

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA FARROUPILHA
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**DIAGNÓSTICO DA SEMEADURA MECANIZADA DE SOJA NA
FRONTEIRA OESTE DO RIO GRANDE DO SUL**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Luana Freitas Knierim

Alegrete, 2018

DIAGNÓSTICO DA SEMEADURA MECANIZADA DE SOJA NA FRONTEIRA OESTE DO RIO GRANDE DO SUL

Luana Freitas Knierim

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Agrícola, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha (IF Farroupilha) e da Universidade Federal do Pampa (UNIPAMPA), como requisito parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Engenharia Agrícola

Orientador: Prof.º Vilnei de Oliveira Dias

Alegrete, RS, Brasil

2018

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha
Universidade Federal do Pampa
Curso de Engenharia Agrícola


A Comissão Examinadora, abaixo assinada,
aprova o Trabalho de Conclusão de Curso

**DIAGNÓSTICO DA SEMEADURA MECANIZADA DA SOJA NA
FRONTEIRA OESTE DO RIO GRANDE DO SUL**

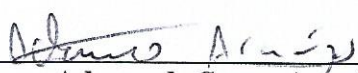
elaborado por
Luana Freitas Knierim

Como requisito parcial para a obtenção de grau de
Bacharel em Engenharia Agrícola

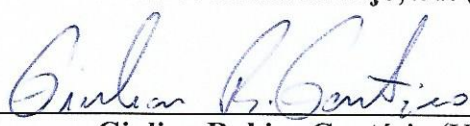
COMISSÃO EXAMINADORA



Vilnei de Oliveira Dias, Dr. (Orientador, UNIPAMPA)



Adamo de Sousa Araujo, Dr. (UNIPAMPA)



Giulian Rubira Gautério (UNIPAMPA)

Alegrete, 29 de junho de 2018.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, Prof. Dr. Vilnei de Oliveira Dias, pela confiança, paciência e orientação no desenvolvimento deste Trabalho de Conclusão de Curso.

Aos colegas do Laboratório de Máquinas Agrícolas do Pampa, Rômulo Bock, Luciano Toscani e Camila Dalcin, pela ajuda e apoio que fizeram esse projeto tornar-se possível.

A todos colegas e amigos, em especial a Aline Antunes e Lucas Zemolin, com quem compartilhei os piores e melhores momentos da graduação.

Ao meu namorado, Lucas Pedroso, pelo apoio, paciência e compreensão.

E principalmente, aos meus pais, Luiz Fernando e Elaine, pelo incentivo e dedicação nesses anos de graduação.

RESUMO

Trabalho de Conclusão de Curso II
Curso de Engenharia Agrícola
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha
Universidade Federal do Pampa

DIAGNOSTICO DA SEMEADURA MECANIZADA DA SOJA NA FRONTEIRA OESTE DO RIO GRANDE DO SUL

AUTOR: LUANA FREITAS KNIERIM

ORIENTADOR: VILNEI DE OLIVEIRA DIAS

Alegrete, 29 de junho de 2018

Um dos elementos que contribuem para o sucesso no estabelecimento da cultura da soja é a uniformidade de distribuição de sementes no sulco. Este fator assegura a população ideal de plantas e conseqüentemente a produtividade da cultura. Neste contexto, objetivou-se neste trabalho, diagnosticar a qualidade da semeadura mecanizada de soja em propriedades rurais na Fronteira Oeste do estado do Rio Grande do Sul. Para tal, aferiu-se os espaçamentos entre plantas em lavouras destinadas a cultura da soja, além disso, foi realizado questionários ao produtor, com questões referentes ao processo da semeadura. A amostragem foi realizada em 50 lavouras de soja, onde foram coletados os espaçamentos de quatro subamostras de 40 plantas, totalizando 160 plantas para cada conjunto trator/semeadora. A partir da análise dos dados pode-se observar a grande utilização do sistema de plantio direto e dos mecanismos dosadores de precisão, pneumáticos e discos alveolados, mais indicados para a cultura. Tratando-se da potência específica, é visível a subutilização dos tratores, com semeadoras que requerem em muitas vezes, a metade da potência oferecidas pelo trator. A partir de um paralelo entre a densidade de semeadura e a população de plantas alcançada, pode-se estimar a redução de estande em mais de 50% em algumas propriedades. A velocidade não teve interferência nos espaçamentos aceitáveis, duplos e falhos. No cálculo do coeficiente de variação, é possível perceber a alta dispersão dos dados analisados, ou seja, os espaçamentos entre plantas variaram significativamente na linha de semeadura.

Palavras-chave: *Glycine max L.* Regularidade de distribuição de plantas. Velocidade de semeadura.

ABSTRACT

Work of Conclusion Course II
Agricultural Engineering Course
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha
Universidade Federal do Pampa

DIAGNOSIS OF SOYBEAN SOWING MECHANIZED ON THE WEST

BORDER OF RIO GRANDE DO SUL

AUTHOR: LUANA FREITAS KNIERIM

ADVISOR: VILNEI DE OLIVEIRA DIAS

June 29, 2018

One of the elements that contribute to the success in the establishment of the soybean crop is the uniformity of seed distribution in the sowing groove. This factor ensures the ideal population of plants and consequently the productivity of the crop. In this context, the objective of this study was to diagnose the quality of mechanized sowing of soybean in rural properties in the West Frontier of the state of Rio Grande do Sul. To this end, the spaces between plants in production, culture, soy, and In addition, questionnaires were made to the producer, with the actions related to the sowing process. Sampling was carried out in 50 soybean crops, which were collected in four plant subsamples, totaling 160 plants for each tractor / seed set. From the analysis of the data it is possible to observe a great use of the no-tillage system and the precision, pneumatic and alveolated discotheque mechanisms, most selected for the crop. With regard to the importance, it is visible the underutilization of tractors, with seeders that expose in many times, half the power offered by the tractor. From a parallel between the density of a sowing and a population of plants reached, a reduction of more than 50% in some properties can be estimated. Speed did not interfere with acceptable, double and faulty spaces. In the calculation of the coefficient of variation, it is possible to perceive the high dispersion of the analyzed data, that is, the spacings between plants varied significantly in the sowing line.

Keywords: Glycine max. Plant uniformity. Sowing speed.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de abrangência da amostragem.....	25
Figura 2: Amostragem e leitura dos espaçamentos entre plantas de soja.....	26
Figura 3: Análise do tamanho de amostra: velocidade de semeadura (km h^{-1})	26
Figura 4: Análise do tamanho de amostra: Estande esperado de plantas (plantas m^{-1}).....	27
Figura 5: Análise do tamanho de amostra: Estande obtido de plantas (plantas m^{-1}).....	27
Figura 6: Municípios de abrangência da amostragem, referente as safras 2016/2017 e 2017/2018.....	30
Figura 7: Resposta dos produtores ao questionário, com relação ao a) sistema de cultivo, b) sistema dosador de sementes e c) espaçamento entre linhas, nas safras de 2016/2017 e 2017/2018.....	31
Figura 8: Representatividade das marcas de a) tratores e b) semeadoras, utilizadas no processo de semeadura (2016/2017 e 2017/2018)	32
Figura 9: Potência específica (cv linha^{-1}) nas áreas amostradas nas safras a)2016/2017 e b) 2017/2018.....	34
Figura 10: Redução do estande de plantas em relação ao estande esperado, em percentagem referente as safras a) 2016/2017 e b) 2017/2018.....	35
Figura 11: Regularidade de distribuição de plantas em relação a velocidade de deslocamento a) safra 2016/2017 e b) safra 2017/2018.....	36
Figura 12: Percentual de espaçamentos aceitáveis e relação a velocidade (safras 2016/2017 e 2017/2018).....	37
Figura 13: Coeficiente de variação, calculado para os dados analisados das safras a) 2016/2017 e b) 2017/2018.....	38
Figura 14: Coeficiente de variação a 3cm, calculado para os dados analisados das safras a) 2016/2017 e b) 2017/2018.....	39

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice 1: Características das máquinas e manejos utilizados na semeadura da soja.....	49
Apêndice 2: Coleta dos dados de espaçamentos para cada conjunto trator/semeadora.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Classificação ANFAVEA dos tratores quanto à potência.....	24
Tabela 2: Classe dos tratores em relação a potência.....	33

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
1.1	Objetivo Geral	12
1.2	Objetivos Específicos.....	12
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.2	Cultura da Soja.....	13
2.3	Cultivo da soja em várzea.....	14
2.4	Manejo da cultura da soja	15
2.5	Plantio direto.....	16
2.6	Plantio convencional.....	17
2.7	Rotação de culturas	18
2.8	Semeadoras	19
2.9	Distribuição de plantas e produtividade das culturas.....	20
2.10	Velocidade de semeadura de culturas agrícolas	21
2.11	Demanda energética na operação de semeadura.....	22
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	24
3.1	Área de abrangência da amostragem	24
3.2	Metodologia de coleta dos dados.....	25
3.3	Determinação do tamanho da amostra	26
3.4	Análise da regularidade de distribuição de plantas	28
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1	Características do cultivo da soja na Fronteira Oeste	30
4.2	Características das máquinas.....	32
4.3	Análise da distribuição das plantas de soja.....	34
5	CONCLUSÕES	40
6	REFERÊNCIAS	41

1 INTRODUÇÃO

Visto como um dos grãos mais importantes, tanto em valor econômico quando em importância social, a soja (*Glycine max, L.*), é o grão mais produzido no mundo, com produção superior a 220 milhões de toneladas ao ano e área plantada de aproximadamente 90,2 milhões de hectares (EMBRAPA, 2017). O Brasil é considerado o segundo maior produtor mundial de grãos de soja, ficando atrás, apenas do Estados Unidos. O estado do Rio Grande do Sul, possui a terceira maior produção de soja do país, com aproximadamente 16 milhões de toneladas ao ano, superado apenas pelo estado de Mato Grosso e Paraná. Os principais municípios produtores do Rio Grande do Sul, encontram-se no norte e noroeste do estado. No entanto, outras regiões estão ganhando destaque na produção da soja nos últimos anos, como é o caso da Fronteira Oeste.

A Fronteira Oeste do estado do Rio Grande do Sul é conhecida nacionalmente quando o assunto é o arroz irrigado. Porém, com o passar dos anos e a desvalorização do grão, os produtores iniciaram o processo de implantação da cultura da soja, que na safra 2015/2016 somaram mais de 315 mil hectares semeados (IRGA,2016).

A implantação da cultura da soja nas áreas tradicionalmente cultivadas com arroz irrigado, auxilia na redução das plantas daninhas resistentes ao sistema Clearfield e também na quebra do ciclo de pragas e doenças, além de melhorar os atributos físicos e químicos do solo. Contudo, as áreas de várzea mostram-se como o maior empecilho para a adaptação da cultura, pois o excesso hídrico e a indisponibilidade de sementes resistentes aos solos encharcados fazem com que os períodos de alagamento, ocasionados pelo excesso de chuvas, prejudiquem o desenvolvimento das plantas ou causem a morte de um grande número de plantas, além de facilitar o aparecimento de doenças. Visando a redução destes problemas, os produtores estão procurando diferentes formas de manejo do solo, utilizando, além do sistema de cultivo convencional, o sistema de semeadura direta.

O sucesso na implantação da cultura da soja é consequência de uma semeadura realizada dentro dos mais elevados padrões de qualidade e precisão. Pois, erros na deposição e dosagem das sementes no solo, influenciam no estande final de plantas e conseqüentemente na produtividade da cultura. Sabe-se que quanto menor a distância entre o sulco para a deposição das sementes e o dosador, mais eficiente será a distribuição das sementes.

Não só os sistemas dosadores sementes, como também a velocidade de semeadura, podem ser decisivos para a determinação do estande de plantas, sendo que o rendimento da cultura pode ser afetado quando ocorre queda na densidade de plantas. Entretanto, a densidade de plantas maior que o recomendado para a cultura, pode levar as plantas ao estiolamento, facilitando o acamamento em caso de chuvas ou ventos intensos.

O aumento da produtividade das culturas é objetivo comum entre produtores e pesquisadores, desta forma, o estabelecimento de um estande de plantas uniformemente distribuídas na linha de semeadura é um fator essencial para que a meta buscada, seja alcançada.

1.1 Objetivo Geral

Diagnosticar a qualidade do processo de semeadura e a regularidade de distribuição de plantas de soja em propriedades rurais da região da Fronteira Oeste do estado do Rio Grande do Sul.

1.2 Objetivos Específicos

- i. Verificar quais os principais tipos de mecanismos dosadores utilizados para a semeadura da soja na fronteira oeste do RS e se há correlação entre a qualidade do estande de plantas e o mecanismo dosador utilizado;
- ii. Diagnosticar quais as velocidades de deslocamento estão sendo utilizadas para a semeadura da soja e correlacionar os resultados com a regularidade de distribuição;
- iii. Verificar a demanda energética na semeadura da soja através da relação entre potência dos tratores e número de linhas das semeadoras utilizadas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.2 Cultura da Soja

A cultura da soja, pertence à família *Fabaceae*, também conhecida como *Leguminosae*. Sua espécie mais antiga, a soja selvagem, crescia principalmente nas terras baixas e úmidas da China Central, há cerca de 5 mil anos atrás, e somente 2 mil anos depois espalhou-se pela Ásia, onde começou a ser utilizada como alimento (EMBRAPA, 2001).

No início do século XX, a soja passou a ser cultivada e comercializada nos Estados Unidos e, a partir de então, houve um rápido crescimento na produção, com o desenvolvimento das primeiras cultivares comerciais (EMBRAPA, 2001). No Brasil, o grão chegou apenas em 1882, no entanto, atualmente o país já conta com uma área cultivada de mais de 33,890 milhões de hectares e produtividade anual de aproximadamente 114 milhões de toneladas de grãos de soja (CONAB, 2017).

Apesar da alta produção do grão no Brasil, apenas 47,281 milhões de toneladas permanecem no país para consumo interno (CONAB, 2017). Estima-se que a cadeia produtiva da soja no país, reúna mais de 243 mil produtores, e um mercado de 1,4 milhões de empregos (APROSOJA 2017).

O grão de soja dá origem a subprodutos, dos quais os principais são o óleo, a proteína e o leite de soja (EMBRAPA, 2001). Os grãos são compostos por aproximadamente 40% de proteínas e 20% de lipídios, apresentando ainda em sua constituição açúcares, fibras, carboidratos, minerais e vitaminas A, E, B1 e B2 (BELLAVÉR et al., 2002). No ocidente, os grãos de soja caracterizam-se principalmente como produto para a alimentação animal, entretanto, no oriente, é há milênios utilizada como alimento humano (SANTOS et al., 2011).

Conforme Almeida et al. (1999), a soja é uma planta de noites longas e dias curtos, por esse motivo é amplamente cultivada em regiões de latitudes maiores que 30°, onde prevalecem condições de clima temperado, entretanto, o Brasil representa uma exceção dentro desse contexto. Nas últimas décadas, com a expansão da cultura para áreas de climas tropical e subtropical estão sendo predominantemente utilizadas para a sua produção.

No Rio Grande do Sul, a pecuária extensiva de corte e a cultura do arroz irrigado são as principais atividades econômicas conduzidas em extensas áreas do estado. Entretanto, no início dos anos 90, sistemas conservacionistas, como o plantio direto e o uso da rotação de culturas surgiram como alternativa, capazes de incrementar a produção nessas áreas (VERNETTI

JUNIOR et al., 2009). A partir do início dos anos 2000, as culturas de soja e milho correspondiam a 70% da área cultivada e mais de 60% da produção total de grãos produzidos (FONTANA et al., 2001). Regiões não tradicionais de cultivo da soja, como a Fronteira Oeste do estado, têm surgido como novo cenário de implantação da cultura, expandindo mais a cada ano, as áreas cultivadas no estado.

2.3 Cultivo da soja em várzea

Para Carvalho et al. (2003), as regiões denominadas várzeas, são áreas úmidas que compreendem inúmeros ecossistemas e, além disso, são locais estratégicos de conservação, devido a sua alta diversidade biológica e produtividade que resultam das relações estabelecidas entre a fauna, vegetação, solo e água.

Conforme Tartaglia et al. (2016), no Rio Grande do Sul, o cultivo do arroz irrigado é predominantemente utilizado em regiões de terras baixas, entretanto, o cultivo da soja nestas regiões tem crescido consideravelmente nos últimos anos. Para Thomas et al. (2000), a introdução da soja em áreas tradicionalmente utilizadas para o cultivo do arroz, além de melhorar os atributos físicos e químicos do solo, auxilia na redução das plantas daninhas e na quebra do ciclo de pragas e doenças.

As áreas de várzea por vezes, tornam-se um problema para a adaptação da cultura, pois o excesso de água, faz com que os períodos de alagamento prejudiquem o desenvolvimento das plantas. Segundo Costa et al. (1996), a água em excesso acarreta uma série de restrições ao desenvolvimento da planta, como alterações na atmosfera, possibilitando o acúmulo de gás carbônico, e deficiência de oxigênio, além de aumentar a disponibilidade de ferro e manganês, em níveis tóxicos as plantas.

A rotação de culturas, possibilita a quebra do ciclo de insetos, pragas e plantas daninhas, que prejudicam o desenvolvimento dos grãos, pelo efeito da melhoria das condições químicas e físicas do solo (THOMAS et al., 2000). Deste modo, é indispensável alternativas que proporcionem maior rendimento de grãos de soja, como sistemas de preparo do solo e de semeadura, para auxiliar no manejo da cultura nessas áreas (SARTORI et al., 2016).

2.4 Manejo da cultura da soja

– **Época de semeadura:** A época de semeadura é definida pela união de fatores ambientais que interagem entre si e com a planta, afetando a produção e suas características agronômicas (BARROS et al., 2003). A semeadura realizada em épocas anteriores ou posteriores ao indicado para a cultura, afeta o rendimento das plantas e podem aumentar as perdas na colheita. Isto porque, o período de semeadura determina a exposição das culturas a fatores climáticos, desta forma, a implantação da cultura deve ser realizada sob condições favoráveis de umidade e temperatura (GARCIA et al., 2007). No período de semeadura, as temperaturas devem superar o valor mínimo de 18°C indicado por Cunha et al. (2001), como sendo suficiente para a emergência uniforme e rápida da cultura.

Conforme Barros et al. (2003), no hemisfério Sul, a época recomendada para a realização da semeadura é desde o fim de outubro até meados de dezembro. Entretanto, a diversidade climática aliada ao grande número de cultivares, impossibilitam o estabelecimento de uma época ideal para todos os cultivares e regiões.

No Brasil, a época de semeadura varia em função das regiões e cultivares, apresentando uma faixa recomendável de outubro a novembro (NAKAGAWA et al., 1983). No Rio Grande do Sul especificamente, há a possibilidade de cultivo da soja em praticamente todas as regiões, com exceções do Nordeste do estado (CUNHA et al., 2001).

– **Densidade de semeadura e espaçamento entre linhas:** Os conhecimentos sobre os efeitos dos espaçamentos empregados a cultura da soja são de grande importância. Pois, segundo Vieira et al. (1985), em menores espaçamentos, há uma maior eficiência do controle químico de invasoras, diminuindo a erosão do solo, além de necessitar de um controle de plantas daninhas.

Outro fator que é favorecido pela redução dos espaçamentos, é a eficiência da água na lavoura, devido a menor evaporação causada pela menor incidência de irradiação no solo (PIRES et al., 1998). O arranjo de plantas pode afetar ainda, a área e a forma da área disponível para a planta, alterando assim, a área foliar e o índice de área foliar, que afetam o rendimento dos grãos (RAMBO et al., 2003). Segundo Carpes (2014), o aumento da densidade de sementes a serem distribuídas por metro linear requer um aumento de velocidade periférica dos discos dosadores.

A forma desuniforme dos espaçamentos entre plantas, implica no aproveitamento ineficiente dos recursos disponíveis, como água, luz e nutrientes. Para Furlani et al. (2005),

grandes distâncias entre plantas, além de proporcionar o desenvolvimento de plantas de menor porte, facilitam o desenvolvimento de plantas daninhas, e por outro lado, o acúmulo de plantas pode provocar o desenvolvimento de plantas mais altas, com diâmetro da haste reduzida, e, portanto, mais propensas ao acamamento.

De acordo com Tourino et al. (2002), o potencial produtivo da cultura da soja, depende sobretudo, do meio onde as plantas irão se desenvolver. Pois, as alterações relacionadas com o espaçamento e população de plantas podem reduzir ou aumentar a produtividade.

– **Profundidade de semeadura:** Outro aspecto relevante para o sucesso na implantação da cultura, é a profundidade em que as sementes são depositadas nos sulcos (ARATANI et al., 2006). Conforme Koakoski et al. (2007), quando a semente é depositada a uma profundidade maior que a necessária, a plântula levará mais tempo para emergir, fazendo com que a planta permaneça mais tempo exposta a ataques de pragas, além da possibilidade da inviabilização da germinação. No entanto, sementes depositadas superficialmente no solo, podem ser arrastadas em casos de ocorrência de ventos ou chuvas, ou então, quando depositadas a uma profundidade mais do que o indicado para essa cultura, as plantas podem não imergir no solo. Em um estudo realizado por Perez et al., (2004), foi constatado que os valores de matéria orgânica, diminuem com o aumento da profundidade em todas as épocas estudadas.

Para Siqueira (2008), para obter uma regulação de profundidade precisa, é necessário o uso de rodas limitadoras de profundidade acopladas aos mecanismos rompedores de solo, responsáveis pela colocação das sementes no sulco. Dias et al. (2009), indicam que os limitadores de profundidade trabalhem de maneira independente para manter a profundidade uniforme garantindo o sucesso do estande inicial da cultura.

2.5 Plantio direto

Conforme Silveira (2001), o plantio direto, também conhecido como semeadura direta, baseia-se na eliminação de ervas daninhas com herbicidas, e na semeadura da cultura com máquinas que mobilizam o solo apenas nas linhas de plantio, sem a movimentação do solo, afim de preservar a matéria orgânica e o seu potencial produtivo. Portanto, segundo Jaremtchuk et al. (2008), o manejo antes da semeadura da soja é fundamental, para que a cultura tenha desenvolvimento inicial livre de interferências, além de garantir uma maior uniformidade de semeadura e proporcionar um maior rendimento operacional.

Segundo Portella (2001), as máquinas utilizadas no plantio direto, são destinadas a semeadura em solo não preparado, caracterizando-se por uma estrutura robusta, capaz de suportar esforços maiores, bem como dispor de peso suficiente para transferir aos rompedores de solo, a força necessária para o corte de resíduos culturais e a abertura dos sulcos para a deposição de sementes e fertilizantes. Por esse motivo, no plantio direto, a camada superficial após um período de no mínimo 4 anos, apresentam maiores valores de densidade e microporosidade (STONE & SILVEIRA, 2001).

O plantio direto, tem se expandido nos últimos anos, como alternativa aos sistemas de manejo convencionais do solo, devido as suas vantagens econômicas e ambientais (BORTOLOTTO et al., 2005). Segundo Franchine et al. (2011), a produtividade no sistema de plantio direto, pode ser menor em relação ao sistema de plantio convencional, nos primeiros anos de adoção desse sistema, porque há necessidade de um tempo até que as melhorias na qualidade do solo se manifestem. Neste processo, a correta distribuição longitudinal das sementes aliada a profundidade indicada para a cultura, contribuirá para obter um estande uniforme de plantas (ALMEIDA et al., 2010).

Conforme Modolo et al. (2004), nos sistemas conservacionistas, as deposições das sementes tornam-se mais difíceis se comparadas aos sistemas de plantio convencional, visto que as condições de solo e cobertura não são tão favoráveis. Por este motivo, os discos de corte e abridores de sulco devem ser capazes de cortar os restos culturais.

2.6 Plantio convencional

De acordo com Carvalho et al. (2004), o revolvimento mediante ao preparo convencional do solo, favorece o desenvolvimento radicular da cultura, permitindo a melhor absorção da água e nutrientes, devido a menor densidade da camada superficial do solo. Esse método se faz necessário, pois a compactação do solo restringe o crescimento e o desenvolvimento radicular das plantas, que por sua vez, afeta diretamente a produtividade das culturas (CORTEZ et al., 2006).

A principal finalidade do preparo do solo, é proporcionar condições favoráveis ao desenvolvimento das culturas (FURLANI et al., 2008). No entanto, a intensa utilização do solo, com aração e gradagens, podem resultar na redução de carbono orgânico no solo, ocasionando o aumento do fluxo de CO₂ para a atmosfera (BORDIN et al., 2008). Como consequência disso,

tem-se aumentado o interesse em determinar a qualidade do solo submetido a diferentes sistemas de cultivo, afim de definir a tecnologia mais eficiente de uso do solo (COSTA et al., 2006).

As características químicas e físicas do solo são afetadas no plantio convencional, tais como, retenção de umidade, oscilação térmica e distribuição de fósforo e nitrogênio (VOSS & SIDIRAS, 1985), pois quando o solo é revolvido, fica exposto a radiação solar. Conforme Costa et al. (2003), as práticas de manejo, possuem geralmente maior impacto sobre solos arenosos do que em solos argilosos.

O preparo do solo, tem como objetivo principal aumentar o seu potencial produtivo, a partir da melhoria das propriedades químicas, físicas e biológicas. O preparo convencional proporciona a descompactação da camada superficial do solo. No entanto, conforme Kluthcouski et al. (2000), o uso intensivo desse manejo, leva a compactação de camadas mais profundas, causados pelo peso das máquinas.

2.7 Rotação de culturas

Conforme Santos et al. (2006), para que o sistema de plantio direto se conserve sustentável, é preciso que seja conduzido permanentemente sob o sistema de rotação de culturas. Pois, segundo Branquinho et al. (2004), quando utilizada em conjunto com o sistema de semeadura direta, a rotação de culturas, promove inúmeras vantagens como, aumento da atividade biológica do solo em função do aumento do teor de matéria orgânica, e há também uma menor necessidade de água, economia de combustível e menor perda do solo por erosão.

Como consequência da rotação de culturas, no sistema de plantio direto, são deixados no solo restos culturais de outras espécies utilizadas no sistema agrícola após a colheita. (SANTOS et al., 1997). Segundo Cattelan et al. (1997), a proteção do solo mediante a cobertura morta ou viva, proporciona maior atividade enzimática e melhores condições físicas do solo, além disso, contribuem para a quebra do ciclo dos patógenos e no aumento da biodiversidade do solo.

O tempo de decomposição da palhada é variável, e conhecer sua dinâmica é importante (WISNIEWSKI & HOLTZ 1997). Segundo Herzog et al. (2004), a quantidade necessária de resíduos para a cobertura do solo, que não afete a germinação ainda é incerta devido a esse processo demorar mais para algumas espécies do que para outras. Isso acontece, devido a

relação carbono/nitrogênio, pois quanto maior a relação, maior será a permanência da matéria seca na camada superficial do solo (CORTEZ et al., 2006). Esse processo é influenciado por mecanismos como o vento, a temperatura, a umidade, ou ainda pelo uso do solo pela fauna a fragmentação física.

Estudos mostram que a soja apresenta respostas positivas a rotação de culturas, particularmente quando cultivadas no verão. Para Franchine et al. (2011), o aumento da produtividade da soja, com o sistema de rotação de culturas, pode ser atribuído a recuperação da qualidade do solo, causada pela produção de fitomassa na parte aérea e raízes deixadas pelas culturas cultivadas anteriormente.

2.8 Semeadoras

Para Silveira (2001), as semeadoras são consideradas as máquinas agrícolas mais importantes depois do trator, pois as culturas podem ser prejudicadas, caso ocorrem falhas no processo da semeadura. Neste contexto, as semeadoras são de grande importância para o sucesso no estabelecimento das culturas, por isso é necessário o uso correto dos equipamentos agrícolas para que haja o aumento da produtividade (MELO, 2013).

Para Vale et al. (2010), a semeadura pode ser realizada através do preparo convencional, em que o solo é revolvido expondo a sua estrutura e, por técnicas conservacionistas, entre elas, a semeadura direta. Para a implantação das cultivares de soja, existem inúmeros modelos de semeadoras, com diferentes sistemas de dosagem de sementes, sendo os sistemas pneumáticos e os sistemas mecânicos com discos perfurados horizontalmente, mais utilizados para esse fim (TOURINO et al., 2009). Nas semeadoras de precisão, as sementes são depositadas individualmente ou em grupos na linha, distribuídas uniformemente, em toda a superfície do terreno, numa mesma profundidade (SILVEIRA, 2001). Segundo Portella (2001), as semeadoras de precisão necessitam realizar algumas funções em conjunto, como: abrir o sulco no solo, dosar a semente a ser distribuída, depositar a semente no solo e posteriormente cobrir e firmar a semente, com o auxílio de compactadoras.

Os mecanismos dosadores de precisão são classificados e dois grupos principais, sendo eles: mecânicos e pneumáticos, ambos com a função de separar as sementes armazenadas em um reservatório, sem danificá-las e distribuí-las uniformemente nos sulcos abertos no solo (PORTELLA et al., 1997). Para Tourino et al. (2009), os sistemas pneumáticos podem

proporcionar, uma distribuição de plantas mais uniforme, e conseqüentemente um maior estande de plantas e, conseqüentemente, maior produtividade.

Nas semeadoras de precisão, as sementes são conduzidas até o sulco no solo, por meio de tubos condutores, e após são liberadas pelos mecanismos dosadores de sementes. De acordo com Canova et al. (2007), a distribuição das sementes é afetada principalmente devido as condições do terreno, a regulação inadequada das semeadoras por parte dos operadores e pela inadequação dos mecanismos dosadores de sementes para algumas condições de trabalho. Variações das velocidades das sementes dentro dos tubos ou ondulações maiores que 15°, proporcionam erros de deposição das sementes nos sulcos (PORTELLA, 1997).

Por outro lado, as semeadoras de fluxo contínuo dosam e distribuem as sementes na linha de semeadura de forma contínua realizando a distribuição em filete contínuo, o que é necessário quando a cultura necessita que as sementes sejam depositadas perto uma das outras, os espaçamentos entre as linhas variam de 15 a 35 cm (BALASTREIRE, 1987). São indicadas para cereais de inverno, como trigo, aveia, centeio, e também para sementes miúdas como arroz e pastagens. No entanto, em algumas máquinas existe a opção de transformá-la em semeadora de precisão (SILVEIRA, 2001). São geralmente compostas por mecanismos dosadores de rotor acanalado, podendo ser retos ou helicoidais, contendo um dosador para cada linha da semeadora (PORTELLA, 1997). A parte superior do cilindro fica em contato com a massa de sementes, sendo a dosagem das sementes controlada pelo comprimento da seção do cilindro em contato com esta massa e pela sua rotação relativa ao avanço do conjunto (MELO, 2013).

2.9 Distribuição de plantas e produtividade das culturas

De acordo com Melo (2013), o processo de desenvolvimento das culturas inicia-se a partir da distribuição e deposição das sementes no solo, seguidos da germinação e emergência das plântulas, nesta fase as condições físicas do solo são muito importantes no seu desenvolvimento inicial, para que a população de plantas se mantenha em todos os estágios do seu desenvolvimento. Conforme descrito por Pinheiro Neto et al. (2008), a uniformidade de distribuição das plantas pode influenciar diretamente na produtividade das culturas, visto que espaçamentos desuniformes impossibilitam o aproveitamento dos recursos disponíveis, como água, luz e nutrientes.

Quando há uma alta concentração de plantas em uma mesma linha de semeadura, estas podem se desenvolver menos ramificadas e com caules e diâmetros menores, estando mais propensas ao acamamento. Por outro lado, espaços falhos promovem a incidência de luz diretamente no solo, fato que favorece o nascimento de plantas invasoras capazes de competir com as plantas cultivadas. Segundo Pinheiro Neto. (2008), se não houver uniformidade de espaçamento entre plantas, as operações de controle de pragas estarão comprometidas.

A densidade de semeadura e o espaçamento entre linhas, podem ser manipulados, afim de estabelecer um arranjo mais adequado, afim de obter uma maior produtividade da cultura. (TOURINO et al., 2002). Nesse contexto, segundo Dias et al. (2009), para obter diferentes densidades de semeadura, se faz necessário variações na regulagem da semeadora, o que interfere diretamente na distribuição de espaçamentos aceitáveis, duplos e falhos. Conforme Almeida et al. (2010), um estande adequado de plantas é resultado da correta distribuição longitudinal de plantas aliada a profundidade de semeadura indicada para a cultura.

Um dos métodos utilizados para analisar a uniformidade da distribuição da deposição de sementes no solo, é a norma ISO 7256/1 (1984), a partir dela é possível classificar o percentual de espaçamentos em aceitáveis, duplos e falhos através da relação entre o tamanho da amostra e a quantidade de sementes contidas na mesma. Outro parâmetro utilizado para este fim, é o coeficiente de variação (CV). É obtido pela análise da variância de um ensaio, e indica o grau de precisão da amostra (CARVALHO et al., 2003). Gomes (1985), classificou-os como baixos, quando inferiores a 10%; médios, quando de 10% a 20%; altos, quando de 20% a 30%, e muito altos, quando superiores a 30%. Desta forma, quanto menor for o percentual, mais uniforme é a distribuição de plantas de soja, e conseqüentemente, maior é a qualidade da semeadura

2.10 Velocidade de semeadura de culturas agrícolas

Em qualquer operação com máquinas agrícolas deve-se levar em consideração a velocidade de operação da máquina e do implemento, pois a velocidade tem influência quanto ao consumo de combustível, a demanda de tração e qualidade durante a operação agrícola (DELMOND, 2009).

Cortez et al. (2006) afirmam que as velocidades durante as operações de semeadura podem interferir na distribuição longitudinal de sementes. De acordo com Oliveira et al. (2000), a

velocidade de deslocamento na semeadura, influencia diretamente sobre o número de sementes por hectare, na distribuição longitudinal das sementes e conseqüentemente na população final de plantas e, influencia ainda na profundidade de semeadura. Conforme, Balastreire et al. (1990), concluíram que a distribuição de sementes de milho, apresentou-se de forma irregular, com o acréscimo da velocidade. Contudo, segundo Furlani et al. (2010), a variação da velocidade na operação da semeadura, não interferiu na distribuição longitudinal das sementes, estande inicial e produtividade da cultura. Já para Pinheiro Neto et al. (2008), altas velocidades de deslocamento, implicam na redução da população de plantas por hectare e na percentagem de espaçamentos aceitáveis.

Em um dos seus trabalhos, Dias et al. (2009), constatou que o aumento da velocidade de deslocamento no momento da semeadura causou uma elevação significativa no percentual de duplos e, o número de aceitáveis foi menor na maior velocidade. Ao estudar a influência da velocidade de semeadura nos espaçamentos múltiplos e aceitáveis, Jasper et al. (2011), verificou que a distribuição das sementes pelo sistema alveolado horizontal não foi afetada. Tratando-se de manejo do solo, Bortolotto et al. (2005), verificou que a velocidade não sofreu interferência pela cobertura do solo.

2.11 Demanda energética na operação de semeadura

As máquinas e implementos disponíveis para a mecanização agrícola dispõem de alta tecnologia embutida, além de ferramentas que quando bem utilizadas proporcionam aumento da eficiência em operações de campo (ALMEIDA et al, 2010). A utilização de máquinas e equipamentos agrícolas, quando feita de maneira adequada, melhora a eficiência operacional, aumenta a capacidade efetiva de trabalho (Modolo, 2003).

De acordo com Serrano (2007), a determinação energética pode ser realizada pela medição do consumo de combustível por hectare, principal indicador técnico para a avaliação da eficiência de utilização do trator agrícola, pois demonstra o envolvimento das variáveis de transformação do combustível em trabalho útil realizado pelo implemento.

A velocidade de trabalho e a heterogeneidade dos solos são fatores relevantes na avaliação da eficiência e do desempenho operacional de semeadoras-adubadoras (MAHL et al., 2004). Segundo Almeida et al. (2010), para obter maiores velocidades de deslocamento, o operador eleva a rotação de trabalho, fazendo com que ocorra a queda do torque do motor,

aumentando assim, o consumo de combustível. Oliveira (1997), verificou em seu trabalho, o aumento na demanda de potência com o incremento na velocidade e, conseqüentemente aumento significativo no consumo de combustível. Furlani et al. (2005), Silveira et al. (2005), observaram a interferência da velocidade do conjunto trator-semeadora em diversos aspectos, entre eles o consumo de combustível. Trintin (2005), não constatou a interferência do efeito da velocidade sobre as forças de tração, entretanto, verificaram o aumento do consumo horário de combustível.

As necessidades de tração dos tratores agrícolas dependem de vários fatores, como solo, o próprio implemento entre outros. O implemento pode influenciar no esforço de tração, devido as características do metal que está em contato com o solo, a curvatura, a forma e as condições da superfície do implemento onde a força é aplicada (MODOLO et al, 2005). Outras variáveis incluem largura, profundidade e velocidade de deslocamento da máquina na operação. (FAGANELLO et al., 1989).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O diagnóstico da semeadura mecanizada da soja na Fronteira Oeste do estado do Rio Grande do Sul, se deu a partir da coleta de dados dos espaçamentos entre plantas, bem como, de questionários aplicados a produtores e/ou responsáveis pelas lavouras visitadas. Tais questionários eram compostos por perguntas referentes as máquinas utilizadas na semeadura, como marca, modelo ano e potência do trator. Outras questões foram referentes a velocidade de deslocamento, sistema de cultivo, estande de plantas esperado e sistema dosador de sementes (apêndice 1).

Os espaçamentos entre plantas foram aferidos em quatro subamostras de 40 plantas, totalizando 160 plantas por propriedade (DIAS, 2012). Os dados foram anotados em um quadro (apêndice 2), e anexados ao questionário de cada propriedade. A análise final dos resultados foi realizada através do software Microsoft Excel®, onde as categorias de informações foram analisadas individualmente e gerados gráficos e tabelas para melhor entendimento dos resultados. A classificação dos tratores quanto foi de acordo com as classes determinadas pela ANFAVEA, 2016 e estão apresentadas na tabela 1:

Tabela 1: Classificação ANFAVEA dos tratores quanto à potência.

Classe	Potência (kW)	Potência (cv)
I	até 36	até 49
II	de 36 a 73	de 49 a 99
III	de 74 a 147	de 101 a 200
III	acima de 147	acima de 200

Fonte: ANFAVEA, 2016.

3.1 Área de abrangência da amostragem

A pesquisa abrangeu municípios da região da Fronteira Oeste do Rio Grande do Sul (Figura 1), sendo eles: Alegrete, Itaqui, Manoel Viana, Rosário do Sul e Uruguaiana, nos períodos que compreendem as safras de 2016/2017 e 2017/2018. O diagnóstico da distribuição de plantas de soja contou com uma amostragem de 50, sendo 25 propriedades no primeiro ano

(2016/2017) e 30 no segundo ano (2017/2018). Os produtores mostraram-se receptivos ao questionário, mostrando também, interesse nos resultados da pesquisa.

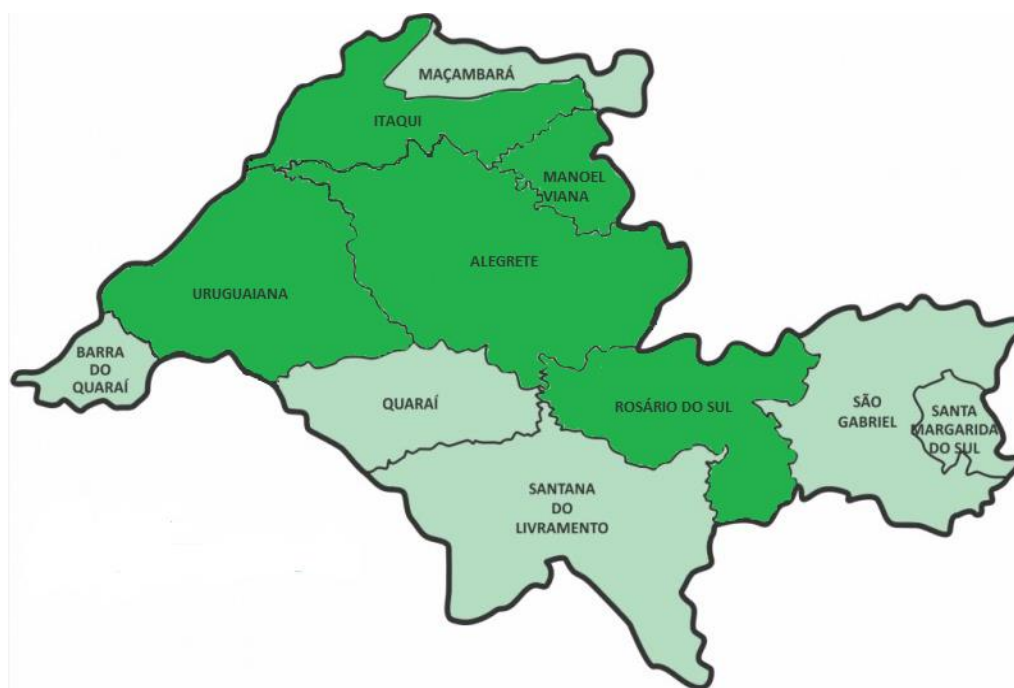


Figura 2: Mapa de abrangência da amostragem.

Fonte: Autoral.

3.2 Metodologia de coleta dos dados

As linhas de semeadura onde foram coletados os dados das distâncias entre plantas, foram escolhidas aleatoriamente na lavoura. Uma trena de 50 metros foi disposta ao lado da linha de semeadura e, então fez-se a leitura dos espaçamentos entre plantas (Figura 2). Foram escolhidas quatro linhas de semeadura na lavoura, onde, em cada linha são coletados os dados de espaçamentos de 40 plantas, tendo ao fim, o total de espaçamentos de 160 plantas em cada propriedade.



Figura 2: Amostragem e leitura dos espaçamentos entre plantas de soja.
Fonte: Autoral.

3.3 Determinação do tamanho da amostra

A pesquisa contou com uma amostra de 50 propriedades, as quais foram analisadas individual e agrupadamente. A determinação do tamanho da amostra foi realizada através do uso da estatística descritiva, onde houve a escolha de três variáveis resposta pertencentes ao questionário. Foram utilizados os seguintes itens: velocidade de deslocamento (Figura 3), estande de plantas esperado (Figura 4) e estande de plantas obtido (Figura 5), em relação as propriedades analisadas.

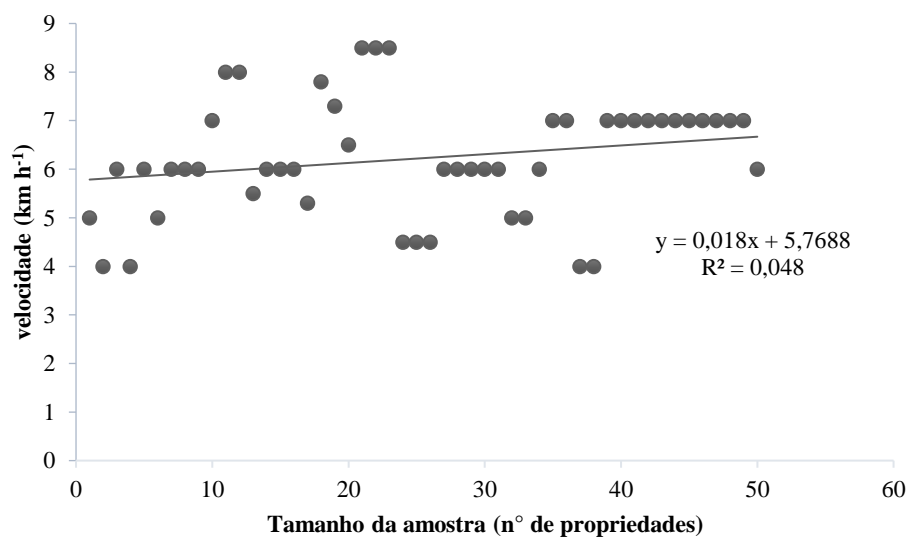


Figura 3: Análise do tamanho de amostra: velocidade de semeadura (km h⁻¹).

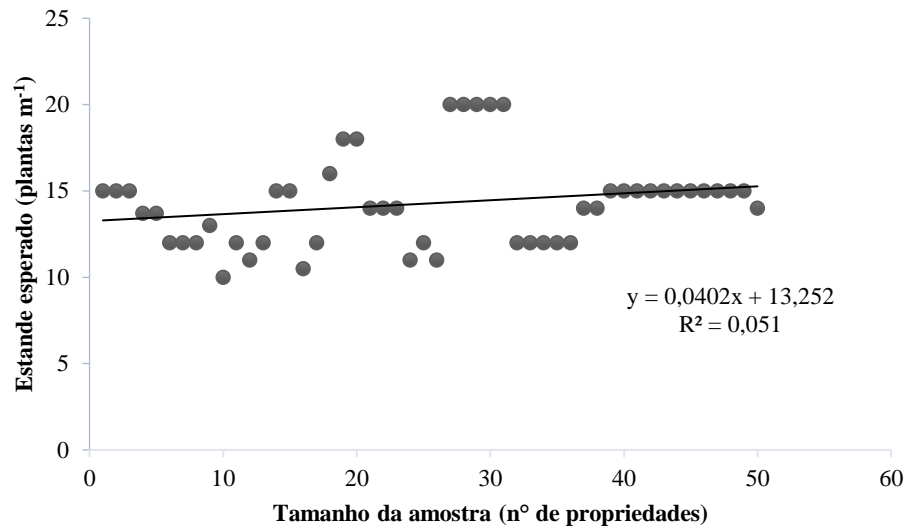


Figura 4: Análise do tamanho de amostra: Estande esperado de plantas (plantas m⁻¹).

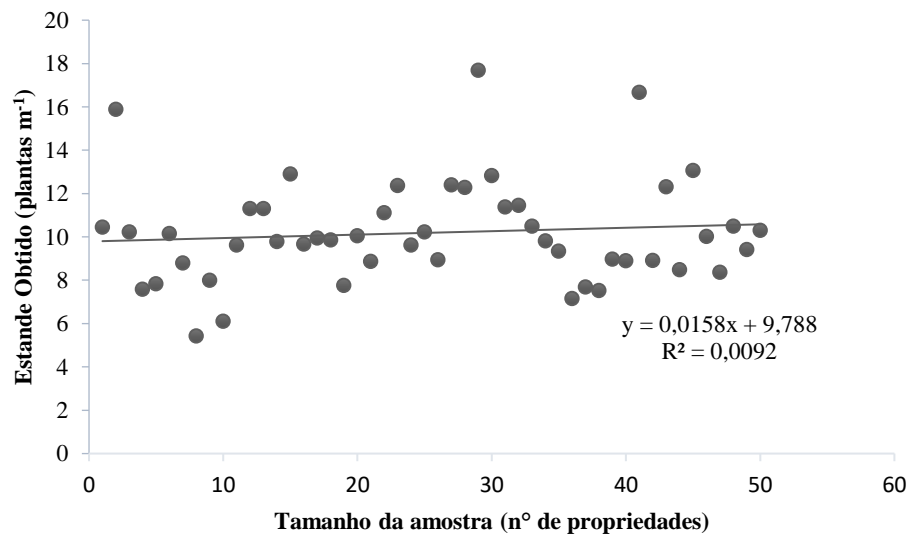


Figura 5: Análise do tamanho de amostra: Estande obtido de plantas (plantas m⁻¹).

Ao observar as figuras, percebe-se a tendência linear dos dados, ou seja, não apresentam variações significativas em função de aumentos no tamanho da amostra. Desta forma, não há tendência nas variáveis resposta em função do tamanho da amostra, denotando que não há a necessidade de ampliar a quantidade de propriedades amostradas.

3.4 Análise da regularidade de distribuição de plantas

A uniformidade de distribuição longitudinal de plantas foi avaliada de acordo com a norma ISO 7256/1 (ISO, 1984), pelo percentual de espaçamentos aceitáveis, duplos e falhos. A relação é citada como XREF (Espaçamento referência), de acordo com a regulagem da semeadora e XI espaçamento real das plantas nas linhas de semeadura. Deste modo, os espaçamentos entre plantas foram classificados como aceitáveis ($0,5 \text{ XREF} < \text{XI} < 1,5 \text{ XREF}$), duplos ($\text{XI} < 0,5 \text{ XREF}$) e falhos ($\text{XI} > 1,5 \text{ XREF}$).

O coeficiente de variação (CV%) obtido da análise de variância de um ensaio experimental indica o grau de precisão dos dados. Para expressar a regularidade dos espaçamentos entre plantas, foi determinado o coeficiente de variação (Equação 1) de todos os espaçamentos entre plantas da amostragem (aceitáveis, múltiplos e falhos), por meio da equação citada por Mahl, (2004).

$$CV = \frac{S_2}{X} 100 \quad (1)$$

Onde:

CV: coeficiente de variação, em %;

S_2 : desvio-padrão de todos os espaçamentos entre plantas, em cm;

X: média de todos os espaçamentos entre plantas, em cm.

Além do CV, foi calculado também o coeficiente de variação a 3 cm (CP3). Que faz referência a uma tolerância de 3 cm para mais e 3 cm para menos dos espaçamentos observados. É calculado pela equação 2, adaptada de Panning et al., (2000).

$$CP3 = \left(\frac{Q_t - (Q_e < (md - 3)) - (Q_e > (md + 3))}{Q_t} \right) * 100 \quad (2)$$

Onde:

CP3: coeficiente de variação a 3 cm, em %;

Q_t : Quantidade total de espaçamentos;

Q_e : Quantidade de espaçamentos;

md: Moda, em cm.

Os dados foram analisados em planilhas eletrônicas do Microsoft Excel[®], respeitando os conceitos da estatística descritiva, onde são gerados gráficos e tabelas para facilitar a explanação dos mesmos. A partir dos gráficos foi realizada a análise de correlação entre a regularidade de distribuição de plantas e os mecanismos dosadores de sementes, entre a velocidade de deslocamento da semeadora, e ainda, em relação ao cv linha⁻¹.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação à representatividade dos municípios estudados (figura 6), verificou-se que mais de 80% das amostragens foram feitas nos municípios de Alegrete e Manoel Viana. A baixa representatividade dos outros municípios, deve-se ao fato da necessidade de um maior deslocamento até as propriedades rurais, dificultando a pesquisa.

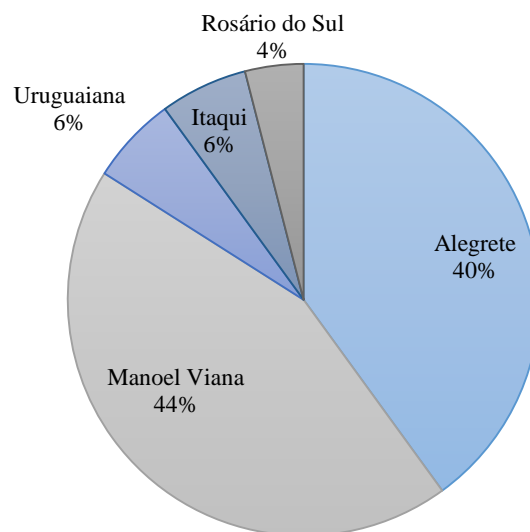


Figura 6: Municípios de abrangência da amostragem, referente as safras 2016/2017 e 2017/2018.

4.1 Características do cultivo da soja na Fronteira Oeste

Tratando-se do sistema de cultivo, 90% das lavouras visitadas fazem o uso do sistema plantio direto e apenas 2% do sistema convencional. Este fato se deve a expansão do sistema plantio direto, como alternativa aos manejos convencionais do solo, devido as suas vantagens econômicas e ambientais (BORTOLOTTO et al., 2005). O uso de camalhões, mais indicado para áreas facilmente alagáveis, está presente em 8% das lavouras amostradas (Figura 7a). Por tratar-se de uma região com grandes áreas de várzea, este sistema de cultivo vem crescendo em representatividade, sendo o seu principal entrave a necessidade de máquinas adaptadas para realizar a semeadura nesta condição.

Em relação a região amostrada, 52% das semeadoras contam com mecanismos dosadores de sementes pneumáticos, 46% representam dosagem por disco alveolado horizontal e, mesmo não sendo recomendado para a cultura da soja, 2% das semeadoras empregavam dosadores de fluxo contínuo, indicados para grãos miúdos, isto se deve ao fato, da soja ser cultivada apenas por questão de oportunidade nessas propriedades (Figura 7b). Os mecanismos dosadores de precisão, são os mais indicados para a cultura da soja, isso porque, segundo Portella (1997), esses mecanismos contam com um eficiente processo de individualizar as sementes contidas em um reservatório, sem danificá-las e distribuindo-as uniformemente no sulco de semeadura.

Para a obtenção de uma maior produtividade e adaptação à colheita mecanizada, os espaçamentos entre as linhas podem ser manipulados, com a finalidade de estabelecer o arranjo mais adequado de plantas (TOURINO et al., 2002). Desta forma, espaçamento entre linhas está diretamente relacionado às máquinas que são utilizadas durante a condução da cultura. Na região analisada, o espaçamento de 45cm é o mais utilizado, representando 78% do total, seguido do espaçamento de 50cm, com 16%. Outras duas medidas ainda são utilizadas 40 e 47cm, representando 4 e 2% respectivamente (Figura 7c).

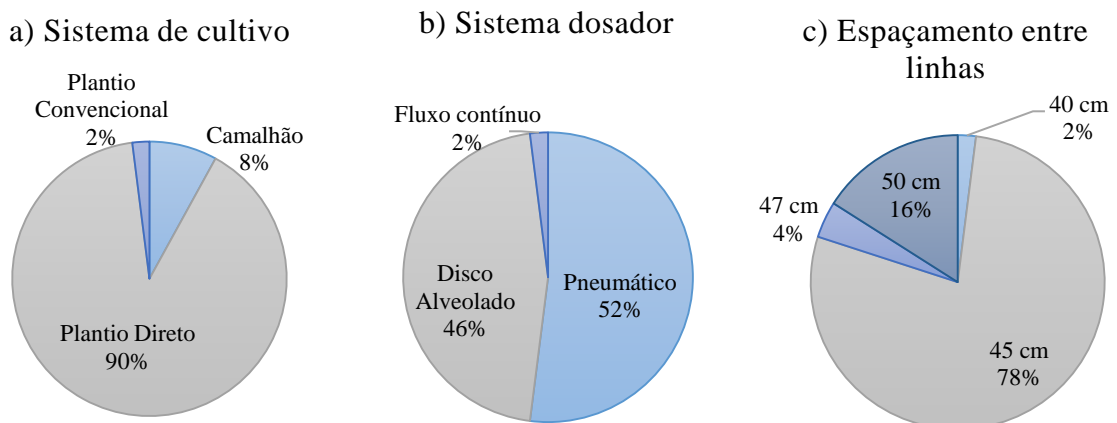


Figura 7: Resposta dos produtores ao questionário, com relação ao a) sistema de cultivo, b) sistema dosador de sementes e c) espaçamento entre linhas, nas safras de 2016/2017 e 2017/2018.

4.2 Características das máquinas

De acordo com os dados obtidos na amostragem, pode-se perceber a grande variação das marcas utilizadas no processo da semeadura da soja na Fronteira Oeste do estado. No entanto, tratando-se de tratores, as marcas John Deere, Massey Ferguson e New Holland representam mais de 70% do total, seguidos da Valtra e Case, com 12% e 10% respectivamente. Há ainda outras marcas de tratores, como a Ford, Valmet e Agrale que juntas somam apenas 6% dos dados amostrados (Figura 8a).

Em relação as semeadoras utilizadas na semeadura nas lavouras visitadas, pode se visualizar a grande utilização de semeadoras da marca Semeato, somando 34% do total. As marcas Vence Tudo e Industrial KF representam 12% cada, seguidas das marcas John Deree e Metaza com 8% cada. Outras marcas de semeadoras também foram visualizadas na região amostrada, como as marcas: Stara, Tatu, Sol, Imaza, Sfil, Kuhn e valtra (Figura 8b). O que chama mais atenção, é o fato da maior importância dada aos tratores, pelo fato de serem de marcas de multinacionais, com uma maior tecnologia embarcada.

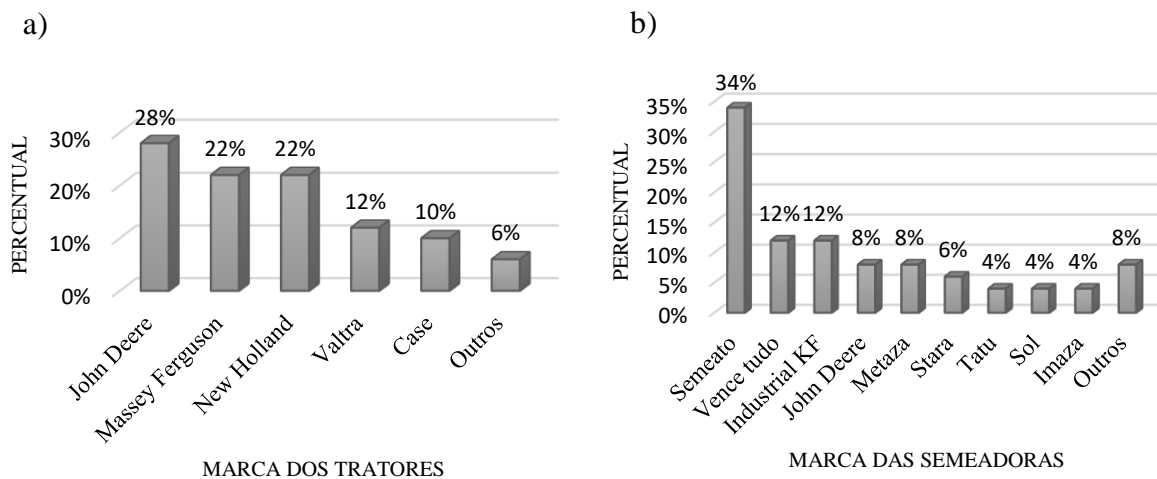


Figura 8: Representatividade das marcas de a) tratores e b) semeadoras, utilizadas no processo de semeadura (2016/2017 e 2017/2018).

De acordo com a ANFAVEA (2016), os tratores podem ser classificados quanto à classe de potência como: Classe I (até 36kW), Classe II (de 36 a 73kW), Classe III (de 74 a 147kW)

e Classe IV (acima de 147kW). Entre os tratores utilizados para as atividades de semeadura na região amostrada, 70% fazem parte da classe III, enquanto 18% e 12% estão nas classes II e IV respectivamente. Não houve incidência de tratores com menos de 36 kW de potência, este fato está relacionado ao esforço requerido pelas máquinas em solo não preparado, que seja capaz de cortar resíduos culturais e abrir sulcos para a deposição das sementes, como é o caso de sistemas de plantio direto (Tabela 2).

Tabela 2: Classe dos tratores em relação a potência na região amostrada.

CLASSE	POTÊNCIA (kW)	POTÊNCIA (cv)	TOTAL	%
I	até 36	Até 49	0	0
II	de 36 a 73	de 49 a 99	6	12
III	de 74 a 147	de 100 a 200	35	70
IV	acima de 147	acima de 200	9	18

De acordo com as recomendações de fabricantes, as semeadoras demandam de 10 a 15 cv linha⁻¹ de semeadura, valor que pode variar, por exemplo, de acordo com o tipo de sulcador de fertilizante. Na amostragem realizada na safra 2016/2017 (Figura 9a), de acordo com as os tratores utilizados pelos produtores da região amostrada, foi encontrado uma potência média de 15,51 cv linha⁻¹, ou seja, acima da potência requerida pelas semeadoras, já na safra 2017/2018 (Figura 9b) foi visualizado uma potência média de 14,79 cv linha⁻¹. No entanto, observa-se o notável excesso de potência por unidade de semeadura em algumas propriedades, fato que apresenta diversos aspectos negativos, como maior consumo de combustível, mais compactação do solo, além da subutilização do trator.

Por tratar-se de uma região orizícola, onde as atividades demandam maior potência dos tratores, os produtores ainda estão se adaptando à cultura da soja e acabam adquirindo semeadoras subestimadas para os tratores que possuem. Em alguns casos, a potência específica passou da margem dos 20 cv linha⁻¹, ou seja, entre 50 e 100% a mais do que a potência recomendada pelos fabricantes das semeadoras. Apenas duas propriedades de ambas as safras, apresentaram um cv linha⁻¹ menor que o recomendado pelos fabricantes de semeadoras, ainda sim, o valor está muito próximo do requerido por essas máquinas.

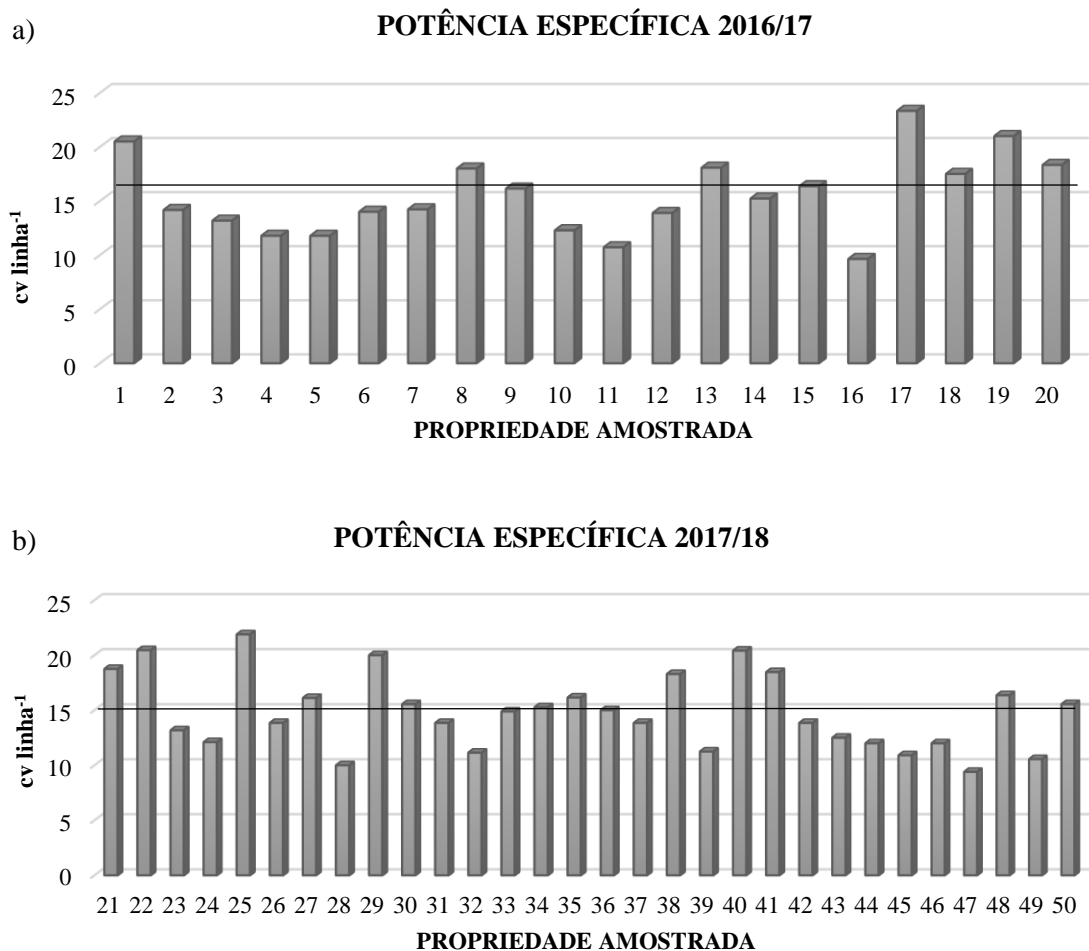


Figura 9: Potência específica (cv linha⁻¹) nas áreas amostradas nas safras a)2016/2017 e b) 2017/2018.

4.3 Análise da distribuição das plantas de soja

Entre as perguntas realizadas ao produtor, a mais importante, trata-se do estande esperado de plantas, ou seja, quantas sementes de soja a semeadora estavam reguladas para depositar no solo, por metro linear. Desta forma, pode-se conhecer a redução ou o aumento do estande, em relação ao estande final obtido através da coleta de dados. Tendo em vista que o estande final de plantas depende de inúmeros fatores, como a cultivar utilizada, ataques de pragas e doenças e clima, a regulagem da semeadora é de grande importância para o produtor que almeja melhor estande de plantas e, por consequência, maior produtividade.

A figura 10, mostrada abaixo traça um paralelo entre a densidade de semeadura e a população de plantas alcançada, mensurada pelo estande final de plantas nas safras 2016/2017 (Figura 10a) e 2017/2018 (Figura 10b). Em ambas as safras, houve uma redução média de

estande em torno 27,7%. No entanto, é possível observar que algumas propriedades sofreram uma redução maior que 50% no estande final das plantas, sendo este, um valor bastante elevado, o que prejudica a produtividade da lavoura. Pois, espaços falhos promovem a incidência de luz diretamente no solo e, conseqüentemente favorecem o nascimento de plantas daninhas capazes de competir com as plantas cultivadas.

Entre as 50 propriedades analisadas, apenas três alcançaram um estande final de plantas superior ao desejado, fato que pode ocasionar um desenvolvimento de plantas menos ramificadas e com caules de diâmetros menores, por estarem muito próximas e competindo por nutrientes umas com as outras. Os espaçamentos desuniformes são causados em sua maioria por erros na calibração da semeadora. De acordo com Pinheiro Neto. (2008), se não houver uniformidade de espaçamento entre plantas, as operações de controle de pragas estarão comprometidas e colheita estarão comprometidas.

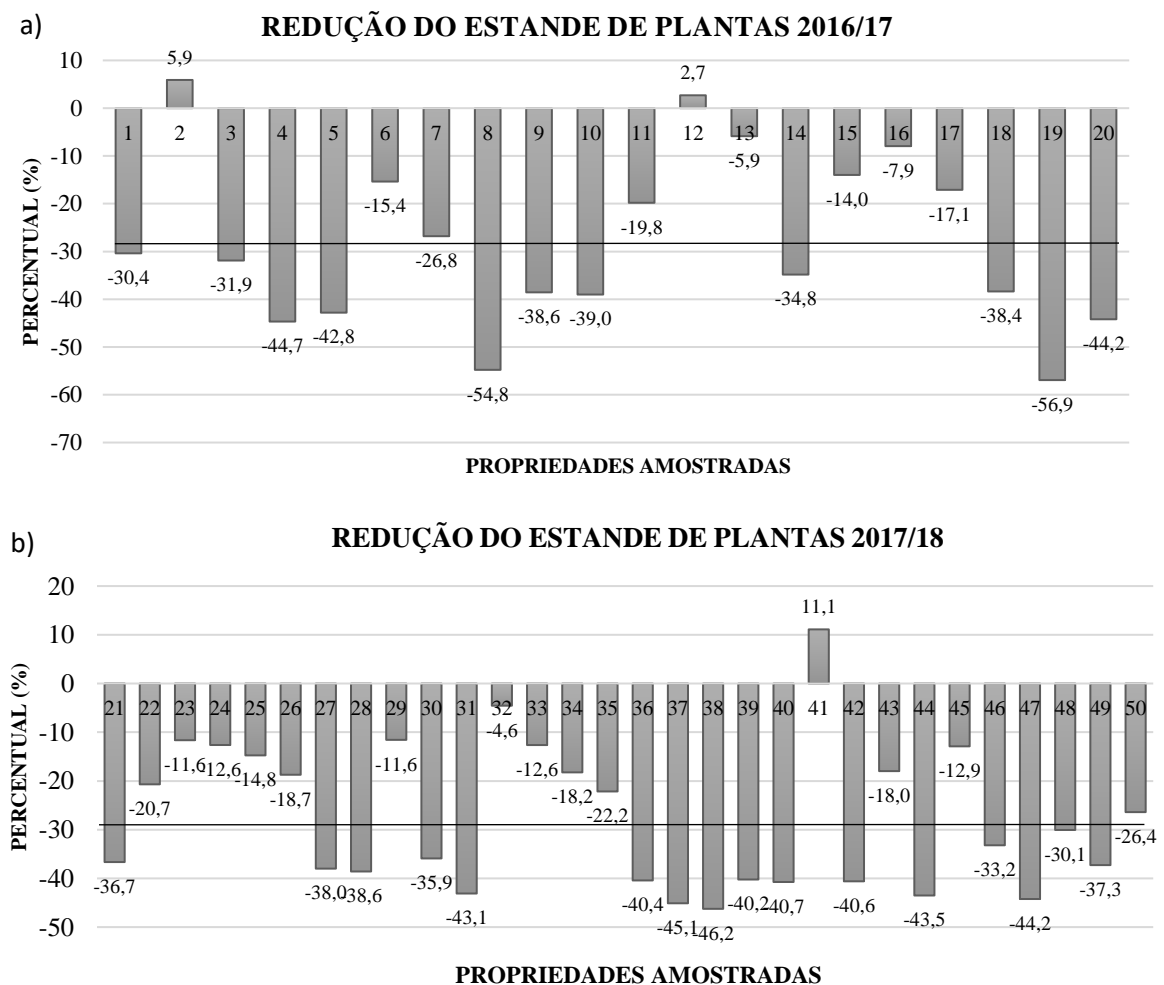


Figura 10: Redução do estande de plantas em relação ao estande esperado, em porcentagem referente as safras a) 2016/2017 e b) 2017/2018.

Inúmeros são os fatores que podem ocasionar a ocorrência de má distribuição de plantas na linha. Diversos autores citam que, assim como o estande de plantas, a distribuição longitudinal pode estar associada a velocidade de semeadura, e as irregularidades do terreno, fazendo com que várias sementes sejam depositadas no solo ao mesmo tempo, devido aos impactos nos sistemas dosadores.

No entanto, nas propriedades amostradas, a velocidade não apresentou correlação com a regularidade de distribuição, expressa pelos percentuais de espaçamentos aceitáveis, duplos e falhos. Dentro de tais velocidades, também não foram encontradas diferenças na regularidade de distribuição entre os mecanismos dosadores pneumáticos e de disco alveolado nas safras 2016/2017 (Figura 11a) e 2017/2018 (Figura 11b). Entretanto, Dias et al., (2014), verificaram que os mecanismos dosadores pneumáticos apresentaram resultados superiores aos de disco alveolado nas velocidades mais elevadas.

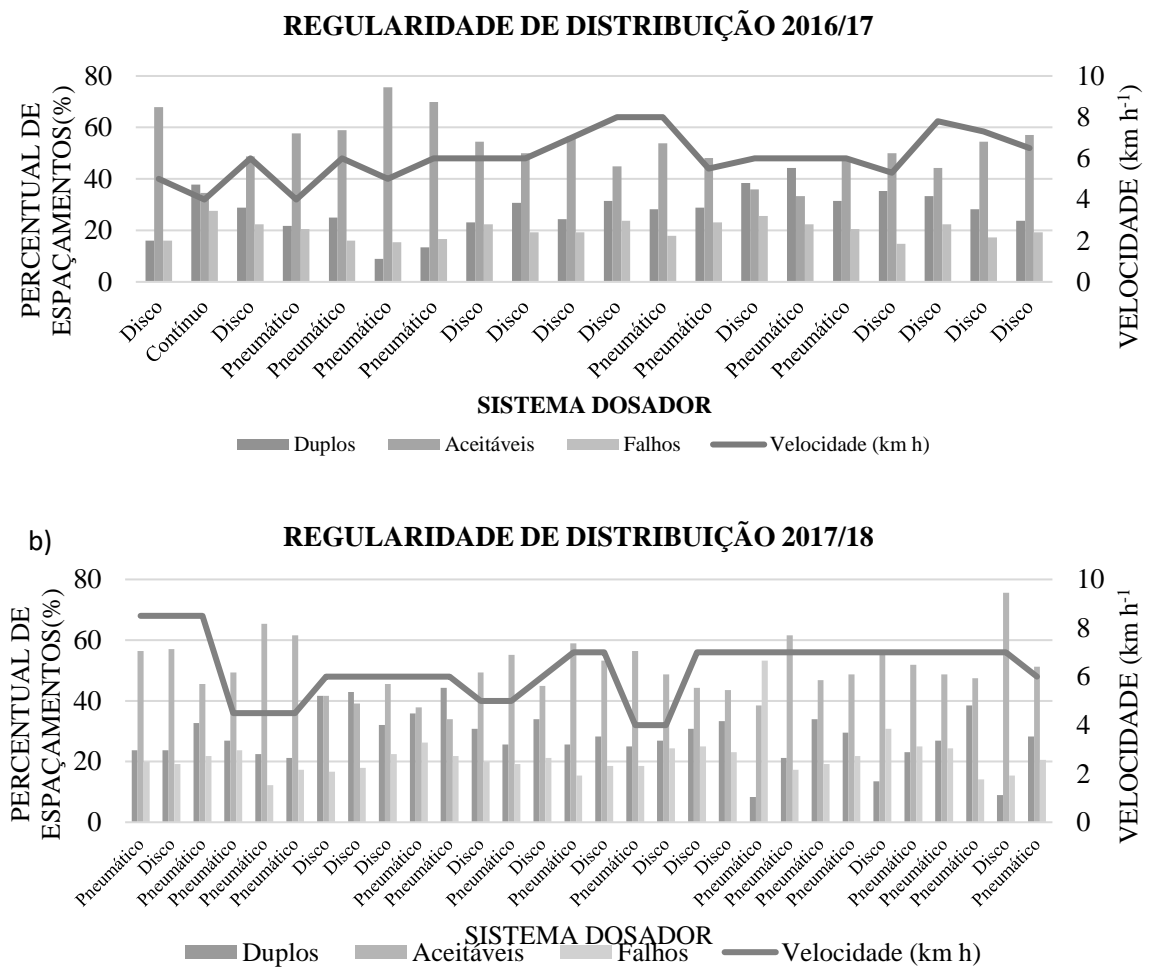


Figura 11: Regularidade de distribuição de plantas em relação a velocidade de deslocamento e sistema dosador a) safra 2016/2017 e b) safra 2017/2018.

De acordo com Mahl et al., (2004), com velocidades acima de 8 km/h, há um menor percentual de aceitáveis e um aumento nos percentuais de duplos e falhos. Ainda, segundo Dias et al., (2009), em todas as velocidades e densidades testadas em seus trabalhos, houve uma redução no percentual de aceitáveis e aumento no número de falhos, com o aumento da velocidade de deslocamento. As velocidades utilizadas variaram de 4,0 a 8,0 km h⁻¹, porém não apresentou correlação com o percentual de aceitáveis, pois possui um índice de determinação muito baixo (Figura 12). Assim como, Furlani et al. (2010), que não observou influencia na distribuição longitudinal das sementes, estande inicial e produtividade da cultura com a variação da velocidade na operação da semeadura.

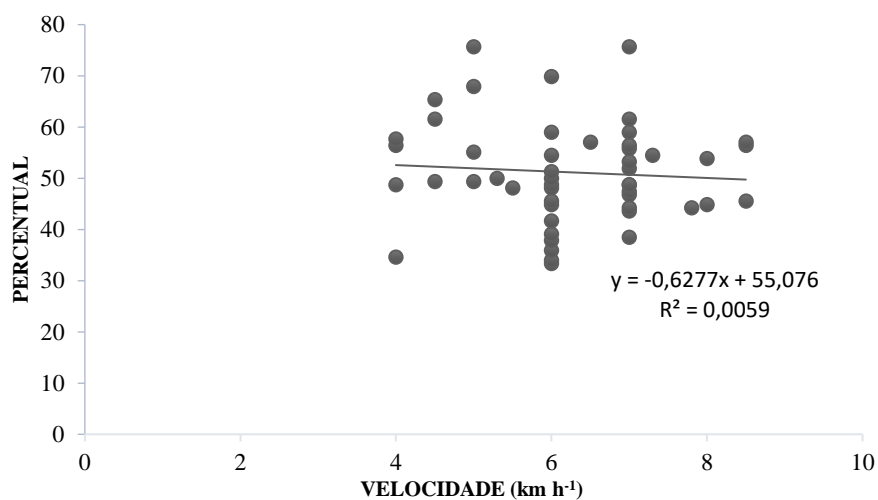


Figura 12: Percentual de espaçamentos aceitáveis e relação a velocidade (safras 2016/2017 e 2017/2018).

De acordo com Amaral et al., (1997), a variação dos experimentos pode ser expressa por três medidas de dispersão, sendo elas: o erro-padrão da média (s^2), o desvio padrão (s), e o coeficiente de variação (CV). Neste trabalho, a variação dos espaçamentos foi calculada pelo coeficiente de variação, mostrados abaixo para as safras 2016/2017 (Figura 13a) e 2017/2018 (Figura 13b). O coeficiente de variação, é uma das medidas estatísticas mais utilizadas por pesquisadores para avaliar a precisão de experimentos, podendo ser definido como a estimativa ao erro experimental em porcentagem da estimativa média (COSTA et al., 2002). Os dados são considerados homogêneos quando o coeficiente de variação fica abaixo de 15 %. De 15 a 30% são considerados, dados com média dispersão e acima de 30% são dados heterogêneos, com alta dispersão. De acordo com as figuras abaixo, é possível perceber a alta dispersão dos dados

analisados, ou seja, os espaçamentos entre plantas variaram significativamente na linha de semeadura.

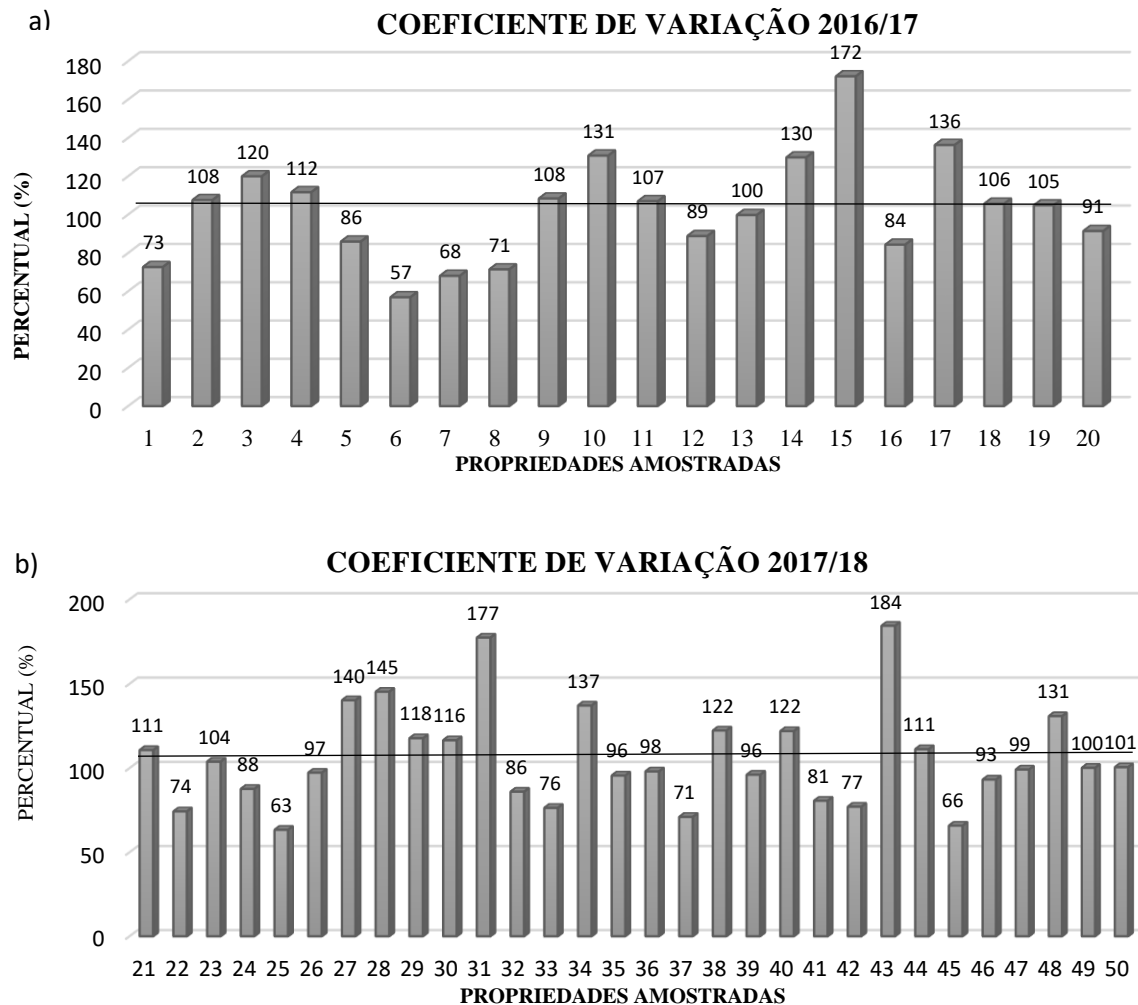


Figura 13: Coeficiente de variação, calculado para os dados analisados das safras a) 2016/2017 e b) 2017/2018.

Além do coeficiente de variação (CV), foi calculado também, o coeficiente de variação a 3 cm, ou seja, 3 cm para mais e 3 cm para menos do espaçamento real, observado na linha de semeadura para as safras de 2016/2017 (Figura 14a) e 2017/2018 (Figura 14b). Como pode-se verificar, mesmo com uma tolerância de 3 cm, a dispersão entre os dados permanece muito elevada, ultrapassando os 50% em alguns casos.

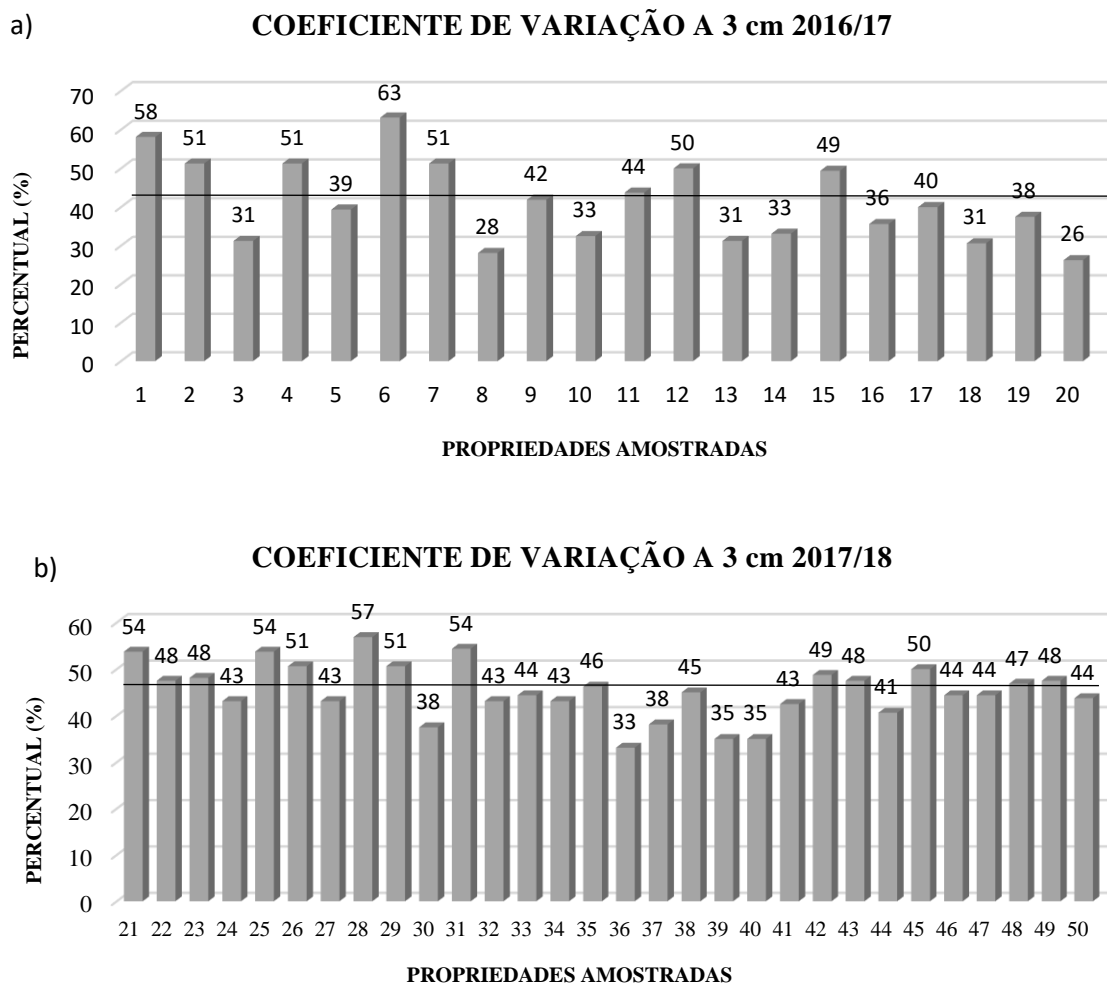


Figura 14: Coeficiente de variação a 3cm, calculado para os dados analisados das safras a) 2018/2017 e b) 2017/2018.

De acordo com os dados analisados, foi possível observar que a semeadura da soja na fronteira oeste, ainda está em uma fase inicial e necessita de muitas mudanças e aperfeiçoamentos. Entre os aspectos que precisam ser analisados para um melhor aproveitamento das safras dessa cultura na região amostrada, estão: manutenções da semeadora e as velocidades de semeadura que respeitem o tempo necessário para que o grão seja depositado no solo. Além disso, há um notável excesso de potência por unidade de semeadura, fato que apresenta diversos aspectos negativos, como maior consumo de combustível, mais compactação do solo e subutilização do trator

5 CONCLUSÕES

Como era de se esperar, o sistema plantio direto é empregado em praticamente todas as propriedades amostradas, em sua maioria pelo fato do sistema oferecer inúmeras vantagens ambientais e econômicas ao produtor. Em se tratando de dosadores de sementes, os mecanismos de precisão são os mais utilizados na área amostrada, por serem os mais indicados à cultura da soja. No entanto, alguns produtores ainda fazem a utilização de semeadoras de fluxo contínuo, indicados para grãos miúdos, por questão de oportunidade.

Tratando-se da potência específica, é visível a subutilização dos tratores, isso porque, os produtores ainda estão se adaptando à cultura da soja e acabam adquirindo semeadoras subestimadas para os tratores que possuem.

Algumas propriedades sofreram uma redução maior que 50%, fato que promove a incidência de luz diretamente no solo, e desta forma favorecem o nascimento de plantas daninhas. Outro fator que pode ocasionar a má distribuição de plantas é a velocidade, no entanto, neste trabalho a velocidade não interferiu nos percentuais de espaçamentos aceitáveis, duplos e falhos. A partir do cálculo da variação, é possível perceber a alta dispersão dos dados analisados, ou seja, os espaçamentos entre plantas variaram significativamente na linha de semeadura.

6 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. A.; KIIHL, R. A. S.; MIRANDA, M. A. C.; CAMPELO, G. J. A. Melhoramento da soja para regiões de baixa latitude. **Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro**, Petrolina, PE, v. 1, cap. 5, p. 73-88, 1999.

ALMEIDA, R. A. S.; SILVA, C. A. T.; SILVA, S. L. Desempenho energético de um conjunto trator-semeadora em função do escalonamento de marchas e rotações do motor. **Agrarian**, v. 3, n. 7, p. 63-70, 2010.

AMARAL, A. M.; MUNIZ, J. A.; SOUZA, M. Avaliação do coeficiente de variação como medida da precisão na experimentação com citros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 12, p. 1221-1225, 1997.

ARATANI, R. G.; MARIA, I. C.; CASTRO, O. M.; PECHE FILHO, A.; DUARTE, A. P.; KANTHACK, R. A. D. Desempenho de semeadoras-adubadoras de soja em Latossolo Vermelho muito argiloso com palha intacta de milho. **Revista brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 10, n. 2, p. 517-522, 2006.

APROSOJA. ASSOCIAÇÃO DOS PRODUTORES DE SOJA DO ESTADO DE MATO GROSSO. **Uso diversificado da soja: Destinos e uso da soja brasileira**, 2017. Disponível em: <<http://aprosojabrasil.com.br/2014/sobre-a-soja/uso-da-soja/>>. Acesso em 20 de outubro de 2017.

BALASTREIRE, L. A. **Máquinas agrícolas**. São Paulo: Manole, 1987. 307p.

BALASTREIRE, L. A. **Máquinas Agrícolas**. São Paulo: Manole, 1990. 307p

BARROS, H. B.; PELUZIO, J. M.; SANTOS, M. M.; BRITO, E. L.; ALMEIDA, R. D. Efeito das épocas de semeadura no comportamento de cultivares de soja, no sul do estado do Tocantins. **Revista Ceres**, v. 50, n. 291, p. 565-572, 2003.

BELLAVER, C.; COTREFAL, G.; GRECCO, M. **Soja integral: processamento e uso**. *Alimento Animal*, v. 7, p. 28-30, 2002.

BORDIN, I.; NEVES, C. S. V. J.; MEDINA, C. C.; SANTOS, J. C. F.; URQUIAGA, S. Matéria seca, carbono e nitrogênio de raízes de soja e milho em plantio direto e convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, n. 12, p. 1785-1792, 2009.

BORTOLOTTO, V. C.; PINHEIRO NETO, R.; BORTOLOTTO, M. C. Demanda energética de uma semeadora-adubadora sob diferentes velocidades de deslocamento e tipos de cobertura vegetal no plantio direto da soja. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 27, n. 02, p. 357-362, 2005.

BRANQUINHO, K. B.; FURLANI, C. E. A.; LOPES, A.; SILVA, R. P.; GROTTA, D. C. C.; BORSATTO E. A. Desempenho de uma semeadora-adubadora direta, em função da velocidade de deslocamento e do tipo de manejo da biomassa da cultura de cobertura do solo. **Engenharia Agrícola**, v. 24, n. 02 p. 374-380, 2004.

CANOVA, R.; SILVA, R. P.; FURLANI, C. E. A.; COTTEZ, J. W. Distribuição de sementes por uma semeadora-adubadora em função de alterações no mecanismo dosador e de diferentes velocidades de deslocamento. **Engenharia na Agricultura**, v. 15, n. 03, p. 299-306, 2007.

CARPES, D. P. **Distribuição longitudinal de sementes de milho e soja em função do tubo condutor, mecanismo dosador e densidade de semeadura**. 2014 87 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Santa Maria, 2014.

CATTELAN, A. J.; GAUDÊNCIO, C. A.; SILVA, T. A. Sistemas de rotação de culturas em plantio direto e os microrganismos de solo, na cultura da soja, em Londrina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.21, n.2, p.293-301, 1997.

CARVALHO, C. G. P.; ARIAS, C. A. A.; TOLEDO, L. A. A.; KIIHK, R. A. S.; OLIVEIRA, M. D.; HIROMOTO, D. M.; TAKEDA, C. Proposta de classificação dos coeficientes de variação em relação à produtividade e altura da planta de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 2, p. 187-193, fev. 2003.

CARVALHO, M. A. C.; ATHAYDE, M. L. F.; SORATTO, R. P.; ALVEZ, M. C.; ARF, O. Soja em sucessão a adubos verdes no sistema de plantio direto e convencional em solo de Cerrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 11, p. 1141-1148, 2004.

CORTEZ, J. W.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P.; LOPES, A. Distribuição longitudinal de sementes de soja e características físicas do solo no plantio direto. **Engenharia Agrícola**, v. 26, n. 02, p. 502- 510, 2006.

COSTA, E. A.; GOEDERT, W. J.; SOUZA, D. M. G. Qualidade de solo submetido a sistemas de cultivo com preparo convencional e plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 7, p. 1185-1191, 2006.

COSTA, F. S.; ALBURQUERQUE, J. A.; BAYER, C.; FONTOURA, S. M.V.; WOBETO, C. Propriedades físicas de um Latossolo Bruno afetadas pelos sistemas plantio direto e preparo convencional. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 3, p 527- 535, 2003.

COSTA, J. A. **Cultura da soja**. Ed. de Ivo Manica e José Antonio Costa, p. 233, 1996.

COSTA, N. H. A. D.; SERAPHIN, J. C.; ZIMMERMANN, F. J. P. Novo método de classificação de coeficientes de variação para a cultura do arroz de terras altas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 3, p. 243-249, 2002.

CUNHA, G. R.; BARNI, N. A.; HAAS, J. C.; MALUF, J. R. T.; MATZENAUER, R.; PASINATO, A.; PIMENTEL, M. B. M.; PIRES, J. L. F. Zoneamento agrícola e época de semeadura para soja no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 3, p. 446-459, 2001.

DELMOND, J. G. **Desempenho de uma semeadora-adubadora de plantio direto na cultura do feijão**. 2009. 101f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2009.

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

DIAS, V. O. **Tamanho amostral para ensaios em esteira de distribuição longitudinal de sementes de milho e soja**. 2012. 110 f. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Maria, 2012.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Soja. Tecnologias de produção de soja-Região Central do Brasil-2001/2002. **Londrina: Embrapa Soja**, p. 267, 2001.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Embrapa soja. **Soja em número. (Safras 2016/2017)**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>>. Acesso em: 14 de out. 2017.

FAGANELLO, A. **Avaliação de sulcadores para semeadura**. 1989. 89 f. 1989. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Mecanização Agrícola) -Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1989.

FRANCHINI, J. C.; COSTA, J. D.; DEBLIASE, H.; TORRES, E. Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná. **Londrina: Embrapa Soja**, 2011. 52p. (Embrapa Soja. Documentos, 327).

FURLANI, C. E. A.; JÚNIOR, A. P.; CORTEZ, J. W.; DA SILVA, R. P.; GROTTA, D. C. C. Influência do manejo da cobertura vegetal e da velocidade de semeadura no estabelecimento da soja. **Engenharia na agricultura/Engineering in Agriculture**, v. 18, n. 3, p. 227-233, 2010.

FURLANI, C. E. A.; LOPES, A.; SILVA, R. P. Avaliação de semeadora-adubadora de precisão trabalhando em três sistemas de preparo do solo. **Engenharia Agrícola, Jaboticabal**, v.25, n.2, p.458-464, 2005.

FURLANI, C. E. A., SILVA, R. P.; CARVALHO FILHO, A.; CORTEZ, J. W.; GROTTA, D. C. C. Semeadora-adubadora: exigências em função do preparo do solo, da pressão de inflação do pneu e da velocidade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, P. 346-352, 2008.

GARCIA, A.; PÍPOLO, A. E.; LOPES, I. O. N.; PORTUGAL, A. Instalação da lavoura de soja: época, cultivares, espaçamento e população de plantas. **Embrapa Soja-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2007.

GOMES, F. P.; COUTO, H. T. Z. O tamanho ótimo de parcelas experimentais para ensaios com eucaliptos. **Piracicaba: IPEF**, n. 1, p. 75-77, 1985.

IRGA. Instituto Riograndense do Arroz. **Irga divulga estimativa de plantio na Safra 2015/2016**. Disponível em: <<http://www.irga.rs.gov.br/conteudo/5714/irga-divulga-estimativa-de-plantio-na-safra-2015/2016>>. Acesso em: 14 de out. 2017.

ISO 7256/1. INTERNACIONAL ORGANIZATION FOR ESTANDARDIZATION: **Sowing equipment – Methods of test – Part 1: Single seed drills (precision drills)**. Genève, 16p.1984.

JASPER, R.; JASPER, M.; ASSUMPÇÃO, P. S. M.; ROCIL, J.; GARCIA, L. C. Velocidade de semeadura da soja. **Engenharia Agrícola, Jaboticabal**, v. 31, n. 1, p. 102-110, 2011.

KLUTHCOUSKI, J.; FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D.; RIBEIRO, C. M.; FERRARO, L. A. Manejo do solo e o rendimento de soja, milho, feijão e arroz em plantio direto. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 1, p. 97-104, 2000.

KOAKOSKI, A.; SOUZA, C. M. A.; RAFULL, L. Z. L.; SOUZA, L. C. F.; REIS, E. F. Desempenho de semeadora-adubadora utilizando-se dois mecanismos rompedores e três pressões da roda compactadora. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 5, p. 725-731, 2007.

MAHL, D.; GAMERO, C. A.; BENEZ, S. H.; FURLANI, C. E.; SILVA, A. R. Demanda energética e eficiência da distribuição de sementes de milho sob variação de velocidade e condição de solo. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.24, n.1, p.150-157, 2004.

MELO, R. P.; ALBIERO, D.; MONTEIRO, L.A.; SOUZA, F. H.; SILVA, J. G. Qualidade na distribuição de sementes de milho em semeadoras em um solo cearense. **Revista Ciência Agrônômica**. v.44, n.1, p.94-101, 2013.

MODOLO, A. J. **Demanda energética de uma semeadora-adubadora com diferentes unidades de semeadura. 2003.** 78 f. 2003. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) -Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, 2003.

MODOLO, A. J.; SILVA, S. L. S.; GABRIEL FILHO, A.; SILVEIRA, J. C. M.; GNOATTO, E. Demanda energética solicitada por uma semeadora-adubadora de precisão com diferentes unidades de semeadura. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 27, n. 03, p.473-479, 2005.

MODOLO, A. J.; SILVA, S. L.; SILVEIRA, J. C. M.; MERCANTE, E. Avaliação do desempenho de duas semeadoras-adubadoras de precisão em diferentes velocidades. **Engenharia na Agricultura**, v. 12, n. 04, p. 298-306, 2004.

NAKAGAWA, J.; ROSELEM, C. A.; MACHADO, J. R. Épocas de semeadura da soja I. Efeitos na produção de grãos e nos componentes da produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 18, n.02, p.1187-1198, 1983.

OLIVEIRA, M. L. **Avaliação do desempenho de uma semeadora-adubadora para plantio direto, em duas classes de solo com diferentes tipos de cobertura vegetal. 1997.** 50 f. 1997. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1997.

OLIVEIRA, M. L.; VIEIRA, L. B.; MANTOVANI, E. C.; SOUZA, C. M.; DIAS, G. P. Desempenho de uma semeadora-adubadora para plantio direto, em dois solos com diferentes tipos de cobertura vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 7, p. 1455-1463, 2000.

PANNING, J. W. KOCHER, M. F.; SMITCHE, J. A.; KACHMAN, S. D. Laboratory and field testing of seed spacing uniformity for sugarbeet planters. **Applied Engineering in Agriculture**, v. 16, n. 1, p. 7, 2000.

PEREZ, K. S. S.; RAMOS, M. L. G.; MCMANUS, C. Carbono da biomassa microbiana em solo cultivado com soja sob diferentes sistemas de manejo nos Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.6, p.567-573, 2004.

PINHEIRO NETO, R.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; BORTOLOTTI, V. C.; PINHEIRO, A. C. Desempenho de mecanismos dosadores de sementes em diferentes velocidades e condições de cobertura do solo. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 30, supl. p. 611-617, 2008.

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

PORTELLA, J. A. Mecanismos dosadores de sementes e de fertilizantes em máquinas agrícolas. **Embrapa Trigo-Documents (INFOTECA-E)**, p. 40, 1997.

PORTELLA, J. A. Semeadoras-adubadoras para plantio direto. **Viçosa: Aprenda Fácil**, p.252-2001.

RAMBO, L.; COSTA, J.A.; FERNANDES, J. L. P.; PARCIENELLO, G.; GUTHEIL, F. F. Rendimento de grãos da soja em função do arranjo de plantas. **Ciência Rural**, v. 33, n. 3, p. 405-411, 2003.

SANTOS, E. R.; BARROS, H. B.; FERRAZ, E. C.; CELLA, A. J. S.; CAPONE, A.; SANTOS, A. F.; FIDELIS, R. R. Divergência entre genótipos de soja, cultivados em várzea irrigada. **Revista Ceres**, v. 58, n. 6, p. 755-764, 2011.

SANTOS, H. P.; LHAMBY, J. C. B.; SANDINI, I. Efeitos de culturas de inverno e de sistema de rotação de culturas sobre algumas características da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 11, p. 1141-1146, 1997.

SANTOS, H. P.; LHAMBY, J. C. B.; SPERA, S. T. Rendimento de grãos de soja em função de diferentes sistemas de manejo de solo e de rotação de culturas. **Ciência Rural**, v. 36, n. 1, p. 21-29, 2006.

SARTORI, G. M. S.; MARCHESAN, E.; DAVID, R.; DONATO, G.; AIRES, N. P.; ARAMBURU, B. B. Sistemas de preparo do solo e de semeadura no rendimento de grãos de soja em área de várzea. **Ciência Rural**, v. 46, n. 3, p. 492-498, 2016.

SERRANO, J. M. P. R. Desempenho de tratores agrícolas em tração. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v. 42, n. 7, p. 1021-1027, 2007.

SILVEIRA, G. M. da. **Máquinas para plantio e condução das culturas**. Viçosa: Aprenda Fácil, v 3, p. 336, 2001.

SILVEIRA, J. C. M.; MODOLO, A. J.; SILVA, S. L.; GABRIEL, A. F. Força de tração e potência de uma semeadora em duas velocidades de deslocamento e duas profundidades de deposição de sementes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 1, p. 125-128, 2005.

SIQUEIRA, R. Milho: Semeadoras-adubadoras para sistema plantio direto com qualidade. In: **XXVII CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO**. 2008.

STONE, L. F.; SILVEIRA, PM da. Efeitos do sistema de preparo e da rotação de culturas na porosidade e densidade do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 2, p. 395-401, 2001.

TARTAGLIA, V. L.; ALBERTO, C. M., MACHADO, G. A.; NETO, G. C. M.; AZEVEDO, A. F.; ZANON, A. J. desenvolvimento de soja em terras baixas na fronteira oeste do rio grande do sul. **Anais do salão internacional de ensino, pesquisa e extensão**, v. 7, n. 2, 2016.

THOMAS, A. L.; PIRES, J. L. F.; MENEZES, V. G. Rendimento de cultivares de soja em solo de várzea. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v.6, n. 1, p. 107-112, 2000.

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

TOURINO, M. C. M.; REZENDE, P. M.; SILVA, L. A.; ALMEIDA, L. G. P. Semeadoras-adubadoras em semeadura convencional de soja. **Ciência Rural**, v. 39 n. 1, p.241-245, 2009.

TRINTIN, C. G.; PINHEIRO NETO, R.; BORTOLOTTI, V. C. Demanda energética solicitada por uma semeadora-adubadora para plantio direto, submetida a três velocidades de operação. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 27, n. 1, p. 127-131, 2005

VALE, W. G.; GARCIA, R. F.; CORRÊA JUNIOR, D.; GRAVINA, A.; KLAVER, P. P. C.; VASCONCELOS JÚNIOR, J. F. S. Influência da velocidade de deslocamento no desempenho de uma semeadora-adubadora direta. **Global Science and Technology**, v. 3, n. 3, p. 67– 74, 2010.

VERNETTI JUNIOR, F. J.; GOMES, A. S.; SCHUCH, L. O.B. Sustentabilidade de sistemas de rotação e sucessão de culturas em solos de várzea no Sul do Brasil. **Ciência Rural**, v. 39, n. 6, 2009.

VIEIRA, S. A.; IGNACZAK, J. C.; BEM, J. R.; VELOSO, J. A. R. O.; WENDT, W. Épocas de semeadura e espaçamento sobre algumas características agronômicas da soja no Planalto Rio-Grandense. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 20, n. 2, p. 215-226, 1985.

VOSS, M.; SIDIRAS, N. Nodulação da soja em plantio direto em comparação com plantio convencional. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 20, n. 7, p. 775-782, 1985.

WISNIEWSKI, C.; HOLTZ, G. P. Decomposição da palhada e liberação de nitrogênio e fósforo numa rotação aveia-soja sob plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 11, p. 1191-1197, 1997.

Apêndice 1. Características das máquinas e manejos utilizados na semeadura da soja.

DIAGNÓSTICO DA SEMEADURA MECANIZADA NA FRONTEIRA OESTE DO RIO GRANDE DO SUL	
<p>O presente questionário tem por finalidade conhecer a forma como é conduzida a semeadura mecanizada da soja.</p> <p>A pesquisa terá fins acadêmicos.</p>	
Informações particulares, como por exemplo seus nomes, não serão divulgadas	
<i>Proprietário:</i>	<i>Município:</i>
<i>Quantas semeadoras possui?</i>	
<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> Outro; <i>Quantas?</i>	
<i>Qual é a marca da sua semeadora?</i>	
<i>Qual é o modelo da sua semeadora?</i>	
<i>Ano de fabricação?</i>	
<i>Semeadora:</i>	
<input type="checkbox"/> <i>Precisão</i> <input type="checkbox"/> <i>Fluxo Contínuo</i>	
<i>Mecanismo dosador de sementes:</i>	
<input type="checkbox"/> <i>Pneumático</i> <input type="checkbox"/> <i>Disco Alveolado</i> <input type="checkbox"/> <i>Rotor Acanalado</i>	
<i>Qual o número de linhas da sua semeadora</i>	
<i>Quantos tratores possui?</i>	
<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 5	
<i>Qual a marca do seu trator?</i>	
<i>Qual o modelo do seu trator?</i>	
<i>Qual a velocidade de semeadura?</i>	
<i>Qual o estande de plantas esperado?</i>	
<i>Qual o sistema de cultivo?</i>	
<input type="checkbox"/> <i>Plantio direto</i> <input type="checkbox"/> <i>Convencional</i> <input type="checkbox"/> <i>Houve modificações?</i>	

Apêndice 2: Coleta dos dados de espaçamentos para cada conjunto trator/semeadora.

Coleta dos espaçamentos entre plantas			
(Este documento deve ser anexado ao questionário referente a cada propriedade.)			
Para cada conjunto trator/semeadora, coletar os dados dos espaçamentos nos respectivos locais de atuação destas máquinas.			
<i>Trator:</i>		<i>Semeadora:</i>	
<i>Amostra 1:</i>	<i>Amostra 2:</i>	<i>Amostra 3:</i>	<i>Amostra 4:</i>
1 -	1 -	1 -	1 -
2 -	2 -	2 -	2 -
3 -	3 -	3 -	3 -
4 -	4 -	4 -	4 -
5 -	5 -	5 -	5 -
6 -	6 -	6 -	6 -
7 -	7 -	7 -	7 -
8 -	8 -	8 -	8 -
9 -	9 -	9 -	9 -
10 -	10 -	10 -	10 -
11 -	11 -	11 -	11 -
12 -	12 -	12 -	12 -
13 -	13 -	13 -	13 -
14 -	14 -	14 -	14 -
15 -	15 -	15 -	15 -
16 -	16 -	16 -	16 -
17 -	17 -	17 -	17 -
18 -	18 -	18 -	18 -
19 -	19 -	19 -	19 -
20 -	20 -	20 -	20 -
21 -	21 -	21 -	21 -
22 -	22 -	22 -	22 -
23 -	23 -	23 -	23 -
24 -	24 -	24 -	24 -
25 -	25 -	25 -	25 -
26 -	26 -	26 -	26 -
27 -	27 -	27 -	27 -
28 -	28 -	28 -	28 -
29 -	29 -	29 -	29 -
30 -	30 -	30 -	30 -
31 -	31 -	31 -	31 -
32 -	32 -	32 -	32 -
33 -	33 -	33 -	33 -
34 -	34 -	34 -	34 -
35 -	35 -	35 -	35 -
36 -	36 -	36 -	36 -
37 -	37 -	37 -	37 -
38 -	38 -	38 -	38 -
39 -	39 -	39 -	39 -
40 -	40 -	40 -	40 -

