

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

**INFLUÊNCIA DA RODA COMPACTADORA DA SEMEADORA ADUBADORA EM  
RELAÇÃO À PRODUTIVIDADE DO MILHO**

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**JEANCARLO DONADEL**

**CERRO LARGO – RS**  
**2016**

**JEANCARLO DONADEL**

**INFLUÊNCIA DA RODA COMPACTADORA DA SEMEADORA ADUBADORA EM  
RELAÇÃO À PRODUTIVIDADE DO MILHO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal da Fronteira Sul, como parte das exigências do Curso de Graduação em Agronomia, para a aprovação na disciplina de TCC - II.

Orientador: Prof. Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma

CERRO LARGO - RS

2016

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

DONADEL, JEANCARLO  
INFLUÊNCIA DA RODA COMPACTADORA DA SEMEADORA  
ADUBADORA EM RELAÇÃO À PRODUTIVIDADE DO MILHO/ JEANCARLO  
DONADEL. -- 2016.  
29 f.:il.

Orientador: MARCOS ANTÔNIO ZAMBILLO PALMA.  
Trabalho de conclusão de curso (graduação) -  
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de  
AGRONOMIA , Cerro Largo, RS, 2016.

1. SEMEADORA ADUBADORA. 2. MECANISMO COMPACTADOR. 3.  
MILHO. 4. PLANTIO DIRETO. I. PALMA, MARCOS ANTÔNIO  
ZAMBILLO, orient. II. Universidade Federal da Fronteira  
Sul. III. Título.

**JEANCARLO DONADEL**

**INFLUÊNCIA DA RODA COMPACTADORA DA SEMEADORA ADUBADORA EM  
RELAÇÃO À PRODUTIVIDADE DO MILHO**

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

Orientador: PROF. DR. MARCOS ANTONIO ZAMBILLO PALMA

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela em: 23/11/16

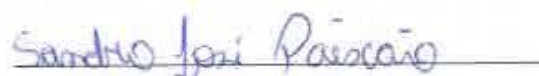
**BANCA EXAMINADORA**



Prof. Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma – UFFS



Profª. Dr. Fernanda San Martins Sanes – UFFS



Prof. Dr. Sandro José Paixão - UFFS

## AGRADECIMENTOS

Aos meus pais José Ilso e Bernardete, pelo apoio, incentivo, paciência e amor incondicional durante toda a vida, por me auxiliarem financeiramente durante o período da faculdade e durante toda minha vida, ao meu irmão Geovane por toda a amizade e amor que me deu incondicionalmente.

À Universidade Federal da Fronteira Sul, pela oportunidade de realização do curso de Agronomia.

Ao professor Marcos Antonio Zambillo Palma, pela orientação, amizade e apoio incondicional, obrigado!

Aos participantes da banca de defesa professor Sandro Paixão e a professora Fernanda Sanes.

Aos meus colegas, que de uma maneira ou outra, contribuíram para a realização deste trabalho.

Agradeço de forma especial a Tia Mariazinha por ter me proporcionado a escolha e o incentivo de entrar na faculdade.

A todos os meus amigos e familiares, que de alguma forma contribuíram e me apoiaram neste caminho.

## RESUMO

As máquinas semeadoras adubadoras são compostas por diferentes peças, obtendo relevante destaque neste trabalho o mecanismo compactador, isso porque as semeadoras adubadoras de precisão utilizadas na semeadura direta geralmente são equipadas com haste sulcadora para incorporação do adubo e disco duplo para deposição das sementes. No entanto existem outros componentes que influenciam nas características do leito de semeadura e no estabelecimento das culturas. O mecanismo compactador do solo é responsável pelo fechamento do sulco, pressionando o solo sobre a semente. Entre os modelos disponíveis no mercado, o mais utilizado é o sistema de rodas em “V”, que possui uma série de regulagens de ângulo de abertura das rodas e da pressão exercida sobre o solo. O presente experimento foi realizado na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul – Campus Cerro Largo, em um Latossolo Vermelho de textura argilosa. Foi avaliada a produtividade em diferentes configurações de ângulo e pressão de um mecanismo de adensamento em “V”. Os resultados indicam que as configurações de regulagem do mecanismo não apresentaram influência sobre a produtividade do milho, não diferindo da testemunha (sem atuação do mecanismo), isso porque a produtividade média do experimento variou minimamente, não havendo variação estatisticamente falando. Já o índice médio de produtividade foi de 9,43 kg de milho colhido por parcela de 3x9m. Os índices de produtividade foram elevados, variando entre 198 e 277 sacos de milho por hectare por parcela colhida, bem acima da média do Estado do Rio Grande do Sul para a mesma safra que foi de 109 sacos/ha. A alta produtividade se deve ao clima, com chuvas frequentes, e adubação adequada do solo.

Palavras-chave: Semeadora adubadora. Mecanismo compactador. Milho. Plantio direto.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>8</b>
2.1 A CULTURA DO MILHO .....	9
2.1.1 Sistema de cultivo.....	9
2.2 SEMEADORAS-ADUBADORAS .....	10
2.2.1 Constituição básica das semeadoras-adubadoras .....	11
2.3 MECANISMO COMPACTADOR.....	13
2.3.1 Germinação.....	13
2.3.2 Mecanismo de aterramento.....	15
2.4 PRODUTIVIDADE .....	15
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>16</b>
3.1. LOCAL DO EXPERIMENTO.....	17
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL .....	18
3.3 EQUIPAMENTOS .....	19
3.4 CULTIVAR A SER UTILIZADA .....	19
3.4.1 População de plantas .....	19
3.5 CONTROLE DE PRAGAS.....	20
3.6 ADUBAÇÃO .....	21
3.7 COLHEITA .....	22
3.8 RESULTADOS AVALIADOS .....	23
<b>4 RESULTADO E DISCUSSÃO .....</b>	<b>24</b>
<b>5 CONCLUSÃO.....</b>	<b>26</b>
<b>6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>28</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O milho (*zea mays*) teve seus primeiros registros em ilhas próximas do México. Há indícios de que tenha sido encontrado a cerca de 7.300 anos, tendo se espalhado de forma rápida por todo o país e regiões tropicais da América, como Panamá e América do Sul. No Brasil, o milho já era cultivado pelos índios guaranis antes da chegada dos Portugueses. Mais tarde, com a chegada dos navegadores, o cultivo do milho expandiu-se para outras áreas do mundo.

É um dos alimentos mais consumidos pelos brasileiros, tanto na alimentação humana, como animal. Desde os primórdios, tinha-se no milho o principal ingrediente da dieta dos índios, consumo que aumentou com a chegada dos Portugueses, incorporando novos produtos à base do milho aos hábitos alimentares. Há registros de pelo menos 74 produtos derivados deste cereal ou que tenham este como componentes, transformados industrialmente. Como exemplos mais inusitados pode ser citado a cerveja, maionese, refrigerante, filmes fotográficos, giz para quadro negro, combustível e tinta látex.

A precisão na semeadura é importante fator para proporcionar produtividade satisfatória na cultura do milho. Além da distribuição precisa das sementes os demais componentes da máquina devem trabalhar adequadamente, visto que necessita-se cortar a palha, abrir o sulco e depositar os fertilizantes e as sementes. Posteriormente ocorre o fechamento e compactação do sulco.

Assim, após a semente ser depositada, deve-se fechar o sulco com solo. O mecanismo compactador possui a função de pressionar o solo lateralmente às sementes, garantindo um máximo de contato da semente com o solo, deixando a camada de terra logo acima da semente menos densa, favorecendo a germinação e emergência.

Dessa forma, o trabalho tem como objetivos avaliar a produtividade da cultura do milho em função de diferentes pressões e diferentes ângulos de inclinação do mecanismo compactador de solo no momento da semeadura direta.



## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Com o aumento da população mundial, faz-se necessário aumentar a produção de alimentos. Assim, o milho surge como uma alternativa rentável, isso porque é utilizado tanto para a alimentação humana, como animal, além de apresentar alta produtividade e ser possível realizar duas colheitas na estação do verão (EMBRAPA, 2008).

### 2.1 A CULTURA DO MILHO

O milho é cultivado em todos os continentes, encontrando-se cerca de 150 espécies com diferentes cores e formatos dos grãos. É mais consumido no México e regiões do Caribe. (SINDIMILHO & SOJA, 2011). Todavia, o que se percebe no decorrer dos séculos é que a planta vem apresentando avanços significativos de rendimento e produtividade, exigências principalmente da agricultura moderna, que requer a produção de mais alimentos, minorando os custos operacionais e reduzindo a movimentação do solo (BOTTEGA *et al*, 2014).

Uma das principais culturas mundiais, a produção de milho tem obtido destaque no mercado nacional, sendo observada uma significativa melhoria no seu desempenho, atribuída à evolução genética do grão, fertilização correta, melhoria do solo e modificações nos arranjos populacionais das plantas (FARINELLI *et al*, 2012). O alcance de alta produtividade tem sido fator preponderante para a lucratividade e, inclusive, para a permanência do agricultor na atividade (DE ALMEIDA *et al*, 2015).

#### 2.1.1 Sistema de cultivo

O agricultor sempre buscará como resultado final de sua cultura a procura por maior lucratividade. Como consequência lógica, busca-se diminuir os custos de investimento para a implantação da cultura, mantendo alta produtividade.

Dentro desse cenário, a implantação da cultura diretamente na palha, utilizando plantio direto, é tido como inovação, surgida na década de 90 (KLUTHCOUSKI, 1998) com projetos que respeitem os recursos naturais, como a água e o solo. Se não bastasse, o plantio direto elevou os índices de produtividade, aumentando a lucratividade e tornando o Brasil competitivo no mercado mundial (DE ALMEIDA *et al*, 2015).

A semeadura direta ou plantio direto, como é mais conhecido, caracteriza-se principalmente pelo não revolvimento do solo, ou seja, a semente é depositada diretamente no

solo não preparado, sendo que os resíduos vegetais da cultura anterior continuam no solo, bem como as plantas daninhas. No Brasil somente foi possível implantar esse sistema após o surgimento e utilização de herbicidas apropriados, utilizados para fazer o controle das plantas daninhas antes e depois do plantio (PAVAN JUNIOR, 2006).

Todavia, deve se ter muito cuidado com o manejo do solo, pois o uso inadequado pode causar problemas, cujos principais são o adensamento e a compactação das primeiras camadas do solo. Observa-se esses problemas principalmente em solos mais pesados e estruturados quando manejados inadequadamente com máquinas de grande porte, dimensionados incorretamente e que imprimem excesso de carga sobre o solo, diminuindo sua porosidade e tornando-o mais coeso e resistente. Tais fatores interferem diretamente no crescimento e desenvolvimento da planta, criando barreiras físicas e impedindo o crescimento radicular, tornando esse solo menos produtivo (DE ALMEIDA et al, 2015).

A compactação do solo caracteriza-se pelo aumento da densidade do solo, fazendo com que as raízes das plantas fiquem confinadas em uma pequena camada do solo compactado. Assim, fica-se totalmente dependente da água e nutrientes ali presentes e torna-se mais susceptível à variação climática (VIZZOTTO, 2014).

A compactação promove redução na capacidade da porosidade do solo, bem como aumento da resistência à penetração mecânica, aumentando a possibilidade de erosão sobre a área e escoamento superficial, diminuindo a disponibilidade de água para as plantas, já que a penetração da água no solo é dificultada. Isso pode promover a restrição do crescimento radicular, diminuindo o crescimento e, conseqüentemente, a produtividade (VIZZOTTO, 2014).

Observa-se que a compactação do solo ocorre de forma regionalizada e localizada, em especial nas extremidades das lavouras, onde há uso maciço de mecanização, com maior trânsito de máquinas e equipamentos, ocasionando rápida e contínua degradação dos recursos naturais físicos, químicos e biológicos. A profundidade dessa compactação varia de acordo com o sistema de manejo, sendo subsuperficial em sistemas de preparo convencional e mínimo, sendo maior de 20 cm (vinte centímetros), e superficial no sistema de plantio direto, de 8 (oito) a 15 cm (quinze centímetros) (DE ALMEIDA, 2015).

## 2.2 SEMEADORAS ADUBADORAS

O mercado nacional vem apresentando constante crescimento na oferta de máquinas semeadoras-adubadoras, inclusive para plantio direto, sendo encontradas 21 empresas

fabricantes com mais de 650 modelos diferentes de máquinas. A maioria dos modelos não possuem componentes aterrados especializados, predominando máquinas com discos duplos desencontrados para abertura do sulco e com rodas paralelas de controle de profundidade da semente, seguida de roda compactadora em “V”, possibilitando alterar sua abertura frontal e vertical (BRANDELERO, 2009).

Uma semeadora-adubadora eficiente é fundamental para se conseguir uma emergência e desenvolvimento uniforme da cultura (PAVAM JUNIOR, 2006). O melhor arranjo de plantas de milho caracteriza-se pela distribuição uniforme das plantas pela área, o que permite uma melhor utilização dos nutrientes, água e luminosidade. Esse arranjo pode ser manipulado através de mudanças na densidade de plantas, espaçamento entre as linhas e na variabilidade entre as plantas (FARINELLI et al, 2012).

Entre as operações mais importantes para a implantação de uma cultura, a semeadora-adubadora obtém destaque, já que sua função básica é a implantação da cultura com uma população de plantas de acordo com os parâmetros estabelecidos ou desejados. Deve a semeadora, também, manter parâmetros de profundidade de deposição, o que interferirá na uniformidade de emergência das plântulas, além de manter os espaçamentos entre as plantas de acordo com o que fora pré-estabelecido para se avaliar a qualidade da semeadora. Fatores como largura da semeadora e velocidade de deslocamento são levados em consideração para se quantificar a semeadora (VIZZOTTO, 2014).

De acordo com Pavan Junior (2006), a velocidade da semeadura convencional afeta o desempenho da semeadora-adubadora. Máquinas dotadas de mecanismo dosador de disco horizontal devem operar em velocidade máxima que não seja superior a 5 Km/h. Em velocidades acima desse patamar, o preenchimento dos furos é problemático, podendo, inclusive, aumentar as lesões nas sementes. O aumento da velocidade provocará, também, diminuição da cobertura vegetal do solo.

Todavia, segundo o mesmo autor, no sistema de plantio direto, o aumento de velocidade pode ser elevado para até 8 km/h que não causará prejuízos na operação quanto à profundidade de semeadura e uniformidade de distribuição de sementes (PAVAN JUNIOR, 2006).

A função básica de uma semeadora adubadora é dosar e colocar ao solo sementes e fertilizantes para a implantação da cultura, sendo influenciada diretamente pela regulagem e operação para avaliar o desempenho da máquina que resultará no bom implante da cultura, influenciando diretamente na produtividade (VIZZOTTO, 2014).

A semeadura pode ser realizada com modelos diferentes de varredura para manejar a

palha sobre a linha, entre eles discos dispostos na horizontal, discos dispostos na vertical e varredura larga. Os discos verticais são compostos por dois discos que trabalham em ângulos ao sentido do deslocamento da semeadora. Os tamanhos e formatos da lâmina podem variar e suas extremidades podem ser lisas ou entalhadas com formatos de dedos e devem ser ajustados de acordo com a textura do solo e palha existente (BRANDELERO, 2009).

O incremento na produtividade de milho depende, dentre vários fatores, da qualidade de implantação da lavoura no momento da semeadura. É importante observar a uniformidade da distribuição longitudinal dos grãos para evitar problemas como o aparecimento de espaçamentos duplos, que resultará na perda de produtividade devido a competição intraespecífica, ou falhos, ocasião em que se percebe que no lugar onde deveria ter um planta, houve o aparecimento de plantas daninhas que competirão com a cultura principal por espaço, luz, água e nutrientes (BOTTEGA *et al*, 2014).

### 2.2.1 Constituição básica das semeadoras adubadoras

As máquinas semeadoras podem ser classificadas segundo várias características, destacando-se o tipo de engate à fonte de potência, que pode ser de arrasto ou montada, bem como o tipo de distribuição de sementes, que pode ser a lanço, em linha de precisão e em linha de fluxo contínuo, devendo se estar atento à cultura e as características do solo para optar pela melhor opção. Importante salientar que fatores como sementes, solo, máquina, clima e forma de operação da máquina podem afetar a semeadura, além de problemas devido à competição com plantas invasoras podem dificultar no estabelecimento da cultura, afetando a produtividade final (VIZZOTTO, 2014).

Segundo Coelho (1996), basicamente, as semeadoras são constituídas por chassi, depósito de sementes e fertilizantes, mecanismos dosadores de sementes e fertilizantes, condutores, discos de corte de resíduos e elementos sulcadores para o depósito das sementes e dos fertilizantes, mecanismos recobridores da semente, rodas compactadoras, rodas de controle de profundidade, rodas de sustentação e de acionamento dos mecanismos de transmissão e marcadores de linhas.

Os principais componentes de uma semeadora podem ser classificados em, de abertura do sulco e de controle de profundidade, dosagem de sementes e fertilizantes, condução de sementes e fertilizantes e tapadores de sulco. Além disso, de acordo com a região a ser utilizada, as configurações da semeadora podem variar, em especial os discos de corte e elementos sulcadores (LEVIEN, 1999).

O mercado exige que as semeadoras-adubadoras se adaptem tanto ao sistema de plantio direto como ao sistema convencional. Para tanto, devem ser bem projetadas e, principalmente quando se fala em plantio direto, possuírem um sistema de acabamento adequado com aterradores para devolver não somente o solo ao sulco, mas também a palha existente na lavoura (CASÃO JÚNIOR, 2007).

O sistema de plantio direto exige máquinas robustas e resistentes, que possuem capacidade operacional eficiente e que demandem o menor uso de energia. Assim, para esse sistema intensificou-se a produção de máquinas capazes de penetrar solos compactados, providos de discos de corte (PAVAN JUNIOR, 2006).

Além de máquinas potentes, para que o sistema de plantio direto funcione é importante manter o solo coberto o ano inteiro, fazendo com que a natureza trabalhe a favor do produtor. Também é importante reciclar nutrientes, controlar as ervas daninhas, doenças e enriquecer a vida biológica (CASÃO JÚNIOR, 2007).

Com a expansão da agricultura e de grandes lavouras, exige-se semeadoras com maior número de linhas ou unidades de semeadura. Os modelos de máquinas mais comuns possuíam de 7 a 9 linhas, existindo modelos com 29 unidades de semeadura espaçadas a 45 cm. A autonomia dessas máquinas também vem aumentando com o transcorrer do tempo. Conseqüentemente, aumentou-se o peso dessas máquinas, aumentando, também, a exigência de potência dos tratores (CASÃO JÚNIOR, 2007).

Observa-se nas máquinas fabricadas que os discos duplos desencontrados são mais utilizados que as hastes sulcadoras, o que exige menos potência e mobiliza menos o solo. Todavia, corre-se o risco de não implantar adequadamente a cultura devido ao fato do fertilizante ficar muito próximo das sementes no sulco, principalmente em solos com presença de compactador superficial (CASÃO JÚNIOR, 2007).

Dessa forma, procura-se utilizar mecanismos, em especial nas semeadoras adubadoras, que proporcionem redução da compactação do solo logo abaixo da superfície, além de mecanismos que rompam a camada compactada mediante aumento da porosidade total e redução da densidade e resistência à penetração no local específico, onde crescerão as raízes das plantas cultivadas (VIZZOTTO, 2014).

Semeadoras equipadas com mecanismos rompedores, como haste e discos corrugados de ação mais profunda, podem apresentar bom resultado nesse tipo de solo, ocasionando um satisfatório desenvolvimento das raízes, com bom aproveitamento de água e nutrientes, salientando que a variabilidade espacial entre plantas interfere na produtividade, isso porque elevar a densidade e a uniformidade de sementes tem sido fator importante de potencializar a

produtividade, devido ao maior arranjo entre as plantas, ligado diretamente à luminosidade incidente sobre estas (KUSS et al., 2008).

Assim, tem-se que a utilização de mecanismos sulcadores do tipo haste mostra-se como uma ferramenta eficaz e é uma alternativa para a camada superficial compactada, ocasionada pelo tráfego intenso de máquinas e equipamentos, sendo estes capazes de operar em maior profundidade do solo, o que ocasiona um melhor rendimento radicular e vegetativo das culturas se comparadas a outros mecanismos do tipo disco (DE ALMEIDA et al, 2015).

Outrossim, o sistema de plantio direto é o único método de preparo do solo em que a energia do impacto da chuva é amortecida pela camada de cobertura morta, formada pela palha existente na lavoura, controlando de forma eficaz a erosão do solo, além de manter a umidade (PAVAN JUNIOR, 2006).

## 2.3 MECANISMO COMPACTADOR

Como já referido, o sistema de plantio direto preconiza o revolvimento do solo apenas na linha da semeadura. Necessita-se de que nesse sistema as semeadoras-adubadoras tenham como funções básicas o corte da palhada, dosando as sementes e adubos e depositando-os adequadamente no solo. Também é fundamental que, na finalização do processo de semeadura, o sulco seja coberto com palha original retirada da superfície da linha de semeadura e solo mobilizado, compactado lateralmente às sementes para que estas possam absorver a água e, dessa forma, desenvolvendo de forma adequada o processo de germinação e emergência da planta. A planta exige quantidade e distribuição adequada de solo e palha sobre a linha de semeadura, o que favorecerá a germinação das sementes com a redução da temperatura por atuar como um isolante térmico e por agir na manutenção da umidade no solo (BRANDELERO, 2009).

### 2.3.1 Germinação

Tanto o preparo do solo como a implantação da cultura são etapas importantíssimas para a exploração agrícola, isso porque possui custo elevado e alto grau de investimento, além de refletir diretamente no desenvolvimento e resultados das culturas. Dentre os fatores de interferência que mais atuam sobre as características físicas do solo estão a quantidade de vezes que o solo é revolvido durante determinado período de tempo, além do trânsito incidente sobre este provindo de tratores, colhedoras, carretas, entre outros (NAGAOKA &

NOMURA, 2003).

A planta necessita de um ambiente propício para a germinação, devendo ser implantada em profundidade adequada e em solo compatível. Para germinar, a semente deve estar envolta em solo e com quantidade de palha adequada que propiciará a permanência de umidade. O conteúdo de água no solo deve ser suficiente para proporcionar teores entre 20 a 33% de água nas sementes, o que promoverá a decomposição de substâncias de reserva, contribuindo na rápida e uniforme emergência das plântulas, reduzindo o ataque de pragas e doenças do solo às sementes do milho (BRANDELERO, 2009).

Fatores como a resistência mecânica à penetração das raízes, a aeração, a porosidade, a temperatura e a retenção de água, são atributos físicos que interferem diretamente no crescimento das plantas (PAVAM JUNIOR, 2006).

Um dos fatores decisivos para a germinação das sementes é o conteúdo de água no solo. A maioria das sementes iniciam seu processo germinativo quando os teores variam de 30 a 60% de seu peso. Para uma boa germinação é fundamental que o solo a ser semeado possua bons teores de umidade, para que a semente consiga absorver a quantidade de água necessária. Uma maior cobertura de palha sobre a linha de semeadura obtida com a atuação de discos aterradores proporciona manutenção de água ao longo dos dias (BRANDELERO, 2009).

Para que a semente germine e tenha emergência, exige-se um bom contato com o solo, sem bolsões de ar. Desta feita, os discos aterradores nas semeadoras são utilizados como forma de melhorar o acabamento da semeadura. Ou seja, para que a semente obtenha uma germinação satisfatória, é necessário que esteja envolta com partículas do solo, o que facilitará a absorção de água. Atinge-se a melhoria do contato da semente com o solo com a eliminação de bolsões de ar presentes nos sulcos mal preparados pelos mecanismos sulcadores sem compactadores, isenção de palha no sulco, atuação inadequada dos compactadores e ocorrência de torrões no interior do sulco de semeadura (BRANDELERO, 2009).

Se comparadas máquinas semeadoras que possuem mecanismo para retorno da palha e solo sobre a linha de semeadura às máquinas que não possuem mecanismos compactadores, observa-se que nas primeiras há menos perda de semente, ou seja, a germinação é maior quando o mecanismo compactador age. Tais efeitos são atribuídos ao maior conteúdo de água no solo e umidade retida pela palha (BRANDELERO, 2009).

Contudo, somente a umidade não é suficiente para que a semente germine. É necessário calor. A exemplo da umidade, a existência de palha vai segurar a temperatura do

solo na profundidade da sementeira, fazendo com que a semente germine. A emergência da semente é quase nula em temperatura abaixo de 10°, aumentando gradativamente com o acréscimo da temperatura, sendo que 29° é considerada temperatura ótima. Cada cultura exige temperaturas diferentes, sendo que a germinação do milho exige temperatura do solo mínima de 10°C e máxima de 38°C. Temperaturas do solo inferiores a 10°C ou superiores a 40°C ocasionam prejuízo sensível à germinação (BRANDELERO, 2009; EMBRAPA, 2015).

Todavia, a umidade pode servir como um empecilho para o plantio, isso porque ao invés de cortar o solo, o disco vai amassar a terra, empurrando os resíduos vegetais para dentro do solo, principalmente quando há incidência de muita palha. Já quando o solo está muito seco o disco vai encontrar muita dificuldade em penetrar, exigindo aumento de carga aplicada sobre o disco. O aumento de força vertical aplicada sobre o disco melhora a capacidade de cortar a palha e penetração no solo, mas obriga a utilizar máquinas e implementos com estrutura mais robusta, resultando em maior potencial de compactação do solo (BRANDELERO, 2009).

### 2.3.2 Mecanismos de aterramento

Todos os mecanismos presentes na semeadora para manejo da linha de sementeira alteram a dinâmica da palha na superfície da linha e no interior do sulco, contribuindo ou afetando o ambiente germinativo da semente, seja diminuindo o contato da semente com o solo ou pela incidência de doenças pela introdução da palha no sulco, afetando a umidade e manutenção térmica. Se existir muita palha, haverá a diminuição de contato entre a semente e o solo, diminuindo a taxa de emergência (BRANDELERO, 2009).

Em semeadoras dotadas de haste sulcadora sem mecanismo de aterramento para acabamento de sementeira, há redução de 33% na cobertura do solo após a sua passagem. Os mecanismos de aterramento também melhoram consideravelmente a profundidade das sementes, a cobertura da linha, bem como reduzem o número de sementes expostas (BRANDELERO, 2009).

Discos aterradores côncavos são mais eficientes no retorno do solo e palha mobilizados após a sementeira se comparados a rodas de controle de profundidade com angulação. Sulcos bem aterrados e cobertos com palha melhoram a sementeira em decorrência de melhorar as percentagens de emergência de plântulas. Semeadoras que não apresentam componentes aterradores após a sementeira reduzem entre 16 a 48% a cobertura de palha original sobre a linha, enquanto máquinas que possuem mecanismos aterradores reduzem



entre 10 a 24% da cobertura original da palha. Contudo, rodas compactadoras com ângulos utilizados para manejarem a linha, têm a eficiência diminuída com o aumento da umidade do solo em decorrência da aderência deste (BRANDELERO, 2009).

## 2.4 PRODUTIVIDADE

Os principais fatores que interferem na produtividade do milho são a utilização adequada de adubos, competição com plantas daninhas e densidade de plantas, entre outros. A densidade inadequada de plantas pode ser causada por falhas no processo de semeadura (VITTI & FAVARIN 1997).

Outros fatores que interferem no potencial produtivo da cultura são as características físico químicas do solo, a existência de água e nutrientes em quantidades adequadas, bem como a existência de sol que possibilite a fotossíntese e a inexistência de doenças, dentre outros fatores (BERGAMASCHI, 2015).

A cultura do milho obtém relevante destaque quanto a sua alta produtividade. Isso se deve em especial devido à eficiência do seu metabolismo fotossintético do tipo C4, que possui capacidade de manter alta concentração de CO<sub>2</sub> no sítio ativo da Rubisco (enzima responsável pela fixação de carbono durante a fotossíntese), eliminando a fotorrespiração. Assim, sua alta produtividade deve-se, principalmente, a quantidade de radiação solar absorvida pela planta e a capacidade desta em interceptar a energia disponível. A eficiência nesta interceptação de radiação depende da área de captação (área foliar) e arquitetura foliar, variando de acordo com o ângulo e formato das folhas (BERGAMASCHI et al, 2015). Assim, dentre outros fatores, para que haja maior incremento na produtividade, as plantas devem estar distribuídas na lavoura de forma mais equidistante possível, para que a competição entre elas seja minimizada e para que sejam eficientes na interceptação e absorção da energia solar (VON PINHO et al., 2008).

A densidade populacional destaca-se entre os arranjos citados, pois tem efeito direto na produtividade de grãos da cultura do milho, permitindo uma correta exploração do ambiente pelo genótipo, além de ser a maneira mais fácil de controlar a incidência de luminosidade sobre as plantas do milho (FARINELLI et al, 2012).

A produção de milho da primeira safra no Brasil tem diminuído ao longo dos anos, fato que se deve por vários motivos, entre eles a menor rentabilidade, altos custos de produção e maior risco de produção. Mesmo assim, os índices de produtividade da safra 2014/2015 são excelentes no Rio Grande do Sul, que é o maior produtor nacional de milho. Os bons

resultados são fruto da tecnologia empregada no cultivo e clima favorável, sendo que a média alcançou 6.560 kg/ha, representando um acréscimo de 18,3% em relação à safra anterior. Em relação a produtividade nacional, a safra obteve redução de 2,6%, sendo produzidas na primeira safra 30.637,6 toneladas do cereal (CONAB, 2015).

As projeções para a safra 2015/2016 são de que haverá uma pequena redução da produção mundial do milho, isso porque a expectativa é de que o montante produzido pelos Estados Unidos caia em cerca de 15 milhões de toneladas. Os estoques também tendem a diminuir, isso porque há elevações do consumo, ficando próximo à produção mundial. Não se vislumbram melhorias no mercado que possam afetar a exportação brasileira, o que exerce uma pressão baixa para os preços domésticos do milho. O alto consumo de milho, em especial sendo utilizado para alimentar gados em confinamento, pode alterar esse cenário (CONAB, 2015).

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

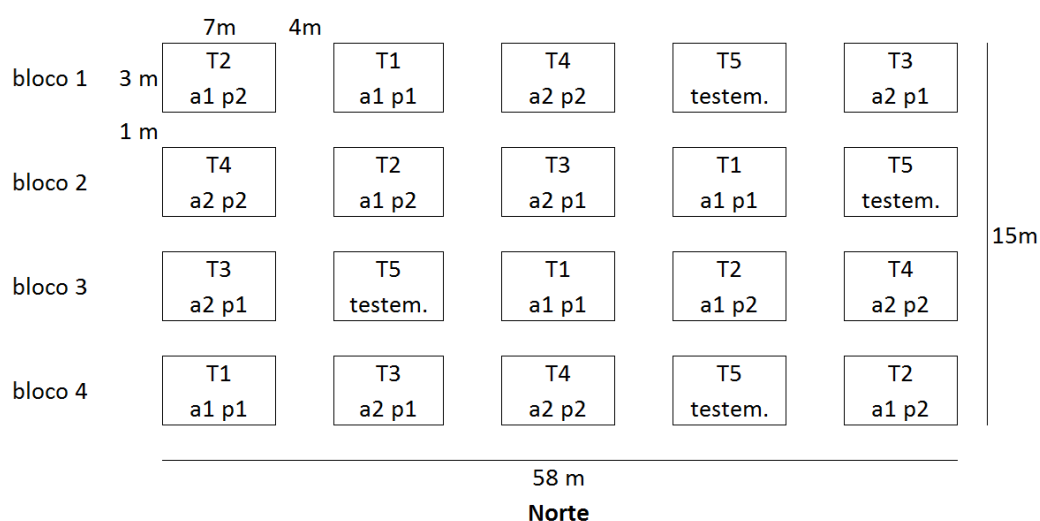
O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul, campus de Cerro Largo/RS, o qual possui localização geográfica entre as coordenadas 28°8'27.33" e 54°45'38.40" W, com altitude média de 258m. O clima da região, de acordo com a classificação climática da Koppen, é do tipo Cfa, com clima temperado úmido e verão quente, precipitação pluvial média anual de 1.800mm e temperatura média de 16 a 18 °C.

O solo do local de instalação do experimento pertence à unidade de mapeamento de Santo Ângelo/RS, sendo classificado como Latossolo Vermelho Distroférico Típico, perfil profundo de coloração escura e com textura argilosa. Originário do basalto da formação da Serra Geral, apresentando características como alto grau de intemperização.

#### 3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi o Delineamento de Blocos ao acaso (DBC) com 5 tratamentos e 4 repetições, totalizando 20 parcelas. Cada parcela foi constituída por 5 linhas de semeadura com 7 m de comprimento e um espaçamento de 0,5 m entre as linhas. A distribuição das parcelas, na área experimental, ocorreu de acordo com a Figura 1.

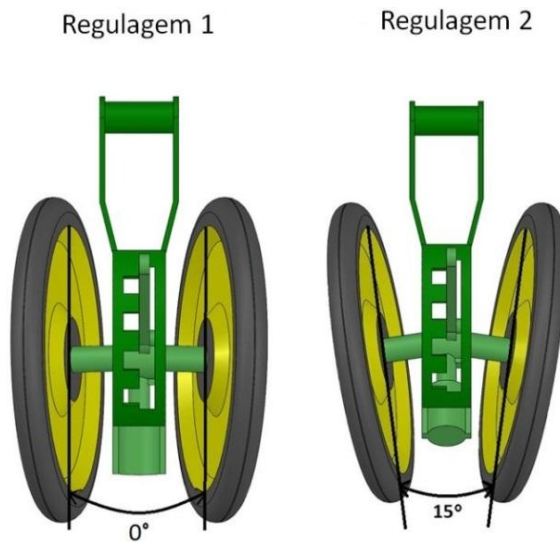
Figura 1: Distribuição das parcelas na área experimental.  
Croqui de instalação do experimento



FONTE: próprio autor.

As siglas a1 e a2 indicam regulagem de ângulo de abertura das rodas de adensamento em relação a linha de deslocamento da máquina: 1 para ângulo igual a  $0^\circ$  e 2 para ângulo de  $15^\circ$  (Figura 2).O ângulo de abertura entre as rodas foi avaliado de forma paralela ao solo na altura do eixo, onde a regulagem 1 demonstra um ângulo de  $0^\circ$  e a regulagem 2 demonstra um ângulo de  $15^\circ$ .

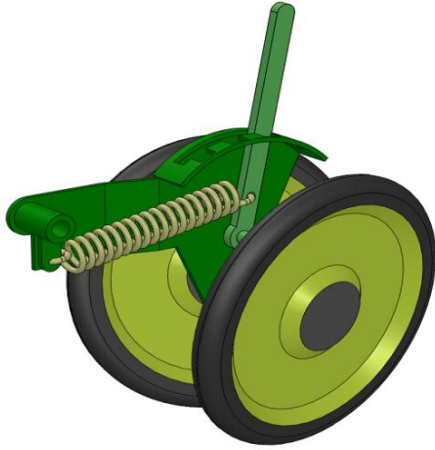
Figura 2 - Vista superior do mecanismo compactador do solo. Opções de regulagem de ângulo que foram avaliadas.



FONTE: Imagem elaborado por Daílson Guimarães Dugato

As siglas p1 e p2 indicam a regulagem da pressão de adensamento: 1 para 39 KPa e 2 para 82 KPa de pressão de adensamento. A pressão exercida pelas rodas sobre o solo é resultante da força de tração de uma mola posicionada no centro do mecanismo, entre o suporte de fixação e a alavanca de regulagem conforme a Figura 4.

Figura 3 - Vista em corte do mecanismo compactador



FONTE: Elaborado por Daílson Guimarães Dugato

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

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

Em que:

S = Área de contato (m<sup>2</sup>)

r: raio da roda (m)

b: largura da roda (m)

Dessa forma, os tratamentos são o resultado das combinações de regulagem do ângulo de abertura e da pressão exercida pelas rodas do mecanismo compactador do solo, de acordo com a Tabela 1 e Figura 4.

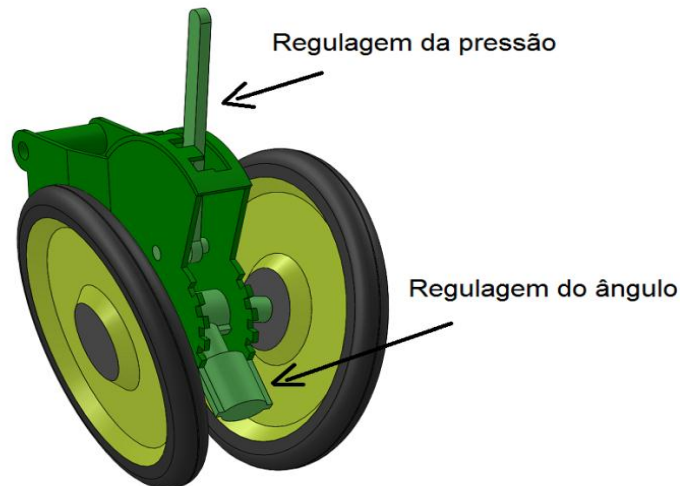
Tabela 1 - Combinação de regulagens de ângulo e pressão.

<b>Tratamentos utilizados</b>		
<b>Tratamento</b>	<b>Ângulo de abertura</b>	<b>Pressão de adensamento</b>
<b>T 1</b>	1 (0°)	1 (39 KPa)

<b>T 2</b>	1 (0°)	2 (82° KPa)
<b>T 3</b>	2 (15°)	1 (39 KPa)
<b>T 4</b>	2 (15°)	2 (82° KPa)
<b>T 5</b>	Testemunha	

---

Figura 4: Mecanismo compactador do solo



FONTE: imagem elaborado por Daílson Guimarães Dugato

### 3.3 EQUIPAMENTOS

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

A profundidade a ser implantado o experimento depende da condições climáticas bem como de fatores como temperatura do solo, umidade e tipo de solo, sendo que a semente deve

ser depositada numa profundidade que possibilite um bom contato com a umidade existente no solo (EMBRAPA), tudo respeitado no caso em comento.

Em solos com características semelhantes ao do presente experimento é indicado implantar a semente em profundidade de 3 a 5 cm de profundidade (EMBRAPA). Porém, no caso, o experimento foi implantado a uma profundidade de 4 cm.

### 3.4 CULTIVAR UTILIZADA

O híbrido de milho utilizado no experimento foi o DKB240®, classificado como superprecoce. A população de plantas recomendada pelo fornecedor é de 60.000 a 75.000.

#### 3.4.1 População de plantas

Para determinar a quantidade de sementes distribuídas, leva-se em consideração a taxa de germinação, dano mecânico e pureza das sementes, objetivando no presente experimento a população de 65.000 plantas por ha, totalizando 3,3 sementes por metro linear, conforme orientações da empresa beneficiadora da semente utilizada.

### 3.5 CONTROLE DE PRAGAS

Foram previstas duas aplicações de glifosato na área do experimento, uma de pré-emergência e outra de pós-emergência, cuja dose a ser utilizada por aplicação foi de acordo com as recomendações do fabricante, ou seja, de 3 litros por hectare. O equivalente ácido do produto a ser utilizado de N – (fosfometil), glicina (GLIFOSATO) de 360 g/L (36,0% m/v).

Esclarece-se, por oportuno, que o Glifosato (N-(fosfometil) glicina, C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>NO<sub>5</sub>P) é um herbicida sistêmico não seletivo (mata qualquer tipo de planta) desenvolvido para matar ervas, principalmente perenes.

### 3.6 ADUBAÇÃO

A adubação foi realizada com adubo formulado 10-20-20 (NPK) na linha de semeadura, de acordo com a indicação do Manual de Adubação e Calagem (2004) mediante

análise química do solo. No total foram aplicados 700 kg de adubo por hectare (valor estimado para uma produtividade de 12.000 kg/ha).

Foram realizadas duas aplicações de uréia em cobertura, uma aos 18 dias após a emergência da plântula quando estas se encontram em estágio V3 (PÖTKER & WIETHÖLTER, 2004).

Já a segunda aplicação de adubação nitrogenada foi feita 12 dias após a primeira, respeitando condições climáticas favoráveis para aplicação do mesmo, sendo utilizada a dose de 50 kg/N/ha,

### 3.7 COLHEITA

A colheita dos grãos, para análise da produtividade, foi obtida através de média obtida colhendo as duas linhas centrais, eliminando a bordadura. Dessa forma, colheu-se a segunda e quarta linha, deixando de fora a bordadura.

### 3.8 ANÁLISE ESTATÍSTICA

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



## 4 RESULTADO E DISCUSSÃO

As análises realizadas para caracterizar as condições de cultivo revelaram umidade e densidade do solo semelhantes entre as camadas de solo avaliadas conforme a Tabela 2.

Tabela 2 - Dados de umidade e densidade

<b>Profundidade</b>	Umidade gravimétrica $\text{kg.kg}^{-1}$	Densidade $\text{Mg m}^{-3}$
0 - 0,1	0,25 a	1,41 a
0,10 – 0,20	0,28 a	1,40 a

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

Constatou-se que as possíveis diferenças provocadas pela atuação da roda compactadora não interferiram na produtividade da cultura do milho, de acordo com a Tabela 3.

Tabela 3: Produtividade de grãos da cultura do milho.

Tratamentos	Média de produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ )
T1	13433 a
T2	13562 a
T3	13389 a
T4	14625 a
T5	13205 a
CV (%)	9,14

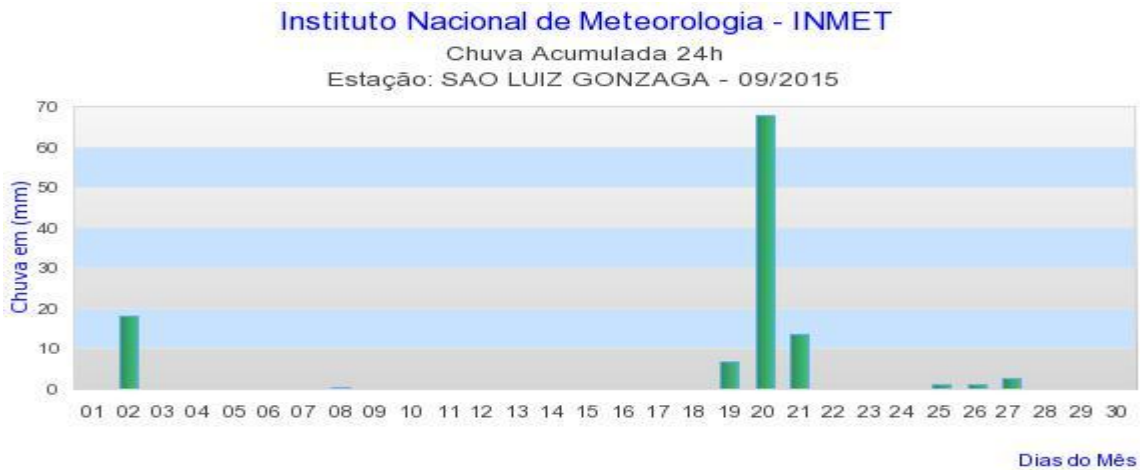
Resultados seguidos pela mesma letra não diferenciam entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: próprio autor

A utilização da roda compactadora não foi significativa nas condições avaliadas, pois a testemunha (sem atuação da roda compactadora – T5) não diferiu dos demais tratamentos.

Isto pode ser justificado pela precipitação adequada durante o período de emergência, pois o principal benefício da compactação do solo sobre a linha seria promover o contato entre o solo e a semente, contribuindo para a absorção de água. De acordo com os dados do INMET (2015) a precipitação no mês de setembro, quando foi implantado o experimento, foi de 115 mm, sendo que a primeira chuva ocorreu logo no segundo dia após a semeadura, de acordo com a Figura 5.

Figura 5: Distribuição das chuvas no mês de Setembro.



Fonte: INMET – 2015

Resultado semelhantes foram encontrados por Cortez et al. (2010), em que avaliou diferentes modelos de rodas compactadoras, na implantação da cultura do milho, e não obteve diferenças significativas na produtividade de grãos. No entanto Trogello et al. (2013), diferentes tipos de sulcadores não influenciaram significativamente na produtividade do milho. Constatou por Levien et al. (2011), em que avaliou dois tipos de sulcadores em nível de declive, e não apresentaram diferença no rendimento da cultura de grãos.

## 5. CONCLUSÃO

As configurações de pressão e ângulo de abertura da roda compactadora de solo na linha de semeadura, não interferem na produtividade da cultura do milho em Latossolo Vermelho argiloso nas condições de umidade e precipitação adequadas.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BRANDELERO, Evandro Martin. **Mecanismos para manejo da palha e do solo na linha em semeadura direta**. Universidade Estadual de Londrina. Londrina, 2009.

CASÃO JÚNIOR, Ruy. **Pesquisador defende criação de centro de avaliação e desenvolvimento de máquinas**. Boletim Informativo Federação Brasileira de Plantio Direto na Palha. Nº30, outubro a dezembro de 2007.

COELHO, J. L. D. **Ensaio e certificação de máquinas para semeadura**. Piracicaba. 1996.

CONAB. Milho. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. V. 2. Safra 2014/2015, nº9. Junho de 2015.

CORTEZ, Jorge Wilson; FURLANI, Carlos Eduardo Angeli; SILVA, Rouverson Pereira da and ZEITOUN, Victor. Componentes morfológicos do milho com modelos de roda compactadora, cargas verticais e lâminas de irrigação. **Ciênc. agrotec.** 2010, vol.34, n.6 [cited 2016-11-10], pp.1543-1549.

DE ALMEIDA, Robson Andrei Sanches, et al. **Manejo da compactação do solo em lavoura sob sistema plantio direto**. Journal of Agronomic Sciences, Umuarama, v.4, n. especial, p.421-434, 2015.

EMBRAPA. **Grão em grão**: jornal eletrônico da EMBRAPA milho e sorgo. Ano 02, Ed. 07. Sete Lagoas/MG. 2008. Disponível em: [http://www.cnpms.embrapa.br/grao/7\\_edicao/grao\\_em\\_grao\\_materia\\_03.htm](http://www.cnpms.embrapa.br/grao/7_edicao/grao_em_grao_materia_03.htm). Acesso em 03 mar 2016.

LEVIEN, R. et al. Erosão na cultura do milho em diferentes sistemas de cultivo anterior e métodos de preparo do solo. Revista Brasileira de **Ciência do Solo**, Campinas, v.14, n.1, p.73-80, 1990.

FARINELLI, Rogério, et al. **Características agronômicas e produtividade de milho em diferentes espaçamentos entre linhas e densidades populacionais**. Revista científica, vol. 40, nº 1. Jaboticabal, 2012.

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

KLUTHCOUSKI, J. **Efeito de manejo em alguns atributos de um latossolo roxo sob cerrado e nas características produtivas de milho, soja e feijão, após oito anos de plantio direto**. Piracicaba: ESALQ/USP, 1998.

KUSS, R. C. P. *et al.* **Populações de plantas e estratégias de manejo de irrigação na cultura da soja.** Ciência Rural, vol. 38, nº 4. 2008.

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

NAGAOKA, A.K.; NOMURA, R.H.C. **Tratores: semeadura, Cultivar Máquinas.** Pelotas, nº 18, p,24-26, janeiro/abril, 2003.

PÖTKER, D.; WIETHÖLTER, S. **Épocas e métodos de aplicação de nitrogênio em milho cultivado no sistema de plantio direto.** Ciência rural, Santa Maria, v. 34, n.4, p. 1015-1020, jul/ago, 2004.

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

VIZZOTO, Vandro Rogério. **Desempenho de mecanismos sulcadores em semeadora-adubadora sobre os atributos físicos do solo em várzea no comportamento da cultura da soja.** Santa Maria/RS. 2014. Disponível em [http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde\\_busca/arquivo.php?codArquivo=6775](http://cascavel.cpd.ufsm.br/tede/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=6775). Acesso em 04 abril 2016.

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