



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL
CAMPUS CERRO LARGO
CURSO DE AGRONOMIA**

RODRIGO ROTH COSTA

**DISTRIBUIÇÃO DE SEMENTES DE MILHO POR DISCOS DOSADORES EM
DIFERENTES VELOCIDADES DE OPERAÇÃO**

**CERRO LARGO
2021**

RODRIGO ROTH COSTA

**DISTRIBUIÇÃO DE SEMENTES DE MILHO POR DISCOS DOSADORES EM
DIFERENTES VELOCIDADES DE OPERAÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação a ser apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma

CERRO LARGO

2021

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Costa, Rodrigo Roth
DISTRIBUIÇÃO DE SEMENTES DE MILHO POR DISCOS
DOSADORES EM DIFERENTES VELOCIDADES DE OPERAÇÃO /
Rodrigo Roth Costa. -- 2021.
54 f.:il.

Orientador: Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Bacharelado em Agronomia, Cerro Largo, RS, 2021.

1. Zea mays L.. 2. Discos alveolados.. 3. Velocidade
de semeadura.. I. Palma, Marcos Antonio Zambillo,
orient. II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III.
Título.

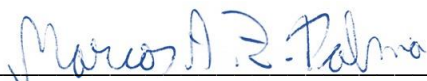
RODRIGO ROTH COSTA

**DISTRIBUIÇÃO DE SEMENTES DE MILHO POR DISCOS DOSADORES EM
DIFERENTES VELOCIDADES DE OPERAÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso de graduação a ser apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul.

Este trabalho foi defendido e aprovado pela banca em 12/05/2021.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma – UFFS
Orientador



Prof. Dr. Décio Rebellato da Silva – UFFS
Avaliador



Eng. Agr. Adriano Davi Possebom – Agroeste Sementes
Avaliador

RESUMO

O milho (*Zea mays L.*) é uma cultura que se destaca no cenário agrícola brasileiro, sua importância econômica caracteriza-se pelas variadas formas de utilização. A utilização de híbridos de milho modernos e densidades de plantas elevadas tornam-se uma estratégia eficiente para otimizar a produtividade, onde a distribuição espacial das plantas de milho está intimamente associada à densidade de semeadura. Os distribuidores de sementes por disco horizontal alveolado são amplamente utilizados, a velocidade periférica de rotação dos discos influencia diretamente na maneira como as sementes são coletadas, conduzidas, individualizadas e ejetadas. Desta forma, uma maneira de alterar a velocidade periférica de um disco com diâmetro pré-definido, mantendo a velocidade de deslocamento e a densidade de deposição de sementes na linha de semeadura, é pela alteração do número de alvéolos no disco. Foram testadas 3 configurações de disco, contendo 18, 28 e 38 alvéolos cada um, operando em 3 velocidades de deslocamento da semeadora, 5, 7, e 9 km h⁻¹ e distribuindo densidades de sementes similares, utilizando delineamento fatorial 3 (discos) x 3 (velocidade). O experimento foi implantado no ano de 2021, em uma gleba, situado na região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, município de Sete de Setembro, entre as seguintes coordenadas 28° 6'27.69"S e 54°30'8.73"O. As avaliações se dedicaram ao estudo da densidade populacional de plantas, distribuição longitudinal (espaçamentos aceitáveis, duplos e falhas) e classificação da regularidade de distribuição longitudinal. Os resultados obtidos demonstram que o aumento no número de alvéolos reduz a velocidade periférica, assim o protótipo desenvolvido com 38 alvéolos apresentou desempenho superior para velocidade de deslocamento de 9 km h⁻¹ e menor percentual de espaçamentos falhos.

Palavras chave: *Zea mays L.*. Disco horizontal perfurado. Velocidade de semeadura. Distribuição de sementes.

ABSTRACT

Corn (*Zea mays L.*) is a crop that stands out in the Brazilian agricultural scenario, its economic importance is characterized by its varied forms of utilization. The use of modern corn hybrids and high plant densities become an efficient strategy to optimize productivity, where the spatial distribution of corn plants is closely associated with the sowing density. Horizontal disc seed distributors are widely used, the peripheral speed of disc rotation directly influences the way seeds are collected, conducted, individualized and ejected. Thus, one way to change the peripheral speed of a disc with pre-defined diameter, while maintaining the displacement speed and the density of seed deposition on the seeding line, is by changing the number of cores in the disc. Three disk configurations were tested, each containing 18, 28 and 38 cells, operating at three seeding speeds, 5, 7 and 9 km h⁻¹ and distributing similar seed densities, using factorial design 3 (disks) x 3 (speed). The experiment was implemented in the year 2021, in a field located in the northwest region of the state of Rio Grande do Sul, municipality of Sete de Setembro, between the following coordinates 28° 6'27.69 "S and 54°30'8.73 "W. The evaluations were dedicated to the study of plant population density, longitudinal distribution (acceptable spacing, double spacing and gaps), and classification of the regularity of longitudinal distribution. The results obtained show that the increase in the number of cell reduces the peripheral speed, thus the prototype developed with 38 cell showed superior performance for a travel speed of 9 km h⁻¹ and lower percentage of faulty spacings.

Keywords: *Zea mays L.*. Perforated horizontal disc. Sowing speed. Seed distribution.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Imagem 1 – Evolução genética do Milho.....	13
Quadro 1- Estádios vegetativos e reprodutivos da planta de milho.....	14
Gráfico 1 - Médias do rendimento de grãos de milho obtidas em dois espaçamentos e quatro densidades de plantas.....	20
Gráfico 2 - Rendimento de grãos em função do coeficiente de variação.....	21
Imagem 2 - Composição de um distribuidor mecânico de disco alveolado.....	25
Imagem 3 - Conjunto distribuidor montado e detalhes.....	25
Imagem 4 - Detalhe da caixa distribuidora.....	25
Imagem 5 – Distribuição das parcelas e blocos na área experimental.....	29
Imagem 6 – Área do experimento com demarcação dos blocos.....	30
Imagem 7 - Discos utilizados na avaliação.....	32
Imagem 8 – Projeto de furação do disco com 38 alvéolos.....	32
Imagem 9 – Micro filmadora em caixa distribuidora.....	33
Imagem 10 - Semeadura com um disco por vez.....	34
Imagem 11 – Sequência com falha na individualização da semente pelo gatilho em disco com 28 alvéolos.....	47
Imagem 12 - Sequência com falha na individualização da semente pelo gatilho em disco com 38 alvéolos.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Regulagem teórica da população de sementes.....	34
Tabela 2 – Dados da análise estatística.....	38
Tabela 3 – Comparação de médias para espaçamentos aceitáveis em função dos discos.....	38
Tabela 4 – Comparação de médias para espaçamentos aceitáveis em função da velocidade.....	39
Tabela 5 – Médias de deposições aceitáveis na interação entre os fatores disco e velocidade.....	40
Tabela 6 - Percentual de espaçamentos duplos em função da velocidade de deslocamento.....	42
Tabela 7 - Percentual de espaçamentos duplos em função do número de alvéolos do disco.....	42
Tabela 8 - Percentual de espaçamentos falhos em função do número de alvéolos do disco.....	43
Tabela 9 - Percentual de espaçamentos falhos em função da velocidade de deslocamento.....	43
Tabela 10 – Médias de deposições falhas na interação entre os fatores disco e velocidade.....	44

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 OBJETIVOS.....	12
1.1.1 Objetivo geral	12
1.1.2 Objetivos específicos	12
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 O MILHO.....	12
2.2 FISILOGIA.....	13
2.2.1 Água	13
2.2.2 Temperatura	15
2.2.3 Fotoperíodo e radiação solar.....	15
2.3 SISTEMA DE CULTIVO	16
2.3.1 Plantio direto	16
2.3.2 Semeadura	17
2.3.3 Época de semeadura	17
2.3.4 Profundidade de Semeadura.....	17
2.3.5 Densidade de semeadura	18
2.3.6 Distribuição espacial	19
2.4 MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA.....	21
2.4.1 As semeadoras	21
2.4.2 Mecanismos distribuidores de precisão.....	23
2.4.3 Dosadores pneumáticos a vácuo	23
2.4.4 Dosadores de disco alveolado horizontal	24
3. MATERIAIS E MÉTODOS	27
3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO	27
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	27
3.3. EQUIPAMENTOS E MATERIAL UTILIZADO	30
3.3.1 Conjunto Trator e Semeadora	30
3.3.2 Sementes.....	31
3.3.3 Discos alveolados	31
3.3.4 Micro filmadora.....	33
3.4 IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO.	33
3.5 AVALIAÇÕES REALIZADAS	35
3.5.1 Distribuição longitudinal	35

3.5.2 Classificação de desempenho da distribuição longitudinal	36
3.5.3 Estande de plantas	37
3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS	37
3.7 ANÁLISE DE IMAGENS	37
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	37
4.1 RESULTADOS RELACIONADOS À DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL	37
4.1.1 Análise de resultados de espaçamentos aceitáveis para discos	38
4.1.2 Análise de resultados de espaçamentos aceitáveis para velocidade	39
4.1.3 Análise de resultados para interação disco x velocidade	39
4.1.4 Análise de resultados de espaçamentos duplos	41
4.1.5 Análise de resultados de espaçamentos falhos	42
4.2 CLASSIFICAÇÃO DE DESEMPENHO DA DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL	44
4.3 RESULTADOS RELACIONADOS AO ESTANDE DE SEMEADURA	45
4.4 ANÁLISE DE IMAGENS	46
5. CONCLUSÃO	49
REFERÊNCIAS	50

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores de grãos do mundo. Segundo a CONAB (2020), a estimativa de produção de grãos para o ano agrícola 2019/20 é de 250,9 milhões de toneladas, com crescimento em relação ao ano anterior de 3,7% ou 8,8 milhões de toneladas.

Dentre os grãos, o milho (*Zea mays* L.), presente em quase todos os continentes, é uma cultura que se destaca no cenário agrícola brasileiro, pois dependendo da região pode ser cultivado em primeira, segunda ou terceira safra. No país a estimativa é que sejam cultivados 18,5 milhões de hectares, gerando uma produção de 102,3 milhões de toneladas na temporada 2019/20 (CONAB, 2020).

Sua importância econômica caracteriza-se pelas variadas formas de utilização, onde aproximadamente 15% de toda a produção mundial de milho destinam-se ao consumo humano, de forma direta ou indireta. Já, a alimentação animal é o principal destino, podendo chegar até à 85% do volume produzido em alguns países desenvolvidos, a depender de suas estratégias econômicas. Ainda, o milho possui não somente aplicação alimentícia, seus derivados têm usos que se estendem às indústrias química, farmacêutica, de papéis, têxtil, entre outras (PAES, 2006).

No cenário atual brasileiro, a CONAB (2020) apresenta algumas estimativas de consumo, com destaque para a produção de etanol, que deverá consumir 5,6 milhões de toneladas para a safra 2019/20, frente as 3,48 milhões de toneladas destinadas na safra anterior.

A soma de todos os segmentos que compõe a demanda de consumo interno representa um volume total de 68,52 milhões de toneladas, aliado às exportações, estimadas com 34,5 milhões de toneladas, e aos estoques de passagem estimados em 11,14 milhões de toneladas, estes compõem o quadro de oferta e demanda para o grão no país (CONAB, 2020).

Desta forma, o Brasil ocupa a posição de terceiro maior produtor mundial de milho, com forte atuação no mercado global, sendo o segundo maior exportador do cereal (FIESP, 2020).

A cultura do milho é uma espécie que teve grande evolução em termos de produtividade por área. Segundo Galvão (2014), nas últimas sete décadas, a

produção em solos brasileiros aumentou 14,61 vezes, sendo que o aumento da área cultivada foi de apenas 3,86 vezes. O autor também destaca os avanços tecnológicos que proporcionaram o incremento de produtividade de 3,79 vezes, como adubos, defensivos químicos, sementes híbridas, cultivares transgênicas, aumento da densidade de plantas e a mecanização agrícola.

De acordo com Mantovani (2015), vários fatores contribuem para a produtividade. Todavia, o melhoramento genético destaca-se, com tendência à predominância para o uso de híbridos simples, mais exigentes em alta densidade de semeadura, bem como, em relação à distância entre plantas. Desta forma, percebe-se uma crescente preocupação com a qualidade de semeadura, visto que um estande adequado de plantas é uma necessidade presente. O autor ainda destaca a evolução dos equipamentos de semeadura, e os vários mecanismos de distribuição de sementes que estão disponíveis no mercado nacional, sendo os principais sistemas de discos, dedos prensores e pneumático. Contudo, o sistema de disco horizontal alveolado continua sendo o mais utilizado, principalmente pelo menor custo.

O estabelecimento uniforme de plantas é de grande importância, do contrário, operações na sequência poderão ser dificultadas, como: pulverizações, tratamentos culturais e a colheita (PACHECO *et al.*, 1996).

De acordo com a EMBRAPA (1996, apud CARPES, 2014, p. 23), em trabalho com variação na velocidade de semeadura, de 4,5 km.h⁻¹ para 8,0 km.h⁻¹, observou-se o aumento de espaçamentos duplos e falhos, de 8,2% para 14,1% e 7,1% para 24,9% respectivamente. Desta forma, demonstrando a sensibilidade do mecanismo dosador de sementes a fatores operacionais.

Outros fatores ainda podem influenciar no arranjo final de plantas, além do percentual de germinação das sementes. Tais fatores incluem: uniformidade e formato das sementes, tratamento de sementes, uso de lubrificantes (grafite), escolha do disco e anel, entre outros (SIQUEIRA, 2008).

Diversos estudos como de Pacheco (1996); Santos *et al.* (2008); e Mantovani (2015), avaliam e quantificam os espaçamentos duplos e falhos e o percentual de aceitáveis. Estes em função, da de velocidade de deslocamento, variação populacional, espaçamento entre fileiras, e poucos em função da velocidade periférica do disco. Porém, não se busca identificar o causador da

irregularidade na distribuição, se ocorrem no ejetor, gatilhos ou pela ausência de sementes no alvéolo.

Desta forma, os mecanismos, mesmo que funcionais, podem ser aperfeiçoados ainda que em ajustes finos, gerando diferenças substanciais no desenvolvimento de suas aplicações, principalmente aquelas que requerem maior precisão como é o caso da distribuição espacial das sementes de milho na linha de semeadura. Atualmente os discos disponíveis no mercado, com raras exceções, são padronizados em 28 alvéolos, fator que influencia diretamente na velocidade periférica dos mesmos.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar o mecanismo de distribuição de sementes de milho do tipo disco alveolado horizontal.

1.1.2 Objetivos específicos

Desenvolvimento de um disco dosador para minimizar o efeito da velocidade periférica.

Quantificar espaçamentos duplos, falhos e aceitáveis na operação de semeadura do milho em diferentes velocidades.

Com auxílio de uma micro câmera, observar os tipos de falhas e duplas ocasionadas no gatilho, no ejetor ou por motivo de ausência de semente no alvéolo do disco dosador.

2. REVISÃO BIBIOGRÁFICA

2.1 O MILHO

O milho (*Zea mays* L.) provavelmente é o grão mais antigo cultivado nas Américas. Acredita-se que seja originário do México Central, e que partir da gramínea Teosinte, as variações genéticas naturais foram sucessivamente

selecionadas pelo homem e gradativamente deram origem ao milho que conhecemos (LERAYER, 2006), conforme a Figura 1.

Imagem 1 – Evolução genética do Milho.



Fonte: LERAYER, 2006.

Existem evidências arqueológicas que o milho já era usado há 7000 a.C.. Com o descobrimento das Américas, ele foi levado a Europa, África e Ásia e devido a sua tolerância conseguiu se adaptar as mais variadas condições ambientais, do clima tropical ao temperado e altitudes que variam desde o nível do mar até 3000 m. Igualmente ao seu ancestral, o milho é uma planta que pertence à família das gramíneas e foi a principal fonte de alimento das civilizações americanas, tornou-se um alimento básico e atualmente uma das grandes commoditys (LERAYER, 2006).

2.2 FISIOLOGIA

2.2.1 Água

Para o milho, no campo da fisiologia vegetal, a água é considerada um dos principais componentes, de acordo com Magalhães (2006), a cultura consome em média durante seu ciclo em torno 600 mm.

Dada à importância desse componente, Köpp *et al.* (2015) estimam, para os locais estudados onde o cultivo foi realizado sem irrigação, grande redução na produtividade potencial. Em anos com maior deficiência hídrica se tem em média uma redução de 74,7%, e mesmo nos melhores anos, a perda de produtividade fica em média em 35,8%.

Apesar do grande volume de água absorvido, apenas cerca de 1% é retido pela planta, sendo o principal dreno a transpiração. Porém, essa água não é perdida, desempenhando diversas funções, como o controle de temperatura e também na absorção nutrientes, que são transportados com a água pelo processo de fluxo de massa (MAGALHÃES, 2006).

A deficiência hídrica pode afetar a cultura em todas as fases, e em cada uma delas a planta será afetada de forma diferente, assim Cruz *et al.* (2006, p. 2) destacam alguns dos principais distúrbios:

Na fase do crescimento vegetativo, devido ao menor alongamento celular e à redução da massa vegetativa, há uma diminuição na taxa fotossintética. Após o déficit hídrico, a produção de grãos é afetada diretamente, pois a menor massa vegetativa possui menor capacidade fotossintética. Na fase do florescimento, a ocorrência de dessecação dos estilos-estigmas (aumento do grau de protandria), aborto dos sacos embrionários, distúrbios na meiose, aborto das espiguetas e morte dos grãos de pólen resultarão em redução no rendimento. Déficit hídrico na fase de enchimento de grãos afetará o metabolismo da planta e o fechamento de estômatos, reduzindo a taxa fotossintética e, conseqüentemente, a produção de fotossimilados e sua translocação para os grãos.

Para o correto entendimento e identificação de cada estágio fenológico em que a cultura encontra-se, o sistema de identificação é dividido em vegetativo e reprodutivo, estes ainda subdivididos em estádios conforme o Quadro 1.

Quadro 1- Estádios vegetativos e reprodutivos da planta de milho.

Vegetativo	Reprodutivo
VE, emergência	R1, Embonecamento
V1, 1ª folha desenvolvida	R2, Bolha d'água
V2, 2ª folha desenvolvida	R3, Leiteiro
V3, 3ª folha desenvolvida	R4, Pastoso
V4, 4ª folha desenvolvida	R5, Formação de dente
V(n), nª folha desenvolvida	R6, Maturidade Fisiológica
VT, pendoamento	

Fonte: MAGALHÃES, 2006.

2.2.2 Temperatura

Não diferentemente do ciclo da água na planta do milho, a temperatura ambiental tem um efeito distinto em cada estágio fenológico da cultura. Apresentando uma relação complexa entre sua variação e o rendimento da cultura, influencia vários processos metabólicos no interior da planta (CRUZ *et al.*, 2006).

De maneira geral, na semeadura, o solo deverá apresentar-se com temperatura superior a 15°C (ideal: superior a 18°C). A baixa temperatura e o solo úmido na etapa de embebição ou reidratação das sementes tendem a diminuir a germinação e a emergência, ocasionando a desestruturação de membranas e a alterações na síntese e na ação enzimática (FANCELLI, 2015).

A planta de milho precisa acumular unidades calóricas obtidas através da soma térmica para cada etapa do ciclo da planta. As cultivares são classificadas e cada divisão apresenta exigências térmicas correspondentes, sendo as de ciclo normal de 890-1200 graus-dias (G.D.), as precoces de 831 a 890 G.D. e as superprecoces de 780 a 830 G.D. (CRUZ *et al.*, 2006).

O aumento da temperatura tende a acelerar os processos metabólicos da planta, enquanto baixas temperaturas reduzem a atividade metabólica. Temperaturas médias diárias inferiores a 19°C e noites com temperaturas médias abaixo de 12,8°C não são recomendadas para a espécie, sendo a temperatura ideal entre 25 e 30°C (FANCELLI, 2015).

2.2.3 Fotoperíodo e radiação solar

O fotoperíodo é representado pelo número de horas de luz solar, fator este que apresenta pouca variação de ano para ano. O aumento do fotoperíodo faz com que a duração da fase vegetativa também aumente, sendo o milho que é considerado uma planta de dias curtos. No Brasil, embora algumas cultivares apresentam pouca ou nenhuma sensibilidade às variações do fotoperíodo, e mesmo as mais sensíveis, o efeito deste na produtividade do milho é praticamente insignificante (CRUZ *et al.*, 2006).

A radiação solar tem influencia direta no processo fotossintético, sem a qual a fotossíntese é inibida e a planta é impedida de expressar o seu máximo potencial produtivo. Altamente eficiente na utilização da luz, o milho planta do grupo C4, tem

cerca de 90% da matéria seca proveniente da fixação de CO² (dióxido de carbono) pelo processo fotossintético (CRUZ *et al*, 2006). Ainda, segundo Cruz *et al*,(2006, p. 3) “Uma redução de 30% a 40% da intensidade luminosa, por períodos longos, atrasa a maturação dos grãos ou pode ocasionar até mesmo queda na produção”.

Desta forma, o arranjo espacial de plantas de milho em contraponto as suas necessidades fisiológicas, torna-se uma prática cultural com capacidade de afetar a produtividade da cultura, como destacam Sangoi *et al.*, (2012 p.269),

A irregularidade na distribuição espacial nas linhas pode reduzir a eficiência de aproveitamento de água, luz e nutrientes da comunidade, aumentando o número de plantas com desenvolvimento fenológico retardado, colmos frágeis, que se apresentam dominadas na lavoura, produzindo espigas pequenas.

2.3 SISTEMA DE CULTIVO

2.3.1 Plantio direto

O Sistema Plantio Direto (SPD) é uma tecnologia conservacionista consolidada, com ampla aceitação entre os agricultores e sistemas adaptados às diferentes regiões, de acordo com suas especificidades ambientais e aos diferentes níveis de tecnologia disponíveis (CRUZ *et al.*, 2001).

Ainda, segundo o autor, sua fundamentação esta na mínima mobilização do solo na faixa superficial do perfil, na manutenção de palhada proveniente dos restos culturais sobre o solo, no controle químico de plantas daninhas e na necessidade da sucessão e rotação de culturas.

Para o SPD, é uma realidade a utilização da cultura do milho em sistemas de rotação de culturas, sendo de essencial importância para a sustentabilidade do sistema. Por apresentar elevada produção de fitomassa, com elevada relação Carbono/Nitrogênio (C/N), possibilita manutenção de cobertura do solo, em maior quantidade e tempo de permanência na superfície (CRUZ *et al.*, 2006).

2.3.2 Semeadura

A semeadura de uma lavoura determina o início de um ciclo produtivo, de cerca de 120 a 130 dias, que deve ser planejado com antecedência. As operações desenvolvidas na sequência serão influenciadas por esta etapa inicial, sendo, o espaçamento entre linhas e a densidade de plantio definidos em função da semeadura. Este arranjo de plantas não é tão importante em outras culturas, como arroz, trigo, aveia e sorgo, devido à capacidade de perfilhamento, ou capacidade de produção de floradas, como feijão e soja. Para a cultura do milho é fundamental este controle populacional, pois, não apresenta tais características compensatórias (EMBRAPA, 2020).

2.3.3 Época de semeadura

A época de semeadura, quando analisada a nível nacional, estende-se por um período muito amplo, sendo o parâmetro oficial para épocas de semeadura as portarias do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), que são documentos atualizados a cada ano safra, e através de ampla quantidade de estudos, determina períodos de semeadura por municípios e suas regiões.

Para a definição dos períodos, são levados em consideração vários fatores que influenciam o desenvolvimento e produtividade das culturas. No caso do milho, os considerados de maior importância seriam a disponibilidade de água, a interceptação de radiação solar pelo dossel, a eficiência metabólica e de translocação de fotossintatos para os grãos. Estes são os parâmetros analisados em função da cultivar e tipo de solo para a região que se pretende implantar o cultivo, sendo que uma situação comum de se observar é que as janelas de plantio para os períodos onde o risco é mínimo (risco de 20%) podem ser de apenas 10 dias, gerando a necessidade de uma operação de semeadura rápida e eficiente (MAPA, 2019).

2.3.4 Profundidade de Semeadura

A profundidade de semeadura é influenciada por alguns fatores como temperatura do solo, umidade e tipo de solo. A semente de milho, quando

depositada a determinada profundidade no sulco de semeadura, tem-se por objetivo primeiro o contato com a umidade (CRUZ *et al.*, 2006).

A profundidade deve variar em função do tipo de solo, sendo que em solos mais pesados (argilosos) a tendência é de diminuição da profundidade, aproximadamente de 3 a 5 cm, solos mais leves ou arenosos, as sementes podem ser colocadas mais profundas, entre 5 e 7 cm. Ainda, pelo tipo de sistema utilizado, como no caso do sistema plantio direto, que objetiva o acúmulo de resíduos na superfície do solo, e em especial regiões mais frias, onde a cobertura morta pode retardar a emergência e reduzir o estande (CRUZ *et al.*, 2006).

2.3.5 Densidade de semeadura

A densidade de semeadura é uma técnica de manejo cultural, sendo um dos parâmetros mais importantes a ser controlado no processo de semeadura. Este é dependente de vários fatores, como época de semeadura, cultivar, fertilidade, adubação do solo e nível de disponibilidade hídrica, este último um dos mais importantes (EMBRAPA, 2020). Segundo Serpa *et al.* (2012), pode-se afirmar que o grau de redução da produtividade de grãos em função da deficiência hídrica depende da intensidade do estresse, da sua duração e do estágio em que ele ocorre.

De acordo com a EMBRAPA (2020), a recomendação geral varia de 40.000 a 80.000 plantas.ha⁻¹, sendo que o rendimento de uma lavoura aumenta com a elevação da densidade de plantio, até atingir uma densidade ótima, que é determinada pela cultivar e por condições externas resultantes de condições edafoclimáticas do local e do manejo da lavoura. Serpa *et al.* (2012, p. 548) concluíram em sua pesquisa:

A utilização de híbridos de milho modernos e densidades de plantas superiores a nove plantas por metro quadrado é uma estratégia eficiente para otimizar a produtividade de grãos de milho nas semeaduras antecipadas para o final de inverno das regiões mais quentes do Sul do Brasil, tanto em ambientes irrigados quanto em ambientes de sequeiro, desde que não haja deficiência hídrica entre os estádios V15 e R2.

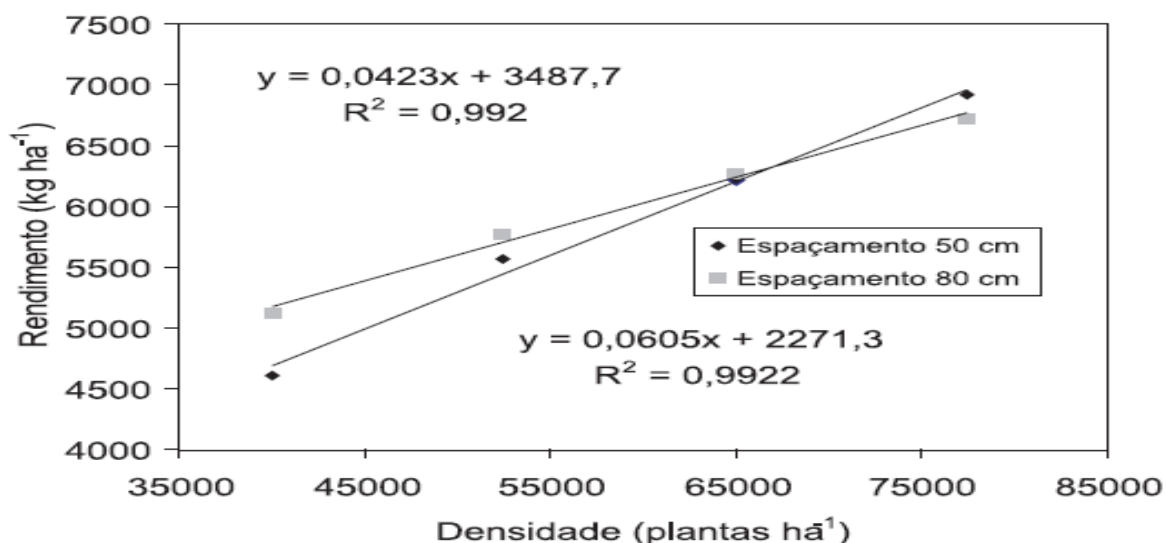
Ambas literaturas (EMBRAPA, 2020; SERPA *et al.*, 2012) concordam sobre a sensibilidade do milho em relação à variação na densidade de plantas. Assim, o aumento do estande de plantas pode influenciar certas características, como a redução no número de espigas por planta (índice de espigas), o peso médio da espiga, o diâmetro do colmo reduzido, aumentando a tendência de acamamento e ao quebramento. Ainda, pode haver aumento na ocorrência de doenças, principalmente as podridões de colmo. A diminuição no estande tende a redução destas alterações, porém, pode não fornecer condições para exploração do máximo potencial de produção de grãos, devido a redução da área radicular e fotossintética da comunidade.

2.3.6 Distribuição espacial

A distribuição espacial das plantas de milho está intimamente associada à densidade de semeadura. Segundo Sangoi *et al.* (2010, p. 269 apud SANGOI *et al.*, 2012), “[...] o arranjo de plantas na lavoura pode ser alterado por mudanças na densidade, no espaçamento entre linhas e na distribuição espacial e temporal das plantas na linha [...]”, desta forma, novamente um processo uniformizado de estabelecimento do estande final de plantas depende de vários fatores que estão interligados pelo processo de semeadura.

O espaçamento entre linhas, de acordo com a EMBRAPA (2020), segue uma tendência de diminuição, ou seja, aproximação das linhas entre si para distâncias entre 45 a 50 cm entre fileiras. Isto se deve às vantagens encontradas em diversas pesquisas em relação ao sistema convencional, onde se tem 80 a 90 cm entre fileiras, principalmente em densidades de plantio mais elevadas, como se observa no Gráfico 1.

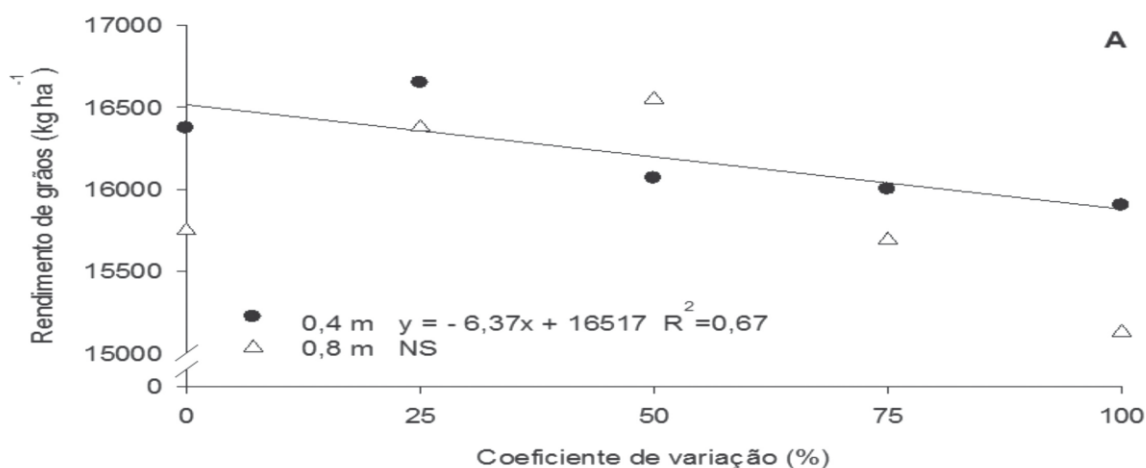
Gráfico 1 - Médias do rendimento de grãos de milho obtidas em dois espaçamentos e quatro densidades de plantas.



Fonte: Cruz *et al.*, 2007.

A distribuição de plantas na linha de semeadura, resume-se no objetivo pela equidistância entre as plantas na fileira (SANGOI *et al.*, 2012), pois de acordo com Merotto Junior *et al.* (1999, p. 596) “A variação da competição intra-específica também está relacionada à distribuição das plantas na área, através da variação do espaçamento entre linhas e da distância entre as plantas na linha de semeadura”. Assim, no processo de semeadura, busca-se evitar a ocorrência de locais nas linhas de semeadura onde as plantas estejam muito próximas entre si (chamado de duplos) e a ocorrência de espaços amplos sem presença de plantas (chamado de falhos), uma vez que, como demonstrado por Sangoi *et al.*, (2012) em trabalho conduzido com dois espaçamentos de 40 cm e 80cm entre fileiras e desuniformidade intencional controlada na distribuição espacial das plantas no sulco de semeadura, com 5 coeficientes de variação (C.V.) de 0%, 25%, 50%, 75% e 100%, observaram redução significativa no rendimento de grãos, como demonstrado no Gráfico 2.

Gráfico 2 - Rendimento de grãos em função do coeficiente de variação



Fonte: Sangoi *et al.*, 2012.

O resultado do coeficiente angular da reta na figura 3, segundo o autor, gera para cada 10% de aumento no C.V., um decréscimo de 64 kg ha⁻¹ no rendimento de grãos (SANGOI *et al.*, 2012).

Ainda de acordo com o autor, ressalta-se que mesmo que se atinja a densidade de plantas desejada, o potencial produtivo da lavoura pode ser reduzido se as sementes não forem equidistantemente distribuídas nas linhas de semeadura.

2.4 MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA

A dependência de máquinas e equipamentos é cada vez maior, porém, é um caminho irreversível frente aos benefícios obtidos, como a facilitação na execução do trabalho, aumento na precisão de execução de determinadas tarefas, e o benefício principal que é o aumento da produção (VIAN *et al.*, 2013).

2.4.1 As semeadoras

Segundo Siqueira (2008), as semeadoras-adubadoras de plantio direto, são máquinas que realizam a semeadura em terrenos sem o revolvimento periódico do solo e com a presença de cobertura vegetal. Geralmente, as unidades das semeadoras são conjugadas às unidades adubadoras, daí o nome semeadora-

adubadora. Através destas máquinas que a cultura do milho é implantada de maneira eficiente, gerando condições adequadas a produção.

Uma semeadora tem em sua base construtiva como primeira estrutura o chassi, e a partir deste que são montados todos os componentes periféricos, que possibilitam ao equipamento realizar a operação de semeadura para a cultura e ambiente específicos. Ainda, de acordo com Siqueira (2008), podemos listar:

- Sistema de engate e acoplamento ao trator;
- Sistema de transporte;
- Reservatórios para sementes e fertilizante
- Sistemas de dosagem e distribuição de fertilizantes
- Sistema de acionamento e transmissão
- Marcadores de linha e estribos
- Unidades de semeadura, sendo estas estruturas compostas, como descritas por Siqueira (2008, p. 4):

As unidades de semeadura são constituídas por unidade de corte da vegetação, abridores de sulco para fertilizante, abridores de sulco para sementes, sistema de controle de profundidade de sulcos para sementes, sistema de aterramento do sulco e sistema de compactação do solo sobre as sementes.

- Sistemas de dosagem e distribuição de sementes, estes por sua vez nas semeadoras de precisão atuais, vem na grande maioria atrelada às unidades de semeadura, mais especificamente montados sobre os sistemas abridores de sulco para sementes.

O termo “plantio direto” (semeadura) representa a deposição de sementes em solo não previamente preparado. Sendo, o revolvimento um dos grandes problemas do sistema convencional, que gera grandes danos ambientais, grande demanda energética e prejuízos devido à desestruturação do solo (CASÃO JR. *et al.*, 2012).

As semeadoras segundo Santos (2008, p. 541), podem desempenhar várias funções em uma única operação:

Além da distribuição uniforme e da colocação adequada para garantir a germinação, a semeadora sob plantio direto desempenha a função de abertura do sulco e descompactação do solo, fazendo o corte da palha e o rompimento do solo na linha de semeadura.

As primeiras máquinas semeadoras foram importadas e/ou adaptadas, sendo necessário um longo processo de aperfeiçoamento para tornar a semeadura direta possível do ponto de vista mecânico. Porém, a técnica ainda tinha outros entraves, sendo o principal o controle de plantas invasoras que foi gradualmente viabilizado com o desenvolvimento de herbicidas mais eficientes (CASÃO JR. *et al.*, 2012).

As semeadoras denominadas de precisão, geralmente são aplicadas à semeadura de espécies que apresentam sementes maiores (sementes graúdas), como o caso do milho, soja, algodão, feijão, entre outras. Estas culturas normalmente tem estande de plantas mais baixo e necessidade de distribuição mais equidistante, conforme destaca Silveira (2001, p. 105):

A denominação “de precisão” relaciona-se com o fato de o mecanismo dosador ter capacidade para apanhar uma semente ou um grupo delas por vez, e transferi-la(s) para o mecanismo de deposição. O objetivo é conseguir uma distribuição uniforme, em toda a superfície do terreno, numa mesma profundidade.

2.4.2 Mecanismos distribuidores de precisão

As semeadoras de precisão comercializadas no Brasil, atualmente, de acordo com Siqueira (2008), são equipadas basicamente por dois sistemas de distribuidores de sementes: o sistema pneumático a vácuo ou o sistema de discos horizontais alveolados.

2.4.3 Dosadores pneumáticos a vácuo

O sistema pneumático a vácuo (ou pressão negativa), apresentou desempenho superior ao sistema de disco alveolado em estudos realizados por Mello *et al.* (2003, apud SIQUEIRA, 2008) e Casão Jr. e Siqueira (2006, apud

SIQUEIRA, 2008), tendo como principais vantagens maior precisão na distribuição das sementes e a ausência de danos provocados pelo mecanismo distribuidor, principalmente em velocidades acima de 8 km.h^{-1} .

Carpes *et al.* (2017), relatam que o distribuidor pneumático reduziu a porcentagem média de espaçamentos falhos, possivelmente pela forma de liberação das sementes, minimizando o impacto o com as paredes internas do tubo e diminuindo o efeito de ricochete, podendo ser um dos motivos para a melhor distribuição longitudinal de sementes.

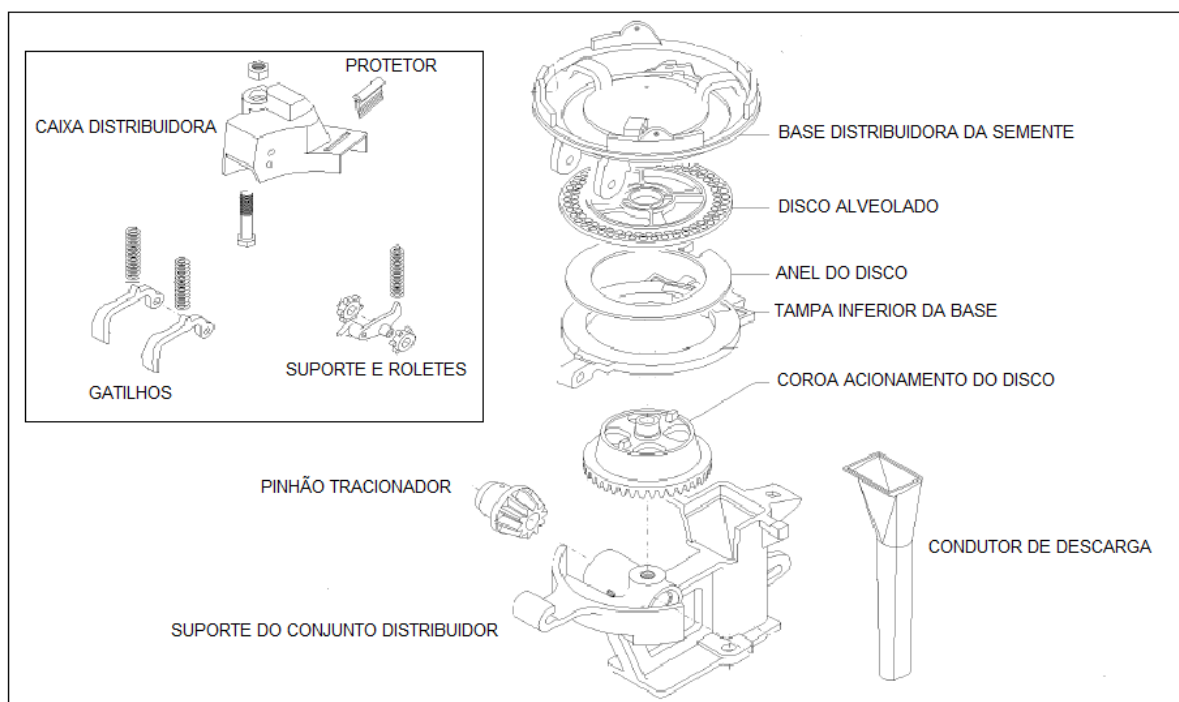
Todavia, este sistema é mais complexo, tanto para operação, regulagem e manutenção, apresentando, ainda apresenta elevado custo de aquisição, seja individualmente ou na aquisição da semeadora, elevando o valor final da mesma (SIQUEIRA, 2008).

2.4.4 Dosadores de disco alveolado horizontal

Os sistemas de discos horizontais normalmente são constituídos de uma base fundida, que sustenta um eixo, o qual possui um pinhão e uma engrenagem de acionamento, que promove o giro do disco perfurado. As sementes depositadas sobre o disco alojam-se nos alvéolos, sendo conduzidas pelo mesmo sobre o anel base até a caixa distribuidora, que deve, em conjunto com o disco, individualizar e ejetar a semente pelo orifício do anel, descarregando a semente pelo condutor até o solo (SILVEIRA, 2001).

Na Imagem 2, observa-se um esquema do conjunto distribuidor e sua ordem de montagem, na Imagem 3 conjunto distribuidor e Imagem 4 a caixa distribuidora.

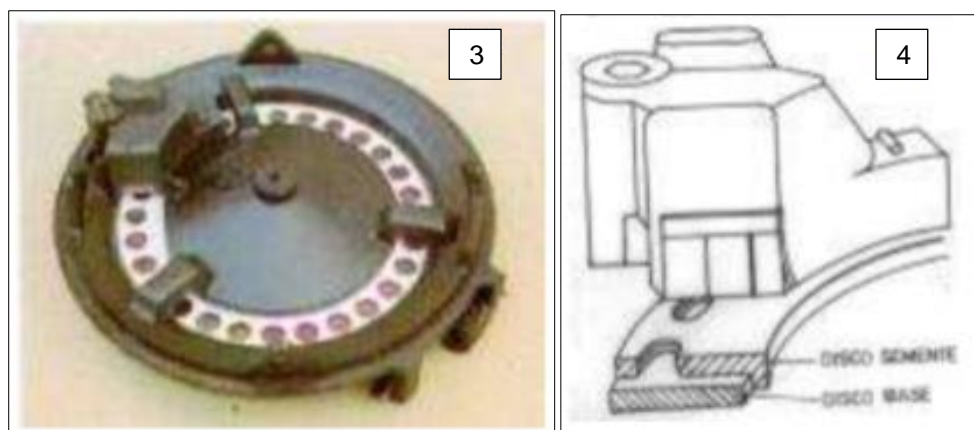
Imagem 2 - Composição de um distribuidor mecânico de disco alveolado.



Fonte: Adaptado de Semeato S/A, 2012.

Imagem 3 - Conjunto distribuidor montado e detalhes.

Imagem 4 - Detalhe da caixa distribuidora.



Fonte: <https://docplayer.com.br/54234486-Sistema-de-distribuicao-das-semeadoras-de-linha-de-precisao.html>

Quando as sementes são ejetadas do disco perfurado horizontal, passam a uma condição de queda livre devido à força gravitacional, sendo um componente vertical de velocidade. Pelo deslocamento da máquina, é gerado um componente de velocidade horizontal decorrente do avanço da semeadora, que tende a forçar as sementes a rolar ou saltar fora do ponto a que deveriam ficar no momento do

impacto com o solo. Ainda, quanto maior a velocidade de semeadura, além do aumento no componente horizontal de velocidade, ocorre proporcionalmente o aumento da velocidade de deslocamento tangencial do disco (PACHECO *et al.*, 1996).

Beere & Company (1986, apud PACHECO *et al.*, 1996) destacam que o condutor de descarregamento de sementes deve ser curvado no sentido contrário à movimentação da semeadora, lançando as sementes e criando um componente de velocidade horizontal oposto ao gerado pelo avanço da máquina, sendo que estes se neutralizariam ou compensariam.

Carpes *et al.* (2017) relata que tubos condutores com curvatura de aproximadamente 30°, proporcionam melhor distribuição longitudinal, independente do mecanismo dosador utilizado. O tubo condutor ainda deve ter formato a minimizar os saltos ou repiques em seu interior, interferindo minimamente no tempo e variabilidade de descarga das sementes.

Diversos trabalhos avaliam a densidade de semeadura e a distribuição espacial em função da velocidade de deslocamento, como Dias (2009), que testou 3 densidades e 4 velocidades para plantio de soja e milho, relatando que o aumento da velocidade, independente da densidade aplicada, reduziu o número de espaçamentos aceitáveis entre plantas. Além disso, o aumento da densidade independente da velocidade aplicada, da mesma forma, reduziu o número de aceitáveis.

Mantovani (2015), em experimento com três velocidades de plantio (5, 7 e 9 km/h), quatro dosadores (pneumático, disco, titanium e rampflow) e dois espaçamentos entre fileiras (45 e 90 cm) objetivando 75 mil plantas por hectare, concluiu,

A utilização da maior velocidade de plantio aumentou a porcentagem de duplos e falhas, independentemente do espaçamento e tipo de dosador, assim como a dispersão da distribuição longitudinal de sementes, no espaçamento de 45 cm (MANTOVANI, 2015, p. 45).

Os trabalhos envolvendo variação de velocidade de semeadura, variação populacional e variação na distância entre linhas, tem relação direta com a velocidade periférica do disco, fator menos estudado como destaca Dias (2014, p.1974),

A maioria dos estudos com semeadoras equipadas com estes tipos de mecanismos concentra-se na velocidade de deslocamento e não na velocidade periférica do disco, como nos trabalhos de LIU *et al.* (2004), CELIK *et al.* (2007), DIAS *et al.* (2009) e JASPER *et al.* (2011).

A velocidade periférica influencia diretamente na maneira como as sementes são coletadas, conduzidas, individualizadas e ejetadas. Altas velocidades periféricas reduzem o tempo disponível para o preenchimento dos alvéolos pelas sementes, e, também, para a saída, quando estas passam pelo orifício do anel e mecanismo ejetor, ocasionando assim falhas e danos (SIQUEIRA, 2008).

Carpes *et al.* (2017) estudando o efeito de diferentes tubos condutores na distribuição longitudinal de sementes de milho, concluiu que o aumento da velocidade periférica do disco, gerada pelo aumento na densidade de semeadura (60.000 a 90.000 sementes.há⁻¹), reduziu os espaçamentos aceitáveis para maioria dos condutores, influenciando diretamente a qualidade de semeadura.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi implantado numa gleba da propriedade do Sr. Alceu Nicoletti Costa, situado na região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, no município de Sete de Setembro. A área experimental localiza-se entre as coordenadas entre coordenadas 28° 6'27.69"S e 54°30'8.73"O.

De acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, o tipo solo no local foi classificado como Latossolo Vermelho (SANTOS *et al.*, 2018).

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O ensaio foi implantado em um delineamento de blocos casualizados fatorial (DBC), com avaliação de 3 tipos de discos e 3 velocidades de deslocamento, compondo 9 tratamentos com 5 repetições (blocos), totalizando 45 parcelas.

Os tratamentos foram compostos pela interação entre o tipo de disco, com 18, 28 ou 38 alvéolos e velocidade de deslocamento da semeadora de 5, 7 e 9 km.h⁻¹.

Dessa forma, os tratamentos foram nomeados como:

Tratamento 1 (t1): Disco 18 furos e velocidade de 5 km.h⁻¹.

Tratamento 2 (t2): Disco 18 furos e velocidade de 7 km.h⁻¹.

Tratamento 3 (t3): Disco 18 furos e velocidade de 9 km.h⁻¹.

Tratamento 4 (t4) Disco 28 furos e velocidade de 5 km.h⁻¹.

Tratamento 5 (t5): Disco 28 furos e velocidade de 7 km.h⁻¹.

Tratamento 6 (t6): Disco 28 furos e velocidade de 9 km.h⁻¹.

Tratamento 7 (t7): Disco 38 furos e velocidade de 5 km.h⁻¹.

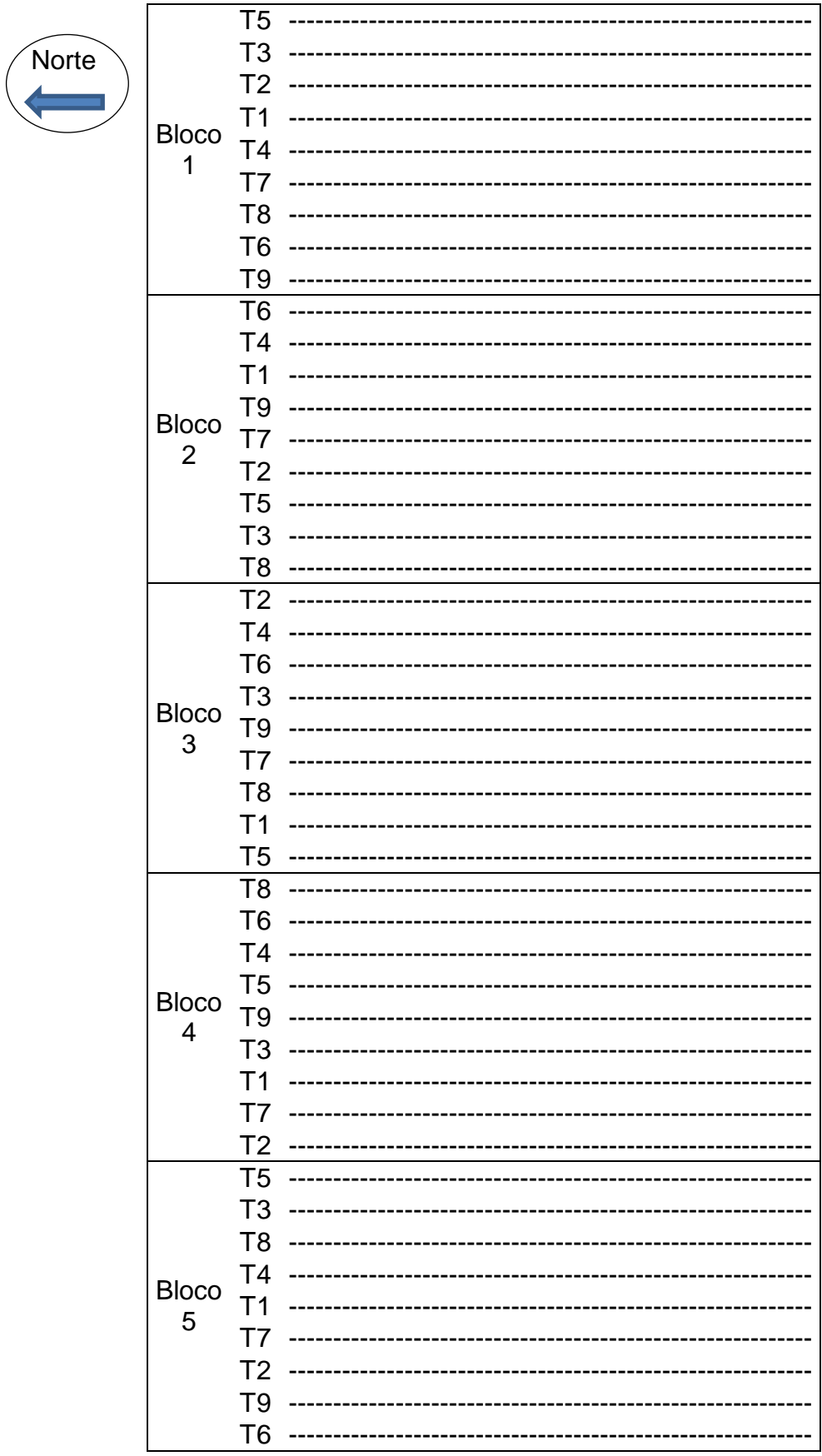
Tratamento 8 (t8): Disco 38 furos e velocidade de 7 km.h⁻¹.

Tratamento 9 (t9): Disco 38 furos e velocidade de 9 km.h⁻¹.

A distribuição espacial das parcelas e blocos na área experimental ocorreu de acordo com a Imagem 5.

Cada bloco recebeu 9 linhas de semeadura, e cada linha representa uma unidade experimental. As linhas tiveram 100 m de comprimento, espaço suficiente para a contagem de 250 espaçamentos conforme as recomendações de Mialhe (2012), descontados em torno de 20 m de cada extremidade em virtude do efeito bordadura, espaço necessário para estabilização de velocidade e distribuição de sementes.

Imagem 5 – Distribuição das parcelas e blocos na área experimental.



Fonte: elaborado pelo autor, 2021.

Desta forma, cada bloco teve dimensões de 100 m de comprimento, por 7 m de largura. Assim, os 5 blocos totalizaram 100 m de comprimento por 35 m de largura, resultando em uma área de 3.500 m², conforme demarcação observada na Imagem 6.

Imagem 6 – Área do experimento com demarcação dos blocos.



Fonte: fotografia registrada pelo autor, 2021.

3.3. EQUIPAMENTOS E MATERIAL UTILIZADO

3.3.1 Conjunto Trator e Semeadora

Como equipamento tracionador, empregou-se um trator agrícola da marca Massey Ferguson®, modelo MF 299 advanced®, 4x2 com TDA (tração dianteira auxiliar) e 95,6 KW de potência.

Para semeadura utilizou-se uma semeadora-adubadora de precisão marca Vence Tudo®, modelo Premiun 10000®, ano de fabricação 2003. Para deposição de sementes, conta com linhas do tipo pivotada, equipada com dosador de sementes do tipo disco horizontal alveolado, e sulcador tipo disco duplo assimétrico. Ainda, disco de corte e sulcador tipo haste fixa para corte da palhada e abertura do sulco.

As velocidades de operação foram definidas por meio da seleção de marchas e ajustes de rotação do motor do trator, conforme diagrama de velocidades do próprio trator. Posteriormente, realizou-se aferição a campo considerando a distância percorrida e o tempo.

3.3.2 Sementes

Utilizou-se o híbrido AS1666 fornecido pela empresa Agroeste, de ciclo superprecoce, resistente ao glifosato, com 99 % de pureza.

Realizou-se teste de germinação em substrato entre areia: em uma caixa de madeira foram distribuídas 4 repetições de 100 sementes, entre duas camadas de areia com 60 % de umidade, de acordo com as regras para análises de sementes (RAS, 2009).

A população de plantas recomendada pela empresa é em função do potencial produtivo. Para obtenção de produtividades em torno de 12 tn há⁻¹, a recomendação é população final entre 75 a 80 mil plantas há⁻¹ (AGROESTE, 2020).

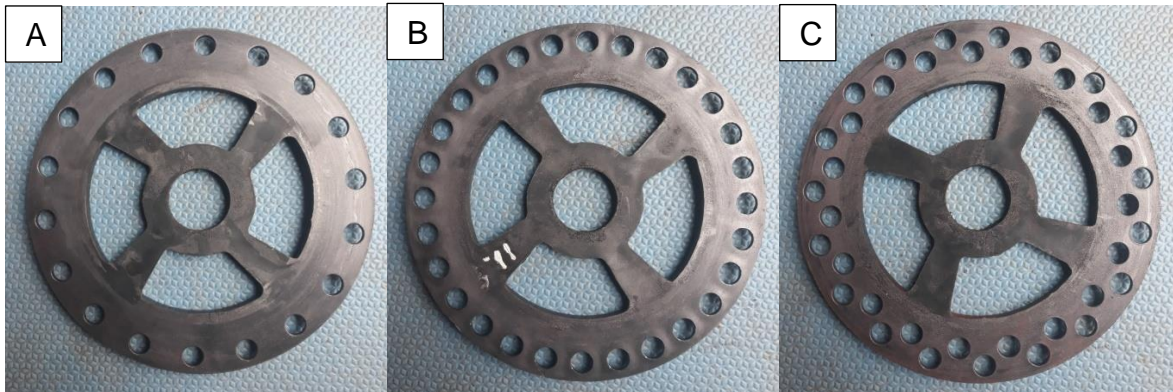
De acordo com a recomendação descrita na embalagem, para as sementes utilizadas no experimento, a fornecedora (Agroeste®) recomenda a utilização de disco que contenha alvéolos com formato circular (furo redondo), diâmetro de 11,5 mm e 4 mm de espessura, ainda, utilização anel com 3 mm de espessura e rebaixo de 1 mm.

As sementes adquiridas foram tratadas industrialmente, com fungicida e inseticida. De acordo com Filho (2015), este tratamento altera a rugosidade da superfície destas, aumenta do ângulo de repouso, afetando o desempenho da semeadora pela dificuldade de movimentação no depósito e também no sistema distribuidor. Desta forma, utilizou-se 6 gramas de grafite por kg de sementes, a fim de minimizar os efeitos adversos (FILHO, 2015).

3.3.3 Discos alveolados

Os discos alveolados, utilizados para distribuição de sementes de milho na semeadura, tiveram 3 configurações distintas em relação ao número de alvéolos, 18 alvéolos (Imagem 7A); 28 alvéolos (Imagem 7B) e 38 alvéolos (Imagem 7C).

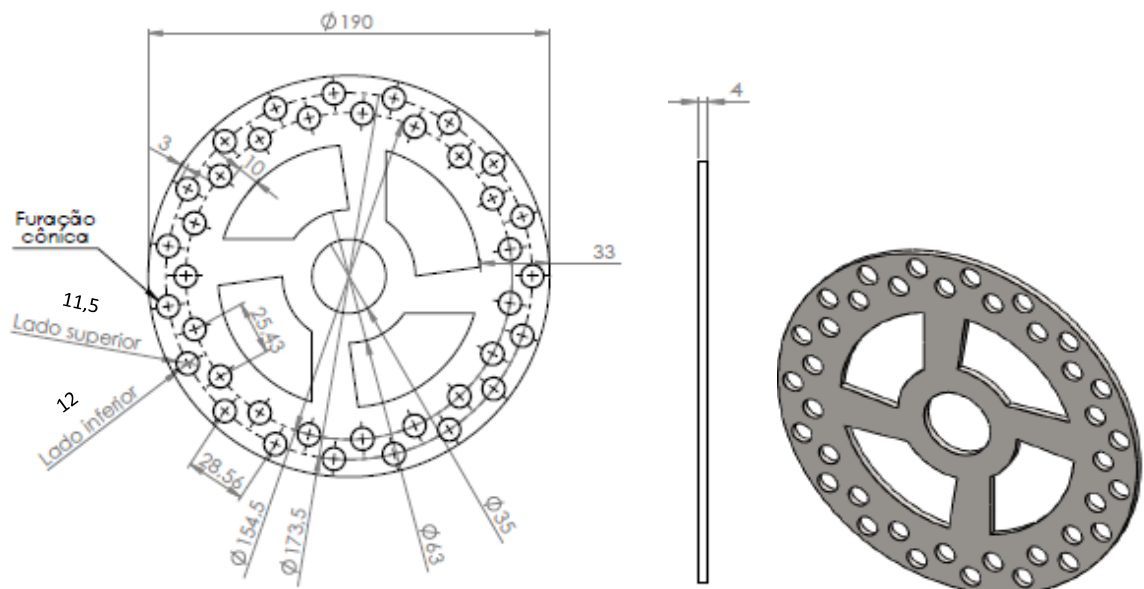
Imagem 7 - Discos utilizados na avaliação.



Fonte: fotografia registrada pelo autor, 2021.

O disco com 38 alvéolos não está disponível comercialmente, por isso foi desenvolvido um protótipo com as características semelhantes em relação aos alvéolos. No entanto, foi dimensionado com duas fileiras de orifícios conforme a imagem 8.

Imagem 8 – Projeto de furação do disco com 38 alvéolos.



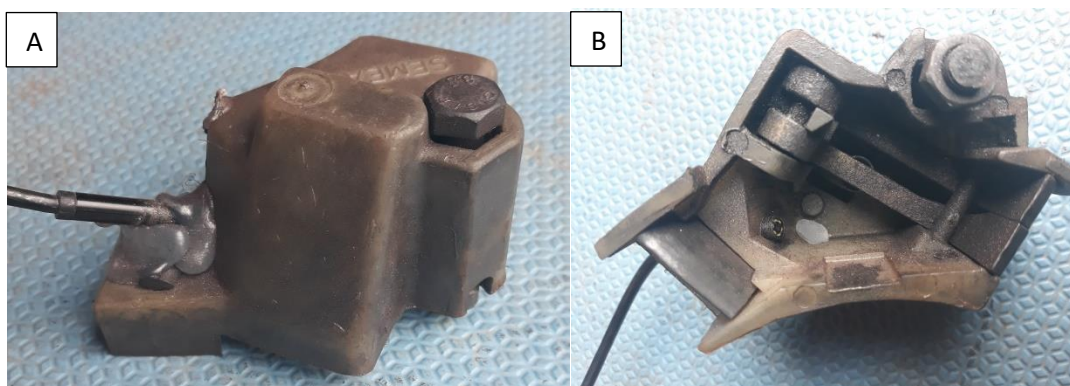
Fonte: elaborado pelo autor, 2020.

3.3.4 Micro filmadora

Para observação do mecanismo dosador em funcionamento, foi utilizado uma micro filmadora endoscópica, marca New Rice, modelo AN99. Esta possui conectores usb e micro usb, compatível com computadores e smartphones (sistema android), dispõem de iluminação embutida no cabeçote, resolução máxima da imagem de 640 x 480 pixels e velocidade de gravação de vídeos de 30 frames por segundo (fps).

Esta foi adaptada junto à caixa distribuidora, através de um orifício feito em local estratégico (imagem 9A e 9B), obtendo imagens do mecanismo interno em funcionamento.

Imagem 9 – Micro filmadora em caixa distribuidora.



Fonte: fotografia registrada pelo autor, 2021.

3.4 IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO.

A semeadura foi efetuada em sistema de semeadura direta com cultura antecessora de soja. Devido à área ter sido recentemente colhida, encontrava-se livre de plantas espontâneas e com palhada da soja em cobertura, não sendo necessário qualquer tipo de preparo em pré-semeadura. A semeadura ocorreu no dia 02 de abril 2021.

Para a semeadura foi utilizado apenas um disco dosador de cada vez (Imagem 10), uma vez que existe variação do número de alvéolos, portanto cada tipo de disco necessitou de uma relação transmissão com engrenagens específicas.

Imagem 10 - Semeadura com um disco por vez.



Fonte: fotografia registrada pelo autor, 2021.

Com as combinações de engrenagens disponíveis na semeadora, não foi possível atingir exatamente a mesma densidade de semeadura para todos os discos. Desta forma, foram selecionadas as combinações para que se atingissem a população mais próxima possível em todos os tratamentos, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Regulagem teórica da população de sementes.

	Engrenagens			Densidade	
	A (motriz)	B (movida)	Z (motriz)	Sementes /metro	Sementes há ⁻¹
Disco 18	14	15	24	4,07	81.328
Disco 28	16	17	14	3,90	78.008
Disco 38	14	21	14	3,78	75.519

Fonte: elaborado pelo autor, 2021.

Ainda, o número de sementes por metro linear, foi utilizado para estimar as velocidades periféricas de cada tratamento, também foram considerados, números de alvéolos do disco dosador, diâmetro do disco e velocidade de deslocamento da semeadora como descrito por Carpes (2014). As velocidades periféricas foram calculadas através da seguinte expressão:

$$VP = \frac{CD}{NA} \times (SM \times VD)$$

Onde;

VP: velocidade periférica do disco ($m s^{-1}$);

CD: circunferência do disco;

NA: numero de alvéolos no disco;

SM: densidade de sementes por metro linear;

VD: velocidade de deslocamento da semeadora ($m s^{-1}$).

A profundidade de semeadura foi ajustada entre 3 e 5 cm, por tratar-se de um solo argiloso, também, levando-se em consideração as condições climáticas e do solo na data de implantação (CRUZ *et al*, 2006).

3.5 AVALIAÇÕES REALIZADAS

As avaliações se dedicaram ao estudo da distribuição longitudinal (espaçamentos aceitáveis, duplos e falhas), densidade populacional de plantas, e classificação da regularidade de distribuição longitudinal.

Ainda, com a obtenção e análise de imagens do mecanismo interno em funcionamento, identificar os pontos onde ocorrem a falhas de distribuição.

3.5.1 Distribuição longitudinal

A determinação da distribuição longitudinal foi obtida através da análise dos espaçamentos entre as plantas, aos 20 dias após a emergência (DAE). Foram contabilizados 250 espaçamentos em cada linha de semeadura, descartando-se 20 metros iniciais necessários para a estabilização de velocidade. Os espaçamentos foram medidos com auxílio de uma trena métrica e anotados.

Foi considerado um espaçamento a distância entre uma planta e outra, porém onde havia falhas, retirou-se o solo até expor a semente não germinada. Estas também foram consideradas na medição dos espaçamentos, pois não podem ser consideradas falhas na dosagem de sementes.

A metodologia utilizada para a caracterização dos espaçamentos foi proposta por Mialhe (2012, p. 341), considerando como aceitáveis todos os espaçamentos entre plantas de 0,5 a 1,5 vezes o espaçamento agrônomico (EA), espaçamentos abaixo deste intervalo ($< 0,5$ vezes EA) foram considerados duplos, acima do intervalo ($> 1,5$ vezes EA) foram considerados falhas.

Tendo em vista que cada disco avaliado necessitou de uma combinação de engrenagens específica, sendo que, estas combinações não resultaram exatamente na mesma densidade de semeadura, cada disco teve um espaçamento agrônomico (EA). Também chamado de espaçamento de referência (Xref.), este representa a deposição equidistante das sementes no sulco de semeadura, que para este experimento foram classificados conforme Quadro 2.

Quadro 2 - Classificação de espaçamentos (cm).

	Xref.	Duplos	Aceitáveis	Falhas
Disco 18	24,6	$< 12,3$	12,3 - 36,9	$> 36,9$
Disco 28	25,6	$< 12,8$	12,8 - 38,5	$> 38,5$
Disco 38	26,5	$< 13,2$	13,2 - 39,7	$> 39,7$

Fonte: elaborado pelo autor, 2021.

3.5.2 Classificação de desempenho da distribuição longitudinal

Seguindo a proposta de Dambrós (1998 apud MIALHE, 2012, p. 352), a classificação de regularidade da distribuição longitudinal de sementes na linha, determinada em ensaios de bancada pelo mesmo, foi classificada em função da porcentagem dos espaçamentos aceitáveis, conforme Quadro 3.

Quadro 3 - Classificação de desempenho da distribuição.

Classificação do desempenho	Espaçamentos aceitáveis (%)
Ótimo	>90 à 100
Bom	>75 à 90
Regular	≥ 50 à 75
Insatisfatório	<50

Fonte: elaborado pelo autor, 2021.

3.5.3 Estande de plantas

O estande foi estimado utilizando a mesma contagem de plantas para a avaliação da distribuição longitudinal (MIALHE, 2012), a distância linear medida em cada unidade experimental, dividida por 250 plantas observadas, o que gerou o número de sementes por metro linear, e feita a média de todos os blocos. Então, o valor foi extrapolado para a população em um hectare.

3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA DOS DADOS

Os dados obtidos, foram analisados com auxílio do software ASSISTAT (versão 7.7 pt), em que aplicou-se o teste de Scott Knott ao nível de 5 % de probabilidade.

3.7 ANÁLISE DE IMAGENS

As imagens em vídeo obtidas do mecanismo distribuidor em funcionamento foram analisadas e editadas com auxílio do software Adobe Premiere Pro 2020.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 RESULTADOS RELACIONADOS À DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL

A análise dos espaçamentos aceitáveis apresentou significância e interação entre as fontes de variação estudadas, conforme pode-se observar na Tabela 2.

Tabela 2 – Dados da análise estatística.

FV	GL	SQ	QM	F	P
DISCOS (F1)	2	375,12533	187,56267	12,5870 **	<0,0001
VELOCIDADES (F2)	2	531,02933	265,51467	17,8182 **	<0,0001
INTERAÇÃO F1 X F2	4	209,36533	52,34133	3,5125 *	0,016
Tratamentos	8	1115,52000	139,44000	9,3576 **	<0,0001
Resíduo	36	536,44800	149,0133		
Total	44	1651,96800			

** significativo ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0.01$)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade ($0.01 \leq p < 0.05$)

ns não significativo ($p \geq 0.05$)

Fonte: elaborado pelo autor, 2021.

4.1.1 Análise de resultados de espaçamentos aceitáveis para discos

Para a média de espaçamentos aceitáveis, o disco com 38 orifícios obteve o melhor desempenho com 93% de assertividade, diferenciando-se dos discos de 18 e 28 alvéolos, de acordo com a Tabela 3.

Tabela 3 – Comparação de médias para espaçamentos aceitáveis em função dos discos.

Disco (alvéolos)	Espaçamentos aceitáveis (%)
18	87,44 b
28	86,59 b
38	93,09 a
CV (%)	4,34

Tratamentos com médias não seguidas por mesma letra diferem pelo teste de Scott Knott, em nível de 5 % de probabilidade de erro.

Fonte: elaborado pelo autor, 2021.

O desempenho do disco com 38 alvéolos pode estar relacionado a menor velocidade periférica de operação, Franco (2020) em dosador pneumático operando com 2 discos, de 40 e 108 alvéolos encontrou diferença significativa na distribuição de sementes de soja. Quevedo (2017), ao aumentar a densidade de semeadura de milho, conseqüentemente a velocidade periférica do disco, concluiu que o acréscimo na densidade de semeadura de 63.600 sementes há^{-1} para 106.000 sementes há^{-1} , provoca redução na porcentagem de espaçamentos aceitáveis.

4.1.2 Análise de resultados de espaçamentos aceitáveis para velocidade

A distribuição de espaçamentos aceitáveis em relação à velocidade apresentou diferença apenas para a maior velocidade de deslocamento, de acordo com a Tabela 4.

Tabela 4 – Comparação de médias para espaçamentos aceitáveis em função da velocidade.

Velocidade (km h ⁻¹)	Espaçamentos aceitáveis (%)
5	92,72 a
7	89,95 a
9	84,45 b
CV (%)	4,34

Tratamentos com médias não seguidas por mesma letra diferem pelo teste de Scott Knott, em nível de 5 % de probabilidade de erro.

Fonte: elaborado pelo autor, 2021.

A menor porcentagem de aceitáveis foi observada na velocidade de operação de 9 km h⁻¹, o resultado corrobora com o encontrado por Bottega (2014), que para as velocidades de 3, 6 e 9 km h⁻¹ em semeadura de milho, a única que apresentou diferença significativa foi 9 km h⁻¹.

Desta forma, o aumento da velocidade de deslocamento pode comprometer o desempenho da semeadora quanto à distribuição longitudinal de sementes.

Franco (2020), conclui que o incremento da velocidade de semeadura influenciou na redução da porcentagem de espaçamentos aceitáveis, e consequentemente, aumentou a porcentagem de espaçamentos duplos e falhos.

4.1.3 Análise de resultados para interação disco x velocidade

Para a interação disco e velocidade, o disco com 18 alvéolos foi o único que teve redução significativa na interação com a velocidade, t3 apresentou o menor índice de aceitáveis, como é possível observar na Tabela 5.

Tabela 5 – Médias de deposições aceitáveis na interação entre os fatores disco e velocidade.

Disco (alvéolos)	Velocidade km h ⁻¹		
	5	7	9
18	93,44 Aa	90,16 Aa	78,72 Bb
28	88,8 Ab	87,6 Aa	83,36 Ab
38	95,92 Aa	92,08 Aa	91,28 Aa

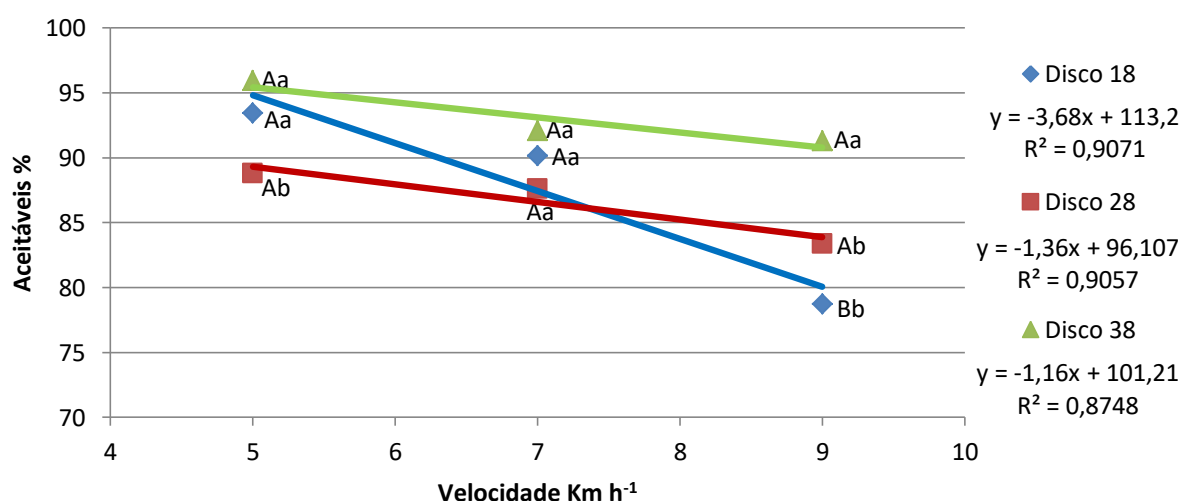
Tratamentos com médias não seguidas por mesma letra diferem pelo teste de Scott Knott, em nível de 5 % de probabilidade de erro.

Linhas - letras maiúsculas; Colunas - letras minúsculas.

Fonte: elaborado pelo autor, 2021.

Uma hipótese para os não aceitáveis, é, a alta velocidade periférica do disco, estimada em 0,3371 m s⁻¹, resultados semelhantes foram relatados por Dias et. al. (2014) para velocidades periféricas de 0,28 m s⁻¹. No Gráfico 3 é possível visualizar a tendência de declínio de aceitáveis do disco com 18 alvéolos em relação aos demais. O percentual de espaçamentos aceitáveis, para os discos de 28 e 38 alvéolos, também apresentam tendência de declínio pelo aumento da velocidade, porem, a redução é menos acentuada, não diferindo significativamente.

Gráfico 3 – Espaçamentos aceitáveis em função da velocidade e do número de alvéolos do disco.



Fonte: elaborado pelo autor, 2021.

Para a interação dos níveis de disco em cada velocidade, o deslocamento de 5 km h^{-1} apresentou diferença significativa entre os discos, com o menor resultado de 88,8% de aceitáveis para o disco com 28 alvéolos. Teoricamente, em função da velocidade periférica, este deveria apresentar resposta intermediária.

Situação semelhante foi relatada por Dias et. al. (2014), onde para um tratamento utilizando disco horizontal alveolado com 28 orifícios, nas velocidades periféricas de $0,09 \text{ m s}^{-1}$, $0,18 \text{ m s}^{-1}$ e $0,28 \text{ m s}^{-1}$, observou respectivamente 95,2 %, 66,2 %, 78,3 % de espaçamentos aceitáveis, fato também relatado por Carpes et. al. (2014) em alguns dos condutores testados.

É provável que as irregularidades não estejam associadas somente a velocidade periférica do disco. Outras variáveis que podem interferir na regularidade, como tipos de condutores conforme Carpes et. al. (2014), e também a interação entre o arranjo espacial dos alvéolos no disco com os gatilhos raspadores da caixa distribuidora.

A distribuição para o deslocamento de 9 km h^{-1} , o disco com 38 alvéolos apresentou a melhor regularidade com 91,28%. Desta forma, o protótipo se mostrou superior aos demais para esta velocidade.

Bottega (2014) concluiu que a velocidade de deslocamento de 9 km h^{-1} ocasiona redução da média de espaçamento normal entre plantas. Dias et al. (2014), avaliando o efeito da velocidade periférica do disco dosador de sementes em mecanismos dosadores pneumáticos e de disco avelado horizontal, concluíram que o percentual de espaçamentos aceitáveis reduziu de maneira linear com o aumento da velocidade periférica do disco para milho e soja.

Logo observa-se, que para a maior velocidade o melhor desempenho coincide com o disco que possui a menor velocidade periférica aplicada.

4.1.4 Análise de resultados de espaçamentos duplos

A porcentagem de espaçamentos duplos só foi superior na maior velocidade, conforme a única média que se diferiu, como demonstrado na Tabela 6.

Tabela 6 - Percentual de espaçamentos duplos em função da velocidade de deslocamento.

Velocidade (km h)	Espaçamentos duplos (%)
5	3,57 b
7	3,70 b
9	5,84 a
CV (%)	45,60

Tratamentos com médias não seguidas por mesma letra diferem pelo teste de Scott Knott, em nível de 5 % de probabilidade de erro.

Fonte: elaborado pelo autor, 2021.

Ao contrario Bottega (2014), verificou que para velocidade de 9 km h⁻¹ os espaçamentos duplos diminuiriam quando comparados a 3 e 6 km h⁻¹.

Para o percentual de duplos em relação ao fator disco, apenas o disco com numero de alvéolos intermediário apresentou diferença, como observa-se na Tabela 7.

Tabela 7 - Percentual de espaçamentos duplos em função do número de alvéolos do disco.

Disco (alvéolos)	Espaçamentos duplos (%)
18	3,36 b
28	5,97 a
38	3,78 b
CV (%)	45,60

Tratamentos com médias não seguidas por mesma letra diferem pelo teste de Scott Knott, em nível de 5 % de probabilidade de erro.

Fonte: elaborado pelo autor, 2021.

Franco (2020) não encontrou diferença entre os discos estudados, o fato pode estar aliado ao tipo de dosador utilizado ser pneumático. Ainda, a interação para espaçamentos duplos não foi significativa.

4.1.5 Análise de resultados de espaçamentos falhos

Para o percentual de espaçamentos falhos, o disco com 38 alvéolos foi superior aos demais, conforme se observa na Tabela 8.

Tabela 8 - Percentual de espaçamentos falhos em função do número de alvéolos do disco.

Disco (alvéolos)	Espaçamentos falhos (%)
18	9,20 a
28	7,44 a
38	3,12 b
CV (%)	40,39

Tratamentos com médias não seguidas por mesma letra diferem pelo teste de Scott Knott, em nível de 5 % de probabilidade de erro.

Fonte: elaborado pelo autor, 2021.

O resultado vai de encontro com Siqueira (2008) ao afirmar que, altas velocidades periféricas reduzem o tempo disponível para o preenchimento dos alvéolos pelas sementes, e para a saída, ocasionando assim falhas.

A porcentagem de falhas aumentou progressivamente com o incremento na velocidade de deslocamento, conforme a Tabela 9.

Tabela 9 - Percentual de espaçamentos falhos em função da velocidade de deslocamento.

Velocidade (km h)	Espaçamentos falhos (%)
5	3,70 c
7	6,34 b
9	9,70 a
CV (%)	40,39

Tratamentos com médias não seguidas por mesma letra diferem pelo teste de Scott Knott, em nível de 5 % de probabilidade de erro.

Fonte: elaborado pelo autor, 2021.

Uecker (2018) em trabalho conduzido na cultura da soja, concluiu que, o acréscimo da população de sementes e da velocidade de deslocamento, proporcionou aumento no número de deposições falhas.

As deposições falhas apresentaram interação para os fatores de variação analisados conforme observa-se na Tabela 10.

Tabela 10 – Médias de deposições falhas na interação entre os fatores disco e velocidade.

Disco (alvéolos)	Velocidade km h ⁻¹		
	5	7	9
18	4.96 Ba	7.68 Ba	14.96 Aa
28	4.96 Ba	7.44 Ba	9.92 Ab
38	1.20 Ab	3.92 Ab	4.24 Ac

Tratamentos com médias não seguidas por mesma letra diferem pelo teste de Scott Knott, em nível de 5 % de probabilidade de erro.

Linhas - letras maiúsculas; Colunas - letras minúsculas.

Fonte: elaborado pelo autor, 2021.

O tratamento t3 com 14,96 % de falhas, diferiu-se dos demais para ambos fatores de variação, apresentando o maior percentual de falhas, com a menor eficiência para a velocidade de 9 km h⁻¹.

O disco com 38 alvéolos destaca-se por diferir dos demais em todas as velocidades estudadas, desta forma, o protótipo apresentou desempenho superior na mitigação de espaçamento falhos para o aumento da velocidade até 9 km h⁻¹.

4.2 CLASSIFICAÇÃO DE DESEMPENHO DA DISTRIBUIÇÃO LONGITUDINAL

A classificação da regularidade de distribuição longitudinal de sementes na linha de semeadura, em função da porcentagem de espaçamentos aceitáveis, seguiu a metodologia de Dambrós (1998 apud MIALHE, 2012, p. 352), apresentada no Quadro 4.

Quadro 4 - Classificação da distribuição longitudinal das sementes.

Tratamento	Classificação da distribuição longitudinal
t1	Ótimo
t2	Ótimo
t3	Bom
t4	Bom
t5	Bom
t6	Bom
t7	Ótimo
t8	Ótimo
t9	Ótimo

Fonte: elaborado pelo autor, 2021.

Para o disco com 28 alvéolos, classificado como bom, os resultados são similares aos encontrados por Quevedo (2017) testando diferentes densidades de semeadura utilizando 4 tipos de disco todos na configuração de 28 alvéolos.

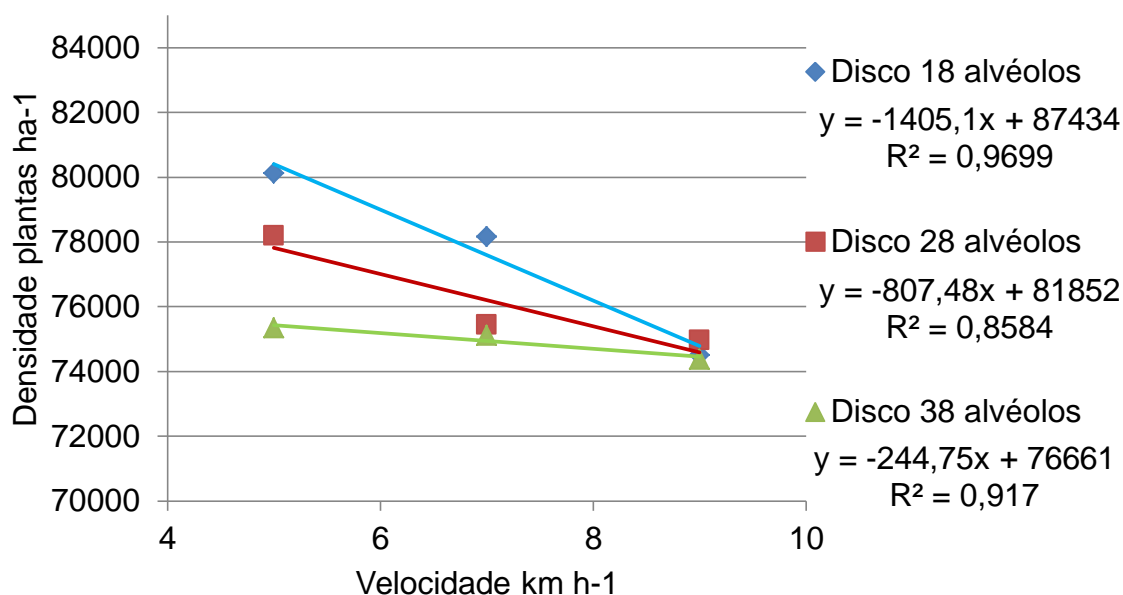
O disco com 18 alvéolos, foi classificado como ótimo em t1 e t2, mas com o aumento da velocidade t3 foi classificado como bom. Mesmo operando em velocidades periféricas do disco mais altas que o disco com 28 orifícios, este apresentou resultados melhores em t1 e t2, sendo a única diferença entre os discos o maior espaçamento entre os alvéolos.

O disco com 38 alvéolos, teve classificação ótima para todas as velocidades analisadas. Este é o disco com maior número de orifícios, porém, sua configuração com duas fileiras de alvéolos promove um maior espaçamento entre estes na fileira. Ainda, aliado as menores velocidades periféricas de operação, podem ser os fatores que contribuíram para estes resultados.

4.3 RESULTADOS RELACIONADOS AO ESTANDE DE SEMEADURA

A observação dos dados para o estande de deposição de sementes (plantas), mostra tendência de redução deste índice para os 3 discos testados a medida que a velocidade aumenta, conforme o Gráfico 4.

Grafico 4 – Densidade de semeadura em função do aumento de velocidade de deslocamento



Fonte: elaborado pelo autor, 2021.

A tendência mais acentuada para o disco com 18 alvéolos na velocidade de 9 km h⁻¹, pode estar relacionado a diferença encontrada para a maior deposição de espaçamentos falhos nesta velocidade.

A menor tendência a redução populacional observada para o disco com 38 alvéolos, confronta com seu resultado superior para as deposições falhas em todas as velocidades..

Os resultados conciliam com os encontrados por Carpes (2014), em que o aumento da velocidade periférica influenciou negativamente a deposição com o aumento de falhas, Reis (2007) observou redução de estande para a distribuição de sementes de soja pelo aumento da velocidade de semeadura, o que segundo Dias (2012), pode afetar diretamente a produtividade.

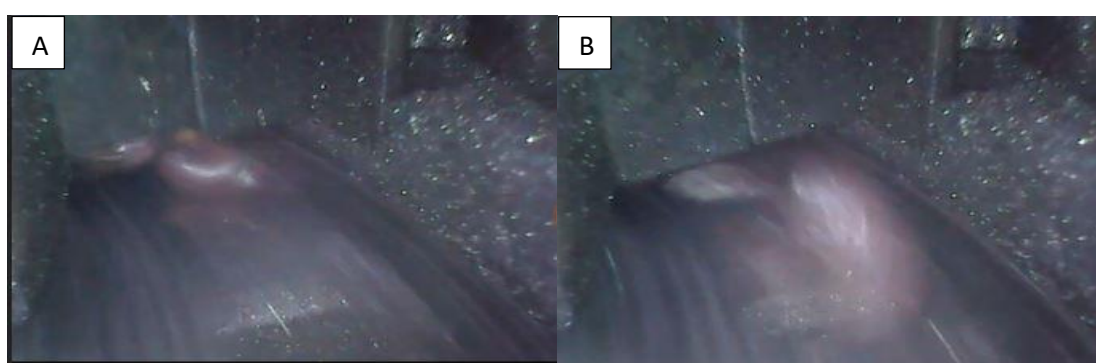
4.4 ANÁLISE DE IMAGENS

As imagens foram analisadas em reduzidas velocidades de reprodução dos vídeos, a velocidade com que os eventos acontecem no interior da caixa distribuidora é muito alta. Assim, na maioria das vezes não foi possível acompanhar

o detalhamento da trajetória realizada pela semente, quando irregularidades aconteciam.

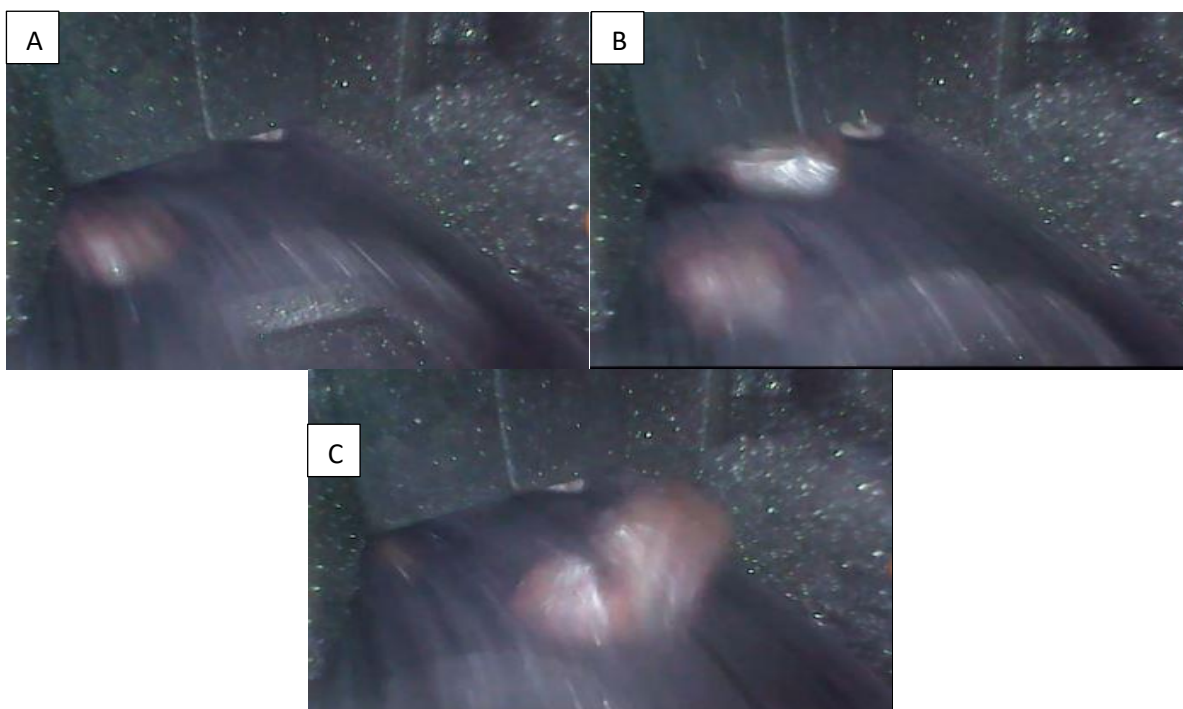
Foi possível observar a interação dos gatilhos raspadores com as sementes, e que estes são responsáveis na geração de espaçamento duplos e falhos. Seja removendo as sementes alojadas no alvéolo ou permitindo a passagem de duas sementes por alvéolo como observa-se nas Imagens 11 (A e B) e 12 (A, B e C).

Imagem 11 – Sequencia com falha na individualização da semente pelo gatilho em disco com 28 alvéolos.



Fonte: imagem registrada pelo autor, 2021.

Imagem 12 - Sequencia com falha na individualização da semente pelo gatilho em disco com 38 alvéolos.



Fonte: imagem registrada pelo autor, 2021.

Um dos motivos para a dificuldade na observação dos eventos em alta velocidade foi as características da filmadora. A baixa velocidade de frames por segundo é comum para este tipo de equipamento e suficiente para geração de imagens com velocidade de reprodução normal, mas para geração de imagens que possam ser reproduzidas em câmera lenta (slow motion), a velocidade de 120 fps seria mais eficiente (BRAZIL, 2020). Porém, filmadoras endoscópicas com essa velocidade tem baixa disponibilidade no mercado e altos custos de aquisição.

5. CONCLUSÃO

O disco com 18 alvéolos, apresentou desempenho satisfatório para as velocidades de operação de 5 e 7 Km h⁻¹.

O disco com 38 alvéolos é uma opção para realizar a semeadura a 9 km-h¹, com dosador mecânico, considerando uma deposição linear de 3,7 sementes m⁻¹.

O disco com 38 alvéolos redução no percentual de deposição de espaçamentos falhos

O aumento do número de alvéolos do disco dosador diminui a sua velocidade periférica na operação.

Os gatilhos raspadores nas condições estudadas, são uma fonte geradora de erros na distribuição longitudinal de sementes, independente das configurações de disco estudadas.

É pertinente a necessidade de mais estudos envolvendo as variações de arranjo espacial dos alvéolos nos discos, tendo em vista, que o comportamento pode variar dependendo de outros fatores, como, modelo de semeadora, tubos condutores, formato das sementes entre outros que possam de alguma forma causar variações.

REFERÊNCIAS

AGROESTE. **Híbrido de Milho AS 1666**. Disponível em: www.agroeste.com.br/hibridos-de-milho/2/safra-verao/19/as-1666. Acesso em: 13 ago. 2020.

BOTTEGA, E. L.; BRAIDO, R.; PIAZETTA, H. V.; OLIVEIRA NETO, A. M.; GUERRA, N. **Efeitos da profundidade e velocidade de semeadura na implantação da cultura do milho**. Pesquisa Agropecuária de Pernambuco, v.19, n.2, p.74-78, 2014.

CARPES, D. P.. **Efeito de diferentes tubos condutores na distribuição longitudinal de sementes de milho**. Orientador: Airton dos Santos Alonço, 2014, 90 p., Dissertação de mestrado (Engenharia agrícola), Mecanização agrícola, Universidade Federal de Santa Maria, 2014, Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/7575>. Acesso em: 12 de junho de 2020.

CARPES, D. P.; ALONÇO, A.; FRANCETTO, T.; VEIT, A. A.; SOUZA, L. B.; ROSSATO, F. P. . **Efeito de diferentes tubos condutores na distribuição longitudinal de sementes de milho**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 21, n. 9, p. 657-662, 2017.
Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662017000900657&lng=en&tling=en. Acesso em: 15 de junho de 2020.

CASÃO JUNIOR, R.; ARAÚJO, A. G.; LLANILLO, R. F.. **Plantio direto no Sul do Brasil: Fatores que facilitaram a evolução do sistema e o desenvolvimento da mecanização conservacionista**. – Londrina: IAPAR, 77 p. 2012.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos – Safra 2019/20**, v. 7, n. 8 - Oitavo levantamento (maio 2020).

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; SANTANA, D. P.. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.22, n.208, p.13-24, jan./fev. 2001.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; ALVARENGA, R. C.; GONTIJO NETO, M. M.; VIANA, J. H. M.; OLIVEIRA, M. F. de; SANTANA, D. P.. **Manejo da cultura do milho**. Circular técnica 87. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG. 2006.

CRUZ, J. C.; PEREIRA, F. T. F.; PEREIRA FILHO, I. A.; OLIVEIRA, A. C. de; MAGALHÃES, P. C.. **Resposta de cultivares de milho à variação em espaçamento e densidade**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, Sete Lagoas, v. 6, n. 1, p. 60-73, 2007.

DIAS, V. O.; ALONCO, A. dos S.; BAUMHARDT, U. B.; BONOTTO, G. J.. **Distribuição de sementes de milho e soja Em função da velocidade e densidade de semeadura**. Ciência Rural, Santa Maria, v.39, n.6, p.1721-1728, set, 2009.

DIAS, V.O.; **Tamanho amostral para ensaios em esteira de distribuição longitudinal de sementes**. 2012. 110 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2012.

DIAS, V. O.; ALONÇO, A. S.; CARPES, D. P.; VEIT, A. A.; SOUZA, L. B.. **Velocidade periférica do disco em mecanismos dosadores de sementes de milho e soja**. Ciência Rural, Santa Maria, v.44, n.11, p.1973-1979, nov., 2014.

EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Cultivo do Milho**, nov, 2015. Disponível em:
https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistemaasdeproducao16_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column-1&p_p_col_count=1&p_r_p_-76293187_sistemaProducaoId=7905&p_r_p_-996514994_topicId=8658
Acesso em: 10 Jun. 2020.

FANCELLI, A. L.. **Cultivo racional e sustentável requer maior conhecimento sobre planta do milho**. Visão agrícola, nº13, p. 21 a 23, jul.- dez 2015.

FIESP, Federação das Indústrias do Estado de São Paulo. **Safra Mundial de Milho 2020/21 – 2º Levantamento do USDA**. Informativo junho de 2020, 2020.

FILHO, I. A.. CRUZ, J. C.. **Cultivo do Milho**. Sistema de Produção, 1. Embrapa Milho e Sorgo. nov, 2015.
Disponível em:
<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27362/1/Plantio-espacamento.pdf> Acesso em: 23/04/2021

FRANCO, F. J. B., **Qualidade da semeadura de soja em função da velocidade do trator-semeadora e disco dosador de sementes**. Trabalho de curso apresentado ao curso de Agronomia do Instituto Federal Goiano, Ceres, Go, 2020.

GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; TROGELLO, E.; FRITSCH NETO, R.. **Sete décadas de evolução do sistema produtivo da cultura do milho**. Revista Ceres, Viçosa, v. 61, Suplemento, p. 819-828, nov./dez, 2014.

KÖPP, L. M. *et al.*. **Simulação da Necessidade Hídrica e Estimativa de Produtividade para Cultura do Milho em Municípios do RS**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.14, n.2, p. 235-246, 2015.

LERAYER, A. *et al.*. **Guia do Milho: Tecnologia do campo à mesa**. Conselho de Informações sobre Biotecnologia, 2006.

MAGALHÃES, C.; DURÃES, Frederico O. M.. **Fisiologia da Produção de Milho**. Circular técnica 76. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG. 2006.

MANTOVANI, E. C.; CRUZ, J. C.; OLIVEIRA, A. C.. **Avaliação em campo de uma semeadora-adubadora para semeadura de milho de alta densidade**. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 14, n. 1, p. 38-48, 2015.

MAPA, Ministério Da Agricultura, Pecuária E Abastecimento Secretaria. **Portaria Nº 59**, De 01 De Julho De 2019.

MEROTTO J. A. *et al.*. **A Desuniformidade De Emergência Reduz O Rendimento De Grãos De Milho**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 29, n. 4, p. 595-601, 1999.

MIALHE, L. G.. **Máquinas Agrícolas para Plantio**. Campinas, SP: Millennium, 2012.

PACHECO, E.P. *et al.*. **Avaliação de uma semeadora-adubadora de precisão**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.31, n.3, p.209-214, 1996.

PAES, M. C. D.. **Aspectos Físicos, Químicos e Tecnológicos do Grão de Milho**. Circular técnica 75. Embrapa Milho e Sorgo. Sete Lagoas, MG. 2006

RAS, **Regras para Análises de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2009.

REIS, E. F. *et. al.*. **Características operacionais de uma semeadora-adubadora de plantio direto na cultura da soja (Glycine Max (L.) Merrill)**, Revista Ciências Técnicas Agropecuárias, vol.16, n.3, 2007.

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, H. G. *et al.*. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SANTOS, A. P.; VOLPATO, C. E. S.; TOURINO, M. C. C.. **Desempenho de Três Semeadoras-Adubadoras de Plantio Direto para a Cultura do Milho**. Ciência e agrotecnologia, Lavras, v. 32, n. 2, p. 540-546, mar./abr., 2008.

SERPA, M. da S. *et al.*. **Densidade de plantas em híbridos de milho semeados no final do inverno em ambientes irrigados e de sequeiro**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.47, n.4, p.541-549, abr. 2012.

SILVEIRA, G. M.. **Máquinas para plantio e condução das culturas**. Viçosa. Ed. Aprenda Fácil 2001. 336 p.

SIQUEIRA, R.. **Milho: semeadoras-adubadoras para sistema plantio direto com qualidade**. IAPAR, XX-VII Congresso Nacional de Milho e Sorgo. Londrina, 2008.

BRAZIL, W. **Tudo sobre Timecode e Frame Rates**. UNIFATEA, Centro Universitário Teresa D'Ávila. 2020. Disponível em: <https://unifatea.edu.br/2020/01/30/tudo-sobre-timecode-e-frame-rates/>

VIAN, C. E. F. *et al.* **Origens, evolução e tendências da indústria de máquinas agrícolas.** Revista de Economia e Sociologia Rural, vol.51, n.4, Brasília Out./Dec. 2013.