

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

**AVALIAÇÃO HORIZONTAL DA DISTRIBUIÇÃO DE
SEMENTES DE MILHO EM FUNÇÃO DE MECANISMOS
DOSADORES E VELOCIDADE OPERACIONAL**

LAURIANO RODRIGUES ROSA JUNIOR

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2021**

**AVALIAÇÃO HORIZONTAL DA DISTRIBUIÇÃO DE SEMENTES DE
MILHO EM FUNÇÃO DE MECANISMOS DOSADORES E
VELOCIDADE OPERACIONAL**

Lauriano Rodrigues Rosa Junior

Orientador: Prof. Dr. Munir Mauad

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal da Grande Dourados, como
parte dos requisitos para obtenção do título de
Engenheiro Agrônomo.

Dourados

2021

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

R789a Rosa Junior, Lauriano Rodrigues
Avaliação horizontal da distribuição de sementes de milho em função de mecanismos dosadores e velocidade operacional [recurso eletrônico] / Lauriano Rodrigues Rosa Junior. -- 2021.
Arquivo em formato pdf.

Orientador: Munir Mauad.
Coorientador: Antonio Carlos Tadeu Vitorino.
TCC (Graduação em Agronomia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2021.
Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:
<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. Pneumático. 2. Espaços Aceitáveis. 3. Semeadura Mecanizada. I. Mauad, Munir. II. Vitorino, Antonio Carlos Tadeu. III. Título.

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

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

**AVALIAÇÃO HORIZONTAL DA DISTRIBUIÇÃO DE SEMENTES DE
MILHO EM FUNÇÃO DE MECANISMOS DOSADORES E
VELOCIDADE OPERACIONAL**

Por

Lauriano Rodrigues Rosa Junior

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para
obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÔNOMO

Aprovado em: 25 de novembro de 2021.

Prof. Dr. Munir Mauad
Orientador – UFGD/FCA

Prof. Dr. Antônio Carlos Tadeus Vitorino

Prof. Dr. Eber Augusto Ferreira do Prado
Instituto Federal de Mato Grosso do Sul – Campus Ponta Porã

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pelo dom da vida e amor infinito, pela saúde, pela força, e por ter iluminado essa minha jornada. Sou grato a minha mãe, meu pai, todos os familiares e amigos que estiveram me apoiado e à minha noiva Sabrina Nogueira que esteve ao meu lado me dando todo suporte durante essa caminhada.

Gratidão pelos excelentes profissionais que, desde o primeiro ano, tiveram papel essencial para todo o conhecimento adquirido ao longo desses anos, bem como aos colegas que colaboraram com união e companheirismo para chegar na reta final.

Imensa gratidão pela dedicação do Prof. Dr. Munir Mauad que não mediu esforços para realizar minha orientação, pela dedicação constante em transmitir seus conhecimentos, pela amizade e companheirismo durante toda a realização do trabalho de conclusão do curso juntamente com os professores Antonio Carlos Vitorino e Eber Prado dos quais fui aluno e tive grandes ensinamentos dentro e fora da sala de aula. Aos amigos da graduação que também tiveram participação fundamental no meu crescimento pessoal e técnico durante essa fase. Meu muito obrigado a todos que se fizeram presentes em cada momento.

“Espera no Senhor, anima-te, e ele fortalecerá o teu coração; espera, pois, no Senhor”.

(Salmos, 27:14)

ROSA JUNIOR, Lauriano Rodrigues. Avaliação horizontal da distribuição de sementes de milho em função de mecanismos dosadores e velocidade operacional. . 2021. 31f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Agrônômica) – Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2021.

RESUMO

O tipo de funcionamento do mecanismo dosador das semeadoras e a velocidade de operação são determinantes na produtividade da cultura. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a distribuição longitudinal de sementes de milho com diferentes mecanismos dosadores de sementes em diferentes velocidades de deslocamento. O estudo na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias - FAECA da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), no município de Dourados, Mato Grosso do Sul (MS). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualização em esquema fatorial 2 x 4, sendo 2 dosadores de semente (pneumático e mecânico) e 4 velocidade de deslocamento da semeadura (5, 7, 8 e 10 km-1). Foram avaliados a distribuição longitudinal de sementes por meio da verificação do espaçamento entre plântulas em aceitável, falho e múltiplos. Os dados foram submetidos à análise de variação e a médias comparada pelo teste de Tukey a 5%. Os mecanismos dosadores mecânico obtiveram valores de distribuição longitudinal acima do mínimo até a velocidade de 8 km h-1 enquanto e pneumático essa velocidade foi de 7 km h-1 O mecanismo dosador pneumático obteve melhor desempenho para espaçamentos falhos e duplos em comparação ao dosador mecânico. O mecanismo dosador pneumático apresentou melhor resposta no número de espaçamento aceitável de distribuição com o incremento da velocidade.

Palavras-chave: Pneumático, Espaços Aceitáveis, Semeadura Mecanizada

ABSTRACT

The type of operation of the seed drill metering mechanism and the operating speed are determinant in the crop's productivity. The present work aimed to evaluate the longitudinal distribution of corn seeds with different seed metering mechanisms at different displacement speeds. The study at the Experimental Farm of Agricultural Sciences - FAECA of the Federal University of Grande Dourados (UFGD), in the municipality of Dourados, Mato Grosso do Sul (MS). The experimental design used was completely randomized in a 2 x 4 factorial scheme, with 2 seed feeders (pneumatic and mechanical) and 4 sowing displacement speed (5, 7, 8 and 10 km⁻¹). The longitudinal distribution of seeds was evaluated by checking the spacing between seedlings in acceptable, faulty and multiples. Data were subjected to analysis of variation and means compared by Tukey test at 5%. The mechanical metering mechanisms obtained longitudinal distribution values above the minimum up to the speed of 8 km h⁻¹ while the pneumatic speed was 7 km h⁻¹. The pneumatic metering mechanism had better performance for faulty and double spacing compared to the mechanical metering mechanism. The pneumatic dosing mechanism showed a better response in the number of acceptable distribution spacing with increasing speed.

Key-words: Pneumatic, Feed Index, Mechanical Seeding

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
2.1	A CULTURA DO MILHO	3
2.2	SEMEADURA MECANIZADA	4
2.3	MECANISMO DOSADOR DE SEMEADORAS PNEUMÁTICA/VÁCUO	5
2.4	MECANISMO DOSADOR MECÂNICO (Disco Horizontal)	7
2.5	INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE NA SEMEADURA	8
3	MATERIAL E MÉTODOS	10
3.1	LOCAL, CLIMA E SOLO	10
3.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	10
3.3	CULTIVAR	10
3.4	INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO	11
3.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA	12
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
5	CONCLUSÕES	18
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19

1 INTRODUÇÃO

Desde a década de 1990, a sucessão soja-milho tornou-se o principal sistema de produção agrícola no Brasil, principalmente nos estados de Mato Grosso do Sul, Paraná, Goiás e Mato Grosso. Em vários Municípios brasileiros, 100% da área plantada com soja no verão é substituído pelo milho (RECH & LOPES, 2018)

O mais recente levantamento de Safras & Mercado indica que o plantio da safrinha de milho em Mato Grosso do Sul ocupou 2,136 milhões de hectares, acima dos 1,895 milhão de hectares cultivados na temporada passada (COPERPLAN, 2020). A produção esperada é de 9,966 milhões de toneladas, superando os 8,928 milhões de toneladas colhidos na safrinha 2020. O rendimento médio deve chegar a 4.665 quilos por hectare, abaixo os 4.711 quilos por hectare da segunda safra 2020 (COPERPLAN, 2020).

A região sul do Mato Grosso do Sul é uma grande produtora de milho, sendo que o Zoneamento Agroclimático 2021 para cultura do milho, para essa região do Estado de Mato Grosso do Sul, indica o limite para semeadura como 31/03 (ZARC 2021), embora estudos de Garcia et al. (2018) observaram que a melhor época de plantio do milho safrinha em sucessão e que proporciona a maior produtividade de grão de milho, para a essa região seja meados de fevereiro (15/02). Muitas vezes, a data limite para semeadura do milho safrinha estabelecida pelo Zoneamento Agroclimático da cultura é ultrapassado pelo produtor, quer seja devido a baixa umidade do solo no momento da semeadura, quer seja por excesso de chuva na colheita da soja, o que atrasa a colheita desta leguminosa e conseqüentemente o plantio do milho safrinha, ou mesmo devido a um parque de máquinas que não atende sua demanda.

Diante desta situação, o produtor muitas vezes aumenta a velocidade de semeadura visando compensar o atrasado do plantio. Entretanto, para que haja sucesso na implantação da lavoura é necessária uma eficiente operação de semeadura, com regulagem das máquinas semeadoras afim de garantir a uniformidade do plantio. O desempenho, a tecnologia e a qualidade da semeadora são de fundamental importância, para manter a qualidade na uniformidade da cultura, e conseqüentemente, obter uma boa produtividade (SOUZA & CUNHA, 2012).

As semeadoras-adubadoras tem como função realizar a sulcagem, a dosagem e a deposição das sementes no sulco de semeadura, cobrindo-as e compactando-as em seguida. Para que ocorra adequadamente a deposição de sementes no solo, é importante realizar as regulagens básicas nas semeadoras, de modo que os mecanismos dosadores possam

proporcionar distribuição longitudinal de sementes adequada, evitando erros no momento da operação de semeadura (CAVICHOLI, 2011).

A desuniformidade na distribuição de semente seja ela, em maior ou menor quantidade, pode proporcionar redução da produtividade na área de cultivo. Por isso, obter um arranjo espacial que proporcione estande de plantas adequado, possibilitando desenvolvimento ideal e melhor aproveitamento de luz água e nutrientes, é primordial (MIALHE 2012).

Segundo levantamento de Francetto et al. (2015) no Brasil, as semeadoras-adubadoras utilizam dois tipos principais de mecanismos dosadores de sementes, o disco horizontal e o pneumático, sendo o primeiro utilizado em aproximadamente 79,57% das máquinas e o segundo em 20,43%.

Diversos autores afirmam que a distribuição longitudinal de sementes pode ser afetada com o aumento da velocidade de deslocamento da máquina, principalmente quando se leva em consideração a velocidade periférica de deslocamento do disco dosador, pois ocorre a diminuição do número de espaçamentos aceitáveis entre sementes (Silva & Gamero.,2010 ; Furlani et al., 2010; Santos et al., 2011).

Durante o estudo referente a distribuição longitudinal de sementes de milho em relação ao modelo de dosador de sementes e da velocidade de deslocamento da semeadora-adubadora, Oliveira et al. (2009) afirmaram que o dosador pneumático demonstrou uma melhor performance na distribuição longitudinal de sementes de milho e que a uniformidade de distribuição não foi afetada significativamente pela velocidade de deslocamento.

Sendo assim, coeficientes próximos foram notados por Pinheiro Neto et al. (2008), que em sua pesquisa puderam constatar que apesar da velocidade de semeadura o dosador pneumático demonstrou performance superior quanto aos espaçamentos aceitáveis, ao ser comparada ao dosador mecânico

Diante de tal fator influenciador da produção de milho, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a distribuição longitudinal de sementes de milho por mecanismo dosador de disco horizontal convencional e pneumático em diferentes velocidades de semeadura.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A CULTURA DO MILHO

O milho, uma das primeiras culturas domesticada pelo homem, é o principal grão produzido no mundo atualmente. O conhecimento da história evolutiva dos alimentos traz questionamento do quão importante foram e são algumas culturas para o desenvolvimento alimentar dos seres humanos (RIBEIRO et al., 2020).

Segundo a FAO, o mundo produz cerca de 2,4 bilhões de toneladas de grãos. A produção de milho na safra 2019/20 chegou a atingir 1,12 bilhão de toneladas, representando mais de 45% do total de grãos produzidos no mundo. Essa espécie tem destacada importância na alimentação humana e animal, produção de combustível (etanol) principalmente nos Estados Unidos, além de ser utilizado para fabricação dos mais diversos produtos, como medicamentos e colas. (EICHOLZ et al., 2021).

A produção de milho no Brasil, no período entre a safra de 2003/04 e 2019/20, teve um crescimento de mais de 130%, enquanto que o consumo cresceu 75% no mesmo período. As exportações realizadas nas últimas safras têm possibilitado um equilíbrio da produção e do consumo, sendo que em 2019/20 as exportações bateram recorde de 39 milhões de toneladas. (EICHOLZ et al., 2021).

O Brasil ocupa a terceira posição de maior produtor, com uma área de 19,5 milhões de hectares semeados, e quase 100 milhões de toneladas produzidas, o que colabora com que a segunda safra ganhe cada vez mais destaque, a qual conta com uma área de 14,5 milhões de hectares semeados (IBGE, 2021).

O termo produzir mais aproveitando o que se tem, é um dos principais fatores que impulsionam o milho segunda safra, otimizando a mão de obra e a mecanização agrícola já existente na propriedade, diminuindo assim a sazonalidade da produção e gerando renda, corroborando com a visão de agricultura contemporânea de Bottega, et al. (2014).

A sucessão de cultura soja e milho se destaca quando se olha para variáveis importantes como: viabilidade econômica, clima e ciclo das culturas. Sabe-se que o clima é um fator que afeta a produtividade do milho, e com a soja sendo implantada na primeira safra fica sempre o alerta básico, “respeitar a janela de plantio da região”. Em decorrência do não cumprimento desta janela, pode ocorrer a interferência do atraso na colheita de uma cultura sobre a outra, nesse caso o milho está sujeito à redução do seu potencial produtivo e maior o

risco de perdas por geadas e/ou seca, principalmente pela redução da disponibilidade de água no solo e da temperatura do ar no inverno. Por isso, o planejamento do milho segunda safra começa ainda na primeira safra, com a escolha de cultivares de soja com ciclo precoce para uma liberação mais antecipada da área e também uma rápida implantação da cultura do milho (ANGHINONI, 2019).

O alto investimento em tecnologia utilizada para o melhoramento genético da semente do milho tem resultado em grande número de lançamentos de híbridos, com alto desempenho, resposta de adaptação e alto potencial produtivo elevando a produtividade. O mercado brasileiro ofereceu diversos híbridos de milho na safra 2016/17, sendo possível, nesse período, encontrar disponíveis 315 híbridos para o cultivo (RODRIGUES et al., 2018).

No entanto, apesar da grande importância da cultura para o país, ainda são observadas produtividades relativamente baixas (ANDREOLI et al., 2002). Entre as principais causas são a presença de plantas daninhas, densidade de plantas, adubação inadequada e desempenho irregular do conjunto trator-semeadora. Este último, em irregularidade, causa efeito direto e indireto nos demais citados, causando grande redução de produção do milho, uma vez que a cultura é extremamente competitiva em caso de alta população de planta por metro, e nos casos de baixa (falha) a cultura não compensa a produção como é visto na cultura da soja (DEMÉTRIO et al., 2008; MARCHÃO et al., 2006 e BIANCHI et al., 2006).

2.2 SEMEADURA MECANIZADA

O avanço tecnológico na agricultura está cada vez mais evidente com a necessidade de altas produções para atender aos setores comercial, industrial e alimentício (humano e animal), sendo hoje denominado em uma esfera evolutiva de agricultura 4.0. Nesse contexto, se enquadra uma das principais etapas dentre as várias durante o cultivo da cultura, a “semeadura”. Hoje quando se fala em semeadura, logo a atrelamos ao processo operacional mecanizado, o qual contribui para o sucesso do sistema produtivo (MACEDO et al., 2016).

Esse processo de semeadura visa obter o alto desempenho do estande da cultura, respeitando adequada distribuição longitudinal das sementes aliada à correta profundidade de deposição das mesmas no solo (ALMEIDA et al., 2010). Partindo desse princípio, planejar e estabelecer a população inicial de plantas é o fator inicial para alcançar uma produção de sucesso em qualquer cultura, mas, sem dúvidas, essencial para a do milho, para isso os dosadores são componentes importantes de uma semeadora, responsável por distribuir as

sementes requeridas e direcioná-las a uma abertura de saída (DIAS et al., 2009; ROS et al., 2011).

O sistema de semeadura mecanizada oferece dois mecanismos diferentes de dosadores, o primeiro e mais convencional é chamado de “disco horizontal”, já o segundo carrega maior sofisticação mecânica, chamado de “pneumático” compondo o que muitos intitulam de semeadura a vácuo (CARPES et al., 2018).

Os mecanismos dosadores de sementes fazem com que as semeaduras se diferenciem entre si, classificando-as como semeadura à linha e à lança. Normalmente no sistema de semeadura em linha os mecanismos dosadores são divididos em disco perfurado vertical, perfurado horizontal, perfurado inclinado, cilindro canelado, correia perfurada, discos alveolados, dedos preensores, orifício regulador e o mais atual, conhecido como pneumático. Já os sistemas de semeadura a lança são divididos apenas em rotor centrífugo, canhão centrífugo e difusor (BALASTREIRE, 1987).

Diante do exposto, fica evidente que o conhecimento quanto ao mecanismo dosador é de extrema importância para a semeadura da cultura implantada, já que remete diretamente na densidade populacional da mesma. No caso da cultura do milho não atender esse requisito, resultará em queda de produção. Demétrio et al. (2018) relataram que a densidade populacional ótima para um determinado híbrido é aquela correspondente ao menor número de plantas por unidade de área, em que consiga expressar o potencial produtivo do híbrido, induzindo à maior produtividade.

Contudo, estabelecer uma correta regulação da semeadora-adubadora é o ponto chave para o êxito da semeadura, uma vez que as principais causas do aumento dos espaçamentos múltiplos se correlacionam com: disco ou anel incompatível com o diâmetro das sementes, falta ou excesso de grafite no sistema dosador com disco alveolado horizontal, pressão imprópria no sistema pneumático e velocidade de operação do plantio (WEIRICH-NETO et al., 2015).

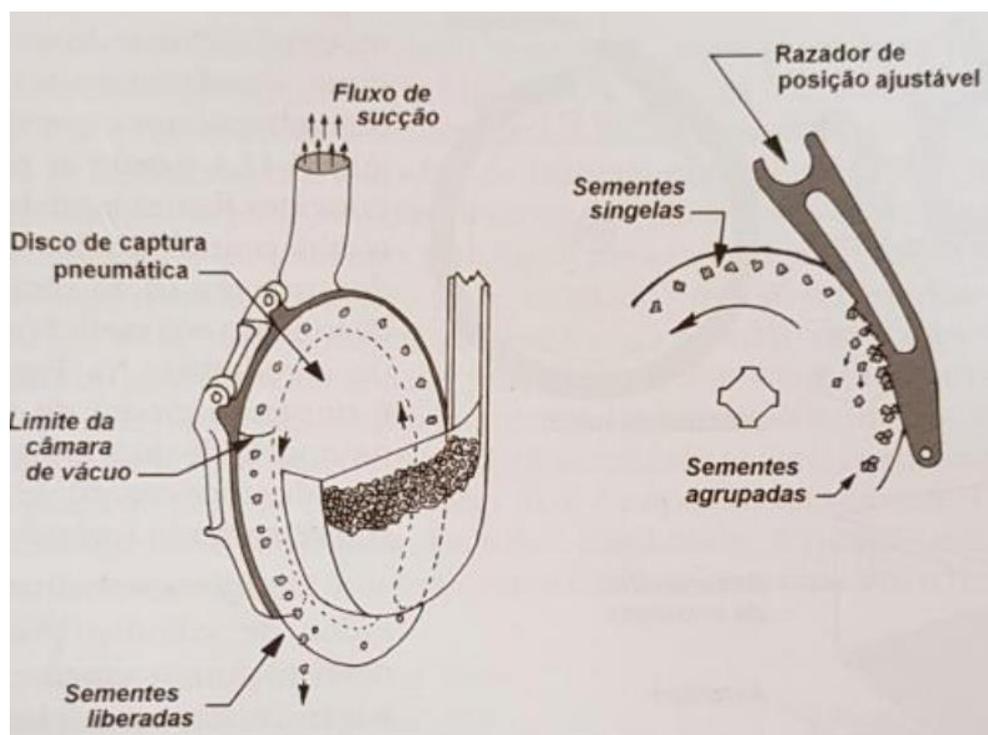
2.3 MECANISMO DOSADOR DE SEMEADORAS PNEUMÁTICA/VÁCUO

No Brasil o uso desse tipo de mecanismo dosador ainda se encontra em fase de expansão comercial, devido sua sofisticação tecnológica possui custo elevado tanto de aquisição como de manutenção, exigindo ainda tratores de maior potência. Em configuração técnica, os dosadores pneumáticos de sucção possuem uma base para depósito de sementes, base esta que também funciona como apoio do disco dosador. O disco normalmente é

posicionado na vertical possuindo uma ou mais fileiras concêntricas de furos, nas quais uma das faces está em contato com uma câmara onde é criada uma depressão produzida por uma turbina, ao serem aspiradas as sementes ficam presas na parte externa do disco dosador e vão sendo liberadas quando o vácuo em cada orifício é neutralizado como apresentado na Figura 1 (BALASTREIRE, 1987).

No entanto, mesmo com a utilização dos dosadores pneumáticos, há necessidade do uso de diferentes tipos de discos, atendendo assim a relação entre diâmetro da semente com o crivo do disco (CASÃO JR e SIQUEIRA, 2006).

Fatores como ausência de danos mecânicos e alta precisão no doseamento de sementes, são vantagens que vem chamando atenção de produtores ao aderirem à tecnologia; sendo assim um mecanismo alvo de pesquisa por diferentes estudiosos da área (ANGHINONI, 2019; BOTTEGA et al.,2017; OLIVEIRA et al. 2009).

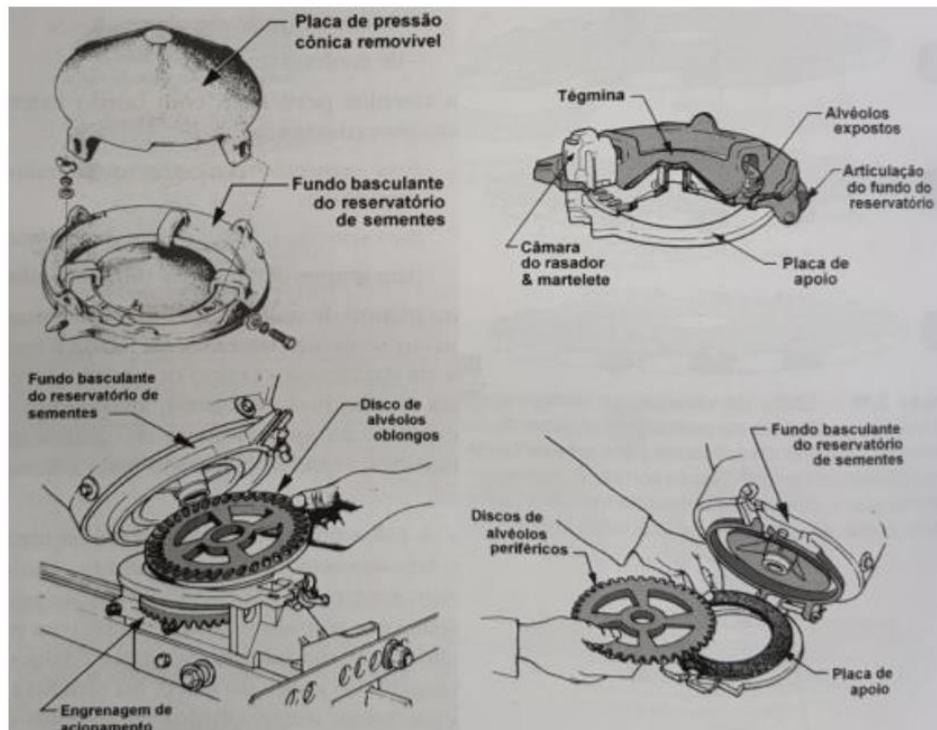


Fonte: Mialhe (2012)

Figura1. Mecanismo dosador pneumático de sementes (vácuo) .

2.4 MECANISMO DOSADOR MECÂNICO (DISCO HORIZONTAL)

Esse tipo de mecanismo é composto por um sistema de discos horizontais, constituídos de uma base fundida em sua maioria, essa base sustenta um conjunto de pinhão e engrenagem responsável pelo acionamento. O pinhão aciona uma coroa de pino chanfrado de ambos os lados, fazendo assim com que acione o disco dosador (Figura 2). No processo que o disco gira as sementes caem nas células. Se as células do disco estiverem padronizadas com o diâmetro da semente, somente uma cairá por vez. O mecanismo responsável pelo doseamento da semente é localizado no fundo do reservatório, funcionando através de um dispositivo de interrupção. Esse dispositivo, também chamado de lingueta, evita com que as sementes em excesso passem para o orifício de saída, sendo ele tencionado através de mola exerce a função de doseamento, semente por semente sendo liberadas no tubo de descarga com aprestando na (BALASTREIRE, 1987).



Fonte: Mialhe (2012)

Figura 2. Mecanismos dosador de disco alvéolado horizontal de sementes.

O mecanismo dosador mecânico corresponde a 79,57% dos mecanismos dosadores utilizados no Brasil (FRANCETTO et al., 2012). Como descrito anteriormente, esse mecanismo carrega um sistema de fácil compreensão, facilitando com que sejam feitas

correções com baixo custo, sendo conjuntos de peças considerados resistentes. Esse fato faz com que muitos produtores desviem sua atenção, subestimando a necessidade de manutenções preventivas até que a preditiva mande sinais de alerta.

Tais fatores podem interferir na qualidade de distribuição deste mecanismo, pois as semeadoras são constituídas por conjuntos de sistemas mecânicos que necessitam de manutenção periodicamente, evitando assim majorar uma estimativa que já é considerada baixa, onde Mialhe (1996) descreve que o valor satisfatório para esse sistema é de 60% de plantas com distribuição normal, o qual considerava ainda ser um sistema de precisão.

2.5 INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE NA SEMEADURA

Com variações climáticas cada vez mais rigorosas, fica evidente a necessidade de respeitar a janela de plantio de cada cultura. Para isso, a gestão e administração do tempo de trabalho são imprescindíveis para alcançar efetivo resultado. A tecnologia junto a todo mecanismo agrícola é ferramenta indispensável para que e isso aconteça, uma vez que o desempenho da semeadora-adubadora está diretamente ligado com o tempo de implantação da cultura.

Segundo Asae (2000), quanto maior a velocidade de deslocamento da semeadora e maior for sua área de atuação (largura do implemento), menor será o tempo de semeadura, conceito de relação que é facilmente compreendido e adotado pelos produtores na hora do plantio. No entanto, vários pesquisadores motivados cada vez mais com a qualidade de produção, tem buscado relação entre a velocidade de semeadura e a produtividade do milho (SOUZA et al., 2019; ANGHINONI., 2019; OLIVEIRA et al. 2009).

Estudando a velocidade da semeadora, Nascimento et al., (2014), verifica a ocorrência de sulcos maiores na medida em que se eleva a velocidade da semeadora, resultando em faixas mais largas de solo removido, o que dificulta a ação da roda compactadora de realizar a função de compressão do solo com a semente.

Em outro estudo Bottega et al., (2018), avaliando diferentes mecanismo dosadores de sementes e velocidade de deslocamento da semeadura do milho, verificaram que o aumento da velocidade interferiu na precisão e na distribuição das plantas de milho, sendo que o dosador pneumático obteve melhor adequação de distribuição de plantas nas velocidades 4 e 6 km h⁻¹. Segundo os autores a elevação da capacidade operacional propiciada pelo uso de velocidades de deslocamento mais elevadas pode comprometer a qualidade da semeadura haja

vista que, com o aumento da velocidade de semeadura, reduz-se o tempo disponível para preenchimento dos furos dos discos dosadores.

A distribuição longitudinal de sementes pode ser afetada com o aumento da velocidade de deslocamento da máquina, principalmente quando se leva em consideração a velocidade periférica de deslocamento do disco dosador, pois ocorre a diminuição do número de espaçamentos aceitáveis entre sementes (TROGELLO et al. 2013). Cortez et al (2006) observaram que quanto maior a velocidade de deslocamento de uma semeadora pneumática, menor a quantidade de espaçamentos aceitáveis e maior a quantidade de espaçamentos falhos.

Para Carpes et al. (2017) o aumento da velocidade periférica do dosador e de deslocamento da máquina podem intensificar o deslocamento horizontal da semente dentro do tubo condutor, elevando o número de rebotes dentro do mesmo e a perda de tempo de deslocamento até o solo, ocasionando deposição em distância longitudinal falha ou dupla.

Dias et al. (2009) estudando densidade e velocidade de semeadura das culturas do milho e soja na distribuição de sementes por uma semeadora adubadora de precisão, observaram que à distribuição longitudinal de sementes de milho, para todas as velocidades (3,5; 4,3. 5,5 e 7,0 km h⁻¹), e densidades testadas (3, 5 e 7 sementes m⁻¹), houve redução no percentual de aceitáveis e aumento no número de falhos, com aumento da velocidade de trabalho, os quais verificaram efeito negativo do aumento da velocidade de trabalho na distribuição de sementes de milho, expresso pela redução do percentual de aceitáveis

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL, CLIMA E SOLO

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), município de Dourados, MS, localizado nas coordenadas geográficas de 54° 59' W e 22° 14' S e a 434 m de altitude. O clima conforme a classificação de Köppen é do tipo Am (Tropical Monçônico) com verões quentes e invernos secos, temperaturas máximas observadas nos meses de dezembro e janeiro e as temperaturas mínimas entre maio e agosto, coincidindo com chuva excedente na primavera-verão e déficit hídrico no outono-inverno (ALAVAREZ et al., 2013).

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho distroférrico de textura muito argilosa (SANTOS et al, 2013) e a análise granulométrica do solo camada 0,0 - 0,20 m apresentou valores de: 644, 203 e 152 g kg⁻¹ de argila, silte e areia, respectivamente.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4 com 5 repetições. os fatores foram 2 tipos de mecanismo dosador (mecânico e pneumático) e quatro velocidades de deslocamento das semeadoras durante a operação (5, 7, 8 e 10 km-1) para o fator mecanismo dosador foram comparados o sistema pneumático e sistema mecânico (tradicional alvéolado).

Cada unidade experimental foi composta por 5 linhas espaçadas 0,9 m com 15 metros de comprimento (67,5 m² por parcela), considerando-se as 2 linhas de cada extremidade como bordadura e as 3 linhas centrais como área útil, desprezando-se 1 m em cada extremidade, totalizando 35,1 m² por parcela.

3.3 CULTIVAR

Utilizou-se o híbrido B2702VYHR LEPRA de ciclo super. precoce, com altura de planta 2,40m, e inserção da primeira espiga de 1,20m.

3.4 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO

A área experimental é cultivada em sistema de semeadura direta, em sucessão soja-milho há 12 anos, sendo que no momento da semeadura havia restos culturais da soja cultivada como cultura antecessora de verão.

O milho foi semeado no mês de março de 2021, em espaçamento 0,9 m entre linhas e de densidade populacional utilizada foi de 64.440 plantas hectare que equivale a 5,8 sementes por metro. As sementes foram tratadas industrialmente com Dermacor + Poncho. O Demarcor é um inseticida da classe química das Antranilamida enquanto quanto o Poncho é um Neonicotinóide.

As semeadoras utilizadas foram uma semeadora-adubadora de arrasto, marca Jumil modelo 2680 TD com cinco linhas de semeadura, dotada com dosador pneumático de sementes, haste sulcadora para adubo, disco duplo para semente e rodas compactadoras do tipo metálica lisa em forma de V. A outra semeadora-adubadora foi uma Baldan modelo Solografic directa 4500 de arrasto, de tipo de disco horizontal com haste sulcadora para adubo, disco duplo para semente e rodas compactadoras metálica lisa em forma de V. O mecanismo dosador mecânico de semente é caracterizado por base de metal, com raspador organizador metálico de sementes no alvéolo, um ejetor de sementes do tipo roseta e disco horizontal convencional de 28 furos e 11 mm.

Para as operações de plantio utilizou-se um trator New Holland modelo 8030 4 x 2 TDA, com potencial nominal de 122 cv (89,79 kW) a 1800 rpm, dotado de rodados dianteiros de 14,9-5,8" e traseiros 23,1-30" e massa de 4510 kg.

A avaliação de distribuição longitudinal das sementes na linha de semeadura foi realizada aos 17 dias após a semeadura, quando a emergência do milho havia cessado. A distância entre sementes distribuídas na linha foi obtida pela medida entre plântulas contidas em 5 m de comprimento das três linhas centrais de cada parcela, sendo coletada três medidas por parcelas. As medidas foram realizadas com trena de precisão 1mm

Os espaçamentos foram classificados em aceitáveis, falhos e duplos, de acordo com as normas da ABNT citada por Kurachi et al. (1989) considerando-se porcentagens de espaçamentos: "duplos" (D): $< 0,5$ vezes o Xref. "espaçamento de referência, normais" (A): $0,5 < Xref. < 1,5$, e "falhos" (F): $> 1,5$ o Xref. A classificação é indicada na Tabela 1, em função da densidade de semeadura adotada e do espaçamento referencia de 17,2 cm entre sementes.

Tabela 1. Classificação do espaçamento entre sementes de soja pela metodologia escrita por Kurachi et al (1989).

Classificação	Espaçamento ref
Aceitáveis	$8,6 \text{ cm} < \text{ref} < 26,1 \text{ cm}$
Falhos	$\text{ref} > 26,1 \text{ cm}$
Duplos	$\text{ref} < 8,6 \text{ cm}$

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos à análise de variação e a médias comparadas pelo teste Tukey a 5%.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em observância a análise de variância Tabela 2, verifica-se que o aumento da velocidade de deslocamento, empregado na distribuição longitudinal das sementes de milho, em função dos diferentes mecanismos dosadores, ocasionou efeito da interação entre os fatores para as variáveis espaçamentos falhos e duplos.

No entanto, para o espaçamento aceitável foi observado efeito isolado dos fatores estudados. Ainda na Tabela 2, pode-se verificar que os valores de coeficientes de variação demonstram a homogeneidade nos dados obtidos. Segundo Coelho (1996), pode ser adotado valores de CV como forma de classificação, estando ele menor ou igual a 50% para semeadoras de mecanismo dosador horizontal e para mecanismo dosador pneumático na ordem de CV de 30%.

Tabela 2. Análise de variância da distribuição longitudinal de sementes de milho em função dos fatores mecanismo dosador de sementes e velocidade de semeadura.

Tratamentos	Variáveis		
	Duplos	Falhos	Aceitável
Mecanismo dosador (MD)	65.630**	40.371**	107,07**
Velocidade	30.157**	2,42**	29,73**
MD x V	5.754*	6.673**	1,45 ^{ns}
CV(%)	25,6	22,9	8,31

** = Significativo a 5 e 1%; * = Significativo a 5% e ns = Não significativo a 1% e 5% de significância.

A Figura 3 representa o efeito do espaçamento longitudinal entre plantas em função do aumento da velocidade de semeadura, bem quanto ao tipo de dosador. Pode-se observar que na medida em que se eleva a velocidade de semeadura, aumenta-se também o percentual de espaçamento duplo entre plantas, verificando que isso ocorre para ambos os mecanismos dosadores utilizados. No entanto, quando analisamos separadamente, quanto ao mecanismo dosador, é verificado que a semeadura realizada com o dosador pneumático tem melhor desempenho ao incremento de velocidade corroborando com ANGHINONI (2019) e BOTTEGA et al. (2017).

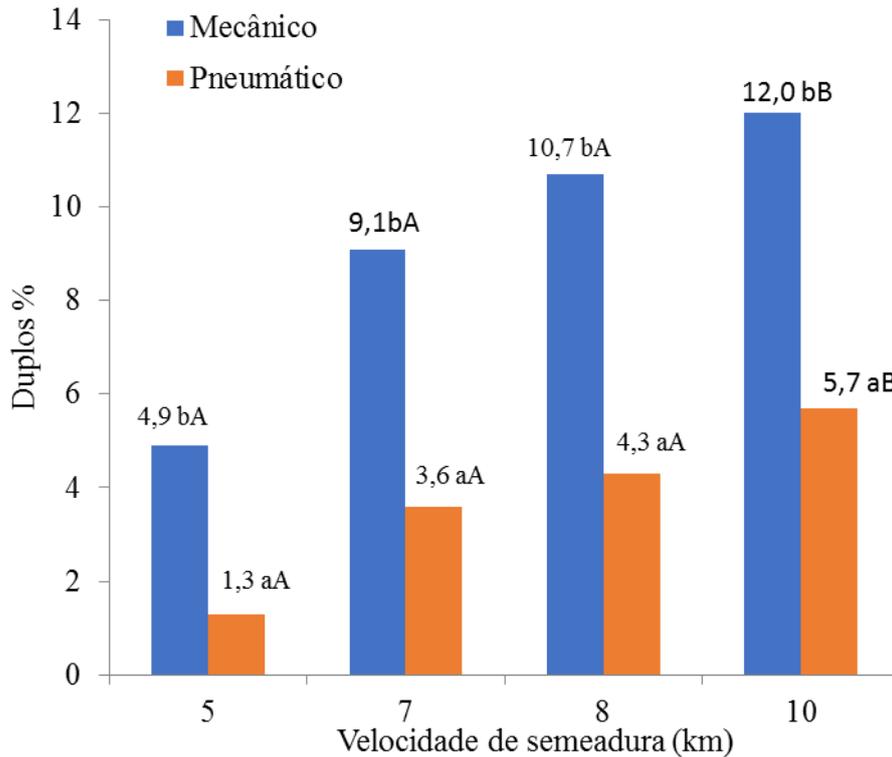


Figura 3. Desdobramento de espaçamentos duplos na distribuição longitudinal de milho em função do mecanismo dosador e velocidade de semeadura. Letras iguais minúsculas entre coluna de cores diferentes (mecanismo dosador) e letra maiúsculas nas colunas de mesma (velocidade de semeadura) compram velocidades (na mesma cor de coluna), não diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Ao analisarmos a Figura 4, é verificada a ação da velocidade de semeadura sobre os diferentes mecanismos dosadores para a variável espaçamento falho. Observa-se que o mecanismo pneumático se destaca, apresentando o menor percentual de espaçamento falho na distribuição longitudinal de milho em função da velocidade de semeadura. Esse resultado justifica o encontrado na Figura 3, uma vez que, ao reduzir o número de espaçamentos duplos, reduz-se também a incidência de espaçamentos falhos. Apresentando assim resultado satisfatório para espaçamentos duplos e falhos, nas velocidades de 5 a 8 km h⁻¹.

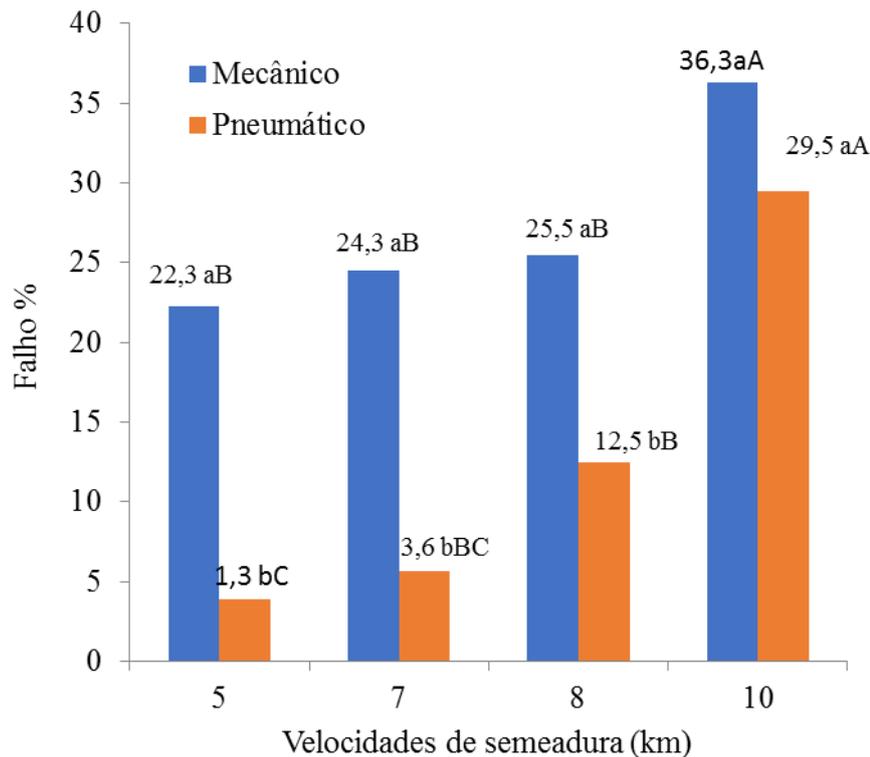


Figura 4. Falhas na distribuição longitudinal de milho em função de mecanismo dosador e velocidade de semeadura. Letras iguais minúsculas entre linhas e maiúsculas na mesma linha, não diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

Esse comportamento pode ser explicado por Mialhe (1996), o qual destaca a vantagem do mecanismo dosador pneumático em não realizar o processo de preenchimento do alvéolo no momento da individualização da semente em comparação com o mecânico. Segundo Carpes et al. (2017) a menor percentagem de espaçamento falho em sistema dosadores pneumático está no fato da liberação das sementes, pois diminuem o contato com as paredes internas do tubo, diminuindo assim o efeito de ricochete.

Bottega et al. (2018) descreve que o sistema de seleção e individualização de sementes encontrado no dosador pneumático reduz a incidência de danos mecânicos para as sementes, uma vez que o sistema se realiza por meio de pressão negativa sobre a mesma, assim apresentando menos componentes mecânicos quando comparado ao sistema mecânico de disco horizontal.

A Tabela 3 apresenta o ajuste estatístico para valores de espaçamento aceitáveis na distribuição longitudinal de milho em função de mecanismo dosador e velocidade de semeadura.

Segundo Mialhe (1996), uma semeadora com dosador pneumático trabalha com eficiência de distribuição $>90\%$, enquanto a de distribuição mecânica tem o mínimo exigido

na ordem de 60% acima. Deste modo, verifica-se que ambos os mecanismos dosadores obtiveram valores de distribuição longitudinal acima do mínimo exigido para as velocidades de 5 até 8 km h⁻¹ para semeadora de mecanismo mecânico e até 7 km h⁻¹ semeadora de mecanismo pneumático. Entretanto cabe ressaltar que as reduções do número de espaçamentos aceitáveis foram mais evidentes para a semeadora de mecanismo mecânico, que apresentar de estar dentro do faixa aceitável para esse tipo de semeadora até a velocidade de 8 km h⁻¹, pode refletir em menor produtividade no momento da colheita.

O mecanismo dosador pneumático apresentou os maiores número de espaçamento aceitáveis em relação a mecanismo dosadores mecânico até a velocidade de 8 km h⁻¹ enquanto na velocidade de 10 km h⁻¹ não houve diferença, porém notou-se queda acentuada para ambas os mecanismos dosadores (Tabela 3). Santos et al. (2011), afirmam que o acréscimo de velocidade durante a operação de semeadura influencia na porcentagem de espaçamentos aceitáveis e aumenta o número de falhas durante a semeadura.

Tabela 3. Espaçamentos aceitáveis na distribuição longitudinal de milho em função de mecanismo dosador.

Mecanismo dosador	Velocidade km h ⁻¹			
	5	7	8	10
	Porcentagem (%)			
Mecânico	72,30 b	66,22 b	64,28 b	50,71 b
Pneumático	91,12 a	90,5 a	84,90 a	65,70 a

Letras iguais minúsculas na mesma coluna, não diferem pelo teste de Tukey (P≤0,05).

Esse comportamento fica ainda mais evidente ao analisarmos a Figura 4, onde o aumento da velocidade de semeadura foi mais prejudicial para o número de espaçamentos aceitáveis para semeadura de mecanismo dosador mecânico até 8 km h⁻¹ em relação ao mecanismo dosador pneumático. Acima de 8 km h⁻¹ não houve diferença entres os mecanismos dosadores, influenciando negativo o número de espaçamentos.

Contudo, ao compararmos os dois mecanismos e incremento da velocidade, verifica-se que o mecanismo dosador mecânico possui efeito menor na medida em que se eleva a velocidade de semeadura, o que pode ser explicado pelo fato de se tratar de um componente mecânico mais robusto com maior número de processo a ser executado até a deposição da semente no solo. Já no pneumático, esse número de processo é reduzido em função da baixa atuação de componentes mecânicos robustos integrados ao sistema, o que faz com que o tempo de resposta seja mais efetivo à medida que se requer o aumento de velocidade.

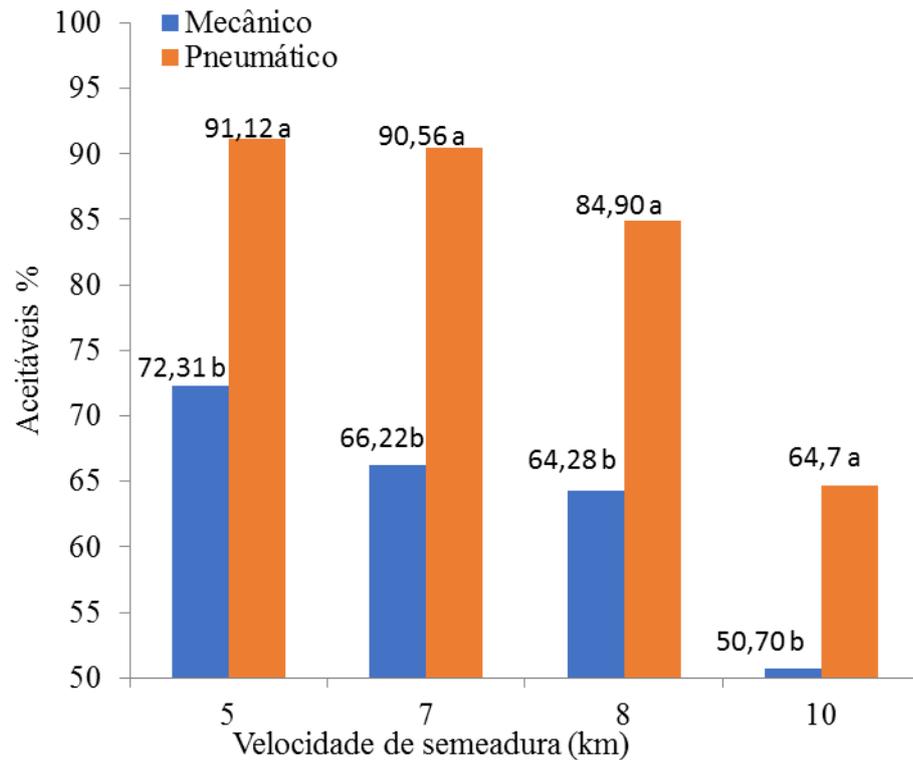


Figura 5. Espaçamentos aceitáveis na distribuição longitudinal de milho em função da velocidade de semeadura. Letras iguais minúsculas na mesma linha, não diferem pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

De todo modo, vale ressaltar que número de espaçamento aceitável está compreendido entre os valores de espaçamentos falhos e duplos. Logo, verifica-se nas Figuras 3 e 4 que o mecanismo dosador pneumático obteve melhor resposta ao incremento da velocidade de semeadura. Portanto, a redução desses dois parâmetros faz com que o número de espaçamentos aceitáveis que está compreendido entre eles ganhe destaque numérico, resultando na redução de espaçamento aceitáveis.

5 CONCLUSÕES

Os mecanismos dosadores mecânico obtiveram valores de distribuição longitudinal acima do mínimo até a velocidade de 8 km h^{-1} enquanto o pneumático essa velocidade foi de 7 km h^{-1} .

O mecanismo dosador pneumático obteve melhor desempenho para espaçamentos falhos e duplos em comparação ao dosador mecânico.

O mecanismo dosador pneumático apresentou melhor resposta no número de espaçamento aceitável de distribuição com o incremento da velocidade.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, R.A.S.; SILVA, C.A.T.; SILVA, S.L. Desempenho energético de um conjunto ALMEIDA, R.A.S.; SILVA, C.A.T.; SILVA, S.L. Desempenho energético de um conjunto trator-semeadora em função do escalonamento de marchas e rotações do motor. **Agrarian**, v.3, n.7, p.63-70, 2010.

ALVAREZ,C.L.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GONÇALVES, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen´s climate classification map of Brazil. **Meteorologische Zeitschrift** v.22, n.6, p.711–728, 2013.

ANGHINONI, M. **Mecanismos dosadores de sementes e velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora nos componentes agrônômicos do milho**. 45f. 2019. Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.

ASAE Standards. ASAE D497.2 Agricultural machinery management data. **American Society of Agricultural Engineers**, p. 351-357, 2000.

ANDREOLI, C.; ANDRADE, R. V.; ZAMORA, S. A.; GORDON, M. Influência da germinação da semente e da densidade de semeadura no estabelecimento do estande e na produtividade de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 24, n. 2, p. 1-5, 2002.

BALASTREIRE, L. A. Máquinas agrícolas. **Semeadura Convencional**. Piracicaba SP: Manole, 2004. Cap. 5, p.146-151, 1987.

BIANCHI, M. A.; FLECK, N. G.; DILLENBURG, L. R. Partição da competição por recursos do solo e radiação solar entre cultivares de soja e genótipos concorrentes. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 629-639, 2006.

BOTTEGA, E. L.; VIAN, T.; GUERRA, N.; OLIVEIRA NETO, A. M. Diferentes dosadores de sementes e velocidades de deslocamento na semeadura do milho em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**. Recife, v. 22, e.201707, p.1-5, 2018.

BOTTEGA, E. L.; ROSOLEM, D. H.; DE OLIVEIRA NETO, A. M.; VON LINSINGEN PIAZZETTA, H.; GUERRA, N. Qualidade da semeadura do milho em função do sistema dosador de sementes e velocidades de operação. **Global Science And Technology**, V. 7, n. 1, 2014.

CASÃO JR, R.; SIQUEIRA, R. Máquinas para manejo de vegetações e semeadura em plantio direto. **Sistema plantio direto com qualidade**, Iapar / Itaipu Binacional, p.85-126, 2006.

CARPES, D. P.; ALONÇO, A. S.; ROSSATO, F. P.; VEIT, A. A.; SOUZA, L. B.; FRENCETTO, T. R. Effect of different conductor tubes on the longitudinal distribution of corn seeds. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 21, n. 9, p. 657-662, 2017.

CARPES, D. P.; ALONÇO, A. S.; FRANCETTO, T. R.; MOREIRA, A. R.; CHAGAS, G. S. Qualidade da distribuição longitudinal de sementes de milho por um dosador-apanhador com auxílio pneumático. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 28, n. 1, p. 43-51, 2018

COELHO, J.L.D. 1996. Ensaio & certificação das máquinas para a semeadura. In MIALHE, L.G. Máquinas Agrícolas: Ensaio & Certificação. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz. pp. 551-569.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Brasília, DF, v. 8, safra 2020/21, n. 10 décimo levantamento, julho. 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos> Acesso em: Nov de 2021

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

DEMÉTRIO, C. S.; FILHO, D. F.; CAZETTA, J.O.; CAZETTA, D.S. Desempenho de híbridos de milho submetidos a diferentes espaçamentos e densidade populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 12, p. 1691-1697, 2008.

DIAS, V. O.; ALONCO, A. S.; BAUMHARDT, U. B.; BONOTTO, G. J. 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.

EICHOLZ, E.D.; BREDEMEIER, C.; BERMUDEZ, F.; MACHADO, J.R.de.A.;GARRAFA, M.;BISPO, N.B.; AIRES, R.F.. **Informações técnicas para o cultivo do milho e sorgo na região subtropical do brasil: SAFRAS 2019/20 E 2020/21**. 21. ed. Sete Lagoas. p.220. 2020. Disponível em: <<https://www.abms.org.br/misosul>> Acesso em: Out. 2021

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.

_____. Características dimensionais e ponderais das semeadoras-adubadoras de precisão no Brasil. **TECNO-LÓGICA**, v.19, n.1, p.18-24, 2015.

FURLANI, C. E. A; SILVA, R.P; CARVALHO FILHO, A.; CORTEZ, J.W; GROTTA, D.C.C. Semeadoraadubadora: exigências em função do preparo do solo, da pressão de inflação do pneu e da velocidade. **Revista Brasileira Ciências do Solo**, Viçosa – MG, v. 32, p.345-352, 2008

GARCIA, R. F., VALE, W. G. DO, OLIVEIRA, M. T. R. DE, PEREIRA, ÉRICA M., AMIM, R. T., & BRAGA, T. C. 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 <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v33i3.6085>

_____.; CECCON, G.; SUTIER, G.A.da.; SANTOS, L .F.dos.Soybean-corn succession according to seeding date. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.53, n.1, p.22-29, 2018.

GOMES, A.R.de.A.; EIRAS, D.de.E.; SANTOS, R.L.dos.; ALMEMIDA,S,V,de.; SILVA,, P.R.A Monitoramento da semeadura de milho utilizando diferentes sensores ópticos, velocidades de deslocamento e mecanismo dosadores. *Revista Energia na Agricultura*, v33, n.4,p.297-302, 2018

IBGE. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>. Acesso em: Nov. 2021.

KURACHI, S.A.H.; COSTA, J.A.de.; BERNADR, J,M.; COELHO, J.L.D.; SILVEIRA, G.M.da. Avaliação tecnológica de semeadoras/ou adubadoras: tratamento de dados de ensaios e regularidade de distribuição longitudinal de sementes. *Bragantina*, v. 48, n.2, p. 249-262, 1989

MACEDO, D. X.; NICOLAU, F. E. D. A.; NASCIMENTO, H. C.; COSTA, E.; CHIODEROLI, C. A.; LOUREIRO, D. R. Operational performance of a tractorseeder according to the velocity and working depth. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 20, n. 3, p. 280-285, 2016.

MACHADO, M.T.; REYNALDO, E.F.; VALE, W,G. Semeadoras adubadoras com diferentes mecanismos dosadores de sementes e a influência da velocidade na semeadura do milho. *Revista de la Facultad de Agronomía*, . v. 118, n.1, p. 37-42, 2019.

MARCHÃO, R. L.; BRASIL, E. M.; XIMENES, P. A. Interceptação da radiação fotossinteticamente ativa e rendimento de grãos do milho adensado. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v.5, n. 2 p. 170-181, 2006.

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

MIALHE, L.G. **Máquinas agrícolas para plantio. 1.ed** Milleniu Editora: Campinas p.722 2012.

NASCIMENTO, F.M.; RODRIGUES, J.G.; FERNANDES, J.C.; GAMERO, C.A.; BICUDO, S.J. Efeito de sistemas de manejo do solo e velocidade de semeadura no desenvolvimento do sorgo forrageiro. *Revista Ceres*, v.61, n.3, p.332- 337, 2014.

OLIVEIRA, L. G.; TAVARES, C.A.; GRIGGIO, A.; DELAI, M.; JUNG, R.; BITENCOURT, R.; SILVA, S.de.; SILVA, T,R.B.. Distribuição longitudinal de sementes de milho em função do tipo de dosador de sementes e velocidade de deslocamento. *Cultivando o Saber*, Cascavel, v. 2, n. 1, p. 140-146, 2009.

RIBEIRO, B.SM.R.; ZANON, A.J.; STRECK, N.A.; FRIEDRICH, E.D.; PILECCO, I.S.; ALVES, A.F.; PUNTEL, S.; SARMENTO,L.F.V.; STRECK, I.L.; INKLMAN, V.B.; PETRY , M.T.; MARTINS, J.D.; BORTOLUZZI, M.P.; LOOSE, L.H.; BRUNETTO,G.; MARIN, F.R.; ANTOLIN, L.A.S.; BREDEMEIER, C.; VIAN, A.L.; OLIVEIRA, L.F.R. **Ecofisiologia do milho visando altas produtividades**. 1ed Santa Maria, 230p. 2020.

RODRIGUES, F.; MELO, P. G. S.; RESENDE, C. L. P.; MROJINSKI, F.; MENDES, R. C.; SILVA, M. A. Aptidão de híbridos de milho para o consumo *in natura*. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 41, n. 2, p. 484-192, 2018.

ROS, V. V.; SOUZA, C. M. A.; VITORINO, A. C. T.; RAFULL, L. Z. L. Oxisol resistance to penetration in no-till system after sowing. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 6, p. 1104-1114, 2011.

SANTOS, A. J. M., GAMERO, C. A., & VILLEN, A. C. Análise espacial da distribuição longitudinal de sementes de milho em uma semeadora-adubadora de precisão. **Bioscience Journal**, v. 27, n. 01, p. 16-23, 2011.

SANTOS, H.G. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Ed.3. p.20, 2013.

SOUZA, C. M. A.; RAFULL, L. Z. L.; ARCOVERDE, S. N. S.; BOTTEGA, E. L.; ORLANDO, R. C. Desempenho de semeadora-adubadora de milho de segunda safra em semeadura direta. **Revista Agrarian**. v.12, n.45, p. 346-353, Dourados, 2019.

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

USDA. UNITED STATE DEPARTMENT OF AGRICULTURE. **Agricultural Statistics**. Disponível em: <https://www.usda.gov/>. Acesso em: Nov. 2021.

TROGELLO, E. MODOLO, A.J.; SCARSI, M.; SILVA,C.L.; P.F. ADAMI, P.F.; DALLACORT. R. Manejos de cobertura vegetal e velocidades de operação em condições de semeadura e produtividade de milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v.17, n.7, p. 796–802. 2013

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