho, o que demonstra que este tipo de semeadura possui uma maior capacidade de promover distribuição uniforme de sementes. Tais resultados estão de acordo com o observado por Moleta (2020) que constataram que o uso de semeadora de precisão com dosador pneumático a vácuo resultou em maior uniformidade de semeadura, o que segundo os mesmos autores, se deve ao fato de que o dosador pneumático permite dosar com maior eficiência semente a semente, possibilitando deposição com maior assertividade no sulco da semeadura.

Tabela 3 – Porcentagem de espaçamentos falhos entre sementes de milho, em função do tipo de semeadora/dosador. UTFPR – Campus Pato Branco, 2021

Tipo de semeadora	EF*
Mecânica	8,04 a*
Pneumática	5,29 b

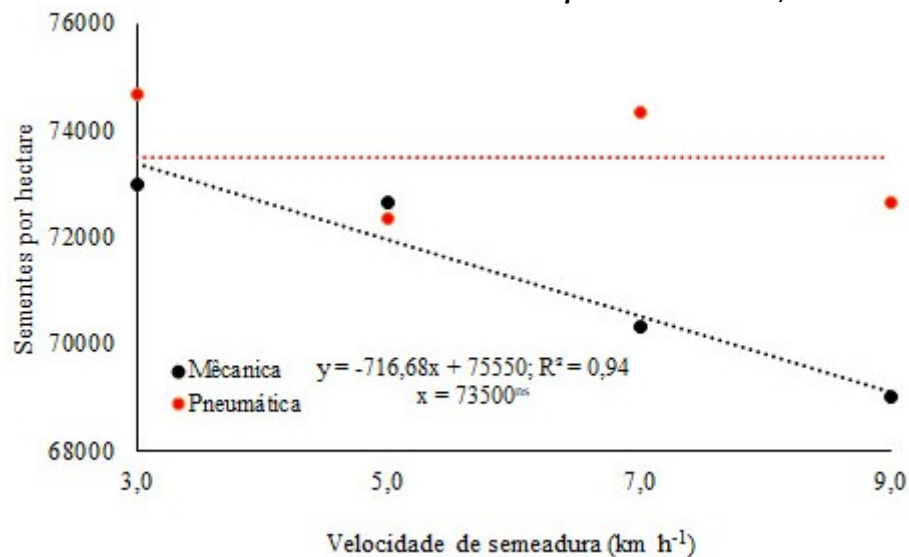
*Letras iguais na coluna, não diferem em nível de 1% de significância pelo Teste de Tukey.
Fonte: Autoria própria (2021)

Sabe-se que o estabelecimento inicial de uma lavoura, é fator preponderante para a obtenção de elevadas produtividades. Neste sentido, Ventimiglia *et al.* (1999) e Rambo *et al.* (2003) afirmam que a uniformidade de espaçamentos entre as plantas de uma área contribui para o adequado desempenho inicial e para o aumento da produtividade, pois permitem o melhor aproveitamento de recursos como água, luz e nutrientes. Assim, a presença de espaços falhos constatados neste experimento, pode representar um grande problema para os produtores de milho, uma vez que segundo Tourino, Rezende e Salvador (2002), Paludo (2019) e Fernandes (2019), o comprometimento da uniformidade de espaçamentos entre as plantas distribuídas na fileira, através de grandes falhas, influencia diretamente na redução de produtividade da cultura do milho, que de acordo Tourino *et al.* (2007) pode chegar a valores acima de 15%. Da mesma forma, os espaçamentos vazios deixados na linha, também facilitam o desenvolvimento de espécies daninhas, o que

exige maior número de aplicações de herbicidas, elevando o custo de produção (FERNANDES, 2019).

Na Figura 6, têm-se a interação entre os fatores velocidades de semeadura de milho e tipos de semeadora para a variável sementes por hectare (SEM), onde ressalta-se que os dois tipos de semeadoras empregados neste experimento, demonstraram comportamento diferente, uma vez que a semeadora mecânica resultou em um modelo linear decrescente, enquanto que a semeadora pneumática, apesar de ter expressado diferenças significativas em relação as velocidades de semeadura, não apresentou modelo matemático que se ajustasse aos dados.

Figura 6 – Valores médios de sementes por hectare (SEM) em função do tipo de semeadoras e velocidades de semeadura de milho, de um experimento conduzido em delineamento inteiramente casualizado. UTFPR – Campus Pato Branco, 2021



Fonte: Autoria própria (2021)

No que se refere ao número de sementes depositadas por hectare, observa-se que para a semeadora mecânica, o maior SEM é constatado quando emprega-se a velocidade de 3 km h⁻¹ (73.000 sementes por hectare), enquanto que menor deposição de sementes é observado quando eleva-se a velocidade de trabalho para 9 km h⁻¹ (69.000 sementes por hectare).

Para a semeadora pneumática, mesmo não havendo modelo matemático que se ajustasse aos dados, tem-se que a quantidade média de sementes depositadas por hectare foi de 73.500 sementes. Entretanto, levando em

consideração que o número visado de sementes por hectare era de 80.000, nota-se que ambas as semeadoras apresentaram redução considerável do número de sementes depositadas no solo, demonstrando que o estande final de plantas será afetado, o que por sua vez, tende a limitar a produtividade da cultura, uma vez que conforme apontado por Marcos Filho, o estabelecimento do estande de plantas constitui base sólida para a obtenção de elevadas produtividades (MARCOS FILHO, 2013).

Entende-se com estes resultados, que a velocidade de plantio é o principal aspecto a ser considerado visando a obtenção de lavouras tecnicamente bem instaladas e com distribuição espacial de sementes adequadas, de tal modo, que a elevação da velocidade da semeadura, independente do tipo de sistema dosador de sementes, é capaz de provocar, além de menor deposição de sementes e menor estande final de plantas, elevação do percentual de espaçamentos falhos o que provoca em uma série de problemas, que no final do ciclo produtivo resultam em redução de produtividade e principalmente, de lucratividade.

6 CONCLUSÕES

A germinação de sementes de milho não foi afetada pela semeadura com diferentes tipos de semeadora e velocidades de semeadura;

A utilização da semeadora com dosador mecânico, resultou em acréscimo do percentual de espaçamentos falhos e decréscimo no total de sementes depositadas por hectare;

O aumento da velocidade de semeadura proporcionou acréscimo no espaçamento médio entre plantas e no percentual de espaçamentos falhos e decréscimo no percentual de espaçamentos normais;

Para a semeadora do tipo mecânica, o aumento da velocidade de semeadura provocou decréscimo linear significativo do número de sementes de milho depositadas por hectare;

A semeadora do tipo pneumática proporcionou maior quantidade de sementes por hectare em comparação à semeadora mecânica, mas, mesmo assim, ficando abaixo da quantidade desejada.

REFERÊNCIAS

- ABIMILHO, Associação Brasileira das Indústrias de Milho. **Estatísticas – oferta e demanda de milho Brasil**. 2019. Disponível em: <http://www.abimilho.com.br/estatisticas>. Acesso em: 31 mai. 2019.
- ABIMILHO, Associação Brasileira das Indústrias de Milho. **Estatísticas do milho**. 2020. Disponível em: <http://www.abimilho.com.br/estatisticas>. Acesso em: 05 nov. 2021.
- ALMEIDA, R. A.; BARCELLOS, L. C.; XIMENES, P. A. Danos mecânicos ocasionados por sistemas dosadores de sementes. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 33, n. 1, p.17-22, 2003.
- ARAÚJO, A. G. *et al.* Mobilização de solo e emergência de plantas na semeadura direta de soja (*Glycine max* L.) e milho (*Zea mays* L.) em solos argilosos. **Engenharia Agrícola**, v. 19, n. 2, p. 226-237, 1999.
- ARAÚJO, A. G.; CASÃO JÚNIOR, R.; SIQUEIRA, R. Máquinas para semear. **Cultivar Máquinas**, v.1, n. 2, p. 10-15, 2001.
- BALASTREIRE, L. A. **Máquinas agrícolas**. Piracicaba: Manole, 1987. 310p.
- BELLÉ, L.A. *et al.* Influência de diferentes velocidade de semeadura no estabelecimento da cultura do milho (*Zea mays* L.). **Unoesc & Ciência – ACET** Joaçaba, v. 9, n. 2, p. 147-154, 2018.
- BOTTEGA, E. L. *et al.* Diferentes dosadores de sementes e velocidades de deslocamento na semeadura do milho em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v. 22, n. 1, p. 1-5, 2017.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para Análise de Sementes**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 399p.
- BUBLITZ, U. **Evolução do sistema plantio direto no Paraná**. EMATER – PR. 2014.
- CANEDO RIVERA, A. A. **Análise agronômica e econômica de sistemas de produção de milho**. 2006. 76 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.
- CASÃO JUNIOR, R; SIQUEIRA, R. **Máquinas para manejo de vegetações e semeadura em plantio direto**. Foz do Iguaçu: Iapar/Itaipu Binacional, 2006. 190p.
- CASÃO JUNIOR, R; ARAÚJO, A. G.; LLANILLO, R. F. **Sistema plantio direto no sul do Brasil**: Fatores que promoveram a evolução do sistema e desenvolvimento de máquinas agrícolas. Londrina: FAO/IAPAR, 2008.
- CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Safra brasileira de grãos**. 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/safra-graos>. Acesso em: 19 nov. 2021.

- CORREIA, T. P. S. *et al.* **Mais lento, mais eficiente.** Revista Cultivar, 2014. Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/artigos/mais-lento-mais-eficiente>. Acesso em: 31 mai. 2019.
- CRUZ, C. D. GENES – A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.
- CRUZ, J. C. *et al.* Manejo da cultura do milho em sistema de plantio direto. **Informe Agropecuário**, v. 27, n. 233, p. 42-53, 2006.
- CRUZ, J. C. *et al.* **Árvore – milho.** AGEITEC, 2011. Disponível em: http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_72_59200523355.html. Acesso em: 31 mai. 2019.
- DIAS, V. 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.
- FERNANDES, F. F. **Matointerferência em milho: influência do híbrido e do espaçamento entre linhas.** Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2019.
- FRANCETTO, T. R. *et al.* Mecanismos dosadores de sementes e fertilizantes presentes nas semeadoras-adubadoras de precisão no Brasil. Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 14., 2012, Londrina. **Anais[.]** Londrina: CONBEA, 2012.
- GARCIA, I. C. *et al.* Influência da velocidade de deslocamento na semeadura. **Engenharia Agrícola**, n.1, v. 26, p. 520-527, 2006.
- GARCIA, R. F. *et al.* Influência da velocidade de deslocamento no desempenho de uma semeadora-adubadora de precisão no Norte Fluminense. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, n. 3, p. 417-422, 2011.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção agrícola municipal.** Rio de Janeiro: IBGE, 2021.
- JASPER, R. *et al.* Distribuição longitudinal e germinação de sementes de milho com emprego de tratamento fitossanitário e grafite. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 1, p. 292-299, 2006.
- JASPER, M. *et al.* Velocidade de semeadura da soja. **Engenharia Agrícola**, v.31, n. 1, p.102-110, 2011.
- KURACHI, S. A. *et al.* Avaliação tecnológica de semeadoras e/ou adubadoras: tratamento de dados de ensaios e regularidade de distribuição longitudinal de sementes. **Bragantia**, v. 48, n. 1, p. 249-262, 1989.
- MADALÓZ, J. C. C. **Distribuição de plantas de milho em sistema pneumático com diferentes regulagens de pressão de vácuo e peneiras de sementes.** Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Pato Branco, 2018.
- MADALÓZ, J. C. C. Qualidade de plantio na safrinha. **Blog Agronegocio em foco.** 2014. Disponível em: <http://www.pioneersementes.com.br/blog/12/qualidade-de-plantio-na-safrinha>. Acessado em: 31 Mai. 2019.

MAGALHÃES, P. C. *et al.* **Fisiologia do Milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2002. 23p.

MAHL, D. **Desempenho operacional de semeadora em função de mecanismos de corte, velocidade e solos, no sistema plantio direto do milho**. 2006. 143p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 2006.

MAHL, D.; GAMERO, C.A.; BENEZ, S.H.; FURLANI, C.E.A.; SILVA, A.R.B. 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.

MARCOS FILHO, J. Importância do potencial fisiológico da semente de soja. **Informativo ABRATES**, v. 23, n.1, p. 21-24, 2013.

MELLO, A. J. R. *et al.* Produtividade de híbridos de milho em função da velocidade de semeadura. **Engenharia Agrícola**, v. 27, n.1, p. 479-486, 2007.

MIALHE, L. G. **Máquinas agrícolas: ensaios & certificação**, FEALQ: Piracicaba, 1996. 722p.

MIALHE, L. G. **Máquinas agrícolas para plantio**. Campinas: Millenium Editora, 2012. 623p.

MOLETA, I. *et al.* Desempenho de semeadora-adubadora pneumática e mecânica em diferentes velocidades na soja. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 10, p. 1-19, 2009.

OGLIARI, A. **Estudo e desenvolvimento de mecanismos dosadores de precisão de máquinas semeadoras**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Universidade de Santa Catarina, Florianópolis, 1990.

OLIVEIRA, M. L. de *et al.* Desempenho de uma semeadora-adubadora para plantio direto, em dois solos com diferentes tipos de cobertura vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 7, p. 1455-1463, 2000.

PALUDO, V. **Influência de sistemas dosadores e velocidade de deslocamento de semeadoras-adubadoras na qualidade de sementes de soja**. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2019.

PECHE FILHO, A.; LINO, A. C. L.; STORINO, M. **Considerações técnicas sobre mecanização e manejo de solos**. Jundiá: Centro de Mecanização e Automação Agrícola, 2000.

PINHEIRO-NETO, Raimundo *et al.* Desempenho de mecanismos dosadores de semente em diferentes velocidades e condições de cobertura do solo. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n.1, p. 611-617, 2008.

RAMBO, L. *et al.* Rendimento dos grãos de soja em função do arranjo de plantas. **Ciência Rural**, n. 5, v. 1, p. 120-115, 2003.

SALTON, J. C.; HERNANI, L. C.; FONTES, C. Z.. **Sistema de plantio direto: O produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa Agropecuária Oeste, 1998.

SANGOI, L. *et al.* Variabilidade na distribuição espacial de plantas na linha e rendimento de grãos de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, n. 3, p. 268-277, 2012.

SANTOS, V. C. D. *et al.* Performance of a seeder according to the displacement velocity and furrowing mechanism for fertilizer deposition. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 3, p. 286-291, 2016.

SOUZA, R. *et al.* Soybean morphophysiology and yield response to seeding systems and plant populations. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 76, n. 1, p. 3-8. 2016.

TOURINO, M. C. C. *et al.* Comparativo na uniformidade /distribuição de sementes em função do tipo de semeadoras. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.13, n.1, p.383-392, 2007.

TOURINO, M. C. C.; REZENDE, P. M.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agrônômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, nv.10, n.1, p. 30-45, 2002.

VENTIMIGLIA, L. A. *et al.* Potencial de rendimento da soja em razão da disponibilidade de fósforo no solo e dos espaçamentos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, n.1, v.1, p. 15-30, 1999.

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