



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL

CAMPUS CERRO LARGO

CURSO DE AGRONOMIA

ADRIANO CALEGARO ZANUSO

**RODA COMPACTADORA DA SEMEADORA ADUBADORA NA EMERGÊNCIA DA
SOJA**

CERRO LARGO

2019

ADRIANO CALEGARO ZANUSO

**RODA COMPACTADORA DA SEMEADORA ADUBADORA NA EMERGÊNCIA DA
SOJA**

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

Orientador: Prof^o. Dr^o. Marcos Antonio Zambillo Palma

CERRO LARGO

2019

Bibliotecas da Universidade Federal da Fronteira Sul - UFFS

Zanuso, Adriano Calegaro
Roda Compactadora da Semeadora Adubadora na
Emergência da Soja / Adriano Calegaro Zanuso. -- 2019.
35 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 , 2019.

1. Roda compactadora. 2. Semeadora adubadora. 3. área
mobilizada. I. Palma, Marcos Antonio Zambillo, orient.
II. Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

ADRIANO CALEGARO ZANUSO

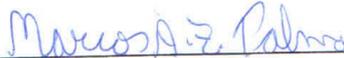
RODA COMPACTADORA DA SEMEADORA ADUBADORA NA
EMERGÊNCIA DA SOJA

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

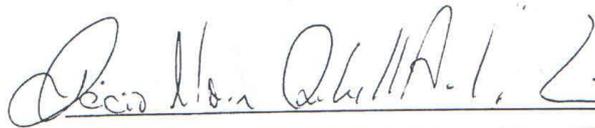
Orientador: Prof. Dr. Marcos Antônio Zambillo Palma

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

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Marcos Antônio Zambillo Palma - UFFS



Prof. Dr. Décio Adair Rebellatto da Silva - UFFS



Prof. Dra. Tatiane Chassot

RESUMO

As semeadoras adubadoras de precisão são compostas de diferentes regulagens, tanto para deposição de fertilizante, quanto de semente. Porém existem outros componentes que podem influenciar no leito da semeadura e no estabelecimento da cultura. A roda compactadora tem a função de fechar o sulco e aumentar o contato do solo com a semente. Entre os modelos existentes, o mais utilizado é o sistema de rodas em “V”, o qual permite a regulação do ângulo de abertura e da pressão exercida no solo. O trabalho foi realizado na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul – *Campus* Cerro Largo, em uma Latossolo Vermelho de textura argilosa. Foram avaliados os parâmetros relacionados a emergência de plantas de soja e a área de solo mobilizado em diferentes configurações de ângulo e pressão das rodas compactadoras em “V”. Os resultados indicam que as configurações de pressão e ângulo de abertura das rodas compactadoras não interferem na velocidade de emergência e no índice de velocidade de emergência. As rodas compactadoras atuam negativamente no índice de velocidade de emergência e no estande de plantas de soja quando ocorrerem chuvas intensas e regulares posteriormente a semeadura.

Palavras chave: Semeadora adubadora. *Glycine max*. Área mobilizada.

ABSTRACT

Precision fertilizer sowing machines are made up of different settings for both fertilizer and seed deposition. However, there are other components that may influence the sowing bed and the establishment of the crop. The compactor wheel has the function of closing the furrow and increasing the contact of the soil with the seed. Among the existing models, the most used is the "V" wheel system, which allows the adjustment of the opening angle and the pressure exerted on the ground. The present work was carried out in the experimental area of the Federal University of Fronteira Sul - Cerro Largo Campus, in a clayey Red Latosol. The parameters related to the emergence of soybean plants and the area of soil mobilized in different angle and pressure configurations of the "V" compactor wheel were evaluated. Results indicate that the pressure and opening angle settings of the press wheels do not affect the emergency speed and emergency speed index. The compactor wheels negatively affect the emergence speed index and stand of soybean when heavy and regular rainfall occurs after sowing.

Key words: Fertilizer drill. Glycine max. Mobilized area.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Combinação de regulagens de ângulo e pressão	21
Tabela 2 – Dados de umidade e densidade	26
Tabela 3 – Resultados relacionados a emergência da soja	26
Tabela 4 – Resultados relacionados a área de solo mobilizada	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Roda compactadora	20
Figura 2– Regulagem de ângulo que foram avaliadas	21
Figura 3 – Regulagem de pressão	21
Figura 4 – Distribuição das parcelas na área experimental.....	22
Figura 5 - Perfilômetro.....	23
Figura 6 – Distribuição das chuvas no período do experimento.....	28

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	OBJETIVOS	11
1.1.1	Objetivo Geral	11
1.1.2	Objetivo Específico	11
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1	A CULTURA DA SOJA	12
2.1.1	Características fisiológicas e produtividade	12
2.2	SEMEADORA ADUBADORA	13
2.2.1	Mecanismo de deposição de adubo	13
2.2.2	Mecanismo dosador de precisão	14
2.2.3	Roda Compactadora	15
2.3	VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA.....	17
2.4	POPULAÇÃO FINAL DE PLANTAS	18
2.5	ÁREA DE SOLO MOBILIZADA	18
3	MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1	LOCAL DO EXPERIMENTO	20
3.2	TRATAMENTOS	20
3.3	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	22
3.4	EQUIPAMENTOS E MATERIAL	22
3.4.1	Trator	22
3.4.2	Semeadora adubadora	23
3.4.3	Cultivar	23
3.4.4	Perfilômetro	23
3.5	IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	24
3.6	CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE CULTIVO	24

3.7	RESULTADOS AVALIADOS	24
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	26
4.1	CARACTERIZAÇÃO DO SOLO	26
4.2	RESULTADOS RELACIONADOS À EMERGÊNCIA DA SOJA	26
4.3	RESULTADOS RELACIONADOS AO LEITO DA SEMEADURA	29
5	CONCLUSÃO	30
	REFERÊNCIAS	31

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max*), há anos vem sendo a principal cultura oleaginosa produzida e consumida mundialmente, por ser muito utilizada na produção de óleo e farelo de soja (BRUM, 2002). Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB, 2018), na safra 2017/2018, a produção de soja foi de 119,2 milhões de toneladas, utilizando área de 35,1 milhões de hectares. O estado do Rio Grande do Sul com 90% de sua colheita no segundo trimestre, se encontra como terceiro maior produtor nacional, representando 32% da produção total de soja em grãos.

Na safra 2018/2019, produtores do estado do Rio Grande do Sul estavam confiantes em relação a produtividade, porém foram surpreendidos por problemas na semeadura, o qual prejudicou o estabelecimento de um bom estande de plantas. Segundo a Emater (2019), várias foram as causas decorrentes desse problema, dentre elas, vigor de sementes, alto índice pluviométrico pós semeadura em algumas épocas, o baixo índice pluviométrico no início de outras épocas, também contaminações fúngicas em sementes e plântulas.

O processo de semeadura da soja é realizado através de semeadoras adubadoras de precisão, as quais possuem vários sistemas de regulagens e configurações para facilitar e adequar o trabalho as condições de solo (MIALHE, 2012). Em culturas anuais como a soja, a operação de semeadura tem grande importância, pois qualquer erro durante essa operação, poderá ser visto somente após emergência das plântulas, levando a perdas significativas de produção (SILVA, et al., 2007).

As rodas compactadoras aumentam o contato entre o solo e a semente, através da aplicação de pressão, promovendo uma leve compactação. Com isso, proporciona-se maior absorção de água o que contribui, principalmente, para a germinação. Deste modo, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a velocidade de emergência e a população final de plantas de soja, em função das configurações de pressão e ângulo de abertura das rodas compactadoras.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Avaliar a velocidade de emergência, o índice de velocidade de emergência e a população final de plantas de soja, em função das configurações de pressão e ângulo de abertura das rodas compactadoras.

1.1.2 Objetivo Específico

Determinar a área de solo mobilizada no sulco da semeadura.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A CULTURA DA SOJA

A soja (*Glycine max*), é uma planta da família Fabaceae (Leguminosas). Originária da China no continente asiático, entre os séculos XIV e XIX, vinha sendo pesquisada pelos europeus, os quais buscavam conhecimentos sobre o seu desenvolvimento e sua produtividade. Na América do Norte, foi referida pela primeira vez nos Estados Unidos, em 1804, como produtora de grãos e forrageira. Após muitos experimentos efetuados, seu potencial foi reconhecido e, a partir de 1930, ocorreu a grande expansão como cultura produtora de grãos (CAMARA, 2015).

Chegou ao Brasil no século XX, vinda dos Estados Unidos, mais precisamente no ano de 1892, através de pesquisas do professor Gustavo Dutra, da Escola de Agronomia da Bahia. Na região Sul seu primeiro registro de cultivo intenso foi no Rio Grande do Sul, no município de Santa Rosa (SILVA, 2010).

2.1.1 Características fisiológicas e produtividade

A qualidade fisiológica das sementes de soja, no que diz respeito a viabilidade e vigor, tem influência direta em muitos aspectos do seu desempenho como, por exemplo, a taxa de emergência e a emergência total (PÁDUA, 2010).

As sementes apresentam maior velocidade quando possuem alto vigor nos processos metabólicos, tem rápida emissão e uniformidade da raiz primária no processo de germinação, alcançando uma maior taxa de crescimento, produzindo plântulas com maior tamanho inicial (MUNIZZI et al., 2010).

Segundo Vanzolini e Carvalho (2002), o maior comprimento da raiz primária e maior comprimento total de plântulas se deu a partir de sementes mais vigorosas. Aonde, Kolchinski et al. (2006), constataram que a maior área foliar das plantas de soja foram provenientes de sementes de alto vigor e que, esse alto vigor, eleva a taxa de crescimento a partir dos 21 dias após emergência.

Sementes com maior tamanho ou apresentando maior densidade possuem, normalmente embriões que foram bem formados e com reservas maiores, aumentando o seu potencial vigoroso. Sendo assim a quantidade de reserva aumenta a probabilidade de sucesso ao estabelecer a plântula, permitindo a sobrevivência por

mais tempo, caso se depare com condições ambientais desfavoráveis (CARVALHO, 2000).

Nesse contexto, pode-se ressaltar que tais características avaliadas ajudam a identificar a qualidade fisiológica das sementes, permitindo a avaliação do bom desempenho destas, o que auxilia na obtenção de um bom estande de plantas e assim, reforça o ganho de produtividade.

2.2 SEMEADORA ADUBADORA

2.2.1 Mecanismo de deposição de adubo

As máquinas usadas para a semeadura do soja, em geral são equipadas com haste sulcadora para incorporação do adubo. Segundo Araújo et al. (1999), a vantagem da haste sulcadora em relação a outros mecanismos de abertura do sulco é a descompactação da camada superficial do solo. O uso de hastes sulcadoras possibilita que os fertilizantes atinjam maiores profundidades, estimulando o aprofundamento das raízes e evitando os efeitos de compactação do solo sobre o crescimento das plantas. No entanto o emprego dessas hastes em relação a outros mecanismos, como o disco duplo, por exemplo, requer mais força de tração e, em consequência aumenta o consumo de combustível.

Segundo Reis et al. (2006), o mecanismo que é composto pelas hastes sulcadoras proporcionam maior mobilização do solo nos sulcos da semeadura, em comparação ao mecanismo de discos duplos, aumentando problemas como erosão do solo e incidência de ervas daninhas. Já o sulcador tipo disco duplo exerce forças laterais sobre o solo, deixando o sulco uniforme, em formato de “V”, o que melhora o contato do solo com a semente.

De acordo com Iqbal et al. (1998), as forças laterais exercidas pelo disco duplo em solos argilosos, úmidos e compactados, acaba tornando-se uma barreira física para o desenvolvimento das raízes, quando o teor de umidade do solo não é respeitado na hora da semeadura, quanto mais úmido o solo, maior o grau de compactação lateral do sulco.

Também deve ser levado em conta o efeito salino dos fertilizantes na germinação. Como a maioria dos fertilizantes são sais, a sua aplicação próximo as sementes podem prejudicar a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas.

Este efeito pode ocorrer quando a concentração de sais da solução for maior que a da semente (DESAI et al., 2004).

Quando a concentração de sais for muito alta, as sementes e radículas tem dificuldades na absorção de água, devido ao aumento da pressão osmótica externa das células (MARSCHNER, 1995). Diante disso, além dos prejuízos na germinação, a alta taxa de sais pode comprometer o desenvolvimento radicular e vegetativo das plantas (SOUZA et al. 2007), sendo mais evidente em adubações mal feitas em relação a localização do adubo e também de doses além do recomendado.

2.2.2 Mecanismo dosador de precisão

Um processo eficiente de dosagem baseia-se em individualizar as sementes contidas em um reservatório, distribuindo uniformemente sem danificá-las, conforme os padrões recomendados para cada tipo de grão.

De modo geral, segundo Portella (1997), os mecanismos dosadores de precisão classificam-se em dois grupos principais, mecânicos e pneumáticos. Os mecânicos tem a forma de disco alveolado, encontram-se no fundo dos reservatórios, ao girar captam as sementes e transportam até a abertura de saída, onde são direcionadas até o solo. No segundo caso, o mecanismo do tipo pneumático, é constituído de discos perfurados, onde atuam os efeitos de pressurização ou sucção de ar. Desse modo, quando as sementes entram na perfuração do disco alveolado, são captadas pelo diferencial de pressão criado, e são transportadas até uma abertura de saída, onde o diferencial de pressão é eliminado e as sementes são liberadas ao solo.

De acordo com Silva et al. (1985) e Silveira (1989), Dentre uma das características mais importantes de uma semeadora adubadora, está a capacidade de proporcionar um baixo índice de danos as sementes, durante o processo de semeadura. Portanto, seu mecanismo dosador deve estar adequado a espécie e variedade a ser semeada, para que, de algum modo evite que estas sementes sejam danificadas e percam seu poder germinativo (BALASTREIRE, 1987).

Ainda segundo o autor, é comum encontrar um percentual de até 7% de sementes quebradas, em dosadores mecânicos e sugere o uso do sistema de dosar pneumático a vácuo para sementes muito frágeis.

Velocidades do conjunto trator/semeadora superiores a 5km/h resultam em maiores números de falhas na deposição de sementes, quando utilizados dosadores

mecânicos (JASPER, et al. 2011; BOTTEGA, et al. 2014; MACEDO, et al. 2016). De acordo com Pavan Junior (2006), semeadoras que possuem mecanismo dosador de disco horizontal, devem trabalhar com velocidade máxima de 5 km/h. Velocidades superiores, ocasionam o mal preenchimento dos furos, causando desuniformidade na distribuição de sementes.

Em trabalhos elaborados por Mantovani et al. (1992), foram testadas nove semeadoras em campo, e constataram que em nenhuma delas houve perda na qualidade das sementes, após sua passagem pelo mecanismo dosador.

De acordo com Butierres (1980), avaliando três semeadoras no plantio da soja, e concluiu que houve perda no poder germinativo das sementes, vindas de reservatórios cheios, em função do peso das sementes sobre o disco dosador.

Em estudos realizados por Oliveira et al. (2000), constatou-se que não houve redução do poder germinativo e vigor de sementes de milho, quando usado o dosador do tipo horizontal perfurado, nas velocidades de semeadura de 5 e 7 km/h.

2.2.3 Roda Compactadora

A função da roda compactadora no leito da semeadura é aproximar o contato da semente com camada de solo adensado que a rodeia, de forma a promover adequado fluxo de calor e umidade. Diante disso, foram desenvolvidos diversos tipos de rodas compactadoras, visando obter um efeito de adensamento dirigido. Segundo Mialhe (2012), os principais tipos de rodas compactadoras podem ser classificados como, rodas de pressão, rodas adensadoras-recobridoras e rodas adensadoras.

O mesmo autor, classifica as mesmas como:

- Rodas de pressão, são instaladas logo atrás das asas do facão abridor de sulco, com a função de pressionar a semente firmemente no fundo do sulco, eliminando o efeito de bolsas de ar ao redor das sementes, em terrenos com baixa umidade. Essa roda geralmente apresenta uma banda de rodagem de borracha macia, maciça com 25 a 30mm de largura, e um diâmetro de aproximadamente 200 mm.

- Rodas adensadoras-recobridoras apresentam uma dupla finalidade, proporcionar o adensamento dirigido do solo de cobertura e auxiliar na cobertura das sementes, ou aumentar a camada de terra sobre as sementes. Esse sistema é composto por um par de rodas de banda de rodagem estreita, acopladas em eixos inclinados. Esse mecanismo compacta o solo nas adjacências da linha de semeadura.

- Rodas adensadoras, composta apenas por uma roda, com banda de rodagem mais larga e côncava. Pode ser metálica ou emborrachada. Esse tipo de roda, além de exercer a função de adensamento do solo, alguns fabricantes utilizam o mesmo para movimentar o sistema dosador de semente.

De acordo com Casão e Campos (2004), o mecanismo de adensamento tem a função de pressionar o solo nas laterais do sulco, para um melhor contato solo-semente, permitindo uma menor densidade na camada acima, assim reduzindo o esforço necessário para a emergência do epicótilo. Diante disso as rodas adensadoras-recobridoras são mais eficientes.

Segundo Mialhe (2012), é praticamente obrigatório, o adensamento superficial quando a semeadura é realizada em solo seco, enquanto em solos úmidos o adensamento em excesso pode acarretar em deformação plástica, comprometendo a emergência das plântulas. No entanto, o procedimento de semeadura deve ser realizado em solo de condição friável.

A semeadura realizada em solos que se encontram acima do limite de plasticidade, causam compactação, e reduzem sua capacidade de infiltração. A semeadura em solo seco tem uma diminuição na eficiência dos mecanismos sulcadores, que por sua vez, provocam menor contato solo-semente (KONDO e DIAS JUNIOR, 1999).

Em semeadoras que possuem haste sulcadora sem o mecanismo de adensamento para o acabamento da semeadura, reduzem em 33% a cobertura do solo após sua passagem. O mecanismo de adensamento proporciona uma melhora considerável na profundidade das sementes e na cobertura da linha, bem como reduzem o número de sementes expostas (BRANDELERO, 2009).

Hummel et al. (1981), em trabalhos realizados com diferentes rodas compactadoras na semeadura da soja, constataram que o desenho e a operação da roda compactadora apresentou considerável influência sobre o ambiente do solo ao redor da semente, e que essa influência depende do nível de pressão e desenho da roda, do teor de água no solo e das condições climáticas na entre a época de semeadura e emergência.

De acordo com Silva et al. (2007), testando três modelos de rodas compactadoras, com três profundidades de semeadura e três níveis de carga sobre a roda compactadora sob a temperatura e o teor de água no solo, no milho, constataram que as rodas com maior área de contato com o solo promoveram valores mais

elevados do teor médio de água e da temperatura do solo, enquanto o nível de carga sobre a roda compactadora não interferiu na temperatura e no teor de água no solo.

Em trabalho elaborado por Cortez et al., (2005) operando com três modelos diferentes de rodas compactadoras e três diferentes cargas verticais na cultura do milho, concluíram que o número de dias para emergência da plântulas e altura de planta não foi alterado em relação ao tratamentos aplicados.

2.3 VELOCIDADE DE EMERGÊNCIA

A campo, um dos principais aspectos a ser observado é o desempenho da semente durante o processo de germinação e emergência. As cultivares modernas de soja tem apresentado alta produtividade em baixas populações, de 180 a 250 mil plantas ha⁻¹ mas, para que isso se concretize com eficiência, além do uso de sementes de alta qualidade, é necessário um sistema preciso de semeadura (EMBRAPA, 2010).

De acordo com Modolo et al. (2007), ao estudar os efeitos da combinação entre teores de água no solo e cargas aplicadas pela roda compactadora sobre o índice de velocidade de emergência de plântulas de soja, em sistema de plantio direto, onde constataram que a velocidade de emergência foi afetada pelas cargas aplicadas e pelos teores de água no solo.

Segundo estudos realizados por Prado, et al. (2002), que avaliaram diferentes níveis de compactação do solo no leito da semeadura, apontaram que, à medida em que aumenta a compressão do solo, ocorre um aumento no índice de velocidade de emergência e vigor da plântula, aplicando uma força de até 15 kgf na roda de compactação.

Em trabalhos realizados com a cultura do feijão, Silva (1990), aponta que as cargas exercidas nas rodas que efetuaram a compactação do solo acima das sementes, causaram um decréscimo na velocidade de emergência e na emergência total de plântulas. O autor ainda aponta que os diferentes tipos de roda provocaram comportamentos diferentes, afetando o ambiente do solo.

Em diferentes configurações de ângulo e pressão da roda compactadora, de uma semeadora adubadora de precisão, Dugato e Palma (2018) não observaram influência sobre a velocidade de emergência, índice de velocidade de emergência e população de plantas do milho.

2.4 POPULAÇÃO FINAL DE PLANTAS

A população final de plantas tem grande influência no rendimento final de grãos, porém uma população muito acima do recomendado, pode acabar prejudicando o estande de plantas. Além de não somar na produtividade pode ocasionar riscos de perdas por acamamento e aumento no custo de produção (NAKAGAWA et al., 1988). Segundo Lautmann (2016), em casos de elevada população o acamamento pode levar a redução do rendimento de grãos.

Em estudos realizados por Vazquez et al. (2008), que avaliaram os efeitos de reduções na população de plantas sobre a produtividade e a qualidade fisiológica da semente de soja, concluíram que a cultura da soja é capaz de suportar grandes reduções de população sem perdas significativas de produtividade. A cultivar com melhor resultado, suportou redução de até 45% no estande de plantas. A variação na população não interferiu na qualidade fisiológica das sementes produzidas.

Segundo Marques (1981), em trabalhos elaborados com população final de plantas, foi observado variações no rendimento, com a alteração do número de plantas por área. No teste de três populações de plantas (25, 35 e 45 plantas m⁻²) com três diferentes espaçamentos entre linha, o rendimento de grãos teve efeito significativo no quesito população final e número de legumes por planta.

De acordo com Herbert e Litchfield (1982), obtiveram aumento de 27% no rendimento de grãos com o aumento da população de plantas de 21 para 68 plantas m², trabalhando com variação na população de plantas e espaçamento entre linhas.

Em vários trabalhos realizados utilizando espaçamentos entre linha de 17 até 100 cm, tem-se verificado aumento de até 40% no rendimento com a redução do espaçamento. Este aumento no rendimento tem sido em função de diversos fatores, como a melhor distribuição de raízes, exploração uniforme da fertilidade do solo, melhor uso da água devido ao sombreamento mais rápido do solo (HERBERT e LITCHFIELD, 1982; ETHREDGE et al., 1989; BOARD et al., 1990; PIRES et al., 1998; VENTIMIGLIA et al., 1999)

2.5 ÁREA DE SOLO MOBILIZADA

A área de solo mobilizada provém do mecanismo rompedor de solo da semeadora adubadora. Segundo Reis et al. (2004) ao utilizar diferentes mecanismo

rompedores de solo, como haste sulcadora e disco, percebe-se diferenças na relação solo-semente e na qualidade de semeadura.

De acordo com Koakoski et al. (2007), em estudo avaliando o efeito de dois mecanismos rompedores (haste sulcadora e disco) e três pressões na roda compactadora na cultura da soja, concluíram que o mecanismo rompedor do tipo haste proporciona maior profundidade de plantio, menor distância entre sementes e redução da resistência do solo à penetração. A pressão da roda compactadora influencia na emergência das plântulas, quando é utilizado rompedor do tipo haste.

Além dos ações promovidas pelo mecanismos rompedores que mobilizam o solo no interior do sulco, também existe possibilidade de adicionar mecanismos de cobertura para o retorno do solo e da palha antes mobilizados (CASÃO JUNIOR e SIQUEIRA, 2006; BRANDELERO, 2009). O uso de mecanismos de cobertura para o retorno do solo e palhada sobre o sulco, anteriormente retirado pelos sulcadores, também podem ser chamados roda compactadora, que proporcionam aumento na profundidade das sementes, reduzindo o número de sementes expostas e melhoram o população final de plantas (CASÃO JUNIOR e SIQUEIRA, 2006). Também, o emprego deste mecanismo, em relação não só da reposição do solo, mas sim do retorno da palhada sobre o sulco, contribui para a redução na oscilação da temperatura e perdas de água, o que conseqüentemente irá proporcionar uma melhor qualidade na semeadura (BRANDELERO, 2009).

Em avaliação com rodas compactadoras Dugato e Palma (2018) observaram que a maior carga e o alinhamento paralelo das rodas apresentou 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.

3 MATERIAL E MÉTODOS

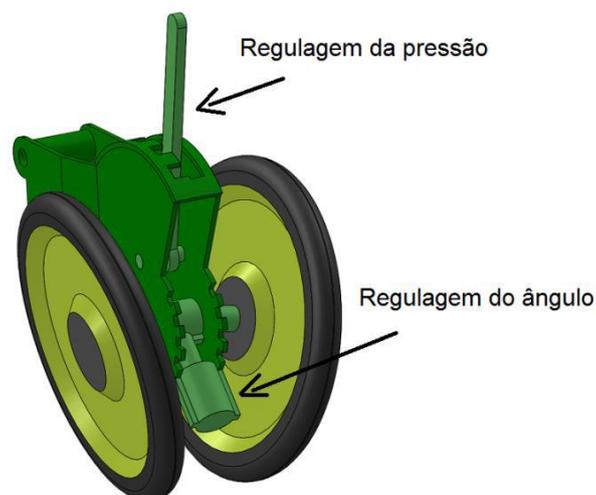
3.1. LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi realizado no município de Cerro Largo-RS, entre as coordenadas 28°08'24 latitude" e 54°43'47" longitude em área experimental pertencente a Universidade Federal da Fronteira Sul. A área encontrava-se com cultivo de forrageira Capim sudão (*Sorghum sudanense*) em sistema de semeadura direta. Segundo Streck et. al. (2008), o solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico típico, de textura argilosa.

3.2 TRATAMENTOS

Os tratamentos são o resultado dos ajustes da regulagem do ângulo de abertura e da pressão exercida pelas rodas do mecanismo de adensamento do solo na linha de semeadura (Figura 1).

Figura 1 – Roda compactadora



Fonte: Dailson Dugatto, 2015.

Os tratamentos foram compostos por duas regulagens de abertura (0° e 15°) e duas regulagens da pressão de adensamento (39 e 82 kPa).

Também, foi avaliada a ausência da roda compactadora, caracterizando a testemunha. Os tratamentos tiveram 4 repetições totalizando 20 unidades experimentais, de acordo com a Tabela 1.

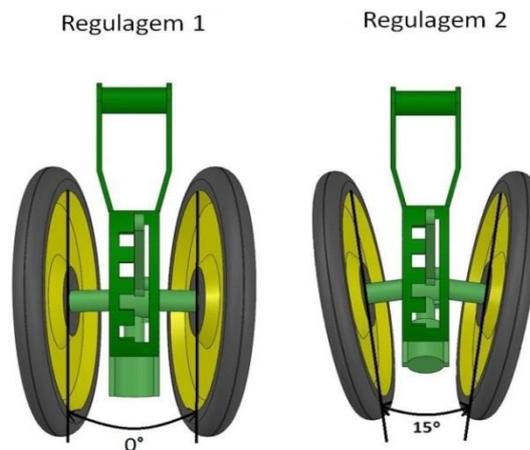
Tabela 1 – Combinação de regulagens de ângulo e pressão

Tratamentos utilizados		
Tratamento	Ângulo de abertura	Pressão de adensamento
T1	1 (0°)	1 (39 kPa)
T2	1 (0°)	2 (82 kPa)
T3	2 (15°)	1 (39 kPa)
T4	2 (15°)	2 (82 kPa)
T5	Testemunha	

Fonte: Elaborado pelo autor.

O ângulo de abertura da roda compactadora foi avaliado de forma paralela ao solo na altura do eixo, de acordo com a Figura 2.

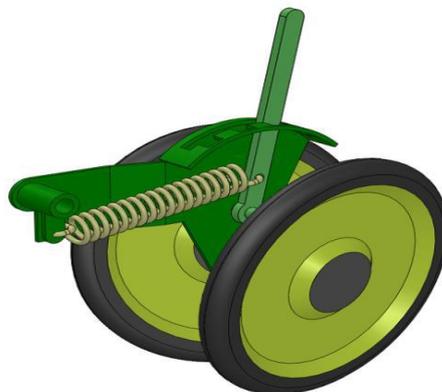
Figura 2– Regulagem de ângulo que foram avaliadas



Fonte: Dailson Dugatto, 2015.

A pressão exercida pela roda compactadora é decorrente da força da tração de uma mola, localizada no centro do mecanismo, entre o suporte de fixação e a alavanca de regulagem, de acordo com a Figura 3.

Figura 3 – Regulagem de pressão

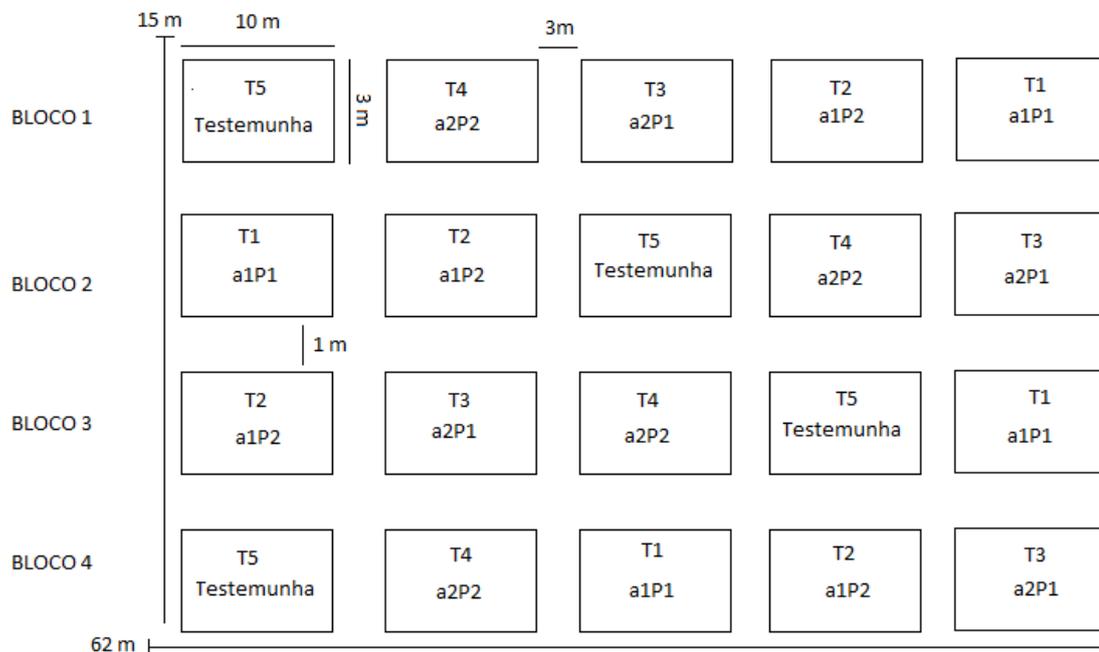


Fonte: Dailson Dugatto, 2015.

3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Para realizar o experimento, foi utilizado o delineamento de blocos casualizados (DBC) com 5 tratamentos e 4 repetições (4 blocos), totalizando 20 parcelas. Cada parcela constituída por 5 linhas de semeadura com 10 metros de comprimento e um espaçamento de 0,50m entre as linhas. As parcelas tiveram 3m de espaçamento uma da outra. A distribuição das parcelas na área experimental sucedeu de acordo com o croqui da Figura 4.

Figura 4 – Distribuição das parcelas na área experimental



As siglas a1 e a2 significam regulagem de ângulo 1 (0°) e ângulo 2 (15°). As siglas P1 e P2 significam a regulagem de pressão da roda compactadora, P1 (39 kPa) e P2 (82 kPa).

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas por meio do teste de Scott-Knott ao níveis de 5% de probabilidade de erro, com o auxílio do software SasmAgri.

3.4 EQUIPAMENTOS E MATERIAL

3.4.1 Trator

Realizou-se a semeadura com um trator agrícola marca New Holland® modelo TL 75 com tração dianteira auxiliar (TDA) e 78 CV de potência para tração da

semeadora adubadora. O conjunto foi ajustado para desempenhar a operação de semeadura a uma velocidade de $1,39 \text{ m.s}^{-1}$.

3.4.2 Semeadora adubadora

Para a semeadura da soja, foi utilizado uma semeadora adubadora de precisão da marca KF®, modelo compacta, com 6 linhas. Os módulos de semeadura estavam equipados com disco corta palha, haste sulcadora e disco duplo para incorporar a semente ao solo.

3.4.3 Cultivar

A cultivar utilizada foi o TMG 7061 IPRO®, ciclo médio entre 125 a 132 dias, com população final desejada de 200.000 plantas por hectare

3.4.4 Perfilômetro

Para avaliar a área de solo mobilizada foi utilizado um perfilômetro (Figura 5) com precisão de 0,005 m, constituído de uma estrutura metálica de 1,2 m de altura e 1m de largura.

Figura 5 - Perfilômetro



Fonte: Elaborado pelo autor.

A leitura dos dados no equipamento foi realizada através de fotografias digitais, obtidas 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 para a digitalização dos dados e quantificação da área de solo mobilizado.

3.5 IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO

A semeadura do soja foi realizada no dia 24 de outubro de 2019. Para determinação da quantidade de sementes distribuídas considerou-se a taxa de germinação, dano mecânico e pureza das sementes. Objetivou-se a população final de 200.000 plantas por hectare.

3.6 CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE CULTIVO

Para a caracterização do solo, foram realizadas avaliações de densidade e umidade de acordo com a metodologia proposta pela Embrapa (1997). Foram coletadas 8 amostras indeformadas, distribuídas na área experimental nas camadas de 0 a 0,10m e 0,10 a 0,20 m.

3.7 RESULTADOS AVALIADOS

Foram realizadas avaliações relacionadas a emergência das plântulas (índice de velocidade de emergência, velocidade de emergência e população final de plantas), em relação ao sulco de semeadura (área de solo mobilizada).

Para avaliar a velocidade de emergência foi utilizada a metodologia proposta por EDMOND & DRAPALA (1958) conforme Equação 1.

$$V.E. = \frac{(N1*G1)+(N2*G2)+\dots+(Nn*Gn)}{(G1+G2+\dots+Gn)} \quad (1)$$

Sendo:

V.E. – velocidade de emergência;

G – número de plântulas normais computadas nas contagens; e,

N – número de dias após a semeadura a cada contagem.

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

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

Sendo:

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

- G - número de plântulas normais computadas nas contagens; e,
N - número de dias após semeadura a cada contagem.

A contagem das plântulas foi realizada diariamente a partir das primeiras plântulas emergidas. Iniciou-se no quarto dia após a semeadura e finalizou-se no décimo primeiro dia. Para determinar o número de plântulas, foi considerado apenas plântulas normais conforme a Regra para Análise de Sementes (RAAS, 2009). Para avaliar a população final de plantas, realizou-se uma contagem aos 30 dias após a semeadura.

A avaliação da área de solo mobilizado foi obtido através do método do perfilômetro (CARVALHO FILHO et al., 2007). Para avaliação do perfil de fundo, foi removido manualmente o solo mobilizado, com cuidado para não descaracterizar o efeito do mecanismo. Para quantificar a área mobilizada, subtraíram-se os resultados dos perfis naturais dos resultados do perfil de fundo (CARVALHO FILHO et al., 2007).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 CARACTERIZAÇÃO DO SOLO

As análises realizadas para caracterizar as condições de cultivo, indicam valores de umidade e densidade do solo nas camadas avaliadas, de acordo com a Tabela 2.

Tabela 2 – Dados de umidade e densidade

Profundidade (m)	Umidade gravimétrica kg.kg ⁻¹	Densidade Mg.m ⁻³
0 - 0,10	0,27	1,40
0,10 - 0,20	0,28	1,39

Fonte: Elaborado pelo autor.

Resultados semelhantes foram encontrados por DUGATO e PALMA (2018), operando com o mesmo solo, Latosso Vermelho Distroférico típico, em umidade de 0,25 kg kg⁻¹ na camada de 0 a 0,10m e com densidade de 1,41 Mg m⁻³.

4.2 EMERGÊNCIA DA SOJA

O resultado indica que as configurações de regulagem da roda compactadora não apresentaram diferença significativa na velocidade de emergência de acordo com a Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados relacionados a emergência da soja

Tratamento	VE	IVE	Plantas ha ⁻¹
T1	11,21 a	44,56 b	161.428 b
T2	11,34 a	44,70 b	169.285 b
T3	11,38 a	40,79 b	155.000 b
T4	11,39 a	42,62 b	165.713 b
T5 (Testemunha)	11,29 a	54,96 a	202.856 a
CV (%)	CV%= 1,11	CV%= 9,57	CV%= 7,59

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

Fonte: Elaborado pelo autor.

Resultados semelhantes foram encontrados por Reis et al., (2006) em estudo com a cultura do milho, não verificaram diferença na velocidade de emergência, ao trabalhar com umidade de 0,22; 0,28; 0,34 kg kg⁻¹ e dois tipos de sulcadores.

Ainda Modolo et al., (2010) trabalhando com a cultura do feijão, não observaram diferenças na velocidade de emergência e no índice de velocidade de emergência ao alterar a pressão nas rodas compactadoras.

Para Cortez et al. (2005), observaram que ao utilizar maiores cargas verticais sobre as rodas compactadoras (200 N), causa redução na velocidade de emergência para a cultura do algodoeiro, e que cargas verticais em torno de 100 a 150 N ofereceram benefício ao desenvolvimento inicial das plântulas.

O índice de velocidade de emergência foi maior no tratamento em que as rodas compactadoras foram removidas do módulo de semeadura. Acredita-se que tal fator ocorreu em função da maior umidade e a ausência de compactação do solo próximo as sementes.

De acordo com Modolo et al., (2007), em trabalho avaliando o efeito da combinação entre os teores de água no solo e pressão aplicada pela roda compactadora da semeadora adubadora sobre emergência da soja em um Latossolo Vermelho Distroférico típico concluíram que o maior índice de velocidade de emergência ocorreu no teor de água no solo igual a $0,33 \text{ kg kg}^{-1}$, e na pressão de 86,21 N, enquanto que a carga máxima aplicada na roda compactadora, de 140 N, causou encrostamento superficial do solo, retardando a emergência das plântulas.

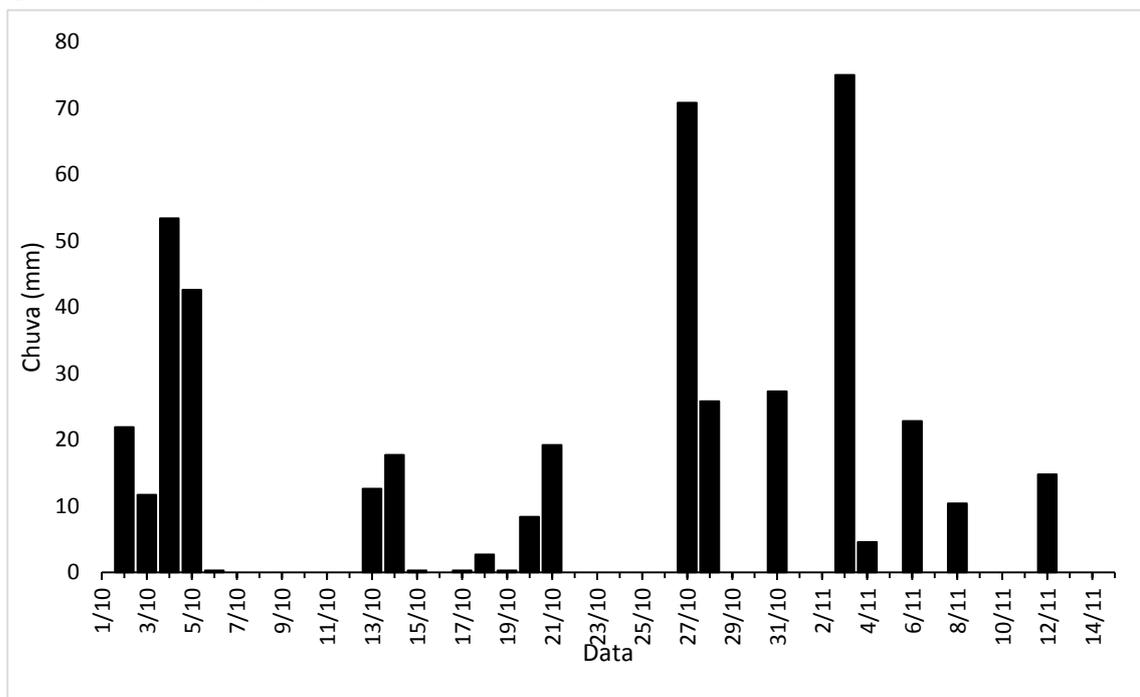
Operando com três profundidades de semeadura (0,02; 0,04 e 0,06 m) e com quatro pressões diferentes na roda compactadora (0; 98; 196 e 294 N), Sordi (2000), observou que o índice de velocidade de emergência em plântulas de feijão foi mais rápido nas menores profundidades de semeadura e também ocorreram as maiores alturas de plantas. Já em relação ao índice de sobrevivência das plantas, a maior pressão aplicada sobre o solo (294 N) teve melhor resultado. Não houve diferença de rendimento de grãos entre os tratamentos.

A população de plantas foi maior no tratamento sem as rodas compactadoras (testemunha), que pode ser justificado pelo alto índice de pluviosidade após a semeadura. A roda compactadora tem a função de aproximar o solo da semente, causando uma leve compactação sobre a mesma. Acredita-se que essa compactação teve efeito negativo na emergência das plântulas, possivelmente devido à alta precipitação após a semeadura, onde o solo reteve maior umidade fazendo com que o testemunha (sem atuação do mecanismo), se sobressaísse aos demais tratamentos, ou seja, a roda compactadora atuou de forma negativa no índice de velocidade de emergência e na população final de plantas.

Já Grotta et al. (2007), operando em Latossolo Vermelho eutroférico, avaliou quatro cargas sobre as rodas compactadoras de uma semeadora adubadora de precisão, combinando com três profundidades de semeadura (0,03; 0,05 e 0,07 m) na cultura da soja, concluíram que a emergência de plântulas, estande final de plantas e rendimento de grãos não foram influenciados pela profundidade de semeadura e carga vertical aplicada sobre as rodas compactadoras. Enquanto a área mobilizada diferiu em relação a profundidade de semeadura.

De acordo com os dados da Estação Meteorológica da Universidade Federal da Fronteira Sul, *Campus* Cerro Largo, a precipitação no local do experimento, durante 15 dias após a semeadura foi de 232 mm, sendo que a primeira chuva ocorreu no terceiro dia após a semeadura, de acordo com a Figura 6.

Figura 6 – Distribuição das chuvas no período do experimento



Fonte: Elaborado pelo autor, 2019

Em trabalho realizado por Dugato e Palma (2018), trabalhando com a cultura do milho, as configurações de pressão e ângulo de abertura da roda compactadora não interferiram na velocidade de emergência, índice de velocidade de emergência e população final de plantas, em Latosso Vermelho argiloso nas condições de umidade e precipitação adequada.

Segundo Furlani et al., (2001), operando com a cultura do milho em diferentes profundidades (0,035; 0,055 e 0,075 m) e com quatro níveis de compactação sobre a

semente (0; 98; 196 e 294 N), observaram que o tempo médio para a emergência das plântulas foi de quatro dias, e a resistência do solo a penetração elevou com a maior carga de compactação e maior profundidade de semeadura.

Para Donadel (2016), as configurações de pressão e ângulo de abertura da roda compactadora não interferiram na produtividade da cultura do milho em Latossolo Vermelho argiloso, nas condições de umidade e precipitação estão adequadas.

4.3 LEITO DA SEMEADURA

A partir das avaliações realizadas com o perfilômetro foi possível estimar a área de solo mobilizada de cada tratamento, conforme a Tabela 4.

Tabela 4 – Resultados relacionados a área de solo mobilizada

Tratamento	Área de solo mobilizada (cm ²)
T1	81,40 a
T2	84,13 a
T3	78,36 a
T4	83,82 a
T5 (Testemunha)	78,64 a
CV%	CV%= 11,36

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 do solo mobilizada não diferiu significativamente entre os tratamentos, pois esse fator é resultado da ação do sulcador, que mobiliza o solo antes da passagem da roda compactadora, não tendo interferência do mecanismo avaliado.

De acordo com Silva (2013), em trabalho avaliando a mobilização do solo, na cultura do milho em sistema de plantio direto, utilizando hastes sulcadoras em diferentes profundidades, concluiu que a mobilização do solo foi influenciada somente pela profundidade de trabalho e o tipo de haste e as profundidades não influenciaram nos componentes de produtividade do milho. Segundo Araújo et al., (1999), em experimento com milho, concluíram que houve aumento no solo mobilizado com o aumento da velocidade, em consequência da movimentação proporcionado pela haste sulcadora.

5 CONCLUSÃO

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

- As configurações de pressão e ângulo de abertura das rodas compactadoras não interferem na velocidade de emergência e no índice de velocidade de emergência.
- As rodas compactadoras atuam negativamente no índice de velocidade de emergência e no estande de plantas de soja quando ocorrerem chuvas intensas e regulares posteriormente a semeadura.
- A área mobilizada não diferiu significativamente dos demais tratamentos.

REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, A. G.; CASÃO JÚNIOR, R.; RALISCH, R.; SIQUEIRA, R. **Mobilização de solo e emergência de plantas na semeadura direta de soja (*Glycine max* L.) e milho (*Zea mays* L.) em solos argilosos**. Revista Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v. 19, n. 2, p. 226-237, 1999.
- BALASTREIRE, L. A. 1987. **Máquinas agrícolas**. Manole, São Paulo. 307 p.
- BOARD, J.E.; HARVILLE, B.G.; SAXTON, A.M. **Narrow-row seed-yield enhancement indeterminate soybean**. Agronomy Journal, Madison, v.82, n.1, p.64-68, 1990.
- BRANDELERO, E. M. **Mecanismos para manejo da palha e do solo na linha em semeadura direta**. UEL - Universidade Estadual de Londrina. Londrina - PR, 2009.
- BRUM, A. L. et al. **A economia mundial da soja: impactos na cadeia produtiva da oleaginosa no rio grande do sul 1970-2000**. Ijuí, 2002
- BUTIERRES, E. **Análise da uniformidade de espaçamento e danificação mecânica na distribuição de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Dissertação Mestrado. Santa Maria: UFSM, 1980. 70p.
- CÂMARA, G. M. S. Texto básico da disciplina essencial LPV 0584: **Cana-de-açúcar, mandioca e soja**. Piracicaba: USP/ESALQ, 2015.
- CARVALHO FILHO, A. et al., **Métodos de preparo do solo: alterações na rugosidade do solo**. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, v.27, n.1, p.229-237, 2007
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000, 588p.
- 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.; SIQUEIRA, R. **Máquinas para manejo de vegetação e semeadura em plantio direto**. In.: Sistema plantio direto com qualidade. Londrina: IAPAR, 2006, p.85-126.
- CONAB, **Receita bruta e líquida operacional dos produtores de algodão, amendoim e soja da safra de 2017/18**. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/precos/receita-bruta-dos-produtos-brasileiros/item/10743-receita-bruta-e-liquida-operacional-dos-produtores-de-algodao-amendoim-e-soja-safra-2017-2018>>. Acesso em: 14 de abr. de 2019.
- CORTEZ J. W. et al., **Avaliação da influência de cargas verticais sobre diferentes rodas compactadoras no ciclo de semeadura do milho**, 2006.
- DESAI, B.B. et al. **Seeds handbook: biology, production, processing and storage**. 2.ed. New York, Marcel Dekker, 2004. 787 p.

DONADEL, J. **Influência da roda compactadora da semeadora adubadora em relação à produtividade do milho**, Cerro Largo – RS, 2016.

DUGATO, D; PALMA, M. A. Z. Pressure and angle of the seed-fertilizer drill press wheel on corn emergence. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande , v. 22, n. 10, p. 726-731, Oct. 2018.

EMATER. **Acompanhamento de safras**. Disponível em: http://www.emater.tche.br/site/infoagro/acompanhamento_safra.php#.XHVZ0lhKY. Acessado em: 14 de abr. de 2019.

EMATER. **Informativo conjuntural**. Disponível em: http://www.emater.tche.br/site/infoagro/informativo_conjuntural.php#.XHVZzYhKhPY. Acessado em: 14 de abr. de 2019.

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **A importância do uso de semente de soja de alta qualidade**. Folder nº 01/2010 – Embrapa soja. Março de 2010.

ETHREDGE, W.J.; ASHLEY, D.A.; WOODRUFF, J. M. **Rowspacing and plant population effects on yield components of soybean**. *Agronomy Journal*, Madison, v.81, n.6, p.947-951, 1989.

FURLANI, C.E.A. et al., **Influência da compactação do solo na emergência das plântulas de milho a diferentes profundidades de semeadura**. *Engenharia na Agricultura*, Viçosa, v.9, n.3, p.147-53, 2001

GROTTA, C. C. D. et al., **Cultura da soja em função da profundidade de semeadura e da carga vertical sobre a fileira de semeadura**, 2007.

HERBERT, S.J.; LITCHFIELD, G.V. **Partitioning soybean seed yield components**. *Crop Science*, Madison, v.22, n.5, p.1074-1079, 1982.

HUMMEL, J.W.; GRAY, L. E.; NAVE, W. R. **Soybean emergence from field seedbed environments**. *Transactions of the ASAE*, Saint Joseph, v. 24, n. 4, p. 872-878, 1981

IQBAL, M.; MARLEY, S.J.; ERBACH, D.C.; KASPAR, T.C.; **An evaluation of seed furrow smearing**. *Trans. Am. Soc. Agron. Eng.*, v. 41, p.1243-1248, 1998.

KOAKOSKI, A. et al., **Desempenho de semeadora-adubadora utilizando dois mecanismo rompedores e três pressões da roda compactadora**, 2007.

KOLCHINSKI, E.M.; SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T. **Crescimento inicial de soja em função do vigor das sementes**. *Revista Brasileira de Agrociência*, v.12, n.2, p.163-166, 2006.

KONDO, M.K.; DIAS JÚNIOR, M.S. **Efeito do manejo e da umidade no comportamento compressivo de três latossolos**. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Viçosa, v. 23, n. 2, p. 497-506, 1999

LAUTMANN, A. **A importância de um estande adequado para soja**, 2016, Disponível em <https://canalrural.uol.com.br/sites-e-especiais/projeto-soja-brasil/a-importancia-de-um-stand-adequado-para-a-soja/>, Acessado em 24 de outubro de 2019.

MANTOVANI, E. C., S. BERTALUX & F. E. de C. ROCHA, 1992. **Avaliação da eficiência operacional de diferentes semeadoras-adubadoras de milho**. Pesquisa Agropecuária Brasileira.

MARQUES, J. B. B. **Efeito do espaçamento entre fileiras, população de plantas e irrigação sobre o rendimento da planta, rendimento e qualidade da semente da soja (*Glycine max (L.) Merrill*)**. 1981. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Faculdade de Agronomia, URGS - Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2.ed. London: Academic, 1995. 889p

MIALHE, L. G. **Rodado e sistema de direção**. Máquinas motoras na agricultura. São Paulo, 2012. v. 2, cap. 13, p. 189-196.

MODOLO, A. J. et al. **Efeito do teor de água do solo e da carga aplicada pela roda compactadora na velocidade de emergência da soja**. Departamento de Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Maringá – PR, 2007.

MODOLO, A. J. et al., **Efeito de cargas aplicadas e profundidades de semeadura no desenvolvimento da cultura do feijão em sistema plantio direto**. Ciência & Agrotecnologia, v.34, p.739-745, 2010

MUNIZZI, A. et al., **Qualidade de sementes de quatro cultivares de soja, colhidas em dois locais no estado de Mato Grosso do Sul**. Revista Brasileira de Sementes: v.32, n.1, p.176-185, 2010.

NAKAGAWA, J. et al. **Efeito da densidade de plantas no comportamento de cultivares de soja, em duas épocas de semeadura**. Pesq. Agropecu. Bras., Brasília, v. 23, p. 1003-1014, 1988.

OLIVEIRA, M. L. de, L. et al., **Desempenho de uma semeadora-adubadora para plantio direto, em dois solos com diferentes tipos de cobertura vegetal**. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Ano 2000.

PAVAN JUNIOR, A. **Sistema plantio direto: avaliação de semeadora em função do manejo da palhada e velocidade de trabalho na cultura da soja**. UNESP – Universidade Estadual Paulista. Jaboticabal – SP, 2006.

PIRES DA SILVA, R. T. et al., **Agronegócio, a cadeia produtiva da soja: uma análise sobre a ótica do Sistema Agroindustrial e reflexões em relação à internacionalização de empresas**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2010, São Carlos-SP.

PIRES, J.L.; COSTA, J.A.; THOMAS, A. L. **Rendimento de grãos de soja influenciado pelo arranjo de plantas e níveis de adubação**. Pesquisa Agropecuária Gaúcha, Porto Alegre, v.4, n.2, p.183-188, 1998.

PORTELLA, J. A. **Mecanismos dosadores de sementes e fertilizantes em Máquinas Agrícolas**, Passo Fundo – RS, 1997.

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.

RAS. **Regras para análise de sementes**. Brasília : Mapa/ACS, 2009. 399 p.

REIS, E. F. et al., **Densidade do solo no ambiente solo-semente e velocidade de emergência em sistema de semeadura de milho**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 30, n. 5, p.777-786, 2006.

REIS, E.F. et al., **Avaliação de mecanismos rompedores e compactadores em semeadura direta**. Revista Engenharia na Agricultura, v.12, p.212-221, 2004.

SILVA, A. V. F. **Mobilização do solo e desempenho operacional de semeadora-adubadora com dois tipos de hastes sulcadoras em plantio direto de milho**, 2013.

SILVA, F.M. **Influência do tipo de rodas compactadoras de semeadoras-adubadoras, no condicionamento físico do solo e no desenvolvimento de plantas**. Dissertação (Mestrado em Máquinas Agrícolas) Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 1990.

SILVA, J. G. et al., 1985. **Desempenho de semeadeiras no plantio de feijão em monocultura e consorciado com milho**. Embrapa-CNP, Goiânia. 23 p.

SILVA, R. P. et al. **Efeito da profundidade de semeadura e de rodas compactadoras submetidas a cargas verticais na temperatura e no teor de água do solo durante a germinação de sementes de milho**. Uberaba – MG, 2007.

SILVEIRA, G. M. 1989s. Semeadoras, p. 87-153. **As máquinas de plantar: aplicadoras, distribuidoras, semeadoras, plantadoras, cultivadoras**. Globo, Coleção do Agricultor. Rio de Janeiro. 257 p.

SORDI, F. **Efeito da profundidade de semeadura e compactação do solo sobre a semente na cultura do feijoeiro (Phaseolus vulgaris)**, Jaboticabal, 2000.

SOUZA, F.S. et al. **Desenvolvimento radicular do algodoeiro em resposta à localização do fertilizante**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.31, n.2 p.387-392, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v31n2/a21v31n2.pdf>>. Acesso em: 14 de abr. de 2019.

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.

VANZOLINI, S.; CARVALHO, N.M. **Efeito do vigor de sementes de soja sobre o seu desempenho em campo**. Revista Brasileira de Sementes, v.24, n.1, p.33-41, 2002.

VAZQUEZ, G. H. et al., **Redução na população de plantas sobre a produtividade e a qualidade fisiológica da semente de soja**, 2008.

VENTIMIGLIA, L.A. et al. **Potencial de rendimento da soja em razão da disponibilidade de fósforo no solo e dos espaçamentos**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.34, n.2, p.195-199,1999.