



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

GEISON MOISÉS BRÖNSTRUP RIEGER

**PRESSÃO E ÂNGULO DAS RODAS COMPACTADORAS DE SEMEADORAS
ADUBADORAS NA EMERGÊNCIA DO MILHO**

CERRO LARGO – RS

2019

GEISON MOISÉS BRÖNSTRUP RIEGER

**PRESSÃO E ÂNGULO DAS RODAS COMPACTADORAS DE SEMEADORAS
ADUBADORAS NA EMERGÊNCIA DO MILHO**

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

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma

CERRO LARGO – RS

2019

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Rieger, Geison Moisés Brönstrup
PRESSÃO E ÂNGULO DAS RODAS COMPACTADORAS DE
SEMEADORAS ADUBADORAS NA EMERGÊNCIA DO MILHO / Geison
Moisés Brönstrup Rieger. -- 2019.
30 f.:il.

Orientador: Doutor Marcos Antônio Zambillo Palma.
Co-orientador: Doutor Décio Adair Rebellatto da
Silva.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de
Agronomia, Cerro Largo, RS , 2019.

1. Semeadura direta. 2. Pressão e ângulo. 3.
Velocidade e índice de emergência. I. Palma, Marcos
Antônio Zambillo, orient. II. Silva, Décio Adair
Rebellatto da, co-orient. III. Universidade Federal da
Fronteira Sul. IV. Título.

GEISON MOISÉS BRÖNSTRUP RIEGER

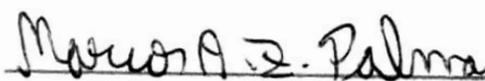
**PRESSÃO E ÂNGULO DAS RODAS COMPACTADORAS DE SEMEADORAS
ADUBADORAS NA EMERGÊNCIA DO MILHO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Agronomia da Universidade Federal da Fronteira Sul como requisito para obtenção de grau de Bacharel em Agronomia.

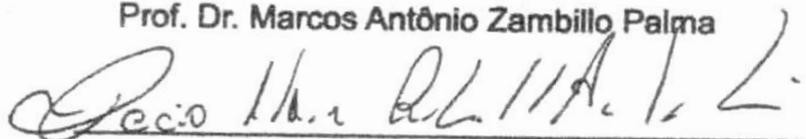
Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Zambillo Palma

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela banca em:
05/12/2019

BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Marcos Antônio Zambillo Palma



Prof. Dr. Décio Adair Rebellatto da Silva



Prof.ª Aline Simionatto Rambo

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades.

Agradeço meus pais pelo incentivo, apoio e paciência nesta longa jornada, pois vários foram os momentos em que não pude fazer-me presente devido à distância e compromissos.

Obrigado à minha esposa por, em cada momento de dificuldade, estar presente me apoiando e incentivando a não desistir.

Aos meus sogros e amigos, obrigado pelas palavras de carinho e motivação, e pelos momentos de alegria divididos ao longo da graduação.

Agradeço ao meu professor e orientador, Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma, pela infinita paciência e compreensão que teve comigo. Obrigado pelos esclarecimentos diante das minhas dúvidas e dificuldades, e parabéns por ser um exemplo de profissional e amigo.

Obrigada também a todos os professores da Universidade Federal da Fronteira Sul – *Campus* Cerro Largo, que dividiram comigo seus conhecimentos ao longo da graduação. Sem dúvidas todos, de alguma forma, marcaram minha trajetória.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Mecanismo de adensamento do solo.....	16
Figura 2 - Opções de ângulos avaliados.	17
Figura 3 - Vista em corte do mecanismo de adensamento.	17
Figura 4 - Distribuição das parcelas na área experimental.	18
Figura 5- Distribuição das chuvas no mês de outubro.	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Combinação ângulo e pressão das rodas compactadoras.....	16
Tabela 2 - Dados de umidade e densidade.....	21
Tabela 3 - Resultados relacionados à emergência das plântulas.	21

RESUMO

O aumento da produtividade do milho depende de uma regulagem adequada da semeadora adubadora somada as condições do clima e do solo. Melhorar o processo requer que fertilizantes, sementes e maquinários recebam tratativas de ajustamento, da mesma forma que relacionadas as perfeitas configurações de pressão e ângulo de abertura das rodas compactadoras. Dessa forma, objetivou-se avaliar o índice de velocidade de emergência e a velocidade de emergência, em função das configurações de pressão e ângulo de abertura das rodas compactadoras. O experimento foi realizado na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Cerro Largo. No experimento, foram avaliadas duas regulagens de abertura com 0° e 15° e duas regulagens da pressão de adensamento (39 e 82 kPa), o que resultou em cinco tratamentos, com quatro combinações de regulagens e uma testemunha sem a atuação da roda compactadora. A partir dos resultados verificou-se que não houve diferença entre os tratamentos em relação a velocidade de emergência e o índice de velocidade de emergência das plântulas de milho.

Palavras chave: Semeadura direta. Pressão e ângulo. Velocidade e índice de emergência.

ABSTRACT

The increase of corn productivity depends on a proper regulation from fertilizer sowing added weather and soil conditions. To improve the process requires fertilizers, seeds and machinery receive adjustment dealings, similarly related to the perfect configuration of pressure and opening angle of compacted wheels. The experiment was realized in the experimental area of the Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Cerro Largo, on a typical dystroferric red latosol with a clay texture. In this experiment were evaluated two aperture settings with 0 and 15 degrees Celsius and two settings of the thickening pressure (39 and 82 kPa), what resulted in five treatments with four witness without the actuation of the compactor wheel. With the results it was noted that there was not difference between the treatments regarding the emergency speed and emergency speed index of the corn seedlings.

Keywords: No-till. Pressure and angle. Speed and emergency index.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	9
2.1	A CULTURA DO MILHO	9
2.1.1	Fatores relacionados a operação de semeadura que afetam a produtividade da cultura do milho	9
2.1.2	Manutenção e Regulagem da Semeadora Adubadora	10
2.1.3	A pressão das rodas compactadoras	11
2.1.4	Sistemas dosadores de sementes	12
2.1.5	O ângulo das rodas compactadoras	13
3	MATERIAIS E MÉTODOS	15
3.1	LOCAL DO EXPERIMENTO	15
3.2	EQUIPAMENTOS E MATERIAIS	15
3.2.1	Trator e Semeadora	15
3.2.2	Híbrido utilizado	15
3.3	TRATAMENTOS	15
3.4	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	18
3.5	IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO	18
3.6	CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE CULTIVO	19
3.6.1	Densidade e umidade do solo	19
3.6.2	Índice de velocidade de emergência	19
3.6.3	Velocidade de emergência	19
4	RESULTADOS AVALIADOS	21
4.1	CARACTERIZAÇÃO DO SOLO	21
4.2	RESULTADOS RELACIONADOS À EMERGÊNCIA DO MILHO	21
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	24
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25

1 INTRODUÇÃO

A cultura do milho tem papel importante na preservação da civilização, pois é a cultura que sustentou as espécies humana e animal, em diferentes lugares do planeta ao longo do tempo, figurando como o esteio básico da saúde dos precursores moradores, também, da América Latina. Nesse sentido, dentre todas as culturas, o milho assume relevante papel socioeconômico no Brasil, constituindo-se indispensável como impulsionador de complexos agroindustriais (FANCELLI & DOURADO NETO, 2000).

De acordo com Borghi et al. (2017), acredita-se que a domesticação da cultura do milho iniciou há mais de 10.000 anos. Diante das crescentes tecnologias, atualmente esta gramínea pode ser cultivada em vários ambientes, com altitudes que ultrapassam os 3.800 metros até o nível do mar.

Valente (2018) esclarece que atualmente

[...] o Brasil é o terceiro maior produtor de milho do mundo. A China assume a segunda posição, com 215 milhões de toneladas na safra 2017/2018, devendo chegar a 225 milhões de toneladas na de 2018/2019. Os Estados Unidos lideram a produção com 370 milhões de toneladas na safra 2017/2018 e para 2018/2019, esse desempenho deve ficar em 361,4 milhões de toneladas.

Já a produção brasileira, na comparação entre as safras 2017/2018 e 2018/2019 deve crescer significativamente, apresentando um aumento de 14 milhões de toneladas (VALENTE, 2018). Nos últimos 40 anos o crescimento representa 5,8% ao ano, assim a “produtividade do milho no Brasil evoluiu de 1.632 kg na safra 1976/77 para 5.409 kg por hectare na safra 2016/17” (FORMIGONI, 2017).

Observa-se que o aumento da produtividade do milho relatada, não acontece por acaso, mas está relacionada a diferentes fatores. Dentre esses estão a perfeita sincronia entre o processo de semeadura do milho realizado por semeadoras adubadoras de precisão, e a sua exata regulagem adequada às condições do clima e do solo. Ainda, segundo Mialhe (2012), destaca-se o sistema de adensamento do solo sobre a semente, responsável pelo fechamento do sulco, promovendo um contato adequado entre a semente e o solo, acarretando no favorecimento da germinação e na emergência da plântula.

Nessa perspectiva, cabe questionar de que forma a regulação dos componentes usados na semeadura deve ser procedido para que a emergência das plantas aconteça alcançando percentuais aceitáveis. Melhorar o processo de semeadura requer que fertilizantes, sementes e maquinários recebam tratativas de ajustamento, da mesma forma que relacionadas as perfeitas configurações de pressão e ângulo de abertura das rodas de adensamento, considerando-se os critérios estabelecidos para a boa prática produtiva. Dessa forma, esse trabalho tem o objetivo de avaliar o índice de velocidade de emergência e a velocidade de emergência das plântulas, em função das configurações de pressão e ângulo de abertura das rodas compactadoras.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A CULTURA DO MILHO

O milho (*Zea Mays*) nome dado pelos indígenas da América Central para a cultura da família *Poaceae*, tem o cultivo iniciado nas antigas civilizações da América Central, na região onde se localiza a Guatemala e o sul do México. Desde 7.000 a.C. a humanidade cultiva este cereal e com o passar do tempo, pesquisadores vem realizando estudos para o seu melhoramento genético, resultando em variedades e híbridos resistentes as pragas e intempéries (LERAYER et. al. 2006).

Segundo Teichmann (2012) o milho tem origem indígena significando “sustento da vida”, haja vista que esteve presente nas civilizações Olmecas, Maias, Astecas e Incas. E, com as navegações do século XVI e o início do processo de colonização da América, a cultura do milho se expandiu para outras partes do mundo. Hoje é cultivado e consumido em todos os continentes, sendo que no Brasil é cultivado desde antes da chegada dos europeus.

Esse aumento do consumo através dos anos tornou-se vertiginoso no mundo, acarretando em estudos voltados a produção ao atendimento da indústria, não havendo mais aceitação da inexistência desse importante alimento para a manutenção da vida.

2.1.1 Fatores relacionados a operação de semeadura que afetam a produtividade da cultura do milho

O potencial produtivo da cultura do milho é afetado por diferentes fatores, dentre estes: a manutenção e regulagem da semeadora-adubadora, a pressão das rodas compactadoras, o ângulo dessas rodas, a profundidade da semeadura, a velocidade do deslocamento (SIQUEIRA, 2008). Dentre outros, esses são alguns dos fatores importantes que afetam a produtividade da cultura do milho, que por sua vez, determinam a qualidade da semeadura.

Tourino e Klingensteiner (1983), apontam como critérios para avaliar as semeadoras adubadoras de precisão: ótimo desempenho aquela que distribui 90% a 100% das sementes na faixa de espaçamento; bom, onde o desempenho é de 75%

a 90%; regular, onde o desempenho é de 50% a 75% e insatisfatório quando o desempenho é abaixo de 50%.

Para Coelho (1997), os critérios no Brasil para semeadoras de precisão, dependendo do tipo de mecanismo, são: discos perfuradores horizontais, o espaçamento aceitável é de 60,0%; dedos prensos: 75,0%; discos verticais pneumáticos: 90,0%. Ainda para que haja qualidade da semeadura do milho, é necessário que haja indicadores quanto ao número de sementes por metro no sulco, espaçamento entre sementes e profundidade de colocação das mesmas. Dessa forma, a qualidade da semeadura depende da regulagem otimizada do equipamento utilizado e da sua manutenção.

2.1.2 Manutenção e Regulagem da Semeadora Adubadora

Com o objetivo de diminuir o atrito entre as sementes e facilitar o escoamento da semente na semeadora, utiliza-se o pó de grafite para a lubrificação das mesmas. Para isso é necessário considerar o tipo de semente (chata ou redonda) que será implantada. No caso de sementes chatas, tem-se aplicado de 2-4 gramas de grafite por kg de semente (MANTOVANI et al., 1999, p.97).

Para Monteiro (1989), o sistema que utiliza disco vertical pneumático reduz a quebra na semente que está sendo colocada no solo, e isso faz com que o processo de germinação não sofra danos. Além disso, em relação a outros tipos de mecanismos, com a utilização da haste sulcadora, tem-se a vantagem da descompactação da superfície do solo.

Siqueira (2007), explica que a abertura do sulco para se depositar o fertilizante é feito por uma máquina que tem rompedores de solo. Porém, na medida em que o solo é rompido, logo em seguida é fechado e aberto novamente para a deposição de sementes na profundidade adequada que garanta a emergência rápida. Depois que a máquina abriu o sulco, esse é parcialmente fechado naturalmente, devido a ação da gravidade sobre o solo, mas nos casos em que o fechamento do sulco é feito com dificuldade, deve-se usar um dispositivo aterrador (rodas compactadoras). Conforme Mantovani (2019):

A manutenção das plantadoras deverá ser uma operação rotineira e realizada nos períodos de entressafra. Deverá ser feita uma checagem geral, principalmente nos elementos de corte e de deposição de adubo,

engrenagens, correntes de transmissão, discos duplos de corte do carrinho da semente, limitadores de profundidade, compactadores, condutores de adubo e semente e, principalmente, nos componentes de distribuição de semente e adubo.

Atualmente, existem no mercado diversas marcas, modelos e sistemas de distribuição de sementes que, havendo uma manutenção periódica e regulação correta, auxiliam na precisão, aumento do rendimento e vida útil das plantadoras. Desse modo, o produtor terá uma menor probabilidade de erro em seu plantio.

2.1.3 A pressão das rodas compactadoras

Pressão diz respeito ao movimento de forçar um elemento sobre o outro, sendo que o elemento que força e o que recebe essa força podem ter capacidade de empreendimento e recebimento de intensidade de força e de reações diferenciadas. Ou seja, as rodas compactadoras podem exercer fraca ou demasiada pressão do solo em relação a semente.

Dependendo dessa ajustada pressão é que pode acarretar na aceitável germinação. Se houver fraca pressão do solo em relação a semente, essa não conseguirá absorver do mesmo a umidade necessária para desencadear a germinação, porém se houver extremada pressão do solo em relação a semente, formará uma camada compactada podendo inclusive restringir a emergência da plântula. Dessa forma, a pressão deve estar ajustada às condições de umidade, uma vez que para menor aumenta-se a pressão e para maior umidade diminui. “As rodas compactadoras têm a função de aumentar o contato das sementes com o solo, para melhorar a absorção de água, garantindo melhor germinação” (PACHECO, 1994).

Balastreire (1990), destaca que “em grande parte das semeadoras disponíveis no Brasil pode-se realizar o controle da compactação sobre a semente por meio das rodas compactadoras ou rodas de controle de profundidade”. O autor esclarece ainda que algumas rodas possuem um alívio central na linha de semeadura e apresentam rodas duplas em “V”, evitando a pressão excessiva do solo sobre as sementes.

Barley & Greacen (1967), esclarecem que o aumento da pressão de compactação e da redução de oxigênio ao mesmo tempo, reduz em 50% o crescimento do embrião de raiz de milho. E, o efeito da compactação do solo na

emergência das plântulas varia com o teor de água do solo e com o local de aplicação da pressão.

A compactação da superfície do solo na região da semente altera o teor de água, o comportamento térmico, a resistência mecânica e o comportamento das plantas (JOHNSON & BUCHELE, 1961).

Stefanutti (1979), ao trocar os valores da pressão da compactação, verificou que o comportamento físico da semente é provocado pela regulagem de carga da roda compactadora sobre o solo, o que modifica também a densidade e a temperatura do solo em relação à profundidade. Conhecendo-se a carga estática aplicada e a área de contato entre a roda e o solo determina-se a pressão exercida pela roda compactadora sobre o solo (MIALHE, 1980).

2.1.4 Sistemas dosadores de sementes

Em relação aos sistemas de semeadura, o pneumático utiliza vácuo ou pressão para a dosagem de sementes. No sistema de pressão, um disco vertical gira, aprisionando a semente de um reservatório localizado em sua base. A pressão do ar mantém as sementes presas em orifícios. Um dispositivo com corte de pressão é responsável pela liberação de sementes para o solo. No sistema a vácuo, as sementes são presas pelo vácuo produzido por uma turbina. Siqueira (2008) destaca que

[...] o sistema pneumático de distribuição de sementes é superior ao dosador de discos alveolados, pois apresenta maior percentagem de espaçamentos aceitáveis. Os dosadores pneumáticos têm como vantagens à precisão na dosagem de sementes e a ausência de danos provocados no processo de dosagem.

Porém, os dosadores pneumáticos como qualquer outro requerem diferentes tipos de discos com orifício adequado ao tamanho das sementes (SIQUEIRA, 2008). “Semeadoras pneumáticas trabalhando a 8 km/h, apresentam um desempenho superior às mecânicas semeando milho, com maior regularidade na distância entre plantas no sulco de semeadura” (SIQUEIRA, 2008).

Ainda, parece oportuno ter presente que a semeadura pneumática de precisão com disco dosador vertical, na velocidade de avanço de 1,4 metros por segundo, apresenta maior percentagem de espaços aceitáveis não havendo danos

às sementes. Ao se usar sementes lubrificadas com grafite, com semeadora de precisão com disco perfurador de plástico na velocidade de 1,4 metros por segundo, obtêm-se resultados próximos aos obtidos com a semeadora pneumática de precisão com disco dosador vertical e os danos às sementes são baixos (DAMBRÓS, 1998, p. 71). Dambrós (1998, p. 70) esclarece ainda que não se aumenta a velocidade de 1,4 m.s para 2,1m.s, devido a aumentar os espaços falhos.

2.1.5 O ângulo das rodas compactadoras

Na definição dada por Silva (2015) ângulo é denominado como a região entre duas semirretas que partem de uma mesma origem. Um ângulo é a medida da abertura de duas semirretas que partem da mesma origem.

Silva (2015) esclarece que a medida de um ângulo é um número real positivo associado a ele. A unidade de medida de um ângulo é grau ($^{\circ}$), sendo que um grau equivale a $\frac{1}{360}$ de uma circunferência. Ou seja, 1° corresponde a uma das 360 partes em que uma circunferência foi dividida. Dessa forma, o total de uma circunferência é 360° .

Para Dugato e Palma (2018), as configurações de pressão e ângulo de abertura na emergência de milho, em solo vermelho argiloso não exercem influência quando existe situação adequada de chuva. Porém, em se tratando da roda compactadora, essa tem efeito benéfico sobre o perfil transversal da linha de sementes, promovendo o fechamento o sulco. E, em relação ao ângulo de abertura das rodas compactadoras em 15° , acarreta no acúmulo de solo no centro da fileira, alterando a profundidade de semeadura. Usando uma carga de 372 N e alinhamento paralelo entre rodas levam a valores mais baixos de área elevada, altura no centro da linha.

A partir desses esclarecimentos sobre o ângulo de abertura em graus, é possível observar que o ângulo das rodas compactadoras pode ser modificado e esse ajuste assegura que a semente tenha um perfeito contato com o solo e garanta que essa semente germine em curto espaço de tempo (DUGATO; PALMA, 2015).

Segundo Donadel (2016), ao avaliar o ângulo de abertura das rodas de adensamento em relação a linha de deslocamento da máquina, constatou que a regulagem do ângulo em 15° apresenta-se apropriado para a emergência do milho.

Väderstad (2016), considerando a emergência do milho, sugere que seja apropriado a profundidade de 7-8 cm em regiões de seca para assegurar acesso à umidade do solo. Porém, em áreas de condições frias e úmidas a profundidade pode ser de 3 a 4 cm para que a germinação seja rápida. As rodas de adensamento é que vão assegurar que a semente entre com contato perfeito com o solo e é esse contato que vai garantir que a semente germine rapidamente. Além do modelo considerado padrão, existem três tipos diferentes de rodas. Recomenda-se que se utilizem rodas para o plantio de sementes pequenas, e quando o solo for muito argiloso, difícil de fechar o sulco de semeadura, sugere-se que o fechamento seja feito por roda dentada.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi realizado na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Cerro Largo, localizada na região Noroeste do Rio Grande do Sul entre as coordenadas -28.141654, -54.759918. De acordo com Streck *et. al.* (2008), o solo é caracterizado como Latossolo Vermelho Distrófico Típico, de textura argilosa.

3.2 EQUIPAMENTOS E MATERIAIS

3.2.1 Trator e Semeadora

Para a semeadura do milho foi utilizado um trator agrícola New Holland modelo TL 75 com TDA e 57 KW de potência acoplado a uma semeadora adubadora de precisão da marca KF Compacta® com seis linhas.

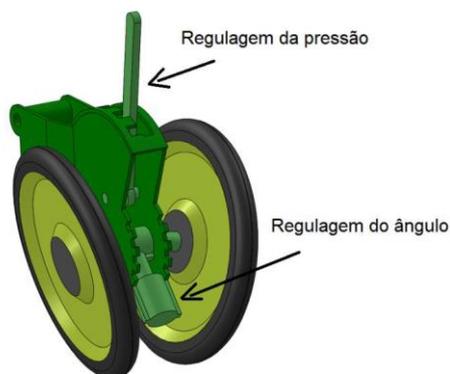
3.2.2 Híbrido utilizado

O híbrido de milho foi o Agroeste 1666 pro3®, classificado como superprecoce com altíssimo potencial produtivo. A população indicada pelo fornecedor é de 55.000 a 81.000 plantas. De acordo com Agroeste (2019) o híbrido apresenta “ótimo porte e arquitetura de plantas que permitem explorar a reposta à população de plantas em ambientes de altíssimo investimento” com recomendação de “monitoramento de doenças e se necessárias aplicações de fungicidas conforme boas práticas agronômicas”.

3.3 TRATAMENTOS

Os tratamentos são o resultado das combinações de regulação do ângulo de abertura e da pressão exercida pelas rodas compactadoras do solo na linha de semeadura conforme Figura 1.

Figura 1- Mecanismo de adensamento do solo.



Fonte: DUGATO, 2018.

No experimento realizado, foram avaliadas duas regulagens de abertura com 0° e 15° e duas regulagens da pressão de adensamento (39 e 82 kPa). Esta avaliação resultou em cinco tratamentos, com quatro combinações de regulagens e uma testemunha sem a atuação do mecanismo, como pode ser observado na Tabela 1.

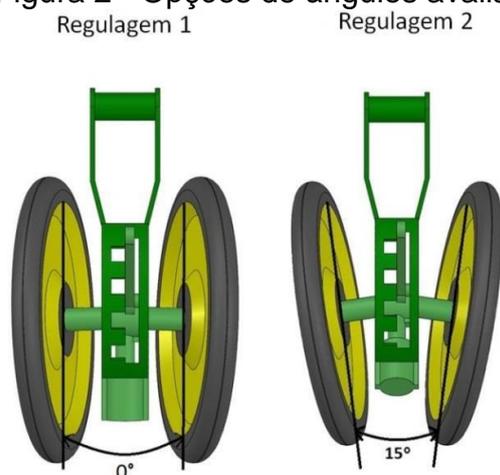
Tabela 1 - Combinação ângulo e pressão das rodas compactadoras.

Tratamentos utilizados		
Tratamento	Ângulo de abertura	Pressão de adensamento
T1	(0°)	(39 kPa)
T2	(15°)	(82 kPa)
T3	(15°)	(39 kPa)
T4	(0°)	(82 kPa)
T5	Testemunha	

Fonte: Elaborado pelo autor.

A regulagem do ângulo de abertura entre as rodas ocorreu paralelamente ao solo na altura do eixo, como pode ser observado na Figura 2.

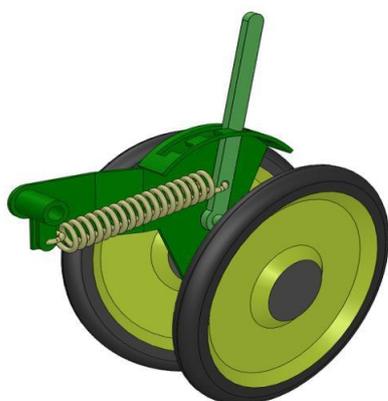
Figura 2 - Opções de ângulos avaliados.



Fonte: DUGATO, 2018.

A pressão exercida pelas rodas sobre o solo, conforme demonstrado na Figura 3, ocorre devido a tração de uma mola posicionada entre o suporte de fixação e a alavanca de regulagem.

Figura 3 - Vista em corte do mecanismo de adensamento.



Fonte: DUGATO, 2018.

Para conseguir determinar a pressão exercida pelas rodas compactadoras, foi necessário conhecer a área de contato com o solo e a carga estática exercida pela mola nas duas regulagens. Inicialmente foi posicionada uma balança abaixo do mecanismo para obter sua medida. Após isso, a área de contato do pneu com o solo durante seu deslocamento, foi calculada através da Equação 1, descrita por Mialhe (1980):

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

Em que:

S = Área de contato (m²)

r: raio da roda (m)

b: largura da roda (m)

3.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Foi utilizado um Delineamento em Blocos Casualizados (DBC) com cinco tratamentos e cinco repetições (5 blocos), totalizando 25 parcelas, sendo que cada uma delas esteve constituída por cinco linhas de sementeira com 10 metros de comprimento e um espaçamento de 0,5 metros entre as linhas. A distribuição das parcelas na área experimental esteve de acordo com o croqui da Figura 4.

Figura 4 - Distribuição das parcelas na área experimental.

BLOCO 1			BLOCO 2			BLOCO 3			BLOCO 4			BLOCO 5		
T.	A.	P.	T.	A.	P.	T.	A.	P.	T.	A.	P.	T.	A.	P.
T4	0°	1b	T1	0°	1a	T5	*	---	T2	15°	1b	T1	0°	1a
T5	*	----	T2	15°	1b	T3	15°	1a	T1	0°	1a	T2	15°	1b
T2	15°	1b	T4	0°	1b	T1	0°	1a	T5	*	---	T4	0°	1b
T3	15°	1a	T5	*	----	T2	15°	1b	T4	0°	1b	T3	15°	1a
T1	0°	1a	T3	15°	1a	T4	0°	1b	T3	15°	1a	T5	*	----

58 m

2m
7m

Nota: *sem roda compactadora. As siglas T, A, P referem-se, respectivamente, a tratamentos, ângulo e pressão. As siglas 1a, 1b referem-se à regulagem da pressão de adensamento sendo 39kPa(1a) e a 82kPa(1b).

Fonte: Elaborado pelo autor.

3.5 IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO

A sementeira do milho foi realizada no dia 02 de outubro do ano de 2019. A partir da germinação, do dano mecânico e da pureza das sementes, foi determinada a população de sementes por unidade de área, com objetivo de atingir população de 80.000 plantas por hectare.

3.6 CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE CULTIVO

3.6.1 Densidade e umidade do solo

Foram realizadas avaliações de densidade e umidade do solo de acordo com a metodologia do *Manual de Métodos de Análise de Solo* da Embrapa (2017). O método utilizado foi o do cilindro volumétrico que tem como princípio a “obtenção da massa por pesagem e do volume pela coleta de amostras de solo com estrutura indeformada por meio de um cilindro de volume interno conhecido” (TEIXEIRA, et al., 2017). Para isto, foram utilizados os materiais indicados pelo mesmo manual:

- Cilindro (anel) volumétrico de 100 cm³;
- Lata de alumínio ou outro com no mínimo 150 cm³ de volume.
- Paquímetro.
- Balança com capacidade para 200 g e com precisão de 0,01 g.
- Estufa com ajuste de temperatura para 105°C.

Foram coletadas 5 amostras distribuídas na área experimental na camada de 0 a 0,10 e 5 amostras na camada de 0,10 a 0,20m a fim de determinar a umidade e a densidade do solo.

3.6.2 Índice de velocidade de emergência

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

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

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

3.6.3 Velocidade de emergência

A avaliação da velocidade de emergência seguiu a metodologia de Edmond e Drapala (1958 apud ÁVILA et al., 2005), 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 ocorreu no 6º dia após a semeadura quando surgiram as primeiras plântulas até o 13º dia quando houve a estabilização das mesmas. Foram consideradas apenas as plântulas normais conforme Regras para Análise de Sementes (2009).

4 RESULTADOS AVALIADOS

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

Com o intuito de identificar as características das condições de cultivo do solo, foram realizadas análises identificando a umidade e a densidade nas camadas de 0 a 0,10 m e 0,10 a 0,20 m, conforme Tabela 2.

Tabela 2 - Dados de umidade e densidade

Profundidade (m)	Umidade gravimétrica (Kg.Kg ⁻¹)	Densidade Mg.m ⁻³
0 – 0,10	0,22	1,40
0,10 – 0,20	0,24	1,39

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em trabalho realizado por Daílson (2015), em que foram avaliadas as características da área de solo mobilizado, entre outros fatores, para a emergência do milho sob o efeito das rodas compactadoras, a semeadura foi realizada com umidade gravimétrica de 0,25 e 0,28 Kg.Kg⁻¹ e o solo apresentava variação de densidade de 1,41 e 1,40 Mg.m⁻³.

4.2 RESULTADOS RELACIONADOS À EMERGÊNCIA DO MILHO

Diante das análises verifica-se que não houve diferença significativa entre os tratamentos em relação a velocidade de emergência e índice de velocidade de emergência segundo a Tabela 3.

Tabela 3 - Resultados relacionados à emergência das plântulas.

Tratamentos	VE	IVE
T1	11,04 a	33,8 a
T2	11,06 a	31,6 a
T3	10,92 a	35,8 a
T4	10,92 a	36,0 a
T5 (testemunha)	10,90 a	36,9 a
CV (%)	CV%=1.46	CV%=10.42

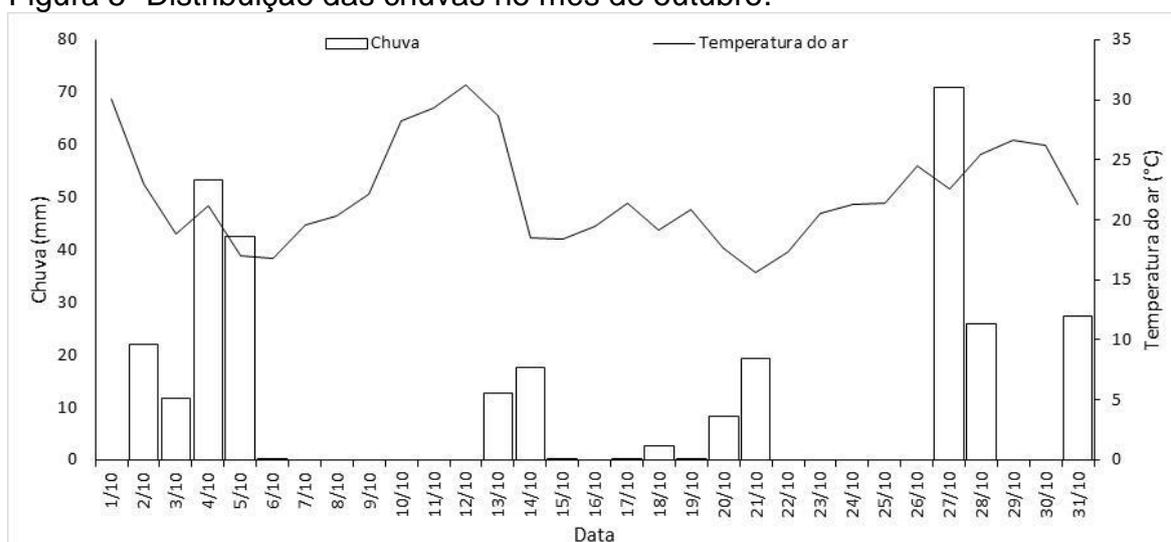
Fonte: Elaborado pelo autor.

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

A emergência do milho não sofreu influência das configurações das rodas compactadoras. A utilização da testemunha (sem atuação da roda compactadora) comprova isso, pois não diferiu significativamente dos demais resultados.

Conforme dados da Estação Meteorológica da UFFS – Campus Cerro Largo, a precipitação no mês de outubro foi de 315,3 mm, havendo a primeira ocorrência de chuva no mesmo dia da semeadura (Figura 5).

Figura 5- Distribuição das chuvas no mês de outubro.



Fonte: Dados da Estação Meteorológica da UFFS – Campus Cerro Largo, 2019.

Os resultados apresentados acima são compatíveis com os dados encontrados por Cortez et al. (2007) onde “[...] o resultado da análise de emergência pelo teste de F a 5% não foi significativo [...], o que pode ser explicado pelo alto teor de água do solo proporcionado pela irrigação diária e as chuvas de verão.” Ao contrário do referido autor, apesar de não ter havido irrigação durante a realização dos testes presentes neste trabalho, o alto índice de precipitações no mês de outubro justificam os resultados semelhantes. Ainda segundo Cortez (2007):

O efeito da compactação sobre a linha de semeadura é observado quando o solo se encontra em baixas condições de umidade causando selamento e impedindo a emergência da semente.

Resultados semelhantes foram encontrados por Dailson (2018), em que não observou diferenças na velocidade e no índice de emergência ao avaliar a pressão e o ângulo das rodas compactadoras. O autor também atribui esse comportamento a boas condições de umidade do solo posteriormente a operação de semeadura.

Hummel et al. (1981, Cortez et al., 2007), ao fazer uso de diferentes tipos de rodas compactadoras, também “[...] afirmaram que o desenho da roda apresenta considerável influência, benéfica ou não, sobre o ambiente do solo em torno da semente [...]”. Os autores ainda mencionam que o efeito da mesma vai depender de vários fatores como clima, tipo de solo, teor de umidade, etc.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nas condições em que o trabalho foi desenvolvido conclui-se que as rodas compactadoras não interferem na germinação quando o solo apresentar alta umidade em função de chuvas regulares posteriormente a sementeira. No entanto, sugere-se a repetição do trabalho a fim de coincidir a germinação com períodos de menor umidade do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGROESTE. **Híbrido de Milho AS 1666**. Disponível em:

<<http://www.agroeste.com.br/hibridos-de-milho/2/safra-verao/19/as-1666>> Acesso em: 22 nov. 2019.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, Rio de Janeiro, R.J. **Projeto de Norma 04: 015.06 -004**; Semeadora de precisão - ensaio de laboratório - método de ensaio. Rio de Janeiro, 1994. 7 p.

ÁVILA, Marizangela Rizzatti et al. Testes de laboratório em sementes de canola e a correlação com a emergência das plântulas em campo. **Revista Brasileira de Sementes**. vol. 27, nº 1, p.62-70, 2005

BALASTREIRE, L.A. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1990.

BARLEY, K.P.; GREACEN, E.L. Mechanical resistance as a soil factor influencing the growth of roots and underground shoots. **Advances in Agronomy**, Michigan, v.19, n.3, p. 1-43, 1967.

BORGHI, Emerson et al. **Dez dicas para produção de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2017.

BUENO, Francisco da Silveira. **Dicionário Escolar da Língua Portuguesa**. 11, ed, Rio de Janeiro: FENAME, 1980.

BRASIL. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf> Acesso em:14 set. 2019.

COELHO, J. L. D. Ensaio & certificação das máquinas para a semeadura. Piracicaba. In: MIALHE, L. G. **Máquinas Agrícolas: Ensaio & Certificação**. Piracicaba: 1996. Cap. 11., p. 551-570.

CORTEZ, Jorge Wilson et al. **Avaliação da influência de cargas verticais sobre diferentes rodas compactadoras no ciclo de semeadura do milho**. Disponível em:<<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v31n4/31.pdf>> Acesso em: 11 nov. 2019.

CRIADO, Miguel Ángel. **Una Mazorca de 5.000 años cuenta la historia del maíz**. 17 nov. 2016. Disponível em:<https://elpais.com/elpais/2016/11/17/ciencia/1479379389_999864.html> Acesso em: 25 mar. 2019.

DUGATO, Guimarães Daílson. EFEITOS DO MECANISMO COMPACTADOR DE SEMEADORAS ADUBADORAS SOBRE A EMERGÊNCIA DO MILHO. **Trabalho de Conclusão de Curso**. Universidade Federal da Fronteira Sul: Cerro Largo, 2015.

DAMBRÓS, Remi Natalim. **Avaliação do desempenho de semeadoras de milho com diferentes mecanismos dosadores.** Dissertação (Mestrado). Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ, 1998.

DETOMASI, Marcelo. Fatores climáticos que comprometem a produtividade nas lavouras de Milho e Soja. 30/11/2016. Disponível em: <<http://www.biogene.com.br/media-center/artigos/27/fatores-climaticos-que-comprometem-a-produtividade-nas-lavouras-de-milho-e-soja>> Acesso em: 27 mar. 2019.

DONADEL, Jeancarlo. **Influência da roda compactadora da semeadora adubadora em relação à produtividade do milho.** Universidade Federal da Fronteira Sul – UFFS. Campus Cerro Largo. Cerro Largo. 2016. Disponível em: <<https://rd.uffs.edu.br/handle/prefix/926>> Acesso em: 01 abr. 2019.

DUGATO, Daílson; PALMA, Marcos A. Z. **Pressão e ângulo da roda compactadora de semeadora adubadora na emergência do milho.** Rev. bras. eng. agríc. ambient. [online]. 2018, vol.22, n.10, pp.726-731. ISSN 1415-4366. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n10p726-731>> Acesso em: 25 mar. 2019.

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. Ecofisiologia e fenologia. In: FANCELLI, A.L. (Ed). **Produção de milho.** Guaíba: Agropecuária, 2000. 360 p.

FORMIGONI, Ivan. Evolução da produtividade do milho no Brasil: 40 anos de história. In: **FARMNEWS**. 2 de julho de 2017. Disponível em: <<http://www.farmnews.com.br/mercado/produtividade-do-milho/>> Acesso em: 02 abr. 2019.

INMET, Instituto Nacional de Meteorologia. **Estações automáticas – Gráficos.** Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf> Acesso em: 11 nov. 2019.

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, v. 4, n. 2, p. 170-174, 1961.

LERAYER, A. et al. **Guia do Milho, Tecnologia do campo a mesa.** Conselho de Informações sobre Biotecnologia, 2006. Disponível em: <<http://cib.org.br/wp-content/uploads/2011/10/GuiaMilhoSet2010.pdf>> Acesso em: 01 abr. 2019.

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.

MANTOVANI, Evandro Chartuni, et al. **DESEMPENHO DE DOIS SISTEMAS DISTRIBUIDORES DE SEMENTES UTILIZADOS EM SEMEADORAS DE MILHO.** Brasília: Pesquisa agropecuária brasileira, 1999. v.34, n.1, p.93-98.

MANTOVANI, Evandro Chartuni. **Plantadoras**. Disponível em:< http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_50_168200511159.html> Acesso em: 27 mar. 2019.

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

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

MONTEIRO, L. R. **Desenvolvimento e análise de uma semeadora pneumática de grãos**. Campinas, 1989. Dissertação (Mestrado) Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas.

PACHECO, E.P. **Avaliação de uma semeadora-adubadora de precisão com modificações no tubo condutor de sementes**. 1994. 61 p. Dissertação de Mestrado em Engenharia Agrícola (Mecanização Agrícola). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SIQUEIRA, Rubens. **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.

SIQUEIRA, Rubens. Milho: Semeadoras – Adubadoras para sistema plantio direto com qualidade. **IX Seminário Nacional de Milho Safrinha**. (Dourados- MS, novembro de 2007) e no XXVII Congresso Nacional de Milho e Sorgo (Londrina-PR, setembro de 2008). Disponível em:< <http://www.iapar.br/arquivos/File/semeadora-adubadora%20para%20sistema%20de%20plantio%20direto%20com%20qualidade.pdf>> Acesso em: 28 mar. 2019.

SILVA, Daniel Duarte da. **Ângulos**. 2015. Disponível em:< <https://www.infoescola.com/matematica/angulos/>> Acesso em: 29 mar. 2019.

SILVA, Rouverson Pereira. **Efeito de rodas compactadoras submetidas a cargas verticais em profundidades de semeadura nas características agrônômicas do milho (zea mays l.)**. 2002. Jaboticabal: UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA, FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS, CAMPUS DE JABOTICABAL, SP, 2002.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. **Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo – Núcleo Regional Sul: Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC, 2016. 376 p.

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

STRECK, E. V. et. al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2.ed. rev. ampl. Porto Alegre: Emater-RS/Ascar.

TEICHMANN, Jaqueline Bonoto de Garcia. **ESPECIALIZAÇÃO DA AGRICULTURA NA REGIÃO COREDE FRONTEIRA OESTE DO RIO GRANDE DO SUL**: Uma análise geográfica da produção de arroz, soja, milho e trigo. Disponível em:< http://w3.ufsm.br/ppggeo/files/dissertacoes_2012/JaquelineTeichmann2012.pdf> Acesso em: 12 nov. 2019.

TEIXEIRA, Paulo César. et al. **Manual de métodos de análise de solo**. 3 ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017.

TOURINO, M. C.; KLINGENSTEINER, P. Ensaio e avaliação de semeadoras-adubadoras. In. **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**. Rio de Janeiro, 1983. Anais. Rio de Janeiro: UFRRJ, 1983. v.2, p. 103-116.

VÄDERSTAD. **TEMPO 2016**. Disponível em:< https://agroarecha.com/pdf/Catalogo_de_Tempo.pdf> Acesso em: 28 mar. 2019.

VALENTE, Jonas. **Produção e exportação de milho devem crescer na safra 2018/2019**: Estimativa da Conab para a próxima safra é de 96 milhões de toneladas. 20/08/2018. Disponível em:< <http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2018-08/producao-e-exportacao-de-milho-devem-crescer-na-safra-20182019>> Acesso em: 26 mar. 2019.

VIEIRA, L. B. **Parâmetros físicos (kc, kf, n) referentes à resistência ao rolamento em nove solos sob duas condições de umidade**. 1982. 45 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola, Mecanização Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1982.