

**CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ANÁPOLIS - UniEVANGÉLICA  
CURSO DE AGRONOMIA**

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES TECNOLOGIAS DE DISCOS DE  
PLANTIO EM SEMEADORAS AGRÍCOLAS**

**Welton Jose Nunes Da Silva**

**ANÁPOLIS-GO  
2019**

**WELTON JOSE NUNES DA SILVA**

**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES TECNOLOGIAS DE DISCOS DE  
PLANTIO EM SEMEADORAS AGRÍCOLAS**

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Centro Universitário de Anápolis- UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

**Área de concentração:** Mecanização agrícola.  
**Orientador:** Prof. Me. Elson de Jesus Antunes Júnior

**ANÁPOLIS-GO  
2019**

Silva, Welton Jose Nunes Da  
Avaliação De Diferentes Tecnologias De Discos De Plantio Em Semeadoras Agrícolas /  
Welton Jose Nunes Da Silva. – Anápolis: Centro Universitário de Anápolis – UniEVANGÉLICA,  
2019.

28 páginas.

Orientador: Prof. Me. Elson de Jesus Antunes Júnior  
Trabalho de Conclusão de Curso – Curso de Agronomia – Centro Universitário de Anápolis  
– UniEVANGÉLICA, 2019.

1. Distribuição. 2. Uniformidade. 3. Velocidade. I. Welton Jose Nunes Da Silva. II. Avaliação De  
Diferentes Tecnologias De Discos De Plantio Em Semeadoras Agrícolas.

CDU 504

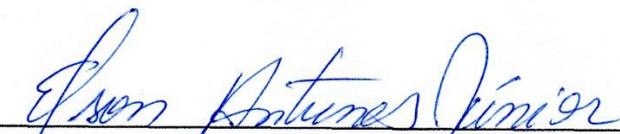
**WELTON JOSE NUNES DA SILVA**

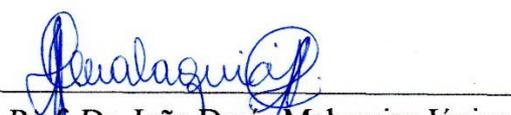
**AVALIAÇÃO DE DIFERENTES TECNOLOGIAS DE DISCOS DE  
PLANTIO EM SEMEADORAS AGRÍCOLAS**

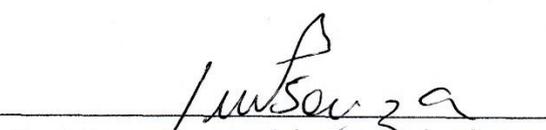
Monografia apresentada ao Centro  
Universitário de Anápolis –  
UniEVANGÉLICA, para obtenção do título de  
Bacharel em Agronomia.  
**Área de concentração:** Mecanização agrícola.

Aprovada em: 10 de dezembro de 2019

Banca examinadora

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Me. Elson De Jesus Antunes Júnior  
UniEvangélica  
Presidente

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. João Darós Malaquias Júnior  
UniEvangélica

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. João Maurício Fernandes Souza  
UniEvangélica

Dedico esse trabalho a minha afilhada  
Yasmin Vitória, a quem desejo um futuro  
melhor...

## AGRADECIMENTOS

Ao professor Me. Elson De Jesus Antunes Júnior, pelo apoio e confiança dedicado à orientação deste trabalho e sempre disponível a me ajudar, não tenho palavras suficiente para agradecer, mas aqui está minha eterna gratidão.

Aos meus irmãos Jessica, Wesley e Alisson, que nos momentos de minha ausência dedicados aos estudos e trabalho, sempre me fizeram entender que o futuro é feito a partir da constante dedicação no presente.

A meu pai Jose Antônio, pessoa de uma simplicidade ímpar, a quem devo muito em uma proporção inestimável, pessoa a qual tenho como referência de honestidade e caráter ao qual eu me espelho e admiro muito. Sei que o senhor tem tentado dá o melhor por mim, mesmo que de sua forma, os tempos eram outros, aqui estão os meus sinceros agradecimentos.

A minha querida avó Maria de Lourdes, por me apoia em todos os momentos, até mesmo quando estava errado, nunca me abandonando e sempre me defendendo, com palavras de incentivo nos momentos de angustia, sei que de certa forma me motivaram a prosseguir.

Aos meus familiares, tias, tios, primas e primos deve muito a vocês pelos momentos de distração e alegria compartilhada, obrigado de coração, a todos.

Aos todos meus colegas de faculdade e da unidade experimental Silvio, Adão e Davi pelo o esforço e ajuda em campo.

A Paloma Albuquerque, Jorciele Araújo, Dona Maria, Maria de Jesus, Manoel Lima, Jackeline e Arlete Sales pelo apoio de sempre.

A todos que me ajudaram ou até mesmo me atrapalharam de forma direta ou indiretamente, só tenho que agradece, vocês foram de grande importância nessa trajetória.

A professora Dr<sup>a</sup>. Klênia Rodrigues Pacheco, por tudo que fez por mim nesses últimos dias, só tenho a agradece a paciência e o incentivo.

Aos meus queridos professores e professoras pela paciência, e pelos conhecimentos compartilhados, sei que nem todos poderei usar como referência, infelizmente, mas sei também que em maioria posso assegura foram os melhores, meu muito obrigado a todos.

E em especial a minha mãe por tudo que fez e continua fazendo por mim mesmo estando distante. Sei que essas palavras não são suficientes para te agradecer tudo que tem feito por mim, mas quero que saiba que as suas lagrimas e noites de sonos não foram em vão. Que muitas vezes pensei em desistir, e até desistir, mas foi olhando a senhora que conseguir encontra força que até então eu não sabia que tinha para recomeçar e continua, para ser sincero se hoje eu ainda estou aqui é pela senhora, por mim mesmo acho que teria desistido. Mãe te amo muito.

“O profissional completo, além de acreditar em sua formação, confia também em sua intuição que vem através de suas experiências”.

João Dória

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>viii</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>ix</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>10</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>12</b>
2.1. EVOLUÇÃO DOS MECANISMOS DOSADORES HORIZONTAIS.....	12
2.1.1. Dosadores alveolares rotativos .....	12
2.1.2. Mecanismos dosador de sementes .....	13
2.1.3. Dedos preensores .....	13
2.2. SOBRE OS DISCOS UTILIZADOS E SUAS TECNOLOGIAS .....	14
2.2.1. Disco alveolar horizontal (Seed plate) .....	14
2.2.2. Tipos de alvéolos .....	15
2.3. RELAÇÃO DO DISCO E VELOCIDADE DE PLANTIO .....	16
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>18</b>
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>20</b>
<b>5. CONCLUSÃO .....</b>	<b>25</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>26</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Constituição básica de um mecanismo dosador alveolar rotativo, mostrando os três compartimentos do percurso das sementes e os elementos básicos envolvidos na dosagem .	12
<b>Figura 2</b> - Croquis ilustrativos das partes constituintes do mecanismo dosador de disco horizontal com alvéolos periféricos, em vista expandida .....	14
<b>Figura 3</b> - Efeito da variação no comprimento de alvéolos periféricos na posição de alojamento de sementes de milho classificadas para apresentarem comprimento uniforme. A) ajuste correto; B) sementes maiores que a célula; C) sementes menores que a célula .....	15
<b>Figura 4</b> - A) disco para semeadura de soja agrupada da marca Scherer <sup>®</sup> , com 12 furos; B) disco com a tecnologia DP Impacto <sup>®</sup> com perfil de 90 alvéolos .....	18
<b>Figura 5</b> - Variação na porcentagem de distribuição de sementes falhas (%) em função do número de furos do disco dosador e velocidades de deslocamento .....	21
<b>Figura 6</b> - Variação na porcentagem de distribuição de sementes duplas (%) em função do número de furos do disco dosador e velocidades de deslocamento .....	22
<b>Figura 7</b> - Variação na porcentagem de distribuição de sementes aceitáveis (%) em função do número de furos do disco dosador e velocidades de deslocamento .....	23
<b>Figura 8</b> - Variação na distribuição de sementes a cada 10 m em função do número de furos do disco dosador e velocidades de deslocamento .....	24

## LISTA DE TABELAS

**Tabela 1** - Resumo da análise de variância expressa pelo quadrado médio da porcentagem de distribuição falho (%), múltiplo (%), aceitável (%) e número de sementes em 10 metros ..... 20

## RESUMO

O Brasil é o segundo maior produtor de grãos do mundo e em algumas regiões do país a produtividade é altíssima podendo chegar a produção de 70 sacas  $\text{ha}^{-1}$  de soja e 200 sacas  $\text{ha}^{-1}$  de milho, isso devido a vários fatores como, por exemplo, variedades e híbridos melhorados, solos férteis e bem estruturados através de plantio direto, eficiente controle de pragas e doenças com pulverizadores de alta tecnologias e semeadoras de alto desempenho. Esse trabalho teve como objetivo avaliar dois diferentes discos horizontais perfurados de plantio sob três velocidades de trabalho 4,3; 5,5 e 7,2  $\text{Km h}^{-1}$ . O experimento foi conduzindo em delineamento fatorial, com três repetições, totalizando 18 unidades experimentais. Desta forma, regulou-se a distribuição de 16 sementes por metro linear, ou seja, 16 sementes espaçadas em 0,0625 m para o disco de semeadura equidistante (90 furos) e 16 sementes espaçadas em 0,25 m para o disco de semeadura agrupada (12 furos). Em uma distância total de 50 m de comprimento, foram considerados como parcela útil apenas os 10 metros centrais de cada unidade experimental. Os dados foram analisados, conforme a ABNT (1994), em distribuição aceitável, falho e múltiplo. Foram contabilizados, também, os resultados referentes a regularidade de distribuição (média do número de sementes a cada 10 metros) para os dois tipos de discos avaliados. Os resultados da análise de variância indicaram diferença significativa para a interação dos fatores: discos e velocidades, em todas as variáveis analisadas. Independentemente do tipo de disco utilizado na semeadura, 4,3  $\text{km h}^{-1}$  foi a velocidade que apresentou melhor viabilidade técnica, dada pela menor distribuição de falhos e múltiplos, associada a maior distribuição aceitável, acarretando em 16 sementes distribuídas por metro linear. Contudo à velocidade de 5,5 e 7,2  $\text{km h}^{-1}$  apenas o disco de 90 furos apresentou distribuição próximo ao regulado. Conclui-se que com o aumento da velocidade do conjunto mecanizado trator-semeadora, houve redução dos espaços aceitáveis, aumentando o número de falhos e múltiplos, como também a redução do número de sementes por metros linear.

**Palavras-chave:** Distribuição, uniformidade, velocidade.

## 1. INTRODUÇÃO

Segundo dados da Conab (2018), o Brasil é o segundo maior produtor no ranking mundial de grãos, ficando atrás apenas dos Estados Unidos. O aumento da área plantada no Brasil, principalmente nas culturas de soja, milho e feijão tem estimulado os fabricantes de máquinas e implementos agrícolas a produzirem equipamentos com tecnologias cada vez mais avançadas. Diante disso, os produtores brasileiros tiveram que adquirir tratores, colhedoras, pulverizadores e semeadoras de alta eficiência, com uso de computadores e sistema de posicionamento global (GPS) (BARRETA e GONÇALVES, 2003).

O desempenho, a tecnologia e a qualidade da semeadora são de fundamental importância, para manter a qualidade na uniformidade da cultura, e conseqüentemente, obter uma boa produtividade (SOUZA JUNIOR e CUNHA, 2012). A semeadura é uma das etapas que exigem maior perfeição em sua execução, pois pode comprometer a lucratividade da atividade agrícola (ROS et al., 2011).

A regulagem da semeadora é parte importante do processo produtivo e caso este implemento não seja corretamente regulado, dificilmente obtêm-se bons resultados em termos de produtividade, devido à população inadequada de plantas (BARRETA e GONÇALVES, 2003). Endres; Teixeira (1997) reforçam que, a distribuição espacial das plantas é um fator de grande importância para melhorar a eficiência da operação de semeadura. Também Tourino et al. (2002), destacam que o comprometimento da uniformidade de espaçamentos entre as plantas distribuídas na fileira, através de grandes falhas, influencia na produtividade da cultura. No mesmo sentido, Rambo et al. (2003), relataram que a melhor distribuição de plantas na área pode contribuir para o aumento da produtividade, pois permite o melhor aproveitamento da água, da luz e dos nutrientes disponíveis no solo.

A distribuição homogênea e conseqüentemente o estande correto de sementes no momento da semeadura é fundamental para o sucesso do desenvolvimento da cultura. Todavia, verifica-se que, na maioria das vezes, tais semeadoras perdem eficiência na distribuição das sementes, devido a alguns fatores que influenciam diretamente na performance do mecanismo dosador, tais como, o ângulo de repouso das sementes no depósito, o teor de água, a presença de material estranho, a orientação das partículas e, principalmente, a rugosidade da superfície da semente (GARCIA et al., 2006).

Dentre outros fatores que interferem no mecanismo dosador de sementes pode-se citar a velocidade de deslocamento da semeadora, tipos de discos de plantio e relevo do solo

(RODRIGUES, 2012). A distribuição de sementes de uma semeadora com sistema dosador de disco horizontal, pode ser afetada com a elevação da velocidade da máquina, pois ocorre a diminuição do número de espaçamentos aceitáveis e aumento das falhas (SANTOS et al., 2011).

Segundo Mialhe (2012), as semeadoras de precisão mais utilizadas no Brasil, são as que apresentam sistemas dosadores com discos alveolados horizontais, e com dosadores pneumáticos de sucção. Dependendo do sistema dosador de sementes e a velocidade de operação, poderá influenciar na relação dos espaçamentos entre plantas.

Porém, há uma grande variedade de discos disponíveis no mercado, com diferentes espessuras, largura e números de alvéolos que proporcionam adaptação à atividade de semeadura em condições adversas (COPETTI, 2003). O mercado agrícola também oferece opções com tecnologia moderna aderida, que incorporam eficácia nas funções que lhe são atribuídas, como a deposição de sementes, a profundidade e a distância apropriadas nas quantidades pré-estabelecidas (FONSECA; RIBEIRO, citado por VALE, 2007).

Esse trabalho teve como objetivo avaliar dois diferentes discos horizontais perfurados de plantio sob três velocidades diferentes de trabalho 4,3; 5,5 e 7,2 Km h<sup>-1</sup>.

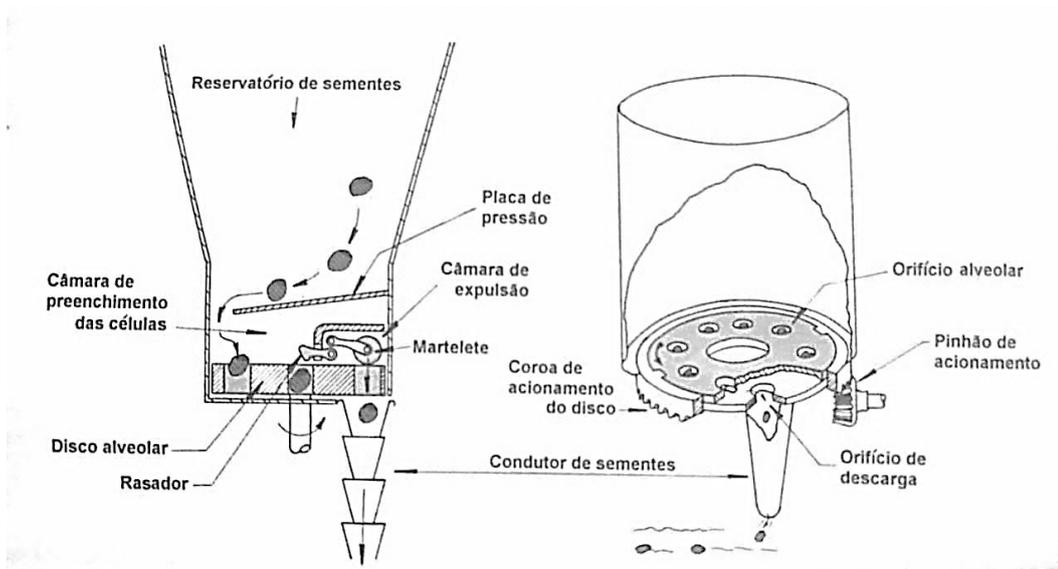
## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. EVOLUÇÃO DOS MECANISMOS DOSADORES HORIZONTAIS

#### 2.1.1. Dosadores alveolares rotativos

Os mecanismos dosadores comumente empregados em semeadoras de linhas individuais são os alveolares rotativos, ao contrário dos dosadores volumétricos, os dosadores alveolares manipulam as sementes de forma individualizada, separando cada uma delas do resto da massa granular. Por essa razão, é fundamental tornar compatível as dimensões dos alvéolos com aquelas das sementes exigindo que estas sejam adequadamente classificadas por tamanho. Constam, basicamente, de um elemento giratório (disco ou coroa circular) promovido de alvéolos cujas dimensões permitam acomodar individualmente as sementes. Nas máquinas promovidas de mecanismos dosadores alveolares rotativos podem-se distinguir três compartimentos por onde passam as sementes (Figura 1) antes de serem lançados no condutor (MIALHE, 2012). A saber:

- reservatório de sementes: onde elas permanecem aguardando a vez de serem dosadas e lançadas no condutor;
- câmara de preenchimento dos alvéolos: onde ocorre a queda e alojamento das sementes nas células do mecanismo dosador;
- câmara de expulsão das sementes: onde a semente contida no alvéolo é expulsa para o tubo condutor.



Fonte: Adaptado de Mialhe (2012).

**Figura 1** - Constituição básica de um mecanismo dosador alveolar rotativo, mostrando os três compartimentos do percurso das sementes e os elementos básicos envolvidos na dosagem

### **2.1.2. Mecanismos dosador de sementes**

O mecanismo dosador e de liberação das sementes deve ser adequado à espécie e variedade a ser semeada, para evitar que as sementes sejam danificadas e percam o poder germinativo. É comum se obter dosador puramente mecânicos com porcentagem de sementes quebradas de até 7%. Esta quantidade de quebradas é também função da pressão exercida sobre as sementes em contato com o dosador e o limitador, quanto menor a pressão menor será a quantidade de sementes quebradas ou danificadas. Por esse motivo algumas empresas lançam mão dos aliviadores de pressão comumente chamado de defletores, para controlar o efeito da pressão sobre a quebra de sementes. A utilização desses aliviadores de pressão, principalmente com sementes sensíveis pode reduzir a quantidade de sementes quebradas em 3 a 4% (BALASTREIRE, 2005).

### **2.1.3. Dedos preensores**

O dedo preensor se constitui de uma pequena chapa curva, pivotada, que se fecha sobre cada semente sob a ação de molas. Os dedos preensores estão dispostos concentricamente em um disco, de forma que cada dedo mergulhar na massa de sementes prende somente uma delas e a eleva no movimento de rotação do disco até a abertura de saída das sementes (BALASTREIRE, 2005).

Segundo Casão Júnior et al. (1996), o mencionado sistema possui uma região de captação que é alimentada através de um conduto. Nessa região gira um disco (prato) provido, em sua superfície, de dedos preensores dispostos nas extremidades de hastes móveis, que estão radialmente distribuídas no disco. As hastes estão ligadas entre si por molas. Na extremidade inferior da haste, próximo do centro do disco, encontra-se um braço que serve para acionar os dedos na região de captação.

Quando o disco gira, os braços das hastes passam por um setor interno de um came disposto próximo do centro do disco, de forma que os dedos preensores se abrem, indo em direção à região de captação. Nesse ponto, cessando o efeito came, os dedos preensores retornam devido à ação de molas, prendendo uma semente contra a parede e transportando-a até a parte superior, de onde é jogada, por uma abertura de saída, no interior de um dispositivo condutor. O dispositivo condutor foi projetado para reduzir o efeito de rebotes internos na condução das sementes (CASÃO JUNIOR et al., 1996).

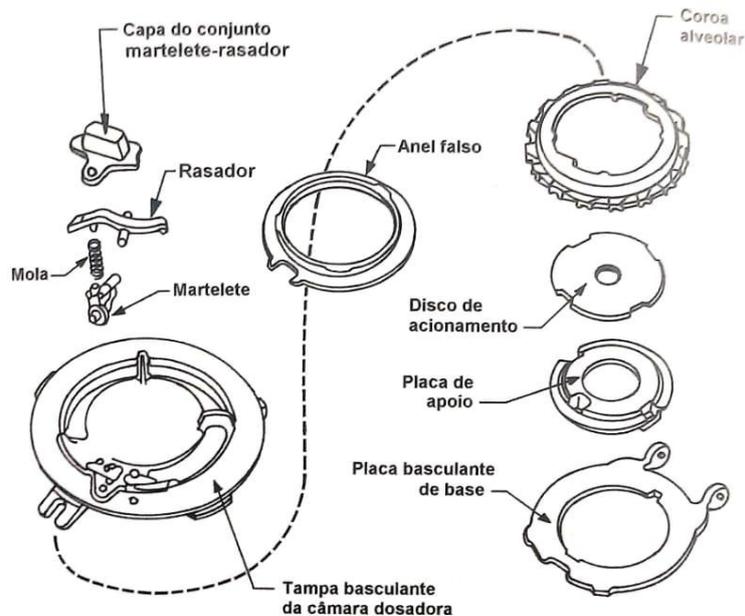
## 2.2. TIPOS DE DISCOS UTILIZADOS E SUAS TECNOLOGIAS

### 2.2.1. Disco alveolar horizontal (Seed plate)

Trata-se de um mecanismo cujo elemento dosador é constituído por um disco ou coroa circular, promovida de orifícios ou alvéolos de alojamento das sementes. É acionado pela roda de terra da máquina, através de um mecanismo de transmissão com engrenagens ou rodas denteadas e correntes. O disco de acionamento gira sobre a placa de apoio, movimentando a coroa alveolar e está, por sua vez, gira apoiada sobre a face plana da base do mecanismo que contém a reentrância de liberação das sementes. Assim, a velocidade angular é proporcional à velocidade de deslocamento da semeadora no campo e a razão dessa proporcionalidade pode ser ajustada, por intercâmbio das engrenagens ou rodas denteadas da transmissão (MIALHE, 2012).

As partes constituintes do mecanismo dosador de disco horizontal alveolar são indicadas no croqui em vista da Figura 2. Observa-se duas partes principais:

- disco de acionamento, que recebe pela parte inferior o movimento do sistema coroa-pinhão (não mostrada nos desenhos);
- coroa dosadora, com alvéolos periféricos.



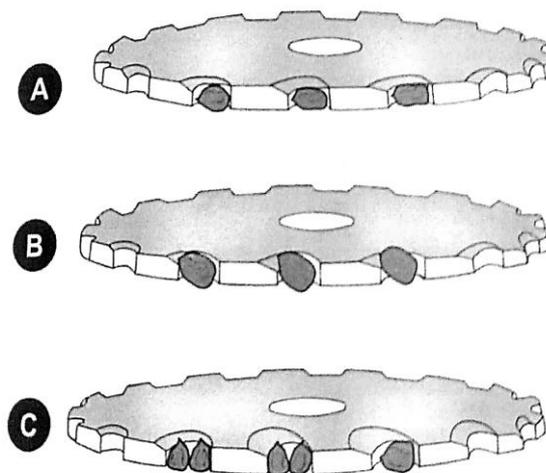
Fonte: Adaptado de Breece et al. (1975).

**Figura 2** - Croquis ilustrativos das partes constituintes do mecanismo dosador de disco horizontal com alvéolos periféricos, em vista expandida

### 2.2.2. Alvéolos

Os alvéolos de orifício circular são os menos eficientes pelo fato de as sementes apresentarem, muito raramente, formato sensivelmente esférico. Quanto mais o formato das sementes se afastarem da esfera, tanto maior será a probabilidade de danificação mecânica e falta de precisão na distribuição ao longo do sulco. Na tentativa de reduzir esse efeito, foram desenvolvidos os alvéolos de formato oval. Todavia, exigem técnica especial de construção e mecanismo rasador-martelete adequado para operar com esse tipo de alvéolo (MIALHE, 2012).

As células alveolares (Figura 3) devem ser apenas ligeiramente mais compridas que as sementes (cerca de 1,2 a 1,6 mm), a fim de possibilitar seu alojamento quando o disco gira a velocidades relativamente altas. Para evitar danificação de grãos, por apresentarem largura ou espessura maior que a espessura do disco, pode-se utilizar artifício especial na placa de apoio: um rasgo circular em uma de suas faces a qual será utilizada (MIALHE, 2012).



Fonte: Adaptado de Breece et al. (1975).

**Figura 3** - Efeito da variação no comprimento de alvéolos periféricos na posição de alojamento de sementes de milho classificadas para apresentarem comprimento uniforme. A) ajuste correto; B) sementes maiores que a célula; C) sementes menores que a célula

### 2.3. RELAÇÃO DO DISCO E VELOCIDADE DE PLANTIO

Segundo Delafosse (1986), em quase todos os sistemas de semeadura conhecidos, a qualidade de semeadura diminui, quando se aumenta a velocidade de trabalho. Em trabalho realizado por Reynaldo et al. (2016a), avaliando o espaçamento entre plantas e a produtividade observou que com aumento da velocidade implica em aumento dos espaçamentos falhos, múltiplos e redução de espaçamentos aceitáveis. Além do que a velocidade que apresentou a maior produtividade foi a de 4 Km h<sup>-1</sup>. Velocidades acima dos 6 Km h<sup>-1</sup> ocasionam redução de produtividade de até 11,8%, em consequência aos aumentos de sementes em espaçamentos falhos e múltiplos. Zardo e Casimiro (2016), em um trabalho avaliando a plantabilidade de campo da tecnologia DP Impacto<sup>®</sup>, Rampflow<sup>®</sup> e convencional, com perfis de 45, 64 e 90 alvéolos sob a velocidade de 6 e 8,5 Km h<sup>-1</sup>, concluiu que velocidades elevadas comprometem a distribuição longitudinal das sementes, reduzindo a uniformidade dos espaçamentos, aumentando a quantidade de duplas e falhas e reduzindo espaçamentos considerados aceitáveis.

Furlani et al. (1999) concluíram que, quando a velocidade de semeadura passou de 3 para 5 Km h<sup>-1</sup>, o estande final e a produtividade de grãos foram reduzidos. Fey et al. (2000) afirmaram que o aumento da velocidade na operação de semeadura de milho influenciou na uniformidade de distribuição longitudinal de plantas, porém não afetou a população de plantas e a produtividade de grãos.

Reis e Alonço (2001) comparando a precisão funcional de vários mecanismos dosadores estudados no Brasil, entre os anos de 1989 e 2000, concluíram que, com velocidades de semeadura acima de 7,5 Km h<sup>-1</sup>, a qualidade da distribuição de sementes com mecanismos pneumáticos e disco horizontal perfurado se assemelha. Mello et al. (2007), observaram, na semeadura do milho, que ao aumentar a velocidade de semeadura de 6,8 para 9,8 Km h<sup>-1</sup> a porcentagem de espaçamentos normais reduziu cerca de 25%, o que demonstra um desempenho inferior da semeadora nessa velocidade.

A elevação da capacidade operacional propiciada pelo uso de velocidades de deslocamento mais elevadas pode comprometer a qualidade da semeadura e a produtividade, haja visto que, com o aumento da velocidade de semeadura, reduz-se o tempo disponível para preenchimento dos furos dos discos dosadores (LIU et al., 2004; DIAS et al., 2009).

Na operação de semeadura, o estande adequado e a uniformidade de distribuição de sementes são apontados como fatores de grande influência na produtividade do milho

(DELAFOSSÉ, 1986). Esses fatores podem ser afetados por inúmeras variáveis, sendo a velocidade de semeadura uma das mais importantes (KURACHI et al., 1989).

Silva et al. (2000), conduziram trabalho em solo sob sistema de plantio direto para verificar o estabelecimento da cultura do milho com semeadora-adubadora equipada com dosador de sementes do tipo disco horizontal perfurado, nas velocidades de deslocamento de 3,0; 6,0; 9,0 e 11,2 Km h<sup>-1</sup>. O número de plantas de milho na linha de semeadura foi menor nas maiores velocidades de operação da máquina. A uniformidade dos espaçamentos entre as sementes de milho na linha de semeadura foi considerada excelente para a velocidade de 3,0 km h<sup>-1</sup> regular para 6,0 e 9,0 Km h<sup>-1</sup> e insatisfatória para 11,2 Km h<sup>-1</sup>. As velocidades da semeadora-adubadora de até 6,0 Km h<sup>-1</sup> propiciaram maiores estandes de plantas e número de espigas por metro e foram responsáveis pelos maiores rendimentos de grãos.

A velocidade pode influenciar a população de plantas com espigas, assim como observou (GARCIA et al., 2006), em que a produtividade foi afetada quando a população de plantas com espigas foi reduzida pelo incremento de velocidade. Tourino et al. (2002), destacam que o comprometimento da uniformidade de espaçamentos entre as plantas distribuídas na fileira, através de grandes falhas, influencia na produtividade da cultura.

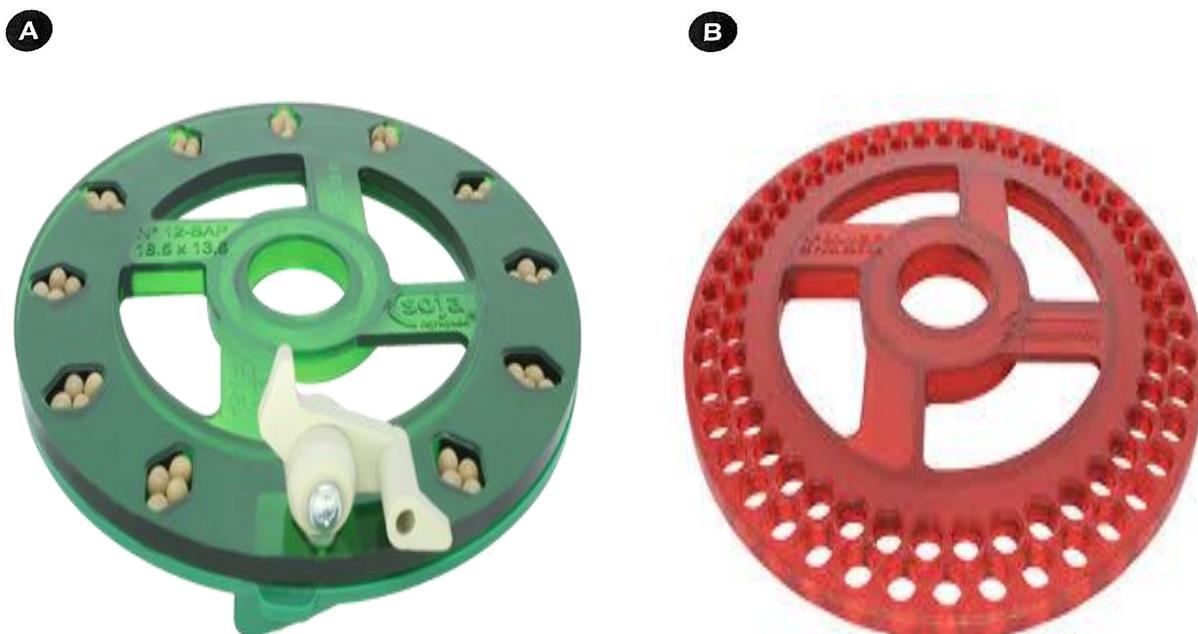
Bottega et al. (2017), afirma que uniformidade de distribuição de sementes no solo e a velocidade de semeadura estão diretamente relacionadas à qualidade de implantação de uma lavoura e, conseqüentemente, com a sua produtividade, ou seja, o aumento da velocidade de deslocamento na semeadura do milho interfere na precisão e na distribuição das plantas, sendo assim a ocorrência de plantas duplas está relacionada diretamente com o aumento da velocidade de semeadura.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado na Unidade Experimental Archibald, no Centro Universitário de Anápolis, UniEvangélica, município de Anápolis-GO. Situada na coordenada geográfica: Latitude 16°19'36" Sul, Longitude 48°57'10" Oeste e altitude de 1.017 m acima do nível do mar. O clima da região, segundo classificação de Köppen, é do tipo Aw, e o solo é classificado como Latossolo Vermelho de textura média.

Na operação de semeadura foi utilizado um trator Massey Ferguson®, modelo MF 4297, 4 x 2 TDA, com 120 cv de potência nominal do motor a 2.200 RPM, e uma semeadora-adubadora de plantio direto modelo Tatu Marchesan PST Plus 7, de arrasto, com sulcadores do tipo disco duplo desencontrado para sementes e disco duplo para fertilizante com disco de corte para a palhada, mecanismo dosador de sementes tipo disco alveolado horizontal, possuindo rodas controladoras de profundidade e compactadores em forma de "V", com cinco unidades de distribuição de sementes, espaçadas em 0,65 m, totalizando 3,25 m de largura de trabalho.

Para a realização do experimento foram utilizados dois tipos de discos (Figura 4), um para semeadura de soja agrupada da marca Scherer®, com 12 furos de 18,5 x 16,0 mm e outro com a tecnologia DP Impacto® com perfil de 90 alvéolos, ambos com anel rebaixado 1 mm.



Fonte: Scherer® (2019).

**Figura 4** - A) disco para semeadura de soja agrupada da marca Scherer®, com 12 furos; B) disco com a tecnologia DP Impacto® com perfil de 90 alvéolos

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado no esquema fatorial, sendo empregados dois tipos de disco (Agrupado e DP Impacto®) e três velocidades de deslocamento do conjunto trator-semeadora (4,3; 5,5 e 7,2 Km h<sup>-1</sup>), com três repetições, totalizando 18 unidades experimentais.

A semeadora possui mecanismo de regulação de distribuição de sementes, no qual é possível regular as duas linhas da direita, independentemente, das três linhas da esquerda, por isso, foram utilizados dois discos DP Impacto® e dois discos de sementes agrupadas. Desta forma, foram distribuídas 16 sementes por metro linear, ou seja, 16 sementes espaçadas em 0,0625 m para o disco DP Impacto® e 16 sementes espaçadas em 0,25 m para o disco de sementes agrupadas. Foram usadas no experimento sementes de soja da cultivar 6266RSF IPRO (FLX), categoria C1, safra 2018/2019.

Em cada unidade experimental foram avaliadas as duas linhas da direita (disco DP Impacto®) e as duas linhas da esquerda (disco agrupado). Em uma distância total de 50 m de comprimento, foram considerados como parcela útil apenas os 10 metros centrais de cada unidade experimental. Para a avaliação da uniformidade, os espaçamentos entre plantas ( $X_i$ ) foram medidos com auxílio uma trena de 10 m esticada rente ao solo e contabilizadas as sementes distribuídas longitudinalmente em cada linha da semeadora.

Os dados foram analisados, conforme a ABNT (1994) para a avaliação de espaçamentos entre sementes, determinando-se o percentual de espaçamentos correspondentes às classes: aceitáveis ( $0,5 X_{ref} \leq X_i \leq 1,5 X_{ref}$ ), múltiplos ( $X_i < 0,5 X_{ref}$ ) e falhos ( $X_i > 1,5 X_{ref}$ ), em que  $X_{ref}$  é o espaçamento de referência. No experimento,  $X_i$  foi de 0,0625 m para o disco DP Impacto® e de 0,25 m para o disco de sementes agrupadas.

A avaliação da uniformidade de distribuição longitudinal das sementes foi realizada pelo teste de F à 5% de significância de erro, e quando houve diferença significativa os dados foram avaliados pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade, utilizando-se o programa Sisvar® versão 5.6 (FERREIRA, 2011).

#### 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise de variância, apresentados na (Tabela 1), indicaram diferença significativa para a interação dos fatores: discos e velocidades, em todas as variáveis analisadas.

**Tabela 1** - Resumo da análise de variância expressa pelo quadrado médio da porcentagem de distribuição falho (%), múltiplo (%), aceitável (%) e número de sementes em 10 metros

Fonte	gl	Falho	Múltiplo	Aceitável	Sementes
Disco (D)	1	97,813*	71,760*	2,007 <sup>ns</sup>	1216,889*
Velocidade (V)	2	22,031*	514,230*	656,336*	476,167*
D*V	2	120,491*	42,633*	96,850*	229,056*
Erro	12	5,532	5,747	7,863	22,722
	C.V. (%)	24,62	13,19	3,88	3,18
	Média	9,55	18,18	72,27	149,67

<sup>ns</sup> não significativo ( $P>0,05$ ), \* significativo a 5% de probabilidade ( $P<0,05$ ).

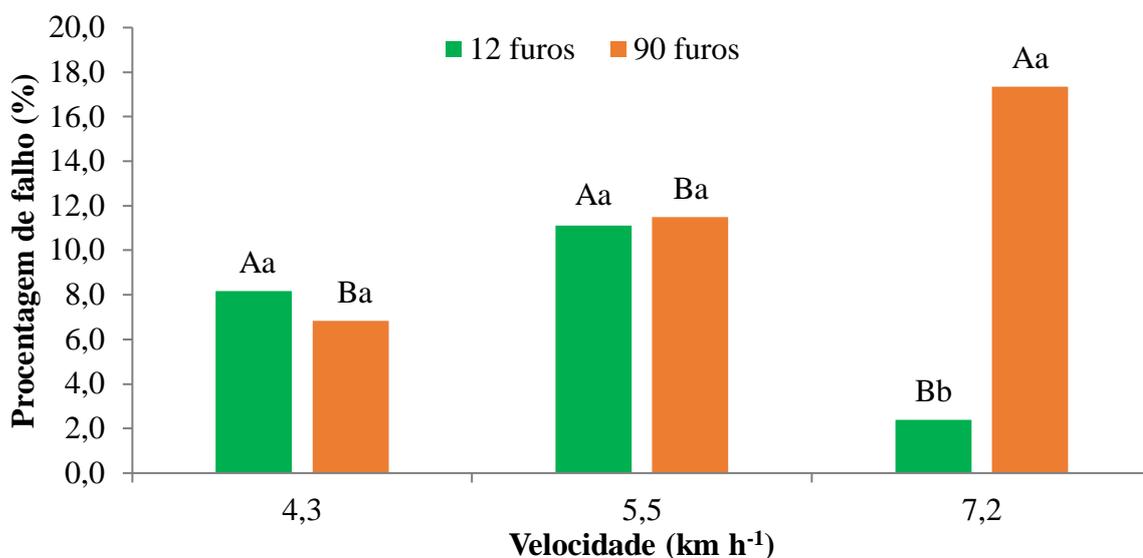
Observa-se pela Tabela 1 que a distribuição de sementes aceitável para ambos os discos e velocidades de deslocamento foi, em média, superior a 70% com distribuição de 149 sementes em 10 metros, quando a regulação foi realizada para a distribuição de 160 sementes em 10 metros. O que justifica tal fato é a falha na distribuição, que para o experimento em questão foi, em média, de aproximadamente 10%.

Segundo Fey et al. (2000) e Zardo e Casimiro (2016) o aumento da velocidade de operação do conjunto trator-semeadora ocasiona uma irregularidade na distribuição longitudinal das sementes, sendo recomendada a não adoção dessa prática, uma vez que, pode condicionar uma redução na produtividade das culturas implantadas sob tal situação (Reynaldo et al., 2016a).

Na Figura 5 é apresentada a porcentagem de distribuição sementes falhas em função das velocidades de deslocamento e do número de furos do disco dosador de sementes. Observa-se que o aumento da velocidade condicionou de forma diferente a distribuição falha de sementes.

Para o disco de 90 furos, o aumento da velocidade condicionou um incremento significativo à porcentagem de distribuição falha de sementes. De forma que alterando-se a velocidade de 4,3 para 7,2 km h<sup>-1</sup> o acréscimo na porcentagem de distribuição falha foi de 150%. Contudo, para o disco de 12 furos, pode-se constatar que nas velocidades de 4,3 e 5,5 km h<sup>-1</sup> não houve diferença significativa na porcentagem de distribuição falha de sementes,

ocorrendo redução da mesma na velocidade de 7,2 km h<sup>-1</sup>. Sendo que da velocidade de 4,3 para 7,2 km h<sup>-1</sup> a redução na porcentagem de distribuição falha foi da ordem de 70%.



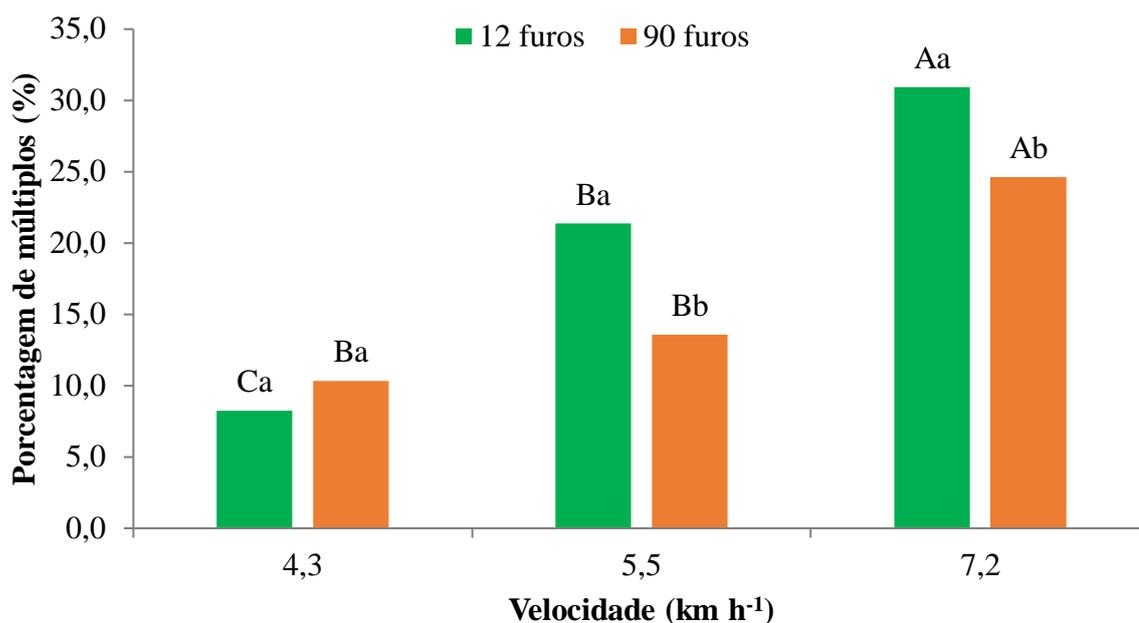
Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas para as velocidades e minúsculas para os discos, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>5%).

**Figura 5** - Variação na porcentagem de distribuição de sementes falhas (%) em função das velocidades de deslocamento e do número de furos do disco dosador.

De forma geral o aumento da velocidade de semeadura ocasiona um acréscimo na porcentagem de distribuição de sementes falhas, o que demonstra um desempenho inferior da semeadora nessa ocasião, acarretando em redução no estande final de plantas e por consequente uma redução da produtividade de lavoura (Mello et al., 2007; Bottega et al., 2017). Porém, deve-se redobrar a atenção sob a escolha da velocidade de semeadura quando utilizado o disco de 12 furos (semeadura agrupada), pois apesar da significativa redução na porcentagem de distribuição de sementes falhas há um incremento na distribuição de sementes duplas, o descaracteriza a proposta desse tipo de disco.

Na Figura 6 mostra-se a porcentagem de distribuição sementes duplas em função das velocidades de deslocamento e do número de furos do disco dosador de sementes. Verifica-se que o aumento da velocidade compromete de forma significativa, a porcentagem de distribuição sementes duplas, ambos os discos dosadores de sementes.

O disco cuja a razão de múltiplos apresentou-se menor (8,2%) foi o de 12 furos à 4,3 km h<sup>-1</sup>. No entanto, o acréscimo de velocidade comprometeu de forma significativa a distribuição longitudinal das sementes de soja, para esse mesmo disco, pois à 7,2 km h<sup>-1</sup> a porcentagem de distribuição sementes duplas foi de 30,9% sendo a maior dentre todos os tratamentos avaliados.



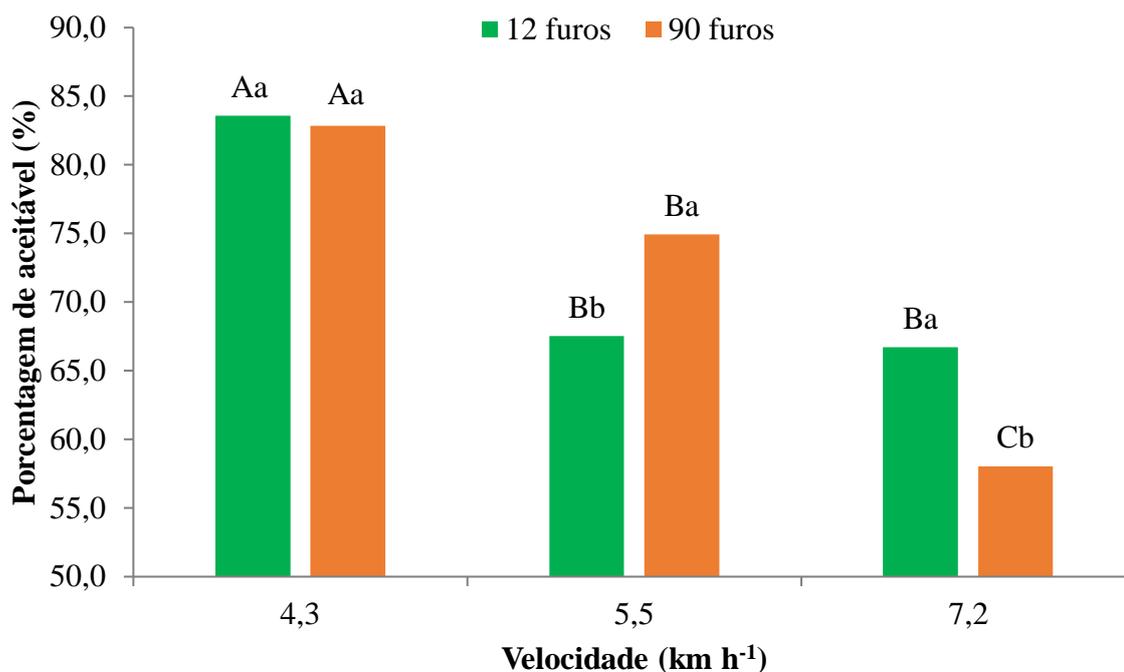
Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas para as velocidades e minúsculas para os discos, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P > 5\%$ ).

**Figura 6** - Variação na porcentagem de distribuição de sementes múltiplos (%) em função das velocidades de deslocamento e do número de furos do disco dosador.

O disco para semeadura agrupada teve o seu funcionamento comprometido em consequência do aumento da velocidade. O mesmo fato ocorre para o disco de distribuição equidistante, onde, à velocidade de 7,2 km h<sup>-1</sup>, a porcentagem de distribuição de sementes múltiplos chegou a, aproximadamente, 25%. Portanto, quanto menor a velocidade de operação, melhor será a distribuição longitudinal de sementes.

Na Figura 7 são apresentadas as distribuições aceitáveis de sementes em função da velocidade de operação e tipos de discos de semeadura. Observa-se que ao aumenta a velocidade de plantio acarreta redução dos espaçamentos aceitáveis. Ambos os discos apresentaram valores, para essa variável, superiores a 80% para a velocidade de 4,3 km h<sup>-1</sup>.

Independentemente do tipo de disco utilizado na semeadura, a velocidade de operação torna-se fator limitante, pois, com o aumento da mesma, ocorreu um incremento na irregularidade da distribuição longitudinal das sementes, observado pelo acumulado da distribuição falha e múltipla.



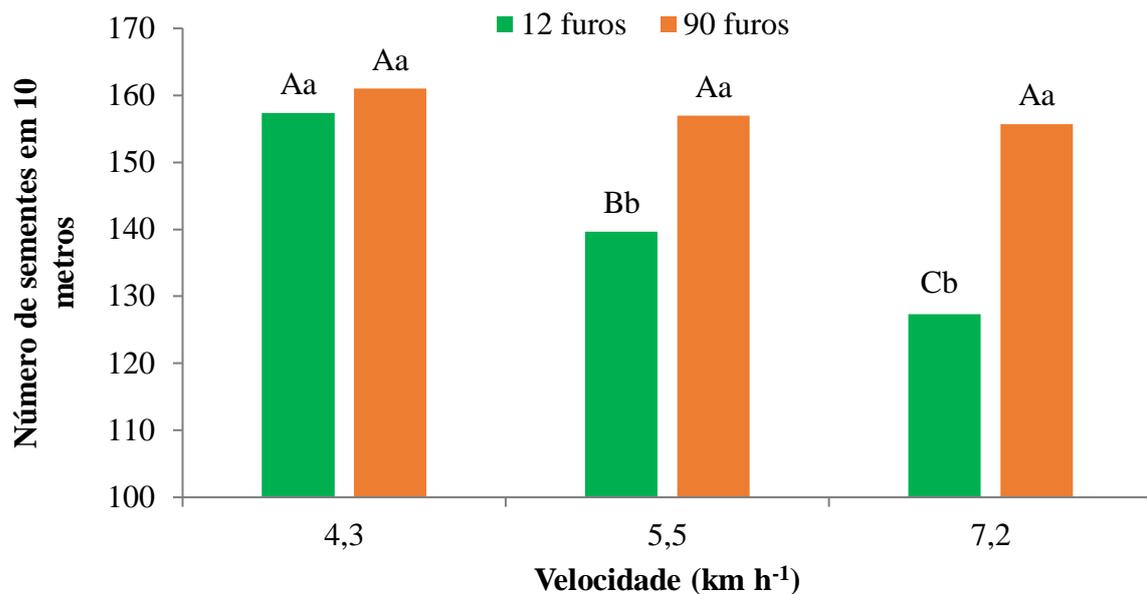
Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas para as velocidades e minúsculas para os discos, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P > 5\%$ ).

**Figura 7** - Variação na percentagem de distribuição de sementes aceitáveis (%) em função das velocidades de deslocamento e do número de furos do disco dosador.

A velocidade de 4,3 km h<sup>-1</sup> foi a que apresentou um melhor desempenho em ambos os discos avaliados. Para o disco de semeadura agrupada, com o aumento da velocidade a percentagem de distribuição de sementes aceitáveis ficou praticamente constante. Contudo, para o disco de distribuição equidistante, quanto maior a velocidade menor a percentagem de distribuição de sementes aceitáveis.

Tal fato é comprovado pela literatura (LIU et al., 2004; DIAS et al., 2009; Silva et al., 2000; Reynaldo et al., 2016a), onde observou-se que o aumento da velocidade implica em aumento dos espaçamentos falhos, múltiplos e redução de espaçamentos aceitáveis. Ainda que a cultura da soja apresente a plasticidade, ou seja, capacidade de compensar os espaços vazios com aumento da área de cobertura da planta. Uma baixa percentagem de distribuição de sementes aceitáveis, dada pelo aumento da velocidade, pode ocasionar uma redução da produtividade desta cultura, como observado por Reynaldo et al. (2016b).

Na Figura 8 foram reunidos os resultados referentes à regularidade da distribuição (média do número de sementes a cada 10 m) dos dois tipos de discos de semeadura. Verifica-se que ambos os discos à velocidade de 4,3 km h<sup>-1</sup> apresentaram distribuição de 16 sementes por metro, para o qual o mecanismo dosador havia sido regulado, contudo à velocidade de 5,5 e 7,2 km h<sup>-1</sup> apenas o disco de 90 furos apresentou distribuição próximo ao regulado.



Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas para as velocidades e minúsculas para os discos, não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $P > 5\%$ ).

**Figura 8** - Variação na porcentagem de distribuição de sementes a cada 10 m em função das velocidades de deslocamento e do número de furos do disco dosador.

Apesar da porcentagem de distribuição de sementes aceitáveis ocorrer abaixo de 60% para a velocidade de 7,2 km<sup>-1</sup> com o disco de 90 furos, observa-se que o mesmo não apresentou uma distribuição diferente da regulada, sendo que em todas as velocidades de operação avaliadas, esse apresentou, em média, 15,8 sementes por metro linear, diferentemente do disco de semeadura agrupada, que foi sensivelmente afetado pelo aumento da velocidade de operação, pois, acima de 4,3 km h<sup>-1</sup> a distribuição de sementes foi completamente afetada, sendo esta de 14 e 12,7 sementes por metro à velocidade de 5,5 e 7,2 km h<sup>-1</sup>, respectivamente.

De acordo com Balbinot Junior et al. (2018), em velocidade de semeadura superior a 4 km h<sup>-1</sup> o método de distribuição agrupado de sementes pode ser prejudicado, o que inviabiliza esse tipo de plantio. Colaborando com os dados apresentados nesse trabalho, onde, a partir de 4,3 km h<sup>-1</sup>, a velocidade torna-se fator determinante na distribuição de sementes por metro linear.

## 5. CONCLUSÃO

A velocidade de 4,3 km h<sup>-1</sup> foi a que apresentou a melhor distribuição longitudinal de sementes.

O aumento da velocidade do conjunto mecanizado trator-semeadora ocasionou, em ambos os discos avaliados redução dos espaços aceitáveis, aumentando o número de falhos e múltiplos, como também a redução do número de sementes por metros linear no disco de semeadura agrupada.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **Projeto de norma 04.015.06-004 semeadoras de precisão: ensaio de laboratório: método de ensaio.** Rio de Janeiro, p. 26, 1994.

BALASTREIRE, L. A. **Máquinas agrícolas.** Câmara brasileira do livro, Piracicaba, p.146-206, 2005.

BALBINOT JUNIOR, A. A.; SANTOS, E. L. dos; COELHO, A. E.; AGASSI, V. J.; CHICOWSKI, A. S. **Agrupamento de plantas de soja na linha de semeadura.** Londrina: Embrapa Soja. 2018. 13 p. (Circular técnica 146).

BARRETA, D.; GONÇALVES, A. N. **Regulagem de semeadoras com dosadores mecânicos por meio do método lógico comparado a utilização de fórmulas.** Os desafios da escola pública paraense na perspectiva do professor, Clevelândia, vol.1, 2013.

BOTTEGA, E. L.; VIAN, T.; GUERRA, N.; NETO, A. M. O. Diferentes dosadores de sementes e velocidades de deslocamento na semeadura do milho em plantio direto. **Pesquisa agropecuária pernambucana**, Recife, 2017.

CASÃO JUNIOR, R.; PALLEROSI, C. A.; PORTELLA, J. A. Desenvolvimento de conversor de pressão em vácuo, para aplicação em semeadora pneumática. **Congresso brasileiro de engenharia agrícola**, p. 234, 1996.

CONAB. Os resultados da safra 2017/2018: A receita bruta e líquida operacional dos produtos de algodão, amendoim e soja. **Companhia Nacional de Abastecimento**, Brasília. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br>>. Acesso em: 20 fevereiro 2019.

COPETTI, E. Plantadoras: distribuição de sementes. **Cultivar Máquinas**, Pelotas, 2003.

DELAFOSSÉ, R. M. Máquinas sembradoras de grano grueso, descripción y uso. **Oficina Regional de La FAO para América Latina y el Caribe**, Santiago, p. 48, 1986.

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

ENDRES, V. C.; TEIXEIRA, M. R. O. População de plantas e arranjo entre fileiras. **Embrapa**, Dourados, Circular técnica, 5, p. 108-110, 1997.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FEY, E.; SANTOS, S. R.; FEY, A. Influência da velocidade de semeadura sobre a produtividade de milho. **Congresso brasileiro de engenharia agrícola**, Fortaleza, 2000.

FURLANI, C. E. A.; LOPES, A.; ABRAHÃO, F. Z.; LEITE, M. A. S. Características da cultura do milho em função do tipo de preparo do solo e da velocidade de semeadura. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.19, n.2, p.177-86, 1999.

GARCIA, L. C.; JASPER, R.; JASPER, M.; FORNARI, A. J.; BLUM, J. Influência da velocidade de deslocamento na semeadura do milho. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.2, p. 520-527, 2006.

KURACHI, S. A. H.; COSTA, J. A. S.; BERNARDI, J. A.; COELHO, J. L. D.; SILVEIRA, G. M. Avaliação tecnológica de semeadoras e/ou adubadoras: tratamento de dados de ensaio e regularidade de distribuição longitudinal de sementes. **Bragantia**, Campinas, v.48, n.2, p.249-62, 1989.

LIU, W.; TOLLENAAR, M.; STEWART, G.; DEEN, W. Impact of planter type, planting speed, and tillage on stand uniformity and yield of corn. **Agronomy Journal**, Madison, v. 96, n. 6, p. 1668-1672, 2004.

MELLO, A. J. R.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P.; LOPES, A.; BORSATTO, E. A. Produtividade de híbridos de milho em função da velocidade de semeadura. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, p.479-486, 2007.

MIALHE, L. G. **Máquinas agrícolas para plantio**. Millennium Editora, Campinas, p. 230-241, 2012.

RAMBO, L.; COSTA, J. A.; PIRES, L. F.; PARCIANELLO, G.; FERREIRA, F. G. Rendimento dos grãos de soja em função do arranjo de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, 2003.

REIS, A. V.; ALONÇO, A. S. Comparativo sobre a precisão funcional de vários mecanismos dosadores estudados no Brasil entre os anos de 1989 e 2000. **Congresso brasileiro de engenharia agrícola**, Foz do Iguaçu, 2001.

REYNALDO, E. F.; MACHADO, T. M.; TAUBINGER, L.; QUADROS, D. Influência da velocidade de deslocamento na distribuição de sementes e produtividade de soja. **Revista Engenharia na Agricultura**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 63-67, 2016b. (Nota técnica).

REYNALDO, E. F.; MACHADO, T. M.; TAUBINGER, L.; QUADROS, D.; SCWARTZ, S. R. Avaliação de semeadora adubadora pneumática analisando e espaçamentos entre plantas e produtividade. **Centro científico conhecer**, Goiânia, v.13, n. 23, p. 155-160, 2016a.

RODRIGUES, C. Plantabilidade de sementes de soja classificadas por largura. **Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes**, UFPEL, Pelotas, p. 104-1114, 2012.

ROS, V.V.; SOUZA, C.M.A.; VITORINO, A.C.T.; RAFULL, L.Z.L. Oxisol resistance to penetration in no-till system after sowing. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 31, n. 6, p. 1, 2011.

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

SILVA, J. G.; KLUTHCOUSKI, J.; SILVEIRA, P. M. Desempenho de uma semeadora-adubadora no estabelecimento e na produtividade da cultura do milho sob plantio direto. **Ciência Agrícola**, Piracicaba, v.57, n.1, p.7-12, 2000.

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

TOURINO, M. C. C.; REZENDE, P. M.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agronômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária brasileira**, Brasília, v. 37, n. 8, p. 1071-1077, 2002.

VALE, W. G. Análise de desempenho de uma semeadora-adubadora de semeadura direta no norte fluminense. **Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias**, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 2007.

ZARDO, L.; CASIMIRO, E. L. N. Plantabilidade de diferentes tecnologias de disco para semeadura sob duas velocidades. **Edição especial**, p. 92-101, 2016.