



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

**DAÍLSON GUIMARÃES DUGATO**

**EFEITOS DO MECANISMO COMPACTADOR DE SEMEADORAS**  
**ADUBADORAS SOBRE A EMERGÊNCIA DO MILHO**

**CERRO LARGO – RS**  
**2015**

**DAÍLSON GUIMARÃES DUGATO**

**EFEITOS DO MECANISMO COMPACTADOR DE SEMEADORAS ADUBADORAS  
SOBRE A EMERGÊNCIA DO MILHO**

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

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma

**CERRO LARGO - RS**

**2015**

## **DGI/DGCI - Divisão de Gestão de Conhecimento e Inovação**

Dugato, Daílson Guimarães

EFEITOS DO MECANISMO COMPACTADOR DE SEMEADORAS  
ADUBADORAS SOBRE A EMERGÊNCIA DO MILHO/ Daílson  
Guimarães Dugato. -- 2015.

34 f.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma.  
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
Agronomia , Cerro Largo, RS, 2015.

1. Introdução. 2. Revisão Bibliográfica. 3. Materiais  
e Métodos. 4. Resultados e Discussões . 5. Conclusão. I.  
Palma, Prof. Dr. Marcos Antonio Zambillo, orient. II.  
Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

**DAÍLSON GUIMARÃES DUGATO**

**EFEITOS DO MECANISMO COMPACTADOR DE SEMEADORAS ADUBADORAS  
SOBRE A EMERGÊNCIA DO MILHO**

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

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:

\_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma - UFFS

---

Prof. Aline Graziadei Fernandes - UFFS

---

Prof. Ivan Zenzen - UFFS

# EFEITOS DO MECANISMO COMPACTADOR DE SEMEADORAS ADUBADORAS SOBRE A EMERGÊNCIA DO MILHO

DAILSON GUIMARÃES DUGATO

## RESUMO

As semeadoras adubadoras de precisão, utilizadas na semeadura direta, geralmente são equipadas com haste sulcadora para incorporação do adubo e disco duplo para deposição da sementes. No entanto, existem outros componentes que influenciam nas características do leito de semeadura e no estabelecimento das culturas. O mecanismo de adensamento do solo é responsável pelo fechamento do sulco, pressionando o solo sobre a semente. Entre os modelos disponíveis, o mais utilizado é o sistema de rodas em “V”, que possui uma série de regulagens de ângulo de abertura das rodas e da pressão exercida sobre o solo. O presente trabalho foi realizado na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Cerro Largo, em um Latossolo Vermelho de textura argilosa. Foram avaliados os parâmetros relacionados a emergência de plantas de milho e as características do leito de semeadura em diferentes configurações de ângulo e pressão de um mecanismo de adensamento em “V”. Os resultados indicam que as configurações de regulação do mecanismo não apresentaram influência sobre a velocidade de emergência, índice de velocidade de emergência e população de plantas de milho, não diferindo da testemunha (sem atuação do mecanismo). No entanto, a interferência deste componente sobre o leito de semeadura foi significativa. O tratamento com maior pressão (82 kPa) e alinhamento paralelo das rodas compactou mais o solo na linha, apresentando menores valores de área de elevação e empolamento. Os tratamentos com ângulo de abertura de 15° apresentaram um acúmulo de solo no centro da linha, interferindo na altura de elevação. Neste mesmo parâmetro, a testemunha apresentou os menores valores, devido ao não fechamento do sulco, e os maiores valores de empolamento, e área de elevação, devido a falta de compactação.

**Palavras chave:** semeadura direta, rodas de adensamento, área de elevação.

## ABSTRACT

The precision planter and seeder, used in direct sowing are usually equipped with chisel plow to incorporate the fertilizer and double disc to deposit the seeds. However, there are other components that influence in the seedbed characteristics and the establishment of crops. The soil compaction mechanism is responsible for closing the furrow, pressing the soil on the seed. Among the available models, the most used is the wheel system in a "V", that has a serie of angle opening adjustments of the wheels and of the pressure exerted on the ground. This study was conducted in the experimental area of the Universidade federal da fronteira sul (South frontier federal university) - Campus Cerro Largo in an red clay latosol. It was evaluated the parameters related to corn plants emergence and seedbed characteristics in different angle settings and pressure of a compression mechanism "V". The results indicate that the mechanism of adjustment settings do not influence on the emergence speed, emergence speed index and corn plants population, showing no difference from the control treatment (no mechanism action). However, the component interference on the seedbed was significant. Treatment with higher pressure (82 kPa) and parallel line of the wheels over compacted soil in the row, showing smaller elevation area values and blistering. Treatments with opening angle of 15° showed a soil accumulation at the center of the line, affecting the elevation height. In this same parameter, the control treatment had the lowest values, because of the exposed furrow, and the largest blistering values, and elevation area, due to lack of compression.

**Word keys:** Direct sowing, compaction wheels, elevation area

## SUMÁRIO

<b>1.</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>2.</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....</b>	<b>8</b>
2.1.	A CULTURA DO MILHO.....	8
2.1.1.	<b>Características fisiológicas e produtividade.....</b>	<b>8</b>
2.1.2.	<b>Germinação e emergência do milho.....</b>	<b>9</b>
2.2.	MÁQUINAS QUE REALIZAM A SEMEADURA DO MILHO.....	10
2.2.1.	<b>Mecanismo de deposição de adubo.....</b>	<b>10</b>
2.2.2.	<b>Mecanismo dosador de semente.....</b>	<b>11</b>
2.2.3.	<b>Mecanismo de deposição das sementes.....</b>	<b>11</b>
2.2.4.	<b>Condutor da semente.....</b>	<b>12</b>
2.2.5.	<b>Mecanismo de adensamento do solo.....</b>	<b>13</b>
2.2.6.	<b>Exposição do solo.....</b>	<b>15</b>
<b>3.</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>16</b>
3.1.	LOCAL DO EXPERIMENTO.....	16
3.2.	EQUIPAMENTOS E MATERIAIS.....	16
3.2.1.	<b>Conjunto Trator e Semeadora.....</b>	<b>16</b>
3.2.2.	<b>Híbrido Utilizado.....</b>	<b>16</b>
3.2.3.	<b>Perfilômetro.....</b>	<b>16</b>
3.3.	TRATAMENTOS.....	17
3.4.	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	19
3.5.	IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	20
3.6.	CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE CULTIVO.....	20
3.7.	RESULTADOS AVALIADOS.....	21
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>23</b>
4.1.	CARACTERIZAÇÃO DO SOLO.....	23
4.2.	RESULTADOS RELACIONADOS A EMERGÊNCIA DO MILHO.....	23
4.3.	RESULTADOS RELACIONADOS AO LEITO DE SEMEADURA.....	24
<b>5.</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>28</b>
<b>6.</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>29</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é o cereal mais produzido no Brasil. Segundo dados da CONAB (2014) foram produzidos cerca de 78 milhões de toneladas do grão na safra 2013/2014, em uma área de aproximadamente 15 milhões de hectares. Esta cultura se destaca pelo elevado potencial produtivo, possuindo uma interessante resposta a irrigação e fertilidade do solo, sendo indicado inclusive para o cultivo em áreas irrigadas com alto nível de investimento.

Atualmente, em grande parte das propriedades rurais, o processo de semeadura do milho é realizado com semeadoras adubadoras de precisão, máquinas que possuem uma série de mecanismos com diversas configurações de regulagens, a fim de adequar o trabalho as condições do solo. Entre eles, pode-se destacar a importância do sistema de adensamento do solo sobre a semente, responsável pelo fechamento do sulco, promovendo um maior contato entre a semente e o solo, favorecendo a germinação e emergência da planta (MIALHE, 2012).

No entanto, são escassas as informações sobre como proceder com a regulação deste componente, e sobre a sua importância na emergência das plantas. Além disso, os produtores estão sempre em busca de máquinas que possibilitam aprimorar o processo de semeadura, com uma distribuição mais uniforme de fertilizantes e sementes. Desta forma, este trabalho teve como objetivo, avaliar a velocidade de emergência, índice de velocidade de emergência e população final de plantas de milho, em função das configurações de pressão e ângulo de abertura das rodas de adensamento. Também foram avaliadas as características do leito de semeadura, a área de solo mobilizado, a área de elevação do solo, a altura de elevação no centro da linha e o empolamento.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. A CULTURA DO MILHO

O milho (*Zea mays*) é uma planta da família Poaceae. Seus primeiros registros de cultivo estão associados às antigas civilizações da América Central, na região onde atualmente fica a Guatemala e sul do México. Desde 7.000 A.C. o homem tem cultivado este cereal e contribuído para o seu melhoramento genético através seleção artificial, que resultou nas variedades e híbridos utilizados atualmente (LERAYER et.al. 2006).

#### 2.1.1. Características fisiológicas e produtividade

Entre os fatores que afetam o potencial produtivo de uma cultura podemos citar as características físicas e químicas do solo, a disponibilidade de água e nutrientes, a presença de radiação solar para que haja fotossíntese, a sanidade das plantas, entre outros. O milho se destaca entre as culturas agrícolas pela sua alta produtividade, isto se deve principalmente a eficiência do seu metabolismo fotossintético do tipo C<sub>4</sub>, que possui um mecanismo responsável por manter uma alta concentração de CO<sub>2</sub> no sítio ativo da Rubisco (enzima responsável pela fixação de carbono durante a fotossíntese) eliminando a fotorrespiração (EHLERINGER; CERLING; HELLIKER, 1997 apud BERGAMASCHI, H. 2014).

Desta forma, a produtividade da cultura está relacionada, entre outros fatores, a quantidade de radiação solar absorvida e a capacidade da planta de interceptar esta energia disponível. A eficiência de interceptação de radiação, por sua vez, depende da área de captação (área foliar) e arquitetura da planta, que varia com o ângulo e formato das folhas (VARLET-GRANCHER et al., 1989 apud BERGAMASCHI, H. 2014).

Contudo, para que as plantas sejam eficientes na interceptação e absorção da energia solar, elas devem estar distribuídas na lavoura de forma mais equidistante possível, para que a competição entre elas seja minimizada, resultando em incremento de produtividade (VON PINHO et al., 2008). Segundo dados da CONAB (2015), a produtividade média do milho no Rio Grande do Sul na safra de 2014/2015 foi de 6.560 kg/ha. Enquanto a produtividade média do Brasil foi de 4.913

kg/ha, sendo que o estado com maior produtividade foi o Paraná, onde os produtores alcançaram uma média de 8.633 kg/ha. No entanto, alguns agricultores tem atingido produtividades de até 15.000 kg/ha em áreas de alto investimento tecnológico (PEIXOTO C. M.; 2012).

Os programas de melhoramento atuais, buscam cada vez mais a obtenção de genótipos adaptados a altas densidades populacionais, a fim de otimizar a exploração do ambiente pelas plantas. Neste sentido, os produtores tem buscado aprimorar o arranjo das plantas na lavoura, com a redução do espaçamento entre linhas e maior uniformidade de distribuição das plantas na área.

Experimentos realizados com diferentes combinações de densidade e arranjo de plantas demonstram que é possível a obtenção de melhores resultados com maiores populações, no entanto, isso depende de outros fatores, como a disponibilidade hídrica e fertilidade do solo. O trabalho experimental realizado por Marchão et al. (2006 apud BERGAMASCHI, H. 2014) em Goiás, apontou um incremento de produtividade em espaçamento reduzido de 0,45 m. No entanto, Kunz et al. (2007) não obteve diferença na produtividade, avaliando diferentes espaçamentos no Rio Grande do Sul em situação de déficit hídrico.

De acordo com Vitti & Favarin (1997), os principais fatores que afetam a produtividade do milho são, entre outros, a utilização inadequada de adubos, competição com plantas daninhas e baixa densidade de plantas. A densidade inadequada de plantas pode ser causada por falhas no processo de semeadura.

### **2.1.2. Germinação e emergência do milho**

A semente de milho é um fruto do tipo cariopse, suas estruturas principais são o pericarpo, endosperma e embrião. Quando inicia o processo de germinação, o ponto vegetativo da raiz diferencia-se em uma radícula, constituindo o sistema radicular primário da planta, e o ponto vegetativo do embrião rompe as camadas externas da semente e cresce verticalmente.

Durante o processo de emergência os cotilédones permanecem abaixo do solo (germinação hipógea), característica típica das poáceas. O coleóptilo é responsável por proteger a plúmula e romper a estrutura do solo. De acordo com Mialhe (2012) Os requisitos básicos para que a germinação ocorra de forma

adequada estão relacionados a própria semente (maturidade) e as condições do leito de semeadura (fatores ambientais).

Os fatores ambientais que interferem sobre a germinação e emergência das plantas são a água, ar, luminosidade e temperatura. A água é um requisito básico para a ativação enzimática, possibilitando a utilização das reservas acumuladas na semente. Para que a germinação ocorra a semente de milho precisa atingir um nível de umidade em torno de 35%. Para isso, é necessário que a umidade do solo esteja em níveis satisfatórios. No entanto, o excesso de umidade também pode ser prejudicial, pois outro requisito básico é o oxigênio, para que haja respiração. Se o solo estiver saturado e o nível de oxigênio for muito baixo a germinação é retardada (COPELAND e MCDONALD 2001, apud MIALHE, 2012).

Além da presença de água e oxigênio, a temperatura e luminosidade também devem ser adequadas para que a germinação ocorra e a emergência seja uniforme. Portanto, as condições do leito de semeadura devem ser ideais, a semente deve estar em contato com o solo para que haja troca de calor e umidade. Neste sentido, destaca-se a importância dos mecanismos recobridores e adensadores do solo na linha de semeadura.

## 2.2. MÁQUINAS QUE REALIZAM A SEMEADURA DO MILHO

### 2.2.1. Mecanismo de deposição de adubo

As máquinas utilizadas para a semeadura do milho, geralmente são equipadas com haste sulcadora para incorporação do adubo (Figura 1).

Figura 1- Haste sulcadora em uma semeadora de precisão.



FONTE: Foto tirada pelo autor

A vantagem da utilização da haste sulcadora, em relação a outros mecanismos de abertura do sulco, como o disco duplo por exemplo, é a descompactação da camada superficial do solo (DARMORA; PANDEY, 1995).

A máquina deve abrir um sulco para depositar o fertilizante na dosagem, posição e profundidade adequada. O sulco aberto pelos rompedores de solo deve ser fechado e em seguida e aberto novamente para a deposição de sementes na profundidade apropriada. Normalmente, após a passagem do sulcador, o sulco é parcialmente fechado pela ação da gravidade sobre o solo. No entanto, em solos siltosos e argilosos úmidos, com vegetações que dificultam o fechamento do sulco, é recomendável o uso de um dispositivo aterrador (CASÃO & SIQUEIRA, 2006).

### **2.2.2. Mecanismo dosador de semente**

Em semeadoras de precisão, a dosagem das sementes geralmente é realizada por discos alveolados, posicionados horizontalmente na parte inferior do reservatório. Este mecanismo tem a função de capturar, individualizar, dosar e liberar as sementes. Desta forma, cada semente entra em um alvéolo, e é ejetada para o tubo de descarga individualmente, o que garante maior precisão na operação de semeadura (MIALHE, 2012). Para que a dosagem seja adequada, deve-se tomar cuidado com a escolha dos discos, pois existem vários modelos no mercado, com alvéolos de diferentes diâmetros.

Nos dosadores pneumáticos, as sementes são capturadas por vácuo parcial ou por pressão nos orifícios de um disco. Um dispositivo limpador individualiza as sementes, devendo ser regulado com cuidado, assim como a pressão do fluxo de ar positivo ou negativo. Quando a semente chega próximo do tubo de descarga, o vácuo ou pressão é bloqueado fazendo com que elas caiam em direção ao solo. Os dosadores pneumáticos mais usados no Brasil são a vácuo (CASÃO, 2006).

### **2.2.3. Mecanismo de deposição das sementes**

Após a passagem da haste e o fechamento do sulco, o mecanismo de deposição da semente abre um sulco menor, para que as sementes sejam depositadas na profundidade adequada. O sistema mais utilizado é o de disco duplo (MIALHE, 2012).

As combinações de disco duplo encontradas no mercado são: disco duplo simples, defasado, diferenciado e desencontrado. O sistema disco duplo que melhor funciona é o que apresenta uma diferença (defasagem), entre o disco maior e o menor, de no mínimo de duas polegadas (CRUZ, J. C. et al. 2011). Nas máquinas de plantio direto, além da abertura do sulco para deposição da semente, este mecanismo deve deixar o solo em condição de receber a ação dos cobridores e adensadores (MIALHE, 2012).

O controle da profundidade é realizado através de rodas posicionadas lateralmente (Figura 2). Nas semeadoras mais modernas, estas rodas são acopladas através de mancais que permitem o seu movimento no sentido vertical. No entanto, estão ligadas entre si através de um sistema de balancim, e quando uma roda se movimenta para cima, a outra se movimenta para baixo, mantendo a profundidade constante no centro da linha. Este mecanismo permite que a máquina trabalhe em terrenos inclinados.

Figura 2 - Linha de semeadura com controle de profundidade



FONTE: Foto tirada pelo autor

#### **2.2.4. Condutor da semente**

O descarregamento das sementes até o leito da semeadura ocorre pelo tubo condutor, dentro do qual, a semente se desloca por gravidade, no caso de semeadoras equipadas com dosadores individuais, ou por pressão de ar, em máquinas equipadas com dosador pneumático central (MIALHE, 2012).

Atualmente, os fabricantes tem se preocupado em reduzir a distância entre o solo e o dosador, pois quanto maior for o comprimento do condutor, maior é o atrito

entre as sementes e as paredes do tubo, o que causa uma variação no tempo de queda, prejudicando a uniformidade de distribuição (MIALHE, 2012). Para que o dosador fique mais próximo do solo, as máquinas atuais são equipadas com reservatórios individuais para cada linha de semeadura, posicionados acima do disco duplo (Figura 3).

Figura 3 - Semeadora equipada com reservatórios individuais de semente.



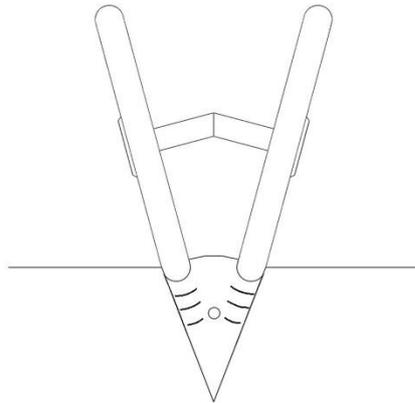
FONTE: Foto tirada pelo autor

### **2.2.5. Mecanismo de adensamento do solo**

Os órgãos adensadores que geralmente equipam as semeadoras adubadoras são compostos por rodas com banda de rodagem específica para os diferentes casos. Estas rodas são montadas sobre suportes individuais, geralmente providos de molas, que em alguns casos apresentam regulagem da pressão.

De acordo com Casão & Campos (2004), as rodas de compactação tem a função de pressionar o solo nas laterais do sulco, para garantir o máximo contato com a semente, deixando a camada acima menos densa, reduzindo o esforço necessário para a emergência do epicótilo. Neste caso as rodas adensadoras de centro aberto (Figura 4) são mais eficientes.

Figura 4: Mecanismo de adensamento de centro aberto



Fonte: Elaborado pelo autor

De acordo com Mialhe (2012), quando a sementeira é feita em solo seco, o adensamento superficial é praticamente obrigatório, no entanto em solos muito úmidos, o adensamento excessivo pode resultar em deformação plástica, comprometendo a emergência das plântulas, por este motivo, todas operações de preparo do solo e sementeira devem ser realizadas em condições de solo friável.

Estudos realizados por Prado, et. al (2002) avaliando diferentes níveis de compactação do leito de sementeira, indicam que a medida que se aumenta a compressão do solo, ocorre um maior índice de velocidade de emergência e vigor de plântula, aplicando-se uma força de até 15 kgf na roda de compactação. De acordo com Larson (1964), a falta de contato da semente com o solo, reduz a taxa de transmissão de água e nutrientes, prejudicando o desenvolvimento inicial da cultura.

No entanto, solos muito compactados, podem dificultar a emergência das plântulas. De acordo com Veen e Bonne (1990 apud PRADO 2002), a emergência do milho é completamente inibida em solos com resistência a penetração de 4,2 MPa. Porém, Dexter (1987 apud PRADO 2002) constatou que desde que haja umidade suficiente, o crescimento radicular ocorre inclusive em solos com resistência a penetração de até 5 MPa. FOLONI et al. (2003) observaram, em um Argissolo Vermelho de textura argilosa, que uma camada compactada, com resistência a penetração de 1,4 MPa e umidade de 0,09 a 0,10 Kg.Kg<sup>-1</sup>, impede que o sistema radicular do milho se desenvolva em profundidade. Stefanutti (1979), constatou a alteração de valores de densidade e temperatura do solo em relação a profundidade, modificando apenas a regulação de carga da roda compactadora sobre o solo.

Atualmente, grande parte das semeadoras são equipadas com mecanismos de fechamento de sulco do tipo “V” (Figura 5). Alguns modelos possuem regulagem de ângulo de abertura e pressão de adensamento.

Figura 5 - Mecanismo de adensamento em "V".



FONTE: Foto tirada pelo autor

### 2.2.6 Exposição do solo

Mesmo que a movimentação do solo ocorra apenas na linha de semeadura, em semeadoras equipadas com haste sulcadora, ocorre uma projeção de partículas do fundo do sulco para as laterais (DARMORA; PANDEY, 1995). Para que a germinação e emergência das culturas sejam adequadas, a manutenção da umidade do solo é um fator fundamental, e isto só é possível com a existência de cobertura de palha. Portanto é desejável que a palhada existente sobre a superfície do solo permaneça sobre o mesmo após a passagem da semeadora. O solo descoberto aquece e perde água mais rapidamente, provocando selamento superficial e erosão, além de aumentar a ocorrência de plantas daninhas. Assim, deve-se ressaltar a importância dos componentes aterradores, que retornam o solo e a palha anteriormente removidos pelas hastes (CASÃO, 2006).

Alem do ressecamento do solo, o excesso de exposição favorece a perda de matéria orgânica e nutrientes. De acordo com BAYER et al., (1999), a utilização de máquinas agrícolas para o preparo do solo aumenta o potencial de perda de MOS por erosão hídrica e decomposição microbiana. Desta forma, o presente estudo tem a finalidade de avaliar a interferência das configurações de pressão e ângulo de abertura das rodas de adensamento solo sobre as características do sulco de semeadura e a emergência de plantas na cultura do milho.

### **3. MATERIAIS E MÉTODOS**

#### **3.1. LOCAL DO EXPERIMENTO**

O experimento foi realizado na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul, campus de Cerro Largo. O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico Típico, de textura argilosa (STRECK et. al. 2008). O município de Cerro Largo está localizado na região Noroeste do Rio Grande do Sul (latitude 28°08'24" e longitude 54°43' 47").

#### **3.2. EQUIPAMENTOS E MATERIAIS**

##### **3.2.1. Conjunto Trator e Semeadora**

Para a semeadura do milho foi utilizado um trator agrícola da marca New Holland modelo TL 75 com TDA e 57 KW de potência, acoplado a uma semeadora de precisão da marca KF, modelo Compacta, com 5 linhas. A velocidade de deslocamento do conjunto foi de 1,39 m.s<sup>-1</sup>.

##### **3.2.2. Híbrido Utilizado**

O híbrido de milho utilizado é o DKB240, classificado como superprecoce. A população de plantas recomendada pelo fornecedor é de 60.000 a 75.000.

##### **3.2.3. Perfilômetro**

Para avaliar as condições do sulco de semeadura, foi desenvolvido um perfilômetro (figura 6) com precisão de 5 mm, constituído de uma estrutura metálica com 1,2 m de altura e 1 m de largura, onde uma fileira de varetas de fibra de vidro cilíndricas com diâmetro de 3,5 mm ficam dispostas de forma perpendicular ao solo no sentido transversal ao sulco de semeadura.

A leitura dos dados no equipamento foi realizada através de fotografias digitais, tiradas com uma câmera de 5 Mp fixada em um tripé posicionado a uma distância de 1,5 m a frente do equipamento. Após, as fotografias foram transferidas

para um software de desenho assistido por computador, assim foi possível digitalizar os dados e determinar os parâmetros necessários.

Figura 6 - Perfilômetro desenvolvido para o experimento.

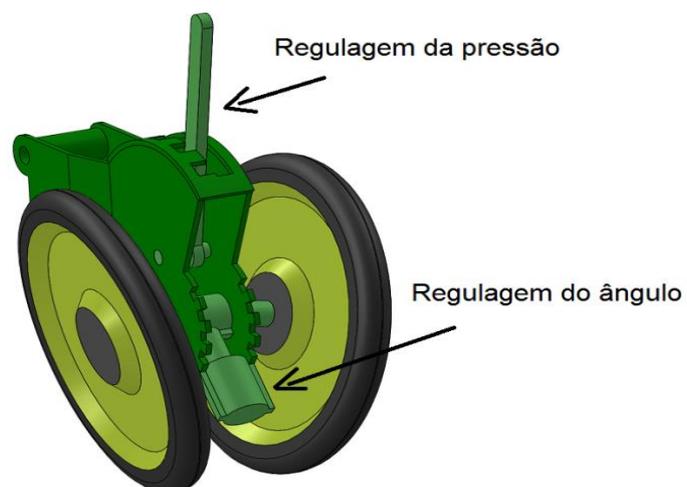


FONTE: Foto tirada pelo autor

### 3.3 TRATAMENTOS

Os tratamentos são o resultado das combinações de regulagem do ângulo de abertura e da pressão exercida pelas rodas do mecanismo de adensamento do solo na linha de semeadura (figura 7).

Figura 7 - Mecanismo de adensamento do solo



FONTE: Elaborado pelo autor

Foram avaliadas 2 regulagens de abertura ( $0^\circ$  e  $15^\circ$ ) e 2 regulagens da pressão de adensamento (39 e 82 kPa), resultando em 5 tratamentos, sendo 4 combinações de regulagens e uma testemunha sem a atuação do mecanismo, de acordo com a Tabela 1.

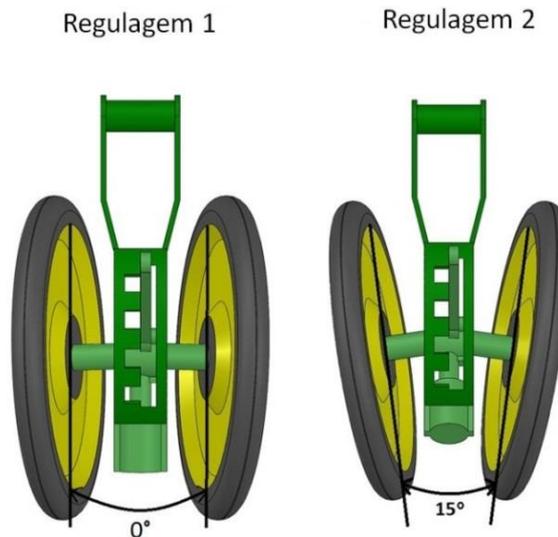
Tabela 1 - Combinação de regulagens de ângulo e pressão.

Tratamento	Tratamentos utilizados	
	Ângulo de abertura	Pressão de adensamento
T 1	1 ( $0^\circ$ )	1 (39 kPa)
T 2	1 ( $0^\circ$ )	2 (82 kPa)
T 3	2 ( $15^\circ$ )	1 (39 kPa)
T 4	2 ( $15^\circ$ )	2 (82 kPa)
T 5	Testemunha	

FONTE: Elaborado pelo autor

O ângulo de abertura entre as rodas foi avaliado de forma paralela ao solo na altura do eixo, de acordo com a Figura 8.

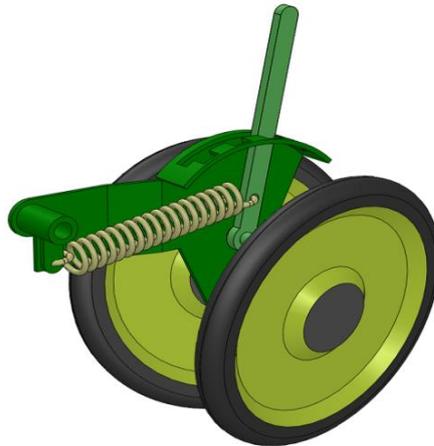
Figura 8 - Vista superior do mecanismo de adensamento do solo. Opções de regulagem de ângulo avaliadas.



FONTE: Elaborado pelo autor

A pressão exercida pelas rodas sobre o solo é resultante da força de tração de uma mola posicionada no centro do mecanismo, entre o suporte de fixação e a alavanca de regulagem conforme a Figura 9.

Figura 9 - Vista em corte do mecanismo de adensamento



FONTE: Elaborado pelo autor

Para a determinação da pressão exercida pelas rodas compactadoras foi necessário conhecer a sua área de contato com o solo, e a carga estática exercida pela mola nas duas regulagens. A mensuração da carga foi obtida através do posicionamento de uma balança abaixo do mecanismo. Após, utilizou-se a Equação 1, descrita por Mialhe (1980), para cálculo da área de contato do pneu com o solo em condições de deslocamento:

$$S = 1,005 r b \quad (1)$$

Em que:

S = Área de contato (m<sup>2</sup>)

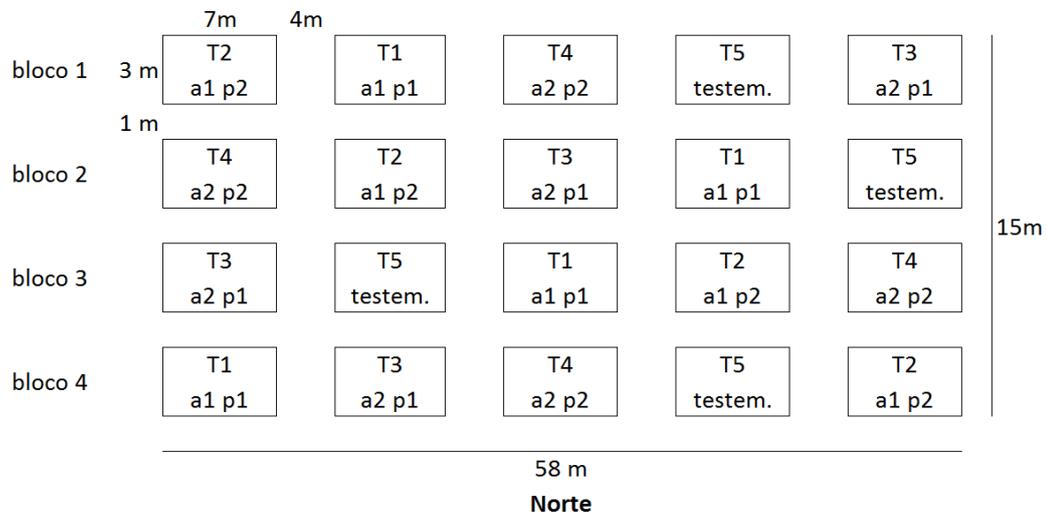
r: raio da roda (m)

b: largura da roda (m)

### 3.4. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi de Blocos ao acaso (DBC) com 5 tratamentos e 4 repetições (4 blocos), totalizando 20 parcelas. Cada parcela foi constituída por 5 linhas de semeadura com 7 m de comprimento e um espaçamento de 0,5 m entre as linhas. A distribuição das parcelas na área experimental ocorreu de acordo com o croqui da Figura 10.

Figura 10 - Distribuição das parcelas na área experimental.



As siglas a1 e a2 significam regulagem de ângulo 1 (0°) e ângulo 2 (15°) respectivamente. As siglas p1 e p2 significam a regulagem da pressão de adensamento 1 (39 kPa) e pressão de adensamento 2 (82 kPa).

As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do software Assistat, versão 7.7, pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

### 3.5. IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO

A semeadura do milho foi realizada no dia 31 de agosto de 2015. Para determinação da quantidade de sementes distribuídas foi levado em consideração a taxa de germinação, dano mecânico, e pureza das sementes, objetivando a população de 65.000 plantas por ha, totalizando 3,3 sementes por metro linear.

A adubação foi realizada com adubo formulado (NPK) na linha de semeadura e aplicação de uréia em cobertura, de acordo com a indicação do Manual de Adubação e Calagem (2004) mediante análise química do solo. No Total, foram aplicados 700 kg de adubo por hectare (valor estimado para uma produtividade de 12.000 kg/ha).

### 3.6. CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE CULTIVO

Para a caracterização do solo, foram realizadas avaliações de densidade e umidade de acordo com a metodologia da EMBRAPA (1997). Foram coletadas 10

amostras indeformadas, distribuídas na área experimental nas camadas de 0 a 0,10 e 0,10 a 0,20 m.

### 3.7. RESULTADOS AVALIADOS

Foram realizadas avaliações relacionadas à emergência das plântulas (velocidade de emergência, índice de velocidade de emergência e população final de plantas) e relacionadas ao sulco de semeadura (área de solo mobilizado, área de elevação do solo, empolamento, e altura de elevação central).

A avaliação do índice de velocidade de emergência foi realizada através da metodologia descrita por MAGUIRE (1962), utilizando a Equação 2:

$$I.V.E. = (G1/N1) + (G2 /N2) + \dots + (Gn / Nn) \quad (2)$$

Em que:

I.V.E. = índice de velocidade de emergência;

G = número de plântulas normais computadas nas contagens;

N = número de dias após semeadura a cada contagem

A avaliação da velocidade de emergência seguiu a metodologia de EDMOND e DRAPALA (1958), conforme a Equação 3.

$$V.E. = [(N1.G1) + (N2.G2) + \dots + (Nn.Gn)] / (G1 + G2 + \dots + Gn) \quad (3)$$

Em que:

V.E. = velocidade de emergência;

G = número de plântulas normais computadas nas contagens;

N = número de dias após semeadura a cada contagem.

A contagem das plântulas foi realizada diariamente a partir das primeiras plântulas emergidas aos 9 dias após a semeadura, até estabilizar aos 20 dias após a semeadura. Foram consideradas apenas as plântulas normais (Regras para Análise de Sementes, 2009). A avaliação da população final foi obtida através da contagem de todas as plantas de cada parcela aos 30 dias após a semeadura.

Os resultados relacionados ao leito de semeadura foram obtidos através do método do perfilômetro (ALLMARAS et al., 1966 apud KLEIN, V. A., 2012). Para se determinar a variação do perfil superficial do solo, o equipamento foi instalado sempre na mesma cota e local, repetindo as avaliações 3 vezes em cada parcela. A primeira mensuração corresponde a superfície natural, antes da passagem da máquina. Após o ensaio, são obtidos o perfil de elevação sobre a linha de semeadura, e o perfil de fundo do sulco, retirando-se cuidadosamente o solo que foi mobilizado pela haste.

A área de elevação do solo acima da superfície natural indica a quantidade de solo exposto no processo. A área de solo mobilizado é resultante da diferença entre a superfície natural do solo e o perfil de fundo do sulco, removendo-se o solo mobilizado sobre ele (ROSA, 2007). O empolamento do solo foi determinado pela razão entre a área total de elevação e a área mobilizada (Equação 4), seguindo a metodologia proposta por Gamero e Benez (1990):

$$\text{Emp} = \frac{A_e}{A_m} \times 100 \quad (4)$$

Emp = empolamento (%);

A<sub>e</sub> = área de elevação (m<sup>2</sup>);

A<sub>m</sub> = área mobilizada (m<sup>2</sup>)

Para obtenção de um parâmetro que indique possíveis alterações da profundidade de deposição da semente em função dos tratamentos, foi avaliada a altura de elevação central do sulco, que corresponde a diferença de cota entre a superfície natural do terreno e a superfície de elevação no centro da linha.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 4.1. CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

As análises realizadas para caracterizar as condições de cultivo revelaram uma umidade menor na camada superficial (0 a 0,10m). No entanto a densidade do solo apresentou valores similares nas profundidades avaliadas (Tabela 2).

Tabela 2 - Dados de umidade e densidade

Profundidade (m)	Umidade gravimétrica Kg.Kg <sup>-1</sup>	Densidade Mg.m <sup>-3</sup>
0 - 0,10	0,25	1,41
0,10 - 0,20	0,28	1,40

FONTE: Elaborado pelo autor

### 4.2. RESULTADOS RELACIONADOS À EMERGÊNCIA DO MILHO

A velocidade de emergência, índice de velocidade de emergência e população de plantas não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos (Tabela 3).

Tabela 3: Resultados relacionados à emergência das plântulas

Tratamento	VE	IVE	Plantas/ha
T 1	17,08 a	35,65 a	63.857 a
T 2	16,78 a	36,58 a	62.285 a
T 3	17,36 a	33,25 a	62.857 a
T 4	17,73 a	30,37 a	62.857 a
T 5 (testemunha)	17,42 a	32,01 a	61.714 a
CV (%)	CV% = 3.28	CV% = 12.37	CV% = 1.60

Resultados seguidos pela mesma letra não diferenciam entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados indicam que as configurações de regulação do mecanismo não apresentaram influência sobre a emergência do milho. Até mesmo a utilização do componente não é significativa nas condições avaliadas, pois a testemunha (sem atuação do mecanismo) não diferiu dos demais tratamentos. Isto pode ser justificado pela precipitação adequada durante o período de emergência, pois o principal

benefício da compactação do solo sobre a linha seria promover o contato entre o solo e a semente, contribuindo para a absorção de água. De acordo com os dados do INMET (2015) a precipitação no mês de setembro foi de 115 mm, sendo que a primeira chuva ocorreu logo no segundo dia após a semeadura, de acordo com a Figura 11.

Figura 11: Distribuição das chuvas no mês de Setembro.



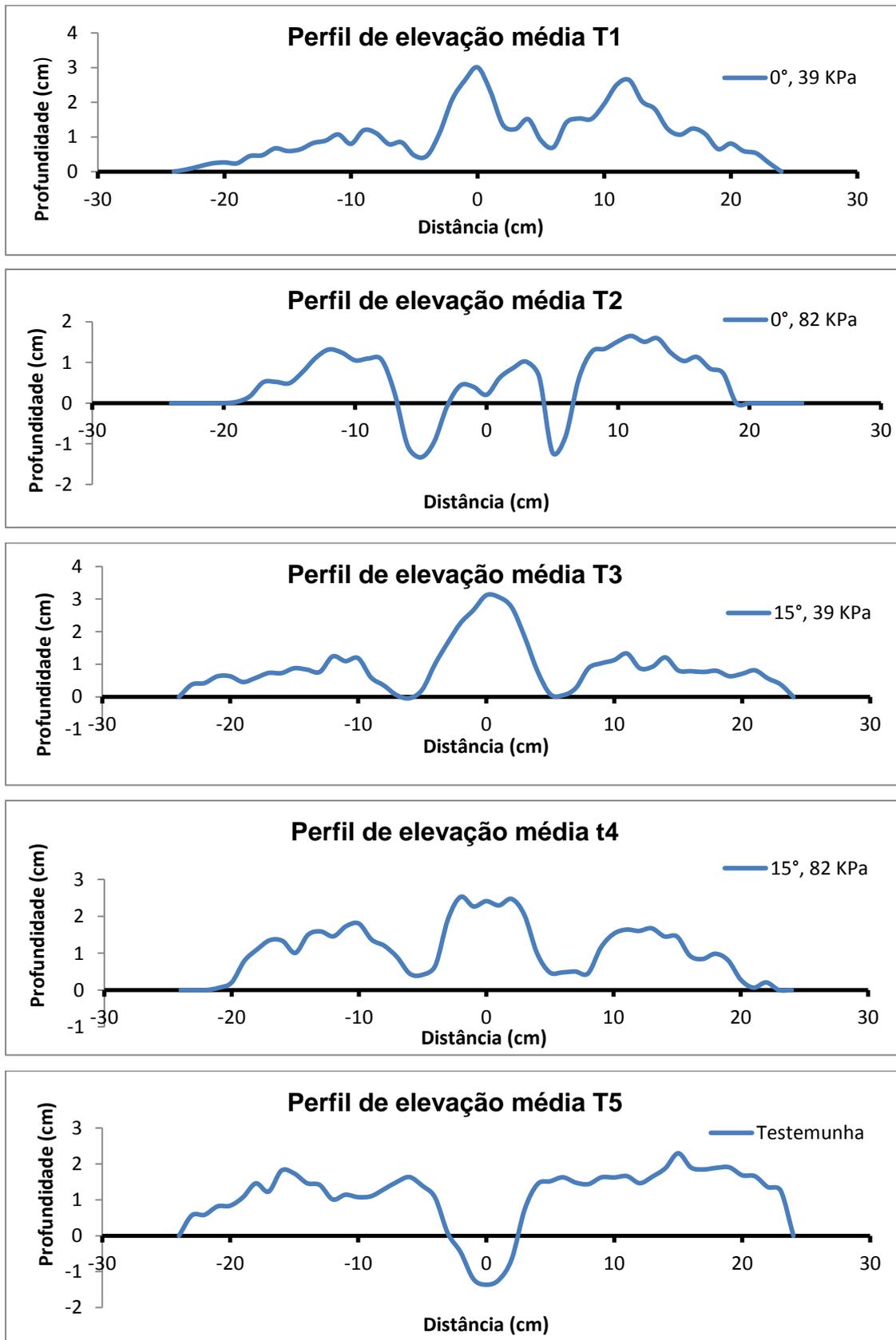
Dados da estação meteorológica de São Luiz Gonzaga - RS  
Fonte: INMET – 2015

Estes resultados são compatíveis com os encontrados por Prado et al. (2001), que não encontraram diferenças para a velocidade de emergência em diferentes profundidades de semeadura variando entre 0,03 e 0,07 m em experimento com suplementação hídrica. O que pode ser explicado, pela germinação do tipo hipógea, característica das Poáceas, que precisam movimentar uma menor quantidade de solo para emergir, assim, as possíveis diferenças de profundidade provocadas pela atuação do compactador não foram suficientes para interferir na emergência do milho em condições de umidade adequada. No entanto, o mesmo autor constatou um incremento no índice de velocidade de emergência do milho com o aumento da compactação do solo sobre a semente.

#### 4.3. RESULTADOS RELACIONADOS AO LEITO DE SEMEADURA

Através das avaliações realizadas com o perfilômetro foi possível estimar o perfil médio de elevação de cada tratamento, que são apresentados na forma de gráficos na Figura 12.

Figura 12: Perfil de elevação média dos tratamentos



FONTE: Elaborado pelo autor

As mensurações dos parâmetros avaliados em relação ao perfil de cada tratamento estão organizadas na Tabela 4.

Tabela 4 - Resultados relacionados ao perfil da linha de semeadura

Tratamentos	Área de Elevação (cm <sup>2</sup> )	Altura de elevação no centro da linha (cm)	Área de solo mobilizado (cm <sup>2</sup> )	Empolamento (%)
T1	58 b	2,11 a	83 a	70% b
T2	29 c	0,20 b	66 a	46% c
T3	61 b	3,11 a	84 a	76% b
T4	59 b	2,41 a	74 a	81% b
T5	100 a	-1,37 b	79 a	128% a
CV	14.46%	CV% = 12.21	12.40%	21.59%

Resultados seguidos pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, ao nível de 5% de probabilidade.

FONTE: Elaborado pelo autor.

A área de elevação do solo foi maior na testemunha, os tratamentos T1, T3 e T4 não diferiram entre si, enquanto o tratamento T2 apresentou o menor resultado. Desta forma, é possível afirmar que o mecanismo contribui para reduzir o volume do solo depositado acima da superfície natural. Observando o perfil de elevação média do tratamento T2 na Figura 12, é possível concluir que isso ocorre pela maior compactação do solo sobre a linha, ocasionando inclusive, depressões laterais ao sulco, nos locais onde passaram as rodas.

A altura de elevação no centro da linha foi menor em T2 e T5. Em T2, este resultado pode ser relacionado a maior pressão das rodas sobre o solo, adensando o centro da linha, dessa forma percebe-se que o alinhamento paralelo das rodas provoca uma elevação central menor, diferindo do T4, que com a mesma pressão, porém com ângulo de 15°, provocou maior acúmulo maior de solo no centro da linha.

Já o T5, apresentou um valor negativo de altura central, o que significa que o sulco de semeadura permaneceu aberto após a passagem do disco duplo, com a cota de elevação central abaixo superfície natural do solo, como é possível visualizar no perfil de elevação média do T5 na figura 12.

A área de solo mobilizado não diferiu entre os tratamentos, resultado que já era esperado, pois este parâmetro é um efeito da ação do sulcador, que movimenta o solo antes da passagem das rodas de adensamento, não sofrendo interferência do mecanismo avaliado.

A taxa de empolamento do solo foi maior na testemunha, devido à formação de bolsões de ar entre os agregados do solo, resultado que enfatiza a importância da utilização do mecanismo. Os tratamentos T1, T3 e T4 não diferiram, enquanto T2 apresentou o menor resultado, devido a maior pressão de compactação sobre a linha e o paralelismo entre as rodas. O menor empolamento em T2 é compatível com o resultado da área de elevação do solo, que foi menor neste tratamento, resultado que evidencia o maior adensamento do solo ocorrido nesta configuração do mecanismo.

Contudo, os resultados indicam que o mecanismo interfere sobre as características da linha de semeadura, e as regulagens testadas proporcionam diferentes perfis de elevação. Mesmo não apresentando interferência direta sobre a emergência do milho, deve-se destacar que os resultados são intrínsecos a condição de solo e umidade ocorrida no experimento. Desta forma, o presente estudo contribui para o conhecimento das características do mecanismo, auxiliando na tomada de decisão a respeito das regulagens.

De acordo com Mialhe (2012), a falta de contato entre o solo e a semente pode prejudicar a emergência, principalmente em situações de déficit hídrico, portanto a utilização das rodas de adensamento é indicada, pois na testemunha o sulco permaneceu aberto, como pode ser observado na Figura 13.

Figura 13 - Emergência das plântulas de milho. Tratamento 3 a esquerda e testemunha a direita.



FONTE: Foto tirada pelo autor

Portanto, baseado nos resultados deste trabalho e nos dados existentes na literatura, aconselha-se a utilização das rodas de adensamento em plantio direto. As maiores pressões de compactação devem ser utilizadas em caso de solo mais seco, assim o contato entre a semente e o solo é beneficiado e não há risco de selamento superficial. O ângulo de abertura de 15° entre as rodas auxilia no fechamento do sulco, no entanto, deve-se atentar para o acúmulo de solo sobre a linha, o que pode ocasionar maior resistência à emergência das plântulas. Este fator deve ser considerado ao regular a profundidade de deposição das sementes.

## **5. CONCLUSÃO**

As configurações de pressão e ângulo de abertura do mecanismo de adensamento do solo na linha de semeadura, não interferem na velocidade de emergência, índice de velocidade de emergência e estande de plantas de milho em Latossolo Vermelho argiloso nas condições de umidade e precipitação adequadas. O mecanismo avaliado apresenta interferência benéfica sobre o perfil transversal da linha de semeadura, promovendo o fechamento do sulco. A utilização de um ângulo de abertura de 15° resulta no acúmulo de solo no centro da linha, alterando a profundidade de semeadura. A utilização de 82 kPa e alinhamento paralelo entre as rodas resulta na maior compactação no leito de semeadura.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAYER, C.; BERTOL, I. Características químicas de um Cambissolo húmico afetadas por sistemas de preparo, com ênfase à matéria orgânica. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.23, p.687-694, 1999.

BERGAMASCHI, Homero; MATZENAUER, Ronaldo. **O milho e o clima**. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, 2014. 84 p. il. disponível em: <[http://www.emater.tche.br/site/arquivos/milho/O\\_Milho\\_e\\_o\\_Clima.pdf](http://www.emater.tche.br/site/arquivos/milho/O_Milho_e_o_Clima.pdf)> acesso em 05 de novembro de 2015.

CARVALHO FILHO et. al; **Métodos de preparo do solo: alterações na rugosidade do solo**; Engenharia Agrícola; disponível em [http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162007000100017&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-69162007000100017&script=sci_arttext).

CASÃO JR, R. SIQUEIRA, R. **Máquinas para o manejo de vegetações e semeadura em plantio direto**. *Revista Plantio Direto*, edição 96, setembro/outubro de 2006. Aldeia Norte Editora, Passo Fundo, RS.

CASÃO JUNIOR, R.; CAMPOS, C. F. **Desempenho de diferentes sistemas de acabamento de semeadura**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 33. São Pedro/SP, 2004. Anais ... São Pedro: UNICAMP/SBEA. 2004. 4 p.

CASÃO JUNIOR, R.; CAMPOS, C. F. **Máquinas e qualidade de semeadura em plantio direto**; *Revista Plantio Direto*, edição 96, setembro/outubro de 2006. Aldeia Norte Editora, Passo Fundo, RS.

CASÃO, R. et. al.; SISTEMA PLANTIO DIRETO NO SUL DO BRASIL: **Fatores que promoveram a evolução do sistema e desenvolvimento de máquinas agrícolas**; FAO/IAPAR – Londrina -PR, Brasil - 2008.

CASÃO, R. et. al.; SISTEMA PLANTIO DIRETO NO SUL DO BRASIL: **Fatores que promoveram a evolução do sistema e desenvolvimento de máquinas agrícolas**; FAO/IAPAR – Londrina -PR, Brasil. 2008

CHAUDHURI, D. Performance evaluation of various types of furrow openers on seed drills: a review. *Journal of Agricultural Engineering Research*, London, v. 79, n. 2, p. 125-137, June 2001.

COLLARES, G. L. et al.; **Compactação de um latossolo induzida pelo trafego de máquinas e sua relação com o crescimento e produtividade do feijão e trigo**. *Revista Brasileira de Ciência do solo*(2008DALMAGO, G. A.;

CONAB – Milho 1ª Safra – Brasil – Série Histórica - Companhia Nacional de Abastecimento, disponível em <<http://www.conab.gov.br/>> acesso em 02 de novembro de 2015.

CRUZ J. C. et al.; **Milho – O produtor pergunta a Embrapa responde**, EMBRAPA Informação Tecnológica; Brasília – DF, 2011; 338p. (Coleção 500 Perguntas 500 Respostas)

DARMORA, D. P.; PANDEY, K. P. Evaluation of performance of furrow openers of combined seed and fertiliser drills. *Soil and Tillage Research*, Amsterdam, v. 34, n. 2, p. 127-139, 1995.

DEXTER, A. R. BRAUNACK, M. V.; Soil aggregation in the seedbed: a review II: effect of aggregate sizes on plant growth. **Soil & Tillage Research**, Amsterdam, v. 14, p. 291-298, 1989.

EDMOND, J.B.; DRAPALA, W.J. The effects of temperature, sand and soil, and acetone on germination of okra seeds. **Proceedings of American Society of Horticultural Science**, Alexandria, v.71, n.2, p.428-434, 1958

FOLONI, J.S.S.; CALONEGO, J.C.; LIMA, S.L. Efeito da compactação do solo no desenvolvimento aéreo e radicular de cultivares de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.8, p.947-953, ago. 2003.

GAMERO, C. A.; BENEZ, S. H. Avaliação da condição do solo após a operação de preparo. In: CICLO DE ESTUDOS SOBRE MECANIZAÇÃO AGRÍCOLA, 4, 1989, Jundiaí. **Anais...** Campinas: Fundação Cargill, 1990. p.12-21.

INMET, dados meteorológicos, Estação de São Luiz Gonzaga, disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesConvencionais>> acesso em 03 de novembro de 2015.

JOHNSON, W. J.; BUCHELE, W. F. Influence of soil granule size and compaction on rate of soil drying and emergence of corn. **Transactions of the ASAE**, Saint Joseph, v. 4, n. 2, p. 170-174, 1961.

KLEIN, V. A. Física do solo – 2. ed. Passo Fundo: Ed. Universidade de Passo Fundo, 2012. 240 p.

KUNZ, J.H; BERGONCI, J.I.; BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G.A.; HECKLER, B.M.M.; COMIRAN, F. Uso da radiação solar pelo milho sob diferentes preparos do solo, espaçamento e disponibilidade hídrica. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, 2007.

LARSON, W.E. **Soil parameters for evaluating tillage needs and operations**. Soil Sci. Am. Proc., v.28, p.118-22., 1964

LERAYER, A. et al.; **Guia do milho, Tecnologia do campo a mesa**, Conselho de Informações sobre Biotecnologia , 2006.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v.2, n.2, p.176-77, 1962.

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

MIALHE, L. G. **Rodado e sistema de direção**. Máquinas motoras na agricultura. São Paulo: EPU, 1980.v. 2, cap. 13, p. 189-196.

PALMA, M. A. Z. et al. **Efeito da profundidade de trabalho das hastes sulcadoras de uma semeadora-adubadora na patinagem, na força de tração e no consumo de combustível de um trator agrícola**. Ciênc. Agrotec., lavras, v. 34, n. 5, p. 1320-1326, set./out., 2010

PEIXOTO, C. M.; Sementes e Mudas – A evolução da Produtividade de Milho no Brasil; Portal dia de Campo. 2012; Disponível em: <http://www.diadecampo.com.br/zpublisher/materias/Materia.asp?id=24396&secao=Semente%20e%20Mudas>; acesso em 02 de novembro de 2015.

PRADO, R. M. et al.; **Semente de milho sob compressão do solo e profundidade de semeadura: Influência no índice de velocidade de emergência**. (2001) S. A. Disponível em: <<http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/agraria/article/view/977>> acesso em 02 de novembro de 2015.

PRADO, R. M.; COAN, O.; VILLAR, M. L. P.; **Compressão do Solo e Profundidade de Semeadura na Emergência e no Crescimento Inicial da Cultura do Milho (Zea Mays L.)**; REVISTA CIENTÍFICA ELETRÔNICA DE AGRONOMIA, periodicidade semestral – ano I – edição número 2 – dezembro de 2002.

ROLAS - Rede Oficial de Análise de Solo e de Tecido Vegetal. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2004.

STEFANUTTI, R. **Desenvolvimento de uma pista de ensaio e carrinho com rodas compactadoras para estudos relacionados com emergência de plântulas**. 1979. 60 f. Trabalho (Graduação) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1979.

STOUT, B. A.; BUCHELE, W. F.; SNYDER, F. W. Effect of soil compaction on seedling emergence under simulated field conditions. **Agricultural Engineering**, Saint Joseph, v. 42, p. 68-71, 1961.

STRECK, E. V.; KAMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C. do; SCHNEIDER, E.; PINTO, L. F. S. Solos do Rio Grande do Sul. 2. ed. rev. ampl. Porto Alegre: Emater-RS / Ascar.

VITTI, G. C.; FAVARIN, J. L. Nutrição e manejo químico do solo para a cultura do milho. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO-NETO, D. (ed.) **Tecnologia da produção de milho**. Piracicaba: Publique, 1997.

VON PINHO, R. G. et al. **Adubação nitrogenada, densidade e espaçamento de híbridos de milho em sistema de plantio direto na região sudeste de Tocantins**. *Bragantia*, v.67, n.3, 2008.