

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL**

**CAMPUS CERRO LARGO**

**CURSO DE AGRONOMIA**

**CARLOS GUIMARÃES BRAGA**

**DEPOSIÇÃO DE SEMENTES DE SOJA EM SEMEADURA COM DOSADORES  
MECÂNICOS DE PRECISÃO**

**CERRO LARGO**

**2021**

**CARLOS GUIMARÃES BRAGA**

**DEPOSIÇÃO DE SEMENTES DE SOJA EM SEMEADURA COM DOSADORES  
MECÂNICOS DE PRECISÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma

**CERRO LARGO**

**2021**

## **Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS**

Braga, Carlos Guimarães

DEPOSIÇÃO DE SEMENTES DE SOJA EM SEMEADURA COM  
DOSADORES MECÂNICOS DE PRECISÃO / Carlos Guimarães  
Braga. -- 2021.

44 f.:il.

Orientador: Prof. 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. Deposição de Sementes. 2. Discos Horizontais  
Alveolados. 3. Discos Alveolados. I. Palma, Marcos  
Antonio Zambillo, orient. II. Universidade Federal da  
Fronteira Sul. III. Título.

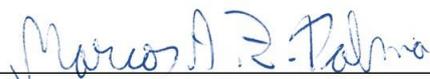
**CARLOS GUIMARÃES BRAGA**

**DEPOSIÇÃO DE SEMENTES DE SOJA EM SEMEADURA COM DOSADORES  
MECÂNICOS DE PRECISÃO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Agronomia da Universidade Federal da  
Fronteira Sul (UFFS), como requisito para obtenção  
do título de Bacharel em Agronomia

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

**BANCA EXAMINADORA**



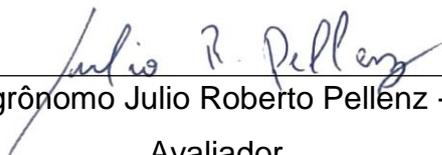
Prof. Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma - UFFS

Orientador



Prof. Dr. Décio Adair Rebellato Silva - UFFS

Avaliador



Eng. Agrônomo Julio Roberto Pellenz - UFFS

Avaliador

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus por ter me guiado e dado força e saúde para realização do meu projeto e execução da parte prática em meio a pandemia do Covid-19, apesar de ter sido um período de dificuldades, consegui realizar meu trabalho.

Agradeço aos meus pais Oraide da Silva Braga e Giselda Guimarães Braga que sempre estiveram me incentivando e dando apoio durante estes anos que estive na faculdade.

Aos meus familiares, principalmente minha avó Elsa Gomes Guimarães e minha tia Nilza Gomes Guimarães pelo apoio e contribuições que permitiram me manter na cidade de Cerro Largo durante minha caminhada.

Agradeço a minha tia Janete Gomes Guimarães que foi quem sempre me incentivou a cursar uma faculdade e foi a responsável pelo início da minha jornada acadêmica.

Agradeço a Universidade Federal da Fronteira Sul por permitir a oportunidade de realizar a graduação em agronomia.

Agradeço a todos os professores que de alguma forma contribuíram para meu aprendizado e formação profissional.

Ao professor Dr. Marcos Palma por ter aceitado ser meu orientador e pelas contribuições para realização deste trabalho.

Agradeço a cidade de Cerro Largo por ter me acolhido durante esses anos de graduação.

Aos meus colegas pela amizade e os bons momentos vividos durante o curso.

## RESUMO

A soja é uma das principais culturas produzidas no Brasil e no mundo, possuindo grande importância sócio econômica. O Brasil no ano de 2020 passou os Estados Unidos no ranking de produção mundial desta cultura. Fatores como melhoramento de cultivares contribuem para esse aumento, seguido de práticas de manejo adequado, que vão desde a semeadura até a colheita, trazendo bons resultados. Dentre os fatores que contribuem para a produtividade está a semeadura, que deve buscar ser mais uniforme e precisa para poder obter o melhor desempenho da cultura. Diante disso, objetivou-se neste trabalho avaliar a distribuição longitudinal e o desempenho de dois tipos de discos horizontais alveolados em um experimento a campo, operando em diferentes velocidades de deslocamento. O trabalho foi realizado no ano de 2020, na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul, na cidade de Cerro Largo- RS. Os discos utilizados foram do tipo convencional e com rampa (Rampflow®) e as velocidades foram de 4, 6, e 8 km h<sup>-1</sup> o que resultou em 6 tratamentos. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC). Os resultados obtidos não tiveram diferença significativa estatisticamente, mas possibilitaram identificar o melhor tratamento, e que a tecnologia Rampflow® possibilita uma melhor distribuição de sementes em velocidades de semeadura em relação aos discos convencionais.

Palavras-chave: Discos alveolados. Distribuição de sementes. Rampflow.

## **ABSTRACT**

Soybean is one of the main crops produced in Brazil and in the world, having great socio-economic importance. Brazil in 2020 passed the United States in the world production ranking of this culture. Factors such as cultivar improvement contribute to this increase, followed by proper management practices, ranging from sowing to harvest, bringing good results. Among the factors that contribute to productivity is sowing, which must seek to be more uniform and precise in order to obtain the best performance of the crop. Therefore, the objective of this work was to evaluate the longitudinal distribution and the performance of two types of horizontal bladed disks in a field experiment, operating at different displacement speeds. The work was carried out in the year 2020, in the experimental area of the Federal University of Fronteira Sul, in the city of Cerro Largo- RS. The disks used were of the conventional type and with a ramp (Rampflow®) and the speeds were 4, 6, and 8 km h<sup>-1</sup> which resulted in 6 treatments. The design used was that of randomized blocks (DBC). The results obtained had no statistically significant difference, but they made it possible to identify the best treatment, and that the Rampflow® technology enables a better distribution of seeds at sowing speeds in relation to conventional discs.

**Keywords:** Honeycomb disks. Seed distribution. Rampflow.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Croqui da distribuição das parcelas na área experimental.....	25
Figura 2- Croqui representativo de uma unidade experimental.....	25
Figura 3- Micro câmera endoscópica. ....	27
Figura 4- Vista superior do fundo basculante do reservatório de sementes (A) e caixa distribuidora de sementes (B). ....	28
Figura 5- Disco dosador convencional (A) e disco dosador Ramp flow® (B). ....	29
Figura 6- Aferição dos espaçamentos a campo .....	30
Figura 7- Disco convencional apresentando alvéolos vazios em operação de semeadura de 8 km h <sup>-1</sup> . ....	37

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Composição dos tratamentos utilizados.....	24
Tabela 2- Representação dos valores referência para classificação. ....	30
Tabela 3- Referências de desempenho dos discos dosadores.....	31
Tabela 4- Análise de variância dos dados referentes aos espaçamentos aceitáveis. .....	32
Tabela 5- Porcentagens de espaçamentos aceitáveis em relação a dois tipos de discos utilizado. ....	33
Tabela 6- Médias de interação das porcentagens dos espaçamentos aceitáveis. ....	33
Tabela 7- Análise de variância dos dados referentes aos espaçamentos duplos. ....	34
Tabela 8- Análise de variância dos dados referentes aos espaçamentos falhos. ....	35
Tabela 9- Classificação do desempenho dos discos dosadores conforme porcentagem de espaçamentos aceitáveis. ....	35

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRAFICA</b> .....	<b>13</b>
2.1 A	CULTURA DA SOJA.....	13
<b>2.1.1</b>	<b>Histórico</b> .....	<b>13</b>
<b>2.1.2</b>	<b>Características botânicas</b> .....	<b>13</b>
<b>2.1.3</b>	<b>Importância socioeconômica</b> .....	<b>14</b>
2.2	PROCESSO DE SEMEADURA .....	15
<b>2.2.1</b>	<b>Plantio direto</b> .....	<b>15</b>
<b>2.2.2</b>	<b>Semeadoras</b> .....	<b>15</b>
2.2.2.1	Mecanismo dosador de fertilizantes .....	16
2.2.2.2	Mecanismos dosadores de semente .....	17
2.2.2.3	Dosadores mecânicos de disco horizontal alveolado .....	18
2.2.2.4	Tubo condutor .....	19
2.2.2.5	Deposição de sementes .....	19
2.2.2.6	Mecanismo compactador .....	20
<b>2.2.3</b>	<b>Tratamento de sementes</b> .....	<b>21</b>
<b>2.2.4</b>	<b>Densidade de semeadura</b> .....	<b>21</b>
<b>2.2.5</b>	<b>Velocidade de semeadura</b> .....	<b>22</b>
<b>2.2.6</b>	<b>Danos mecânicos as sementes</b> .....	<b>23</b>
<b>2.2.7</b>	<b>Cuidados importantes em relação a semeadoras</b> .....	<b>23</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>24</b>
3.1	LOCAL DO EXPERIMENTO .....	24
3.2	DELINIAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS.....	24
3.3	EQUIPAMENTOS E MATERIAIS.....	26
<b>3.3.1</b>	<b>Conjunto trator – semeadora</b> .....	<b>26</b>
<b>3.3.2</b>	<b>Micro câmera</b> .....	<b>26</b>
<b>3.3.3</b>	<b>Cultivar utilizada</b> .....	<b>28</b>
<b>3.3.4</b>	<b>Mecanismo dosador de sementes</b> .....	<b>28</b>
3.4	AVALIAÇÕES.....	29
<b>3.4.1</b>	<b>Deposição longitudinal de sementes</b> .....	<b>29</b>
<b>3.4.2</b>	<b>Desempenho de discos dosadores</b> .....	<b>31</b>
3.5	ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	31

<b>4</b>	<b>RESULTADO E DISCUSSÃO .....</b>	<b>32</b>
<b>4.1.1</b>	<b>Espaçamentos aceitáveis .....</b>	<b>32</b>
<b>4.1.2</b>	<b>Espaçamentos duplos .....</b>	<b>34</b>
<b>4.1.3</b>	<b>Espaçamentos falhos.....</b>	<b>34</b>
<b>4.2</b>	<b>DESEMPENHO DOS DISCOS DOSADORES.....</b>	<b>35</b>
<b>4.3</b>	<b>MICROFILMAGEM DOS TRATAMENTOS .....</b>	<b>36</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>38</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>39</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*) é uma das culturas mais produzidas no Brasil e no mundo, possuindo grande importância socioeconômica. É utilizada para várias finalidades como matéria prima para produtos de alimentação humana e animal e em inúmeros outros usos como em indústrias de cosméticos e farmacêuticas.

O Brasil vem liderando a classificação mundial dos países produtores de soja, segundo as estimativas divulgadas pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), as estimativas apontam que o Brasil passa a se tornar o maior produtor seguido dos Estados Unidos (BARBOSA, 2020). O Brasil apresenta ainda grande potencial de expansão da área cultivada, diversas áreas já cultivadas estão se tornando aptas ao cultivo da soja devido ao melhoramento genético. No Brasil, os principais estados produtores são: Mato grosso, Paraná, Rio grande do sul, Goiás e Mato Grosso do Sul (MANDARINO, 2017).

Um importante fator para o aumento da produção no país e principalmente nessas áreas de cultivo, está relacionado ao melhoramento das cultivares, que através de pesquisas realizadas permitiram desenvolver cultivares adaptadas para o clima dessas regiões, buscando expor ao máximo seu potencial produtivo.

Os maiores investimentos em melhoramento das cultivares demandam aprimoramento das técnicas de implantação e condução da cultura. Durante este processo, vale ressaltar a importância que teve o surgimento do sistema de plantio direto, que diminuiu o uso da mecanização, possuindo atributos conservacionistas ao solo de suas características físico, químicas e biológicas.

No sistema de plantio direto, um dos aspectos para o seu sucesso está relacionados com o desempenho da semeadora-adubadora. Na operação a máquina deve cortar com eficiência os restos culturais, abrir o sulco e distribuir a semente e o fertilizante em profundidades corretas e em contato com o solo. É fundamental que as máquinas apresentem adequada regularidade, com distribuição precisa de sementes e fertilizante (EMBRAPA, 1994).

Em relação a forma de como ocorre a distribuição de sementes na semeadura da cultura da soja, entra a importância dos dosadores mecânicos de precisão presente nas semeadoras-adubadoras. Estes mecanismos são projetados para realizarem a semeadura com a maior regularidade de distribuição, afim de evitar possíveis falhas ou aglomerações de sementes na linha.

Durante o processo de semeadura vários fatores podem vir a afetar a operação e ocasionar erros. Estes fatores podem estar relacionados à semente, ao solo, à máquina, ao clima e ao operador. Já em relação à máquina se dá devido ao tipo sistema dosador de semente e suas particularidades (BALASTREIRE, 1987).

Os objetivos serão avaliar as fontes de erro na deposição de sementes de soja com auxílio de micro câmera instalada na parte interna do dosador de sementes, monitorando o mecanismo dosador afim de identificar o local e a causa de erros durante a operação em 3 velocidades de semeadura combinadas com 2 discos alveolados. Além disso, indicar possíveis soluções para melhoria no sistema de distribuição de sementes.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRAFICA**

### **2.1 A CULTURA DA SOJA**

#### **2.1.1 Histórico**

A soja (*Glycine max*) possui grande importância econômica no Brasil, sendo uma das principais culturas produzidas no país. Esta planta é originária de uma região chamada de Manchúria, localizada no nordeste da China. Foi trazida para Europa no século XVII através das grandes navegações e permaneceu por anos sendo tratada como apenas curiosidade botânica. Na América, chegou por volta de 1880, primeiramente ao Estados Unidos, onde era utilizada como forrageira. No Brasil, as primeiras referências sobre a cultura datam de 1882, onde no estado da Bahia foram introduzidas as primeiras cultivares vindas dos Estados Unidos, mas estas cultivares não tiveram boa adaptação ao clima da região, sendo inserida novamente na cidade de Campinas, onde tiveram melhores resultados. A cultura foi estabelecida oficialmente no Brasil no ano de 1914, no estado do Rio Grande do Sul, na cidade de Santa Rosa. Nessa região iniciou-se os primeiros cultivos comerciais do país a partir de 1924 (MANDARINO, 2017).

#### **2.1.2 Características botânicas**

A soja (*Glycine max* (L) Merrill) cultivada no Brasil com finalidade de produção de grãos, é uma planta herbácea, da classe Rosidae, ordem Fabales, família Fabaceae, gênero *Glycine* L. e espécie *max* (NEPUMOCENO; FARIAS; NEUMAIER, 2008).

Segundo Müller (1981 apud TEJO; FERNANDES; BURRATO, 2019) a soja é uma planta anual ereta, de reprodução autógama, que apresenta variabilidade morfológica conforme as condições ambientais do local de cultivo, como o caso do ciclo que pode vir a variar de 75 a 200 dias e a altura de 30 a 200 cm podendo esta influenciar na quantidade de ramificações.

A estatura da planta varia conforme condições ambientais e da cultivar. As principais variedades comercializadas de soja apresentam caule híspido, pouco ramificado, com raiz de eixo principal desenvolvida e várias ramificações. As folhas

são dispostas de forma alternada, compostas por 3 folíolos, com exceção do primeiro par de folhas simples (NEPUMOCENO; FARIAS; NEUMAIER, 2008). O hábito de crescimento pode ser diferenciado nas seguintes formas: determinado, semi-determinado e indeterminado, de acordo com a cultivar (MÜLLER, 1981 apud TEJO; FERNANDES; BURRATO, 2019)

As raízes apresentam relação de simbiose com as bactérias do gênero *bradyrhizobium*, através de nodulações formadas nas raízes. Estas bactérias fixam biologicamente nitrogênio e em troca recebem hidratos de carbono (NOQUEIRA, et al., 2009 apud PERREIRA, 2017).

Os frutos são vagens, levemente achatados, que podem apresentar de 2 a 5 sementes arredondadas, com agrupamento de 3 a 5 vagens, podendo encontrar até a quantidade de 400 vagens por planta (MISSÃO, 2006).

A soja possui características peculiares em relação ao clima do local onde é cultivada, em especial ao fotoperíodo e a temperatura do ar, que regulam a época da floração, determinando assim quanto tempo a planta permanece em período de desenvolvimento vegetativo, fator que interfere na produção de grãos (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005).

### **2.1.3 Importância socioeconômica**

Apesar do primeiro cultivo comercial ter sido introduzido oficialmente em 1914 no Brasil, a soja só passou a adquirir maior importância econômica a partir dos anos 40, quando ocorreu o primeiro registro de produção nacional no ano de 1941, em que obteve 457 toneladas. Em 1947 o Brasil figurou pela primeira vez nas estatísticas internacionais como produtor de soja, após isso ocorreu um aumento significativo na produção nos anos seguintes devido ao aumento das áreas de produção (DALL'AGNOL, 2016).

O avanço das fronteiras agrícolas em direção ao cerrado, atraiu muitos produtores de soja do Sul do país devido a terras abundantes e de preços baratos, promovendo desenvolvimento e implantação de uma nova cultura na região central do país. Além disso, estas pessoas contribuíram para formação de novos povoados e posteriormente de pequenas, médias e grandes cidades a medida que a produção se intensificava e novos produtores foram chegando. Na década de 70 com o crescente aumento de área cultivada e da produção, a soja consolidou-se como principal cultura

produzida nas lavouras brasileiras. Este aumento teve como impulso o elevado preço da soja no mercado mundial, despertando cada vez mais o interesse dos produtores brasileiros (DALL'AGNOL, et al. [2016?]).

## 2.2 PROCESSO DE SEMEADURA

### 2.2.1 Plantio direto

A utilização intensa da mecanização contribuiu para a degradação do solo, tendo como consequência principalmente a erosão no sistema de plantio convencional. (FREITAS, 2005). Foi então que surgiu a necessidade de implantar um novo conjunto de tecnologias, chamado de sistema de plantio direto, que resultou na conservação e melhoria da capacidade produtiva do solo (SALTON; HERNANI; FONTES, 1998).

O sistema de plantio direto é aquele em que a implantação da cultura é feita sobre os restos culturais da cultura anterior com a rotação de culturas e com o mínimo revolvimento do solo, se restringindo a linha de semeadura. Este sistema possibilita a redução de custos com a mecanização e aumento da conservação do solo através de processos biológicos naturais benéficos (FREITAS, 2005).

Segundo Salton; Hernani; Fontes (1998), o sistema de plantio direto surgiu na década de 70, em trabalhos de pesquisa nos Estados do Rio Grande do Sul e Paraná, mas teve como dificuldade para se consolidar a falta de semeadoras capazes de realizar o corte da palha e de depositar as sementes sem que ocorresse o revolvimento do solo e de herbicidas pós-emergentes que atendessem a necessidade das diferentes rotações de culturas. Foi somente na década de 80, que ocorreu uma grande evolução nas indústrias no que se refere a semeadoras e herbicidas específicos, permitindo a expansão do sistema na Região Sul e assim para as demais regiões do país.

### 2.2.2 Semeadoras

Segundo Biulchi (2016), as semeadoras são máquinas capazes de distribuir sementes a lanço, fluxo contínuo, precisão mecânica ou pneumática. O propósito das semeadoras desenvolvidas para culturas de grãos graúdos ou miúdos, excluindo as

semeadoras a lança, foi de distribuir sementes em linha em espaçamentos pré-determinados (PORTELLA, 1997).

Em relação a forma de distribuição de sementes as semeadoras adubadoras podem ser classificadas em dois grupos diferentes: as semeadoras de precisão em linha e as semeadoras de fluxo contínuo em linha.

As semeadoras de precisão em linha são indicadas para sementes (grãos) maiores, como a cultura da soja. Segundo a ABNT (1994), são máquinas que distribuem no sulco as sementes, uma a uma ou em grupos, em linha e intervalos regulares, segundo a densidade de semeadura pré-estabelecida.

As semeadoras de fluxo contínuo em linha são utilizadas em semeadura de sementes miúdas, requerendo espaços muito pequenos entre elas na linha, são semeadoras que distribuem sementes ao solo de forma contínua (ABNT 1987 apud PORTELLA, 1997).

#### 2.2.2.1 Mecanismo dosador de fertilizantes

As semeadoras-adubadoras realizam ao mesmo tempo a distribuição de sementes e adubo, para isso dispõem de dosadores de fertilizantes sólidos, que podem variar a forma de sua construção conforme semeadora e fabricante (PORTELLA, 1997).

Geralmente o mecanismo dosador está presente a baixo do reservatório de fertilizante, podendo ser acionada por um conjunto de cremalheira e pinhão através de um sistema de transmissão de corrente e/ou eixo e engrenagens, obtendo a força motriz da movimentação da roda da semeadora (MACHADO et al., 2005 apud BONOTTO, 2012).

Segundo Francetto et al. (2011), a precisão na dosagem é um dos fatores mais relevantes em mecanismos dosadores e o tipo de dosador tem importante influência na obtenção de um bom resultado.

Para Portella (1997), os mecanismos possuem várias versões, conforme o grau de tecnologia da semeadora, destacando-se os dosadores do tipo rotor dentado, rotor acanalado, rotor vertical impulsor e do tipo rosca sem fim.

Francetto et al. (2011), através de uma pesquisa entre os fabricantes de semeadoras-adubadoras nacionais e do levantamento dos tipos de mecanismos dosadores presentes, conseguiu identificar 4 principais tipos de mecanismo

dosadores de fertilizante presentes no mercado, o de rosca sem fim, disco horizontal giratório, rotor dentado e cilindro acanalado. Conclui-se a partir da relação do número total de 558 semeadoras analisadas, o principal tipo de mecanismo dosador utilizado foi o helicoidal (rosca sem fim), aparecendo em 527 modelos de semeadoras, representando 94,44% do total.

#### 2.2.2.2 Mecanismos dosadores de semente

A uniformidade na distribuição de sementes na linha pode ser um fator de influência na produtividade das culturas, devido a uma possível ocorrência de aproveitamento ineficiente de recursos como água, luz e nutrientes (PINHEIRO NETO, 2008).

No caso da soja a irregularidade na distribuição de sementes, com o acúmulo das mesmas, pode fazer que ocorra o desenvolvimento de plantas mais altas, menos ramificadas e de menor produção individual, ficando propensas ao acamamento (ENDRES, 1996 apud PINHEIRO NETO, et al., 2008). A alta população de plantas causada pelo manejo inadequado ou por falhas no funcionamento dos dosadores, aumenta os custos de produção devido aos valores relativos a aquisição das sementes que tem aumentado significativamente nas últimas safras dependendo da cultivar (BALBINOT JUNIOR, 2017). Segundo a Conab (2016), em dados levantados na cidade de São Luiz Gonzaga- RS, do ano-safra 2009/2010 a 2015/2016 a participação das sementes nos custos de produção aumentou em 9,19%, enfatizando a crescente importância do componente genético atrelado a semente.

Em relação a espaços vazios, devido a falhas na distribuição das sementes, pode prejudicar a produção devido a possível maior incidência de plantas daninhas, além disso, o porte das plantas também será reduzido ocasionando até mesmo em dificuldades e perdas na colheita (TOURINO; REZENDE; SALVADOR, 2002).

Para que ocorra um processo de dosagem eficiente, é necessário a correta individualização das sementes no reservatório onde estão armazenadas sem danificá-las e distribuindo-as uniformemente de acordo com as recomendações para cada cultura (PORTELLA, 1997).

Segundo Reis (2001), o bom desempenho de semeadoras não depende somente do mecanismo dosador, mas também de um conjunto todo de componentes da semeadora, pode ocorrer erros na dosagem, deposição, profundidade e

condicionamento de sementes, sendo que a ocorrência de qualquer um deles comprometera o stand de plantas.

### 2.2.2.3 Dosadores mecânicos de disco horizontal alveolado

Atualmente os mecanismos dosadores de precisão podem ser divididos em dois grupos: disco horizontal alveolado (mecânicos) e dosador-apanhador com auxílio pneumático, comumente intitulados apenas por pneumáticos (CARPES et al., 2018).

Os dosadores mecânicos de disco horizontal constituem-se de um disco com furos redondos, oblongos ou formato especial, tendo normalmente uma base fundida, que sustenta um eixo dotado de um pinhão e engrenagem de acionamento. Este pinhão aciona uma coroa que possui pino chanfrado de ambos os lados que por fim aciona o disco dosador (BALASTREIRE, 1987). A regulagem do sistema pode ser feita a partir da troca dos discos horizontais e da relação de transmissão entre a roda de acionamento e o eixo intermediário do sistema (PORTELLA, 1997).

Tendo em vista que a grande maioria das semeadoras de precisão são equipadas com dosadores mecânicos de disco horizontal alveolado, existe uma gama enorme de discos disponíveis no mercado, com diferentes espessuras, tamanhos e números de alvéolos. A escolha do disco está diretamente relacionada ao formato e tamanho da semente uma vez que, deve-se manter uma folga mínima de 10% entre os tamanhos da semente e do alvéolo. Os discos devem possibilitar a passagem livre das sementes, sem que elas fiquem presas e ao mesmo tempo que não ocorra a passagem de duas ao mesmo tempo (COPETTI, 2003).

Além dos discos horizontais convencionais, existe os discos horizontais com rampa, tecnologia está que diminui o atrito das sementes e facilita entrada e saída das mesmas dos alvéolos podendo realizar uma distribuição mais uniforme sendo compatível com a maioria dos dosadores mecânicos presentes nas semeadoras (J. ASSY, [1999?]).

Os anéis, também denominados por Portella (1997), de discos inferiores, são responsáveis pela compensação da espessura dos discos aveolados para dosar sementes da melhor forma possível, bem como para ajustar a profundidade dos alvéolos conforme a semente.

#### 2.2.2.4 Tubo condutor

O tubo condutor é responsável pela condução da semente após a liberação do disco alveolado até o solo, onde são depositadas as sementes. A uniformidade de distribuição pode ser afetada devido a interação que ocorre entre a semente e o tubo condutor, podendo ocorrer variações na trajetória durante a liberação da semente ao solo (CHHINNAN et al., 1975 apud CARPES et al., 2014).

De acordo com Jasper et al. (2006), quanto maior for o tamanho do tubo condutor, maior é a trajetória da semente e conseqüentemente maior será ricocheteamento no interior do tubo, interferindo assim na distribuição correta das sementes.

Relacionando posição do reservatório de sementes e o tubo condutor, os tubos que apresentam angulação voltadas para a parte de traseira da semeadora de aproximadamente de 30-35°, proporcionam a semente uma queda suavizada e melhor uniformidade na distribuição. Ao contrário disso, tubos cilíndricos e com poucas ondulações provocam um excesso de velocidade na descida das sementes e podem provocar rolamento das sementes no sulco, causando má distribuição (MARTIN et al., 2018).

#### 2.2.2.5 Deposição de sementes

O primeiro processo que ocorre na semeadura é o corte da palha sobre a superfície do solo pelos discos de corte posicionados a frente das linhas de semeadura, seguido do rompimento do solo através de sulcadores do tipo hastes ou tipo disco duplo que realizam a abertura do sulco e incorporando o fertilizante, sendo o sulco fechado parcialmente pela própria inércia do solo geralmente (SIQUEIRA, 2008). Ocorre então na sequência a incorporação da semente através de sulcador do tipo disco duplo que deve permanecer na profundidade adequada, levando em conta a distância entre plantas e a recoberta de solo e palha sobre o sulco, afim de evitar um possível selamento superficial do solo na linha de semeadura (CASÃO JUNIOR, 2006).

A profundidade de semeadura onde a deposição de sementes é realizada, deve ser adequada as condições do solo e a semente, a germinação e emergência podem ser afetadas em certas condições e profundidades. Em casos que ocorre a semeadura

em profundidades inadequadas, nota-se que afeta a distribuição longitudinal das plantas, pois muitas não conseguem germinar ou emergir, ocasionando em falhas na linha de semeadura. Dentre os principais fatores que podem ocasionar a deposição de sementes em profundidade inadequada relaciona-se o tipo de mecanismo sulcador, o mecanismo limitador de profundidade e a velocidade de semeadura (REIS, 2001).

No contexto da deposição de sementes, pode ocorrer outros erros com relação a variação de tempo de trajetória da semente desde a liberação do dosador até o solo (REIS, 2001). Estes erros podem estar relacionados a fatores como altura do dosador, forma de deposição, velocidade da semente (conforme velocidade do dosador) e configuração do tubo condutor.

#### 2.2.2.6 Mecanismo compactador

O mecanismo que realiza o acondicionamento e compactação do solo após a deposição das sementes possui vários modelos disponíveis, sendo o mais utilizado o sistema de rodas em “V”, com a possibilidade de algumas regulagens de ângulo de abertura das rodas e de pressão exercida sobre o solo (DUGATO e PALMA, 2018).

Segundo Da Silva et al. (2006), as rodas compactadoras têm a função de proporcionar o contato entre a semente e o solo, por meio da aplicação de uma pressão lateral e/ou sobre o sulco de semeadura, realizando uma leve compactação do solo sobre a semente, com o cuidado de não exagerar e acabar criando uma camada muito compactada que dificulte a germinação e emergência, levando em consideração também as condições do solo no momento da semeadura.

A quantidade de solo que recobre a semente e o grau de compactação exercido sobre o solo, pode alterar a quantidade de água e de ar disponibilizado a semente, e na resistência do solo a passagem da plântula. As melhores configurações a serem utilizadas em mecanismo compactadores dependem das condições de operação, como a cultura, o sistema de plantio (direto ou convencional), tipo de solo e umidade (REIS, 2001).

De acordo com Mialhe (2012), quando a semeadura é realizada em condições de solo seco, o adensamento da superfície é relativamente necessário, mas no caso de solos úmidos, o adensamento exagerado pode resultar na deformação plástica do solo, podendo vir a limitar e comprometer a emergência das plântulas. Devido a estes

motivos é recomendado a realização de todas as operações de preparo e semeadura do solo em condições de solo friável.

### **2.2.3 Tratamento de sementes**

Para se obter um estande de soja adequado, o tratamento de sementes é uma técnica de forte importância que tem como objetivo assegurar a qualidade sanitária das sementes através da aplicação de produtos químicos e biológicos (HENNIG; BRZEZING; ABATI, 2013).

O tratamento de sementes também pode contribuir para variações na deposição de sementes, devido aos produtos de mercado conferirem certa aderência e atrito da semente quando aplicado o tratamento, podendo dificultar então a captação da semente pelo disco horizontal ou maior aderência nas paredes do tubo condutor, e ocasionar uma distribuição desuniforme (MONTOVANI et al., 1999 apud JASPER et al., 2006).

Segundo Jasper (2006), problemas relacionados a escoamento de sementes podem ser resolvidos através da adição de lubrificante sólido grafite na semente, por ser inerte e minimiza o atrito entre a semente e o mecanismo dosadores e parede do tubo condutor.

### **2.2.4 Densidade de semeadura**

A densidade de plantas se obtém a partir da conjugação do espaçamento entrelinhas e do espaçamento entre plantas na linha, estabelecendo uma relação direta com os mecanismos dosadores (PORTELLA, 1997).

Devido ao aumento da densidade de semeadura, o mecanismo dosador pode apresentar erros na distribuição das sementes, pois se exige mais do mecanismo quando se tem que depositar mais sementes em menos espaço de tempo (ANDERSON, 2001 apud CANOVA et al., 2007).

Em relação as dosagens mais adequadas são aquelas que na linha não apresentem desvio em porcentagem maior de 10% para se ter uma boa dosagem, sendo valores de 10,1% a 20% correspondentes a uma dosagem regular, assim desvios acima de 20% indicam dosagem ruim (SIQUEIRA; CASÃO JUNIOR, 2002 apud CANOVA et al., 2007).

Para obter densidades diferentes de semeadura faz necessário a correta regulagem da semeadora e seu mecanismo dosador. Apesar disso estas regulagens podem interferir na qualidade de semeadura, em relação a uma boa dosagem (CANOVA et al., 2007).

Alterações na população de plantas podem reduzir ou aumentar o potencial produtivo da cultura, pois esta característica é consequência da densidade de plantas nas linhas e no espaço entre uma linha e outra (TOURINO; REZENDE; SALVADOR, 2002).

### **2.2.5 Velocidade de semeadura**

A velocidade de deslocamento durante a operação de semeadura é um dos fatores que mais influência no desempenho das semeadoras, sendo que afeta na distribuição longitudinal das sementes na linha de semeadura (DELAFOSSÉ, 1986 apud JASPER et al., 2011).

No momento que as sementes são liberadas pelo disco horizontal do mecanismo dosador, deslocam-se em queda livre no tubo condutor e adquirem um componente vertical de velocidade por causa da aceleração da gravidade. Ao mesmo tempo conforme a semeadora desloca-se, a semente também adquire um componente horizontal devido ao avanço do equipamento. O componente horizontal faz com que a semente role ou saltem para fora do local de destino no momento do impacto com o solo no sulco de semeadura (PACHECO et al 1986 apud JASPER et al., 2011).

Segundo Reis et al., (2007), avaliando velocidades de semeadura de 3,8 a 9,5 km h<sup>-1</sup> com o disco horizontal, verificaram que a velocidade de 7,7 km h<sup>-1</sup> apresentou maior porcentagem de falhas. Já Dias et al. (2009) avaliando a densidade de sementes distribuídas por meio de disco horizontal com o aumento de velocidades de semeadura, concluíram que reduziu o espaçamento aceitável, mas que não interferiu na densidade.

### **2.2.6 Danos mecânicos as sementes**

Segundo a ABNT (1994) os danos totais das sementes podem ser subdivididos em danificação física, que são aqueles visíveis aparentemente e em danificação fisiológica, que são danos não visíveis de imediato, como a germinação.

Ao passarem por o dosador mecânico, as sementes sofrem pressões tornando-se suscetíveis a danos que podem reduzir o poder germinativo e o vigor (ALMEIDA; BARCELLOS; XIEMENES, 2003).

Os discos horizontais de sementes possuem tamanho de alvéolos únicos, sendo necessário a correta escolha conforme as características físicas da semente, a fim de evitar danos as mesmas. Sementes irregulares podem alojar-se incorretamente nos alvéolos dos discos e sofrerem danos pelo próprio mecanismo dosador. Deve se adequar o disco e considerar o uso de sementes uniformes, com a finalidade de reduzir os danos (COPETTI, 2003).

### **2.2.7 Cuidados importantes em relação a semeadoras**

As semeadoras necessitam de manutenção rotineira e no período das entressafras. Deve ser feita uma secagem geral, principalmente dos elementos de corte, dosadores de adubo e sementes (MONTOVANI, [2018?]). Uma boa semeadora é aquela que permite o estabelecimento rápido e uniforme da população de plantas no campo, tendo em vista as janelas de plantio de cada região e cultura, torna-se importante o aproveitamento ao máximo do equipamento (COPETTI, 2004).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi realizado na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS, *Campus Cerro Largo*, localizada na Região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas 28°08'29.8"S 54°45'35.3"W. Segundo a Embrapa (2018), o solo da área é classificado como Latossolo Vermelho e pertencente a unidade de mapeamento Santo Ângelo.

#### 3.2 DELINIAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso (DBC), com 6 tratamentos e 4 repetições, totalizando 24 unidades experimentais (UE's) distribuídas em um esquema fatorial de 3 (velocidades de deslocamentos) x 2 (tipos de disco horizontal alveolado). As velocidades de deslocamento na semeadura foram de 4.0, 6.0, 8.0 km h<sup>-1</sup> e os tipos de discos utilizados são os horizontais alveolados com rampa (Rampflow®) e discos horizontais alveolados convencionais (sem rampa).

Os tratamentos utilizados estão representados na Tabela 1.

Tabela 1- Composição dos tratamentos utilizados.

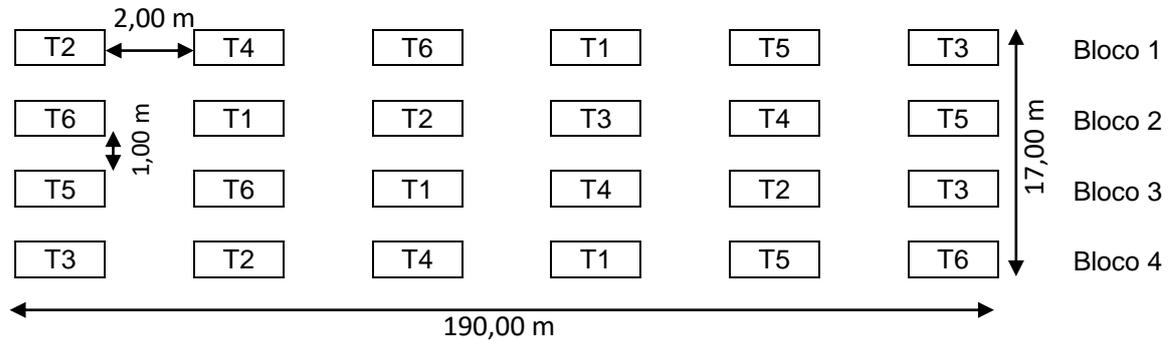
Tratamento	Disco dosador	Velocidade
T1	Rampflow®	4.0 km h <sup>-1</sup>
T2	Rampflow®	6.0 km h <sup>-1</sup>
T3	Rampflow®	8.0 km h <sup>-1</sup>
T4	Convencional	4.0 km h <sup>-1</sup>
T5	Convencional	6.0 km h <sup>-1</sup>
T6	Convencional	8.0 km h <sup>-1</sup>

Fonte: elaborado pelo autor (2020).

A área de cada unidade experimental apresentou 30,00 m de comprimento por 3,50 m de largura, totalizando 105,00 m<sup>2</sup> cada. As parcelas estavam distanciadas entre elas por 2,00 m e entre blocos por 1,00 m.

A distribuição das parcelas na área experimental ocorreu conforme a Figura 1.

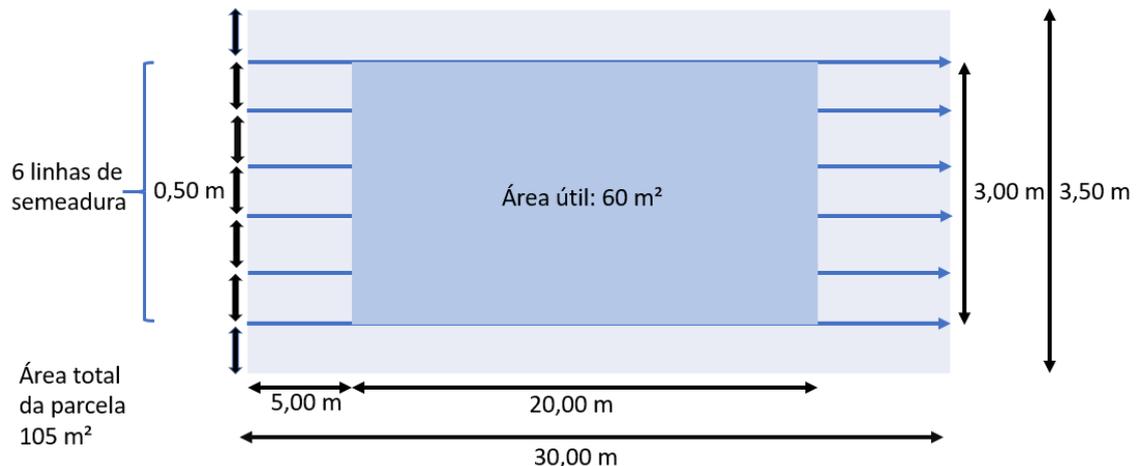
Figura 1- Croqui da distribuição das parcelas na área experimental.



Fonte: elaborado pelo autor (2020).

Para a coleta da amostra mínima de 250 sementes, foi considerado a distância de 5,00 m em cada extremidade da parcela para que o conjunto trator-semeadora atingisse a velocidade desejada e os mecanismos dosadores estabilizasse seu funcionamento, sendo a partir desta distância realizada a coleta dos dados. A área de coleta de dados contou assim com 20,00 m de comprimento e 3,00 m de largura, com o total de área útil de 60,00 m<sup>2</sup>, conforme a Figura 2.

Figura 2- Croqui representativo de uma unidade experimental.



Fonte: elaborado pelo autor (2020).

### 3.3 EQUIPAMENTOS E MATERIAIS

#### 3.3.1 Conjunto trator – semeadora

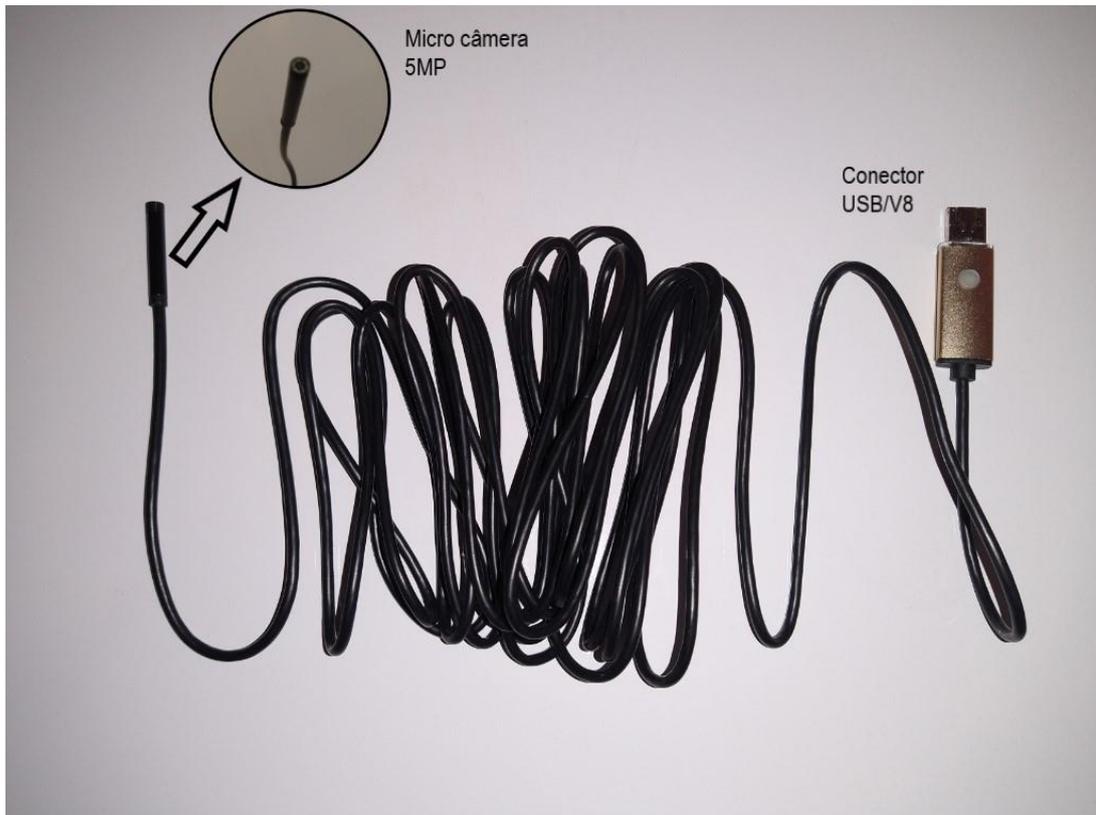
Para a realização do experimento foram utilizados um trator agrícola da marca New Holland®, modelo TL75E, 4x2 TDA (tração dianteira auxiliar) com 57,4 kW (78cv) de potência, acoplado a uma semeadora-adubadora da marca KF Compacta® modelo 7/50-A equipada com 6 linhas de semeadura. Os reservatórios de sementes em cada linha foram completados com 1/4 de sua capacidade, ou seja, 5 kg de sementes em cada reservatório de linha de semeadura.

As velocidades de deslocamento do conjunto trator-semeadora foram de 4.0, 6.0, 8.0 km h<sup>-1</sup> obtidas em função do escalonamento de marchas e aceleração.

#### 3.3.2 Micro câmera

Para a captura da imagem interna de operação dos dosadores utilizou-se de uma micro câmera endoscópica da marca NewRice®, modelo AN99 2 IN 1 Inspectcion Camera de 5.0 Megapixel conforme a Figura 3.

Figura 3- Micro câmera endoscópica.



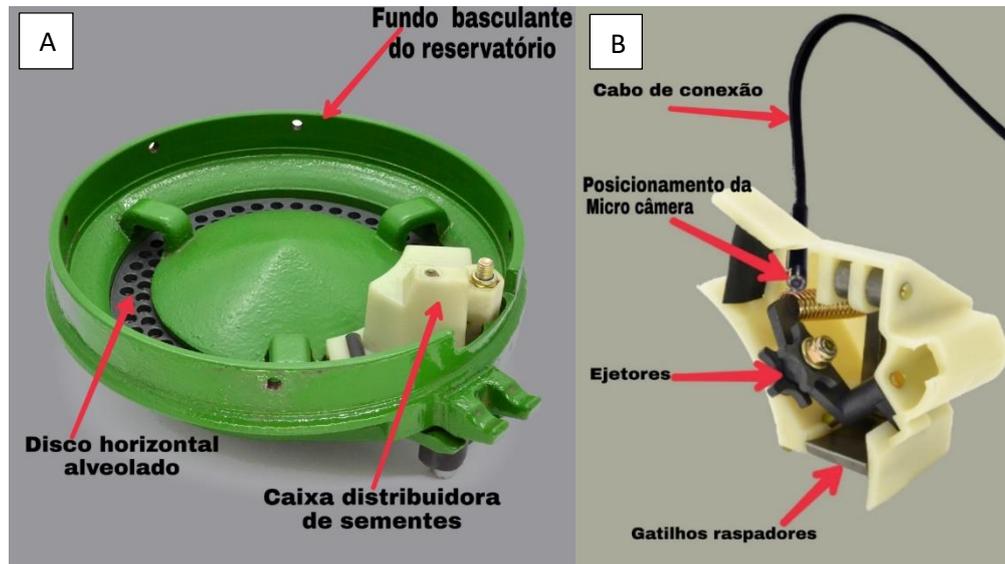
Fonte: elaborado pelo autor (2020).

A micro câmera ficou instalada na parte interna do dosador mecânico de sementes para verificar a origem dos erros que ocorrem na deposição, durante a operação de semeadura. A micro câmera possui sistema de iluminação própria, através de lâmpadas de LEDs presentes ao redor da lente da câmera, com isso permite capturar imagens mesmo em ambientes com pouca luminosidade como no caso da caixa distribuidora de sementes.

As imagens foram obtidas através do auxílio do aplicativo Edoscope Camera-endoscope app for android versão 9.5.8, que armazenou as imagens para posterior utilização, registrando as informações de cada arquivo obtido.

A micro câmera foi instalada na caixa distribuidora de acordo com a representação da Figura 4 A e B.

Figura 4- Vista superior do fundo basculante do reservatório de sementes (A) e caixa distribuidora de sementes (B).



Fonte: adaptado de IMPERATRIZ AGRO (2020).

Dessa forma, tentou-se quantificar a ausência ou sementes duplas nos alvéolos do disco dosador e, também, falhas do ejetor de sementes.

### 3.3.3 Cultivar utilizada

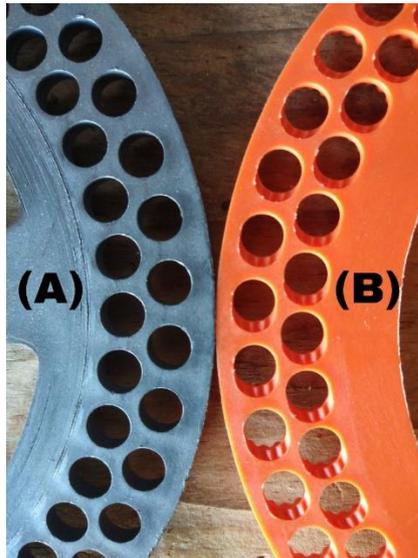
A cultivar utilizada para este experimento foi a BRASMAX DELTA 59I60 RSF IPRO, que possui ciclo médio de 133 dias, pertencente ao grupo de maturação 5.9.

A recomendação de população para a região de realização do experimento é de 200 a 270 mil plantas por hectare, sendo a população final desejada para realização do experimento de 250 mil plantas. A dose de grafite utilizada foi na quantidade recomendada de 5g/kg de semente de soja (JANOSELLI, 2016).

### 3.3.4 Mecanismo dosador de sementes

O sistema dosador de sementes utilizado consiste do tipo mecânico de precisão de disco horizontal. Foram utilizados discos horizontais alveolados de duas tecnologias diferentes, os discos com a tecnologia Rampflow® e os discos do tipo convencional, representados a seguir na Figura 5.

Figura 5- Disco dosador convencional (A) e disco dosador Rampflow® (B).



Fonte: fotografia registrada pelo autor (2021).

### 3.4 AVALIAÇÕES

#### 3.4.1 Deposição longitudinal de sementes

A distribuição longitudinal das sementes na linha de semeadura foi avaliada logo após a realização da operação de semeadura na área das parcelas. Para a exposição da semente, retirou-se lateralmente a camada de solo do sulco de semeadura até que a semente fosse exposta. A aferição dos espaçamentos foi realizado com auxílio de uma trena entre no mínimo 250 sementes, seguindo a metodologia proposta por Mialhe (2012).

A sementes foram expostas e contabilizadas no sulco de semeadura conforme podemos ver na Figura 6.

Figura 6- Aferição dos espaçamentos a campo



Fonte: fotografia registrada pelo autor (2021).

Conforme ABNT (1994), a avaliação dos espaçamentos entre as sementes ocorre por meio da análise de três classes baseadas no espaçamento referência ( $X_{ref}$ ) que é determinado a partir da recomendação agrônômica de densidade de semeadura primeiramente. Sendo assim considerados espaçamentos aceitáveis sementes entre 0,5 a 1,5 vezes, espaçamentos duplos menores que 0,5 vezes e espaçamentos falhos aqueles maiores que 1,5 vezes o espaçamento de referência. Para uma população de 250.000 plantas/ha o  $X_{ref}$  será de 8 cm, sendo então classificados conforme os valores de espaçamentos representados na seguir na Tabela 2.

Tabela 2- Representação dos valores referência para classificação.

Classificação dos espaçamentos (X)	Espaçamentos (cm)
Aceitáveis	$12 > X > 4$
Duplos	$X < 4$
Falhos	$X > 12$

Fonte: elaborado pelo autor (2020).

O valor do espaçamento referência representa a deposição ideal de semente para se obter o estande de plantas desejado, mas podem ocorrer diversos fatores que influenciam na variação dos espaçamentos fora dos parâmetros aceitáveis devido ao processo real de semente a campo. Os dados obtidos serão organizados em planilha eletrônica para elaboração da porcentagem dos espaçamentos obtidos e realização das demais análises estatísticas possíveis.

### 3.4.2 Desempenho de discos dosadores

Os discos dosadores serão avaliados conforme metodologia citada por Mialhe (2012 apud DAMBRÓS, 1998), que classifica o desempenho conforme a porcentagem calculada de espaçamentos considerados aceitáveis conforme a Tabela 2.

Sendo assim, podemos classificar o desempenho dos discos conforme as referências presentes na Tabela 3.

Tabela 3- Referências de desempenho dos discos dosadores.

Desempenho dos discos	Espaçamentos aceitáveis (%)
Ótimo	>90 a 100
Bom	>75 a 90
Regular	>50 a 75
Insatisfatório	<50

Fonte: Mialhe (2012 apud DAMBRÓS).

### 3.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas através do teste de Scott-Knott a 5% de significância com auxílio do software Assistat versão 7.7.

## 4 RESULTADO E DISCUSSÃO

### 4.1 DEPOSIÇÃO LONGITUDINAL DE SEMENTES

#### 4.1.1 Espaçamentos aceitáveis

A plantabilidade é um fator decisivo para obter bons índices produtivos de uma lavoura, para isso é necessário que ocorra uma boa deposição de sementes. Os espaçamentos entre as sementes podem ser classificados em aceitáveis, duplos e falhos, destacando-se preferencialmente os espaçamentos aceitáveis, que podem indicar que a semeadura ocorreu consideravelmente eficiente.

Através da análise de variância dos espaçamentos aceitáveis, nota-se que o fator 1 (discos) foi significativo ao nível de 5% de significância e que há interação significativa entre os fatores 1 (discos) e fator 2 (velocidades) e que não ocorreu interação entre as velocidades utilizadas, conforme mostra a análise de variância (ANOVA) representada na Tabela 4.

Tabela 4- Análise de variância dos dados referentes aos espaçamentos aceitáveis.

FV	GL	SQ	QM	F	P
Discos (F1)	1	299.41470	299.41470	5.9125 *	0.028
Velocidade (F2)	2	175.93398	87.96699	1.7371 ns	0.2096
Interação (F1 x F2)	2	0.51226	0.25613	0.0051 *	0.9949
Tratamentos	5	475.86094	95.17219	1.8794 ns	0.1578
Blocos	3	74.15665	24.71888	0.4881 ns	0.6957
Resíduo	15	759.60818	50.64055		
Total	23	1309.62576			

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

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

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

Fonte: elaborado pelo autor (2021).

Referente a porcentagem de espaçamentos aceitáveis e ao teste aplicado, através da comparação das médias do fator 1 (discos), observou-se que o disco 1 (Rampflow®) apresentou melhor porcentagem e que diferiu estatisticamente do disco 2 (convencional) conforme médias da Tabela 5.

Tabela 5- Percentagens de espaçamentos aceitáveis em relação a dois tipos de discos utilizado.

Discos (F1)	Médias
Rampflow®	66.67833 a
Convencional	59.61417 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

De acordo com a Tabela 6, referente ao teste de comparação de médias das percentagens de espaçamentos aceitáveis, observou-se que apesar de haver interação significativa conforme análise de variância dos dados anteriormente, que o fator 1 (discos) e o fator 2 (velocidade) não diferiram estatisticamente entre si.

Tabela 6- Médias de interação das percentagens dos espaçamentos aceitáveis.

Velocidade (km h <sup>1</sup> )	Disco Rampflow®	Disco Convencional
	Aceitáveis (%)	
4	67,16 aA	60,44 aA
6	63,07 aA	56,04 aA
8	69,81 aA	62,37 aA

Médias seguidas de mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Conforme os dados da Tabela 6, apesar de não haver diferença estatística para a interação do tipo de disco e velocidade, observa-se um acréscimo na porcentagem de aceitáveis para o disco Rampflow® em relação ao convencional a medida que a velocidade aumentou, relacionando que a tecnologia empregada nesse tipo de disco proporciona empregar o uso de maiores velocidades de deslocamento na semeadura da soja e proporciona maior percentual de espaçamentos aceitáveis conformando os resultados de Correia et al. (2015).

Pode-se observar através da média dos espaçamentos aceitáveis que os discos com rampa apresentaram melhor desempenho na distribuição das sementes comparado aos discos convencionais.

No sistema com discos convencionais notou-se que conforme ocorreu o aumento da velocidade de deslocamento do conjunto de semeadura, ocorreu uma variação da regularidade de distribuição de sementes, constatado também por Canova et al. (2007), Carpes (2014) e Dias et al. (2014).

#### 4.1.2 Espaçamentos duplos

De acordo com a análise de variância da porcentagem dos espaçamentos duplos, não ocorreu valores de F significativos para o fator 1 (discos) e fator 2 (velocidades) e que também não houve interação significativa entre os fatores discos e velocidades.

A análise de variância referente aos espaçamentos duplos está representada na Tabela 7.

Tabela 7- Análise de variância dos dados referentes aos espaçamentos duplos.

FV	GL	SQ	QM	F	P
Discos (F1)	1	36.90240	36.90240	0.8157 ns	0,028
Velocidade (F2)	2	102.70601	51.35300	1.1351 ns	0,2096
Interação (F1 x F2)	2	215.86068	107.93034	2.3856 ns	0,9949
Tratamentos	5	355,46908	71.09382	1.5714 ns	0.1578
Blocos	3	228.79668	76.26556	1.6857 ns	0.6957
Resíduo	15	678.64122	45.24275		
Total	23	1262.90698			

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

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

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

Fonte: elaborado pelo autor (2021).

Em relação a porcentagens de espaçamentos duplos, não foi aplicado o teste de comparação de médias por que o F de interação não foi significativo segundo a análise de variância dos dados.

#### 4.1.3 Espaçamentos falhos

Conforme a análise de variância das porcentagens dos espaçamentos falhos, não ocorreu valores significativos de F para o fator 1 e 2, bem como não houve interação significativa entre o fator 1 e fator 2.

A análise de variância dos dados referentes aos espaçamentos falhos está representada na Tabela 8.

Tabela 8- Análise de variância dos dados referentes aos espaçamentos falhos.

FV	GL	SQ	QM	F	P
Discos (F1)	1	126.13335	126.13335	2.5099 ns	0,028
Velocidade (F2)	2	10.91403	5.45702	0.1086 ns	0,2096
Interação (F1 x F2)	2	218.20680	109.10340	2.1710 ns	0,9949
Tratamentos	5	355.25418	71.05084	1.4138 ns	0.1578
Blocos	3	43.39163	14.46388	0.2878 ns	0.6957
Resíduo	15	753.80632	50.25375		
Total	23	1152.45213			

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

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

ns não significativo ( $p \geq .05$ )

Fonte: elaborado pelo autor (2021).

Conforme os resultados da análise de variância, os valores de F não foram significativos, sendo assim não se aplicou o teste de comparação de médias para estes espaçamentos.

#### 4.2 DESEMPENHO DOS DISCOS DOSADORES

Levando em consideração a metodologia proposta por Dambrós (1998 apud Mialhe, 2012), que busca classificar o desempenho dos mecanismos dosadores de acordo com a porcentagem calculada de espaçamentos aceitáveis foi classificado o desempenho de cada disco nas três velocidades de semeadura. A tabela 5 apresenta a classificação dos tratamentos conforme esta metodologia.

Tabela 9- Classificação do desempenho dos discos dosadores conforme porcentagem de espaçamentos aceitáveis.

Tratamentos	Espaçamentos aceitáveis (%)	Desempenho dos discos
T1	67,16	Regular
T2	63,07	Regular
T3	69,81	Regular
T4	60,44	Regular
T5	56,04	Regular
T6	62,37	Regular

Fonte: elaborado pelo autor (2021).

Os desempenhos dos discos dosadores no presente trabalho foram todos classificados segundo a metodologia com desempenho regular, estando os valores dentro da faixa de classificação de 50 a 75%, não diferindo os tratamentos entre si para essa classificação conforme pode-se verificar anteriormente na Tabela 5.

#### 4.3 MICROFILMAGEM DOS TRATAMENTOS

A microfilmagem devido a velocidade de rotação dos discos não permitiu obter imagens nítidas em todos os tratamentos, o fato de os ejetores de sementes serem duplos para a cultura da soja também dificultou a captura de melhores imagens, mas, contudo, pode-se verificar em especial imagens interessantes sobre o funcionamento de alguns tratamentos para efeito de comparação com as médias relacionadas.

Apesar disso, observou-se a partir da análise dos vídeos que em alguns tratamentos que apresentaram porcentagem semelhante de falhas constatados através das médias analisadas na Tabela 4, podendo ser segundo Souza Júnior e Cunha (2012), que avaliar o desempenho de uma semeadora de plantio direto no milho, afirmaram que a medida que a velocidade de semeadura aumenta, o sistema distribuidor de sementes opera em maior rotação, o que pode ocasionar que algumas células do disco fiquem vazias e gerem falhas na semeadura, o que também pode ocorrer na semeadura da soja, explicando a diminuição da regularidade na distribuição de sementes neste presente trabalho relacionado aos discos convencionais.

Na Figura 7, temos a captura de uma imagem interna da caixa distribuidora de sementes em funcionamento obtida a partir da microfilmagem evidenciando a ocorrência de alvéolos vazios no tratamento com disco convencional com a velocidade de semeadura de 8 km h<sup>-1</sup>.

Figura 7- Disco convencional apresentando alvéolos vazios em operação de semeadura de 8 km h-1.



Fonte: elaborado pelo autor (2021).

Os espaçamentos duplos não poderão ser identificados através das imagens, mas suas fontes de erro podem ter sido pela falha dos gatilhos raspadores, que permitem a passagem de mais de uma semente por alvéolos. Conforme Mello (2003), o aumento da velocidade compromete o enchimento correto dos alvéolos do disco e sua liberação final para o tubo condutor.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas condições em que o trabalho foi desenvolvido conclui-se que:

Os tratamentos não diferiram significativamente entre si, mas observa-se que as porcentagens de espaçamentos aceitáveis apresentaram melhor resultado nos discos com tecnologia Rampflow® em relação a obtida pelos discos convencionais.

A velocidade interferiu na deposição adequada de sementes, nota-se que os discos com rampa permitiram melhor porcentual de aceitáveis mesmo em velocidades maiores, podendo este tipo de disco adequar-se mais facilmente ao incremento de velocidade de deslocamento na operação de semeadura.

## REFERÊNCIAS

ABNT – **Associação Brasileira de Normas Técnicas**. Projeto de norma 04: 015.06-004: Semeadoras de Precisão – método de ensaio de. Rio de Janeiro, 1994.

AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA. **Sistema de plantio direto**. Disponível em: [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01\\_72\\_59200523355.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_72_59200523355.html). Acesso em: 26 mai. 2020.

ALMEIDA, Rogério de Araújo; BARCELLOS, Luiz Carlos; XIMENES, Paulo Alcanfor. **Danos mecânicos ocasionados por sistemas dosadores de sementes**. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 33, n. 1, p. 17-22, 2003.

ANDREOLLA, Veruschka R.M; GABRIEL FILHO, Antonio. **Demanda de potência de uma semeadora com dois tipos de sulcadores em áreas compactadas pelo pisoteio de animais no sistema integração lavoura-pecuária**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.26, n.3, p.768-776, 2006.

ANGHINONI, Matheus. **Mecanismos dosadores de sementes e velocidade de deslocamento do conjunto trator-semeadora nos componentes agrônômicos do milho**. 42 f. Dissertação de Mestrado (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados, Curso de Agronomia, Dourados, 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DOS PRODUTORES DE SOJA. **A soja**. Disponível em: <https://aprosojabrasil.com.br/a-soja/>. Acesso em: 20 mai. 2020

BALASTREIRE, Luiz Antonio. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Manole, 307p., 1987.

BALBINOT JUNIOR, Alvadi Antonio. **Quantidade certa de semente de soja por hectare**. 2017. Disponível em: <https://blogs.canalrural.com.br/embrapasoja/2017/09/19/quantidade-certa-de-sementes-de-soja-por-hectare/>. Acesso em: 20 jun. 2020.

BARBOSA, Fernando. **Brasil deve produzir 131 milhões de toneladas de soja na safra 2020/2021, estima USDA**. 2020. Disponível em: <https://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2020/07/brasil-deve-produzir-131-milhoes-de-toneladas-de-soja-na-safra-20202021-estima-usda.html>. Acesso em: 25 ago. 2020.

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

BONOTTO, Gustavo José. **Mecanismos dosadores de sementes e fertilizantes presentes nas semeadoras-adubadoras de precisão no Brasil**. 2012. 99 f. Dissertação de Mestrado (Graduação em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Curso de Engenharia Agrícola, Santa Maria, 2012.

CONAB- Companhia nacional de abastecimento. **Compendio de estudos Conab.v.2**, Brasília: Conab, 2016.

CANOVA, Ricardo. et al. **Distribuição de sementes por uma Semeadora adubadora em função de alterações mecanismo dosador e de diferentes velocidades de deslocamento.** Engenharia na Agricultura, Viçosa, v.15, n.3, p.299-306, 2007.

CARPES, Dauto Pivetta. **Distribuição longitudinal de sementes de milho e soja em função do tubo condutor, mecanismo dosador e densidade de semeadura.** 2014, 85 f. Dissertação de mestrado em Engenharia Agrícola – Universidade federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

CARPES, Dauto Pivetta et al. **Influência do formato do tubo condutor na distribuição longitudinal de sementes de soja.** Disponível em: <http://conbea14.sbea.org.br/2014/anais/R0115-4.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2020.

CARPES, Dauto Pivetta et al., 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.

CASÃO JÚNIOR, Ruy. Máquinas e qualidade de semeadura em plantio direto. **Revista Plantio Direto.** Passo Fundo, v. 96, p. 10-18, set./out. 2006.

COPETTI, Eduardo. **Plantadoras: distribuição de sementes.** Cultivar Máquinas, Pelotas, n. 18, p. 14-17, 2003.

CORREIA, Tiago Pereira da Silva et al. **Distribuição de sementes de soja com tecnologia Ramp flow no disco horizontal.**In: JORNADA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA FACULDADE TECNOLOGIA DE BOTUCATU, 4., 2015, Botucatu. **Anais eletrônicos...**Disponível em: <http://www.jassy.com.br/wp-content/uploads/2019/05/estudo-soja-fca-unesp.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2020.

DALL'AGNOL, Amélio. **A Embrapa soja no contexto do desenvolvimento da soja no brasil:** histórico e contribuições. Brasília: Embrapa, 72 p. 2016.

DALL'AGNOL, Amélio et al. **Importância socioeconômica da soja.** [2016?]. Disponível em: [https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01\\_12\\_271020069131.html](https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01_12_271020069131.html). Acesso em: 10 jun. 2020.

DIAS, Volnei de Oliveira et al. **Distribuição de sementes de milho e soja em função da velocidade e densidade de semeadura.** Ciência Rural, Santa Maria, v.39, n.6, p.1.721-1.728, 2009.

DUGATO, Dailson G. e PALMA, Marcos A. Z. **Pressão e ângulo da roda compactadora de semeadora adubadora na emergência do milho.** Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental, Campina Grande, vol.22, n.10, pp.726-731, 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Avaliação do desempenho de plantadoras diretas para culturas de verão**. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. Passo Fundo: EMBRAPA, 1994.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Dados econômicos**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/web/portal/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em: 18 mai. 2020.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5 ed. Brasília: Embrapa Solos, 356p., 2018.

FRANCETTO, Tiago Rodrigo et al. **Mecanismos dosadores de sementes e fertilizantes presentes nas semeadoras-adubadoras de precisão no Brasil**. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE INGENIERÍA AGRÍCOLA, 10., 2012, Londrina; CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 41., 2012, Londrina. **Anais eletrônicos...** Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/272491497\\_Mecanismos\\_dosadores\\_de\\_sementes\\_e\\_fertilizantes\\_presentes\\_nas\\_semeadoras-adubadoras\\_de\\_precisao\\_no\\_Brasil](https://www.researchgate.net/publication/272491497_Mecanismos_dosadores_de_sementes_e_fertilizantes_presentes_nas_semeadoras-adubadoras_de_precisao_no_Brasil). Acesso em: 17 jun. 2020.

FREITAS, Pedro Luiz de. **Sistema de plantio direto: conceitos, adoção e fatores limitantes**. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/855711/1/comtec312005plantiodireto.pdf>. Acesso em: 02 jun. 2020.

HENNING, Ademir Assis; BRZEZINSKI, Cristian Rafael; ABATI, Julia. Semente tratada. **Revista Cultivar**, Pelotas, n. 173, p. 30-32, 2013.

IMPERATRIZ AGRO. **Produtos/John Deere**. Disponível em: <https://www.imperatrizagro.com.br/produtos/3/John-Deere>. Acesso em: 12 ago. 2020.

JANOSELLI, Helder Roberto Dota. **Plantabilidade em soja**. Disponível em: <http://www.pioneersementes.com.br/blog/118/plantabilidade-em-soja>. Acesso em: 25 ago. 2020.

JASPER, Roberto et al. **Distribuição longitudinal e germinação de sementes de milho com emprego de tratamento fitossanitário e grafite**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 26, n. 1, p. 292-299, 2006.

JASPER, Roberto et al. **Velocidade de semeadura da soja**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.31, n.1, p.102-110, jan./fev. 2011.

J. ASSY. **Discos apollo**. Disponível em: <http://www.jassy.com.br/discos-apollo-2/>. Acesso em: 15 jun. 2020.

MANDARINO, José Marcos Gontijo. **Origem e história da soja no Brasil**. 2017. Disponível em: <http://blogs.canalrural.com.br/embrapasoja/2017/04/05/origem-e-historia-da-soja-no-brasil/>. Acesso em: 28 mai. 2020.

MARTIN, Thomas Newton et al. **Fatores condicionantes na semeabilidade: Aspectos da semente e semeadura.** In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 42., 2018, Três de Maio. **Anais eletrônicos...** Disponível em: <https://maissoja.com.br/fatores-condicionantes-da-semeabilidade-aspectos-da-semente-e-semeadora/>. Acesso em: 15 jun. 2020.

MELLO, L. M. M.; PINTO, E. R.; YANO, E. H. **Distribuição de sementes e produtividade de grãos da cultura do milho em função da velocidade de semeadura e tipos de dosadores.** Engenharia Agrícola. V.23, n.3. Jaboticabal. p. 563-567, 2003.

MIALHE, Luiz Geraldo. **Máquinas Agrícolas para Plantio.** Campinas, SP: Millennium, 2012.

MONTOVANI, Evandro Chartuni. **Plantadoras.** [S.l.;2018?]. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01\\_50\\_168200511159.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_50_168200511159.html). Acesso em: 24 jun. 2020.

MISSÃO, Maurício Roberto. Soja: origem, classificação, utilização e uma visão abrangente do mercado. **Revista de Ciências Empresariais**, v.3, n.1, p.7-15, jan./jul. 2006.

MUNDSTOCK, Claudio M.; THOMAS, André Luís. **Soja: Fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos.** Porto Alegre: Evangraf, 31p. 2005.

NEPOMUCENO, Alexandre Lima; FARIAS, José Renato Bouças; NEUMAIER, Norman. **Características da soja.** Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01\\_24\\_271020069131.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/soja/arvore/CONTAG01_24_271020069131.html). Acesso em: 31 mai. 2020.

PERREIRA, Guilherme Lucas Campos. **Melhoramento genético de soja.** 2017. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Viçosa, Curso de Agronomia, Viçosa, 2017.

PINHEIRO NETO, Raimundo et al. **Desempenho de mecanismos dosadores de sementes em diferentes velocidades e condições de cobertura do solo.** Acta Sci. Agron., vol.30, supl., pp.611-617, 2008.

PORTELA, José Antonio. **Mecanismos dosadores de sementes e de fertilizantes em máquinas agrícolas.** Disponível em: [https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/849988/1/CNPTDOCUMENTO\\_S41MECANISMOSDOSADORESDESEMENTESEDEFERTILIZANTESEMMAQUINA\\_SAGRICOLASFL1.pdf](https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/849988/1/CNPTDOCUMENTO_S41MECANISMOSDOSADORESDESEMENTESEDEFERTILIZANTESEMMAQUINA_SAGRICOLASFL1.pdf). Acesso em: 25 mai. 2020.

REIS, Ângelo Vieira. **Erros na semeadura.** Cultivar Máquinas, Pelotas, n.2, p.12-13, 2001.

REIS, Elton Fialho dos et al. Características operacionais de uma semeadora-adubadora de plantio direto na cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merril). **Revista Ciências Técnicas Agropecuárias**, Habana, v.16, n.3, p.70-75, 2007.

SALTON, Júlio Cesar; HERNANI, Luis Carlos; FONTES, Clarice Zanoni. **Sistema de plantio direto**: O produtor pergunta, a Embrapa responde. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 248 p. 1998.

SEBASTIANY, Eduardo; LOPES, Magno Arnhold; KARLEC, Fabio. **Avaliação do sistema convencional, titanium e pneumático de distribuição de sementes de Milho**. Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento. Ano 04, Ed. 01, Vol. 06, pp. 23-37, 2019.

SILVA, Rouverson Pereira da et al. **Efeitos da roda compactadora de semeadoras sob cargas verticais na deformação do solo com dois teores de água**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.26, n.2, p.511-519, mai./ago. 2006.

SIQUEIRA, Rubens. **Milho: Semeadoras-adubadoras para sistema plantio direto com qualidade**. In: Seminário Nacional de Milho Safrinha, 9., 2007, Dourados; Congresso Nacional de Milho e Sorgo, 27., 2008, Londrina. Disponível em: <http://www.iapar.br/arquivos/File/semeadora-adubadora%20para%20sistema%20de%20plantio%20direto%20com%20qualidade.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2020.

SOUZA JÚNIOR, Ramiro Lourenço de; CUNHA, João Paulo Arantes Rodrigues da. Desempenho de uma semeadora de plantio direto na cultura do milho. **Revista Agrotecnologia**, Anápolis, v.3, n.1, p.81-90, 2012.

TEJO, Débora Perdigão; FERNANDES, Carlos Henrique; BURATTO, Juliana Sawada. Soja: fenologia, morfologia e fatores que interferem na produtividade. **Revista científica eletrônica de XIX da FAEF**, v.35, n.1, p. 9, junho, 2019.

TOURINO, Maria Cristina Cavalheiro; REZENDE, Pedro Milanez de; SALVADOR, Nilson. **Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agrônômicas da soja**. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v.37, n.8, p.1071-1077, ago. 2002.