



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL

CAMPUS DE CERRO LARGO

CURSO DE AGRONOMIA

GABRIEL DRESCH

SISTEMA DE SEMEADURA COM LINHA DUPLA NA CULTURA DA SOJA

CERRO LARGO

2016

GABRIEL DRESCH

SISTEMA DE SEMEADURA COM LINHA DUPLA NA CULTURA DA SOJA

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. Marcos Antônio Zambillo Palma

CERRO LARGO

2016

DGI/DGCI - Divisão de Gestão de Conhecimento e Inovação

DRESCH, GABRIEL
SISTEMA DE SEMEADURA COM LINHA DUPLA NA CULTURA DA
SOJA/ GABRIEL DRESCH. -- 2016.
45 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. ESPAÇAMENTO. 2. POPULAÇÃO. 3. PRODUTIVIDADE. 4.
SOJA. I. PALMA, MARCOS ANTÔNIO ZAMBILLO, orient. II.
Universidade Federal da Fronteira Sul. III. Título.

GABRIEL DRESCH

SISTEMA DE SEMEADURA COM LINHA DUPLA NA CULTURA DA SOJA

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

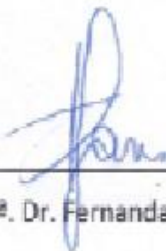
Orientador: PROF. DR. MARCOS ANTONIO ZAMBILLO PALMA

Este trabalho de conclusão de curso foi defendido e aprovado pela em: 23/11/2016

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma – UFFS



Profª. Dr. Fernanda San Martins Sanes – UFFS



Prof. Dr. Sandro José Paixão - UFFS

*Aos meus pais Irineu e Clarice e a minha irmã
Catchusca pelo apoio, amizade, paciência e
exemplo de vida.*

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Irineu e Clarice Dresch pelo incentivo, educação e apoio durante esse período.

A minha irmã Catchusca Dresch e pela amizade e companheirismo.

À Universidade Federal da Fronteira Sul, pela oportunidade da realização da graduação em agronomia.

Ao Professor Dr. Marcos Palma pela orientação e apoio.

Aos participantes da Banca de Defesa Professor Sandro Paixão e Professora Fernanda Sanes. Aos colegas de graduação com quem convivi nesse período, pelas amizades e bons momentos vividos.

Agradeço de forma especial aos amigos Eliézer P., Allison Q., Matheus K. Luander V., Jeancarlo D., Régis G., Luciano S., Maurício L., Adriano Z., João C., Ariel P., e Daniel C. pelo auxílio apoio e companheirismo durante a jornada acadêmica.

Aos professores do curso de Agronomia por todo conhecimento repassado e pela contribuição em minha formação profissional.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho agronômico da cultivar de soja (*Glycine max L.*) NA 5909 RG da Nidera Sementes em diferentes espaçamentos entre linhas e diferentes populações de plantas por hectare. Os espaçamentos avaliados foram 0,50m x 0,50m e 0,17m x 0,50m, as populações avaliadas foram 260.000, 300.000 e 340.000 mil plantas/há⁻¹. Foi utilizado o delineamento de blocos ao acaso (DBC) com esquema fatorial 2x3, com quatro repetições, totalizando 24 parcelas. As parcelas de linha simples (0,5m x 0,5m) foram constituída de 6 linhas de 10 m de comprimento com área total de 30,0 m², tendo como área útil 8 m² (duas linhas centrais de 8,0 m de comprimento). Já as parcelas de linha dupla (0,17m x 0,5m) constituíram de 8 linhas de 10 m de comprimento com área total de 26,8 m², tendo como área útil 10,72 m² (quatro linhas centrais de 8,0 m de comprimento). Foi avaliado no experimento o índice de velocidade de emergência, severidade da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizie*), diâmetro do caule, peso de mil sementes e produtividade. As maiores populações apresentaram os maiores índices de velocidade de emergência, já os maiores diâmetros de caule encontrados foram constatados nas menores populações em ambos os espaçamentos. Os maiores valores médios encontrados de severidade foram registrados nas populações de 340.000 mil plantas/há⁻¹ no espaçamento normal (0,5m x 0,5m) e nas populações de 300.000 e 340.000 mil plantas/há⁻¹ no espaçamento de linha dupla (0,17m x 0,5m), não diferindo entre eles. A massa de mil grãos apresentou diferenças entre os tratamentos avaliados e as maiores produtividades foram encontradas no espaçamento normal (0,5m x 0,5m) nas populações de 300.000 e 340.000 mil plantas/há⁻¹.

PALAVRAS-CHAVE: Espaçamento, população, produtividade, soja.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the agronomic performance of Nidera Seeds soybean cultivar (*Glycine max* L.) NA 5909 RG in different row spacings and different plant populations per hectare. The spacings evaluated were 0.50m x 0.50m and 0.17m x 0.50m, the populations evaluated were 260,000, 300,000 and 340,000 plants / ha⁻¹. A randomized complete block design (DBC) with a 2x3 factorial scheme was used, with four replications, totaling 24 plots. The simple line plots (0.5m x 0.5m) consisted of 6 lines of 10m in length with a total area of 30.0 m², having a useful area of 8 m² (two central lines of 8.0 m in length). The double line plots (0.17m x 0.5m) consisted of 8 lines of 10 m in length with a total area of 26.8 m², having a floor space of 10.72 m² (four central lines of 8.0 m of length). It was evaluated in the experiment the rate of emergence speed, Asian rust severity (*Phakopsora pachyrhizie*), stem diameter, thousand seed weight and productivity. The largest populations had the highest rates of emergence velocity, while the largest stem diameters were found in the lowest populations in both spacings. The highest average values of severity were found in the populations of 340.000 thousand plants / ha⁻¹ in the normal spacing (0.5m x 0.5m) and in the populations of 300.000 and 340.000 plants / ha⁻¹ in the double row spacing (0.17m x 0.5m), not was differing between them. The mass of a thousand grains showed differences between the evaluated treatments and the highest yields were found in the normal spacing (0.5m x 0.5m) in the populations of 300.000 and 340.000 plants / ha⁻¹.

KEY WORDS: Spacing, population, productivity, soya.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Croqui representativo da área experimental indicando os blocos, tratamentos e repetições.	22
Figura 2 - Disposição das parcelas de cada espaçamento estudado na cultura da soja, em linha dupla (0,17 m x 0,5 m) e linha simples (0,5 m x 0,5 m). Cerro Largo/RS, 2015/2016.....	23
Figura 3 - Conjunto Trator mais semeadora utilizado para a realização dasemeadura da soja.	24
Figura 4 - Escala diagramática proposta por GODOY (2006).	28
Figura 5 - Imagem ilustrativa da contagem manual de 100 sementes.	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise química do solo Latossolo Vermelho típico. Cerro Largo/RS, 2015/2016.	20
Tabela 2 - Descrição dos tratamentos. Cerro Largo/RS, 2015/2016.	22
Tabela 3 - Valores médios do Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em plantas de soja em função da variação de populações de plantas e espaçamentos entre linhas. Cerro Largo, 2015/2016.	31
Tabela 4 - Valores médios do diâmetro do caule no ponto de colheita da soja. Cerro Largo, 2015/2016.	32
Tabela 5 - Valores médios da severidade da Ferrugem Asiática (<i>Phakopsora pachyrizae</i>) encontrado no terço superior, médio e inferior da planta. Cerro Largo, 2015/2016.	33
Tabela 6 - Valores médios de produtividade e massa de mil grãos. Cerro Largo, 2015/2016.	34

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	11
2	REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1	A CULTURA DA SOJA: ORIGEM, DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E .PRODUÇÃO.....	13
2.2	DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE PLANTAS DE SOJA	14
2.3	FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA (<i>PHAKOPSORA PACHYRHIZI</i>).....	16
2.4	SEMEADURA CRUZADA.....	17
2.5	SEMEADURA COM ESPAÇAMENTO REDUZIDO.....	18
2.6	SISTEMA DE FILEIRA DUPLA.....	19
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1	LOCAL DE REALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	20
3.2	ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO E ADUBAÇÃO.....	20
3.3	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	21
3.4	DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS.....	22
3.5	GENÓTIPO UTILIZADO E SEMEADURA.....	24
3.6	TRATAMENTOS DE SEMENTES.....	25
3.7	PRÁTICAS CULTURAIS ADOTADAS.....	25
3.7.1	Aplicação de Herbicidas.....	25
3.7.2	Aplicação de Inseticida.....	26
3.7.3	Aplicação de Fungicida.....	26
3.8	AVALIAÇÕES.....	27
3.8.1	Índice de Velocidade de Emergência.....	27
3.8.2	Severidade da Ferrugem Asiática (<i>Phakopsora pachyrhizi</i>).....	28
3.8.3	Diâmetro do Colmo.....	28
3.8.4	Peso de Mil Sementes.....	29
3.8.5	Análises Estatísticas.....	30
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	31
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	36
6	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37

1 INTRODUÇÃO

Desde a safra de 1976/77 até a safra 2014/15 a produção brasileira de soja passou de 12, 145 milhões de toneladas para 96.243,3 milhões de toneladas, isto não se deve somente ao aumento de área plantada que passaram de 6.949 para 32.093,1 milhões de hectares (CONAB, 2015), mas também devido ao uso de cultivares com maior adaptabilidade a diferentes regiões agroclimáticas (FREITAS, 2011), além do desenvolvimento de genótipo com maior potencial produtivo e manejos de cultura mais eficientes (MUNDSTOCK & THOMAS, 2005). Tamanho aumento de produção tornou o Brasil atualmente o segundo maior produtor do grão ficando atrás apenas dos EUA que tem uma estimativa de produção em torno dos 107, 1 milhões de toneladas. O estado de Mato Grosso na safra 2014/2015 destaca-se como maior produtor brasileiro atingindo aproximadamente 29,1% da produção nacional, Paraná com aproximadamente 17,9% vem em segundo lugar, seguido pelo Rio Grande do Sul com aproximadamente 15,5% (CONAB, 2015).

A cultura da soja vem ganhando cada vez mais espaço no cenário agrícola brasileiro, sendo esta a cultura de grãos mais plantada no país com 32, 093 milhões de hectares com uma produção de 96, 228 milhões de toneladas (CONAB, 2015).

A produção, assim como a produtividade brasileira de soja vem gradativamente aumentando desde sua implantação no Brasil nas últimas décadas de acordo com a série histórica da CONAB, isto se deve principalmente aos avanços científicos e a disponibilização de tecnologias ao setor agrícola, mais notadamente com relação ao uso de novos cultivares, uso de transgenia, solo e nutrição (consolidação do sistema plantio direto), máquinas agrícolas, uso de novos insumos para controle de pragas e doenças, entre outras ciências. Porém, as pesquisas relacionadas com ganho de produtividade por meio do uso de arranjos espaciais de plantas alternativos vêm mostrando carência. Nesse contexto, busca-se saber quais arranjos espaciais de plantas conseguiriam proporcionar um aumento produtivo na cultura da soja.

Normalmente os espaçamentos entre linhas que mais vem sendo usados na cultura da soja desde que esta passou a ser cultivada em grande escala no Brasil vêm variando de 40 a 60 cm, sendo mais usados de 40 a 50 cm (EMBRAPA, 2014). Uma alternativa de arranjo espacial diferente que pode ser usada na semeadura da cultura é o uso de linhas pareadas ou

linha dupla, que provem do uso de um maior número de fileiras por área mantendo a mesma população de plantas, melhorando a distribuição espacial das plantas, assim otimizando a interceptação da radiação solar pelas folhas e diminuindo a competição intraespecíficas entre as plantas, desta forma buscando atingir o máximo rendimento da cultura.

A importância deste trabalho se reflete em mostrar aos agricultores o melhor arranjo espacial a ser utilizado no sistema de cultivo para se atingir uma maior produtividade, tendo base o grande desconhecimento dos agricultores de técnicas de semeadura mais produtivas, e suas consequências como perdas econômicas para a cadeia produtiva.

Objetivou-se com a realização deste trabalho avaliar a produtividade e a severidade da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) na cultura da soja em dois diferentes sistemas de semeadura, um com o uso de fileiras duplas com espaçamento de 0,17 m x 0,50 m e outro com o uso de espaçamento normal de 0,50 m entre fileiras, utilizando diferentes populações de plantas, a fim de determinar o espaçamento entre linhas e a população de plantas mais adequado para ser utilizado pelos agricultores na região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A CULTURA DA SOJA: ORIGEM, DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E PRODUÇÃO

Com centro de origem asiático, mais especificamente proveniente da China, a cultura da soja [*Glycine Max (L.) Merrill*] teve início de seu processo de disseminação por volta do ano de 1730 no continente Europeu, sendo usada como planta de ornamentação. Sua chegada no continente Americano ocorreu no ano de 1765, porém somente em 1917 iniciou-se o processo de industrialização dos grãos para extrair o farelo de soja para a alimentação animal, tornando-os maiores produtores de soja, responsáveis por dois terços da produção mundial. (HARTMAN et al., 2011).

A introdução da soja no Brasil ocorreu em 1882, na Bahia (BONETTI, 1981), onde foi realizado estudos de avaliação de cultivares, porém sua adaptação ocorreu melhor em primeiro momento na região Sul, mais precisamente no Rio Grande do Sul, no ano de 1942, atingindo uma produção de 700 Kg ha⁻¹ em uma área de 640 hectares (CARVALHO et al., 2012 *apud* VERNETTI et al., 1983). Sua expansão para o Centro-Oeste no início da década de 70 ocorreu de forma rápida, devido a evolução de pesquisas e desenvolvimento de cultivares adaptadas as condições climáticas do cerrado juntamente com o baixo valor de compra da terra, liberação de verbas do governo e bom preço de venda do produto (CÂMARA; HEIFFIG, 2000), sendo que atualmente seu plantio é encontrado em todo o território brasileiro (CONAB, 2015).

Mesmo tendo projeções otimistas com relação ao aumento da produção brasileira, girando em torno de 33,9% até 2024/25, este percentual encontra-se abaixo do crescimento que vêm acontecendo no decorrer dos últimos 10 anos, que foi de 72,8% (MAPA, 2015). No entanto, para se alcançar maiores produtividades são necessários realizar estudos em cima de tecnologias inovadoras.

2.2 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE PLANTAS DE SOJA

Através do melhoramento genético, pelas condições meteorológicas e pela distribuição espacial das plantas consegue-se alterar a arquitetura de plantas de soja (SOUZA,2016), esta última também conhecida como arranjos de semeadura (Carvalho et al., 2004) vem sendo bastante estudada atualmente pois a arquitetura do dossel esta diretamente ligada a atividade fotossintética da planta (HEIFFIG, 2002).

Através do uso de diferentes arranjos de semeadura tem-se a possibilidade de mudar a arquitetura do dossel da planta, alterando a capacidade de interceptação de a luz solar pela folha influenciando na atividade fotossintética da planta e assim na produção de fotoassimilados (Souza, 2016). Assim, com uma melhor distribuição das plantas na área consegue-se aumentar a interceptação de luz solar pela planta, proporcionando aumentos significativos de fotoassimilados pela planta alcançando maiores rendimentos de grãos (RAMBO et al, 2003).

Para HEIFFIG et al. (2006, *apud* BOARD e HARVILLE, 1992; SHAW e WEBER, 1967), busca-se com a alteração do arranjo de semeadura, quando realizado a redução da distância entre as linhas, alcançar em um menor intervalo de tempo a capacidade da planta em interceptar 95% da radiação solar por unidade de área.

De acordo com SOUZA (2016), esta alteração na arquitetura da planta através de diferentes arranjos de semeadura acontece devido à cultura da soja ter uma alta plasticidade, possuindo características de adaptação às condições ambientais e de manejo por meio de modificações da planta e nos componentes da produtividade. Para HEIFFIG (2002) a população de plantas e o espaçamento entre linhas são umas das possíveis derivadas que estão relacionadas com as modificações do dossel da planta, ressaltando assim a importância do conhecimento de suas interações para encontrar o conjunto de práticas mais favoráveis à produtividade.

Populações maiores de plantas proporcionam maiores alturas às plantas assim como densidades menores estimulam um porte menor às plantas, da mesma forma, a velocidade de fechamento das entrelinhas é maior em populações mais adensadas e menores em populações menores, sendo que estes fatores também são influenciados pelas condições ambientais de solo, da cultivar e época de semeadura (Souza, 2016).

A modificação do arranjo de plantas por tanto se dá através no número de plantas dentro da área e pelo espaçamento entre linhas, alternado a área disponível para cada planta, proporcionando uma competição intra-específica diferenciada entre as plantas, alterando a capacidade produtiva e no aspecto fitossanitário (KNEBEL et al., 2002), além de danos às características ideais do solo proporcionado pelo movimento excessivo de máquinas, mudanças morfofisiológicas na planta e autossombreamento de acordo com TAVARES (2015, *apud* ARGENTA et al., 2001).

Mudanças morfofisiológicas como número de ramos por planta, comprimento de ramos e número de nós férteis podem alterar o potencial produtivo da planta de soja, pois são tais características que alteram a superfície fotossintetizante e o número de locais para o surgimento de gemas produtivas para cada planta. Esta alteração no potencial produtivo ocorre devido a maior demanda de fotoassimilados para o desenvolvimento vegetativo de plantas que apresentam maiores números de ramos e ou maiores comprimentos de ramos, diminuindo o aproveitamento destes fotoassimilados para a produção de estruturas reprodutivas (Navarro Júnior & Costa, 2002)

SOUZA (2016, *apud* THOMA e COSTA, 2010) relata que normalmente, os produtores brasileiros vêm utilizando o sistema de semeadura convencional onde a população de plantas utilizada fica em torno de 300 mil plantas por hectare e o espaçamento entrelinhas utilizados varia de 0,45 a 50 cm (THOMA e COSTA, 2010). Porém novos arranjos de semeadura estão sendo propostos e avaliados, como arranjos de semeadura cruzada, cultivo adensado e fileira dupla, arranjos espaciais estes que podem proporcionar uma melhor utilização dos recursos disponíveis, incrementado a produtividade da soja (TAVAREZ, 2015). Por outro lado, estes novos sistemas de semeadura podem proporcionar riscos a produção, devido a possíveis reduções no número de vagens por planta e um menor peso de 1.000 sementes (TAVAREZ, 2015), além de uma maior presença de pragas e doenças, sendo a ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) a mais preocupante devido sua rápida expansão, virulência e pelo montante de perdas de produtividade causada por ela (YORINORI, 2006).

2.3 FERRUGEM ASIÁTICA DA SOJA (*Phakopsora pachyrhizi*)

Encontrada pela primeira vez no Japão em 1902, a presença da ferrugem asiática causada pelo fungo *Phakopsora pachyrhizi* (Sydow e Sydow) foi diagnosticada no Brasil apenas no ano de 2001, porém seu alto poder destrutivo e difícil controle tornou-a uma das doenças mais importantes que atacam a cultura da soja. Sua fácil disseminação pelo vento aliado a condições de desenvolvimento favoráveis expandiram sua ocupação praticamente em todas as regiões produtoras de soja do Brasil, como cita SOUZA (2016, *apud* YORINORI et al., 2002).

Inicialmente a ferrugem asiática apresenta sintomas mais difíceis de serem observados na planta, pois sua presença inicial é caracterizada por pontos pequenos que alcançam em média 1 mm de diâmetro com coloração mais escura em relação ao tecido sadio da folha e com presença de urédios (estruturas de reprodução do fungo), formando pequenas lesões na folha que podem atingir de 2 a 5 mm de diâmetro, podendo ser encontrados posteriormente no pecíolo, vagens e no caule da planta. Estes urédios adquirem cor castanho-clara a castanho-escura, abrem-se em minúsculo poro por onde são liberados os uredósporos, estes uredósporos passam inicialmente de uma cor hialina (cristalina) para uma coloração bege, podendo eles serem disseminados pelo vento ou ficarem acumulados ao redor dos poros (ALMEIDA et., 2005).. Durante este processo de esporulação, o tecido da folha encontrado ao redor das urédias começa a apresentar coloração castanho-avermelhada tornando visíveis as lesões em ambas as faces da folha (YORINORI et al., 2004), porém o maior número de urédias é encontrado na face abaxial do folíolo de acordo com BLUM (2009, *apud* REIS et al., 2002). Para as urédias que deixam de esporular, estas apresentam as pústulas com os poros abertos (ALMEIDA et., 2005).

BLUM (2009, *apud* OGLE, H. J.; BYTH, D. E.; McLEAN, R. 1979) relatou que os danos provocados pela ferrugem asiática da soja são provenientes da redução do número de vagens por planta, diminuição de grãos cheios e conseqüentemente menor peso dos grãos. Estas perdas sobre o potencial produtivo da cultura da soja são variáveis a dois fatores, o estágio de crescimento em que a cultura se encontra no momento em que a ferrugem se instalou e o tempo em que ela ficou instalada durante o cultivo, onde infecções precoces podem promover uma maior taxa de desfolha prematura, assim promovendo maiores danos.

BLUM (2009, *apud* HARTMAN, G.; SINCLAIR, J.; RUPE, J. , 1999) aponta danos que variam de 5% até 95% em estudos realizados na Austrália, Japão, China e Filipinas.

Uso de cultivares resistentes ao patógeno, com nível suficiente para evitar danos, controle químico, manejo de fontes de inóculo (hospedeiros secundários ou plantas voluntárias de soja) que são encontradas fora da estação de cultivo da soja, além também do uso de cultivares precoce e realização de semeaduras no início da época recomenda são medidas que podem ser tomadas para melhorar o controle da ferrugem asiática da soja (REUNIÃO, 2008; TECNOLOGIAS, 2008).

2.4 SEMEADURA CRUZADA

Este novo tipo de sistema de semeadura é realizado através de duas operações, posicionando metade das sementes na primeira operação e a outra metade das sementes em uma operação similar, porém no sentido perpendicular à primeira (PROCÓPIO et al., 2013), com as linhas formando um ângulo de 90°, sendo este tipo de semeadura bastante encontrada nas margens das áreas de cultivo, devido a presença de falhas da operação de semeadura, sendo necessário realizar manobras de plantio compensatórias (LIMA et al., 2012).

De acordo com Balbinot Junior et al. (2012), sendo necessário a realização de duas operações de semeadura na mesma área, este tipo de semeadura acaba proporcionando um rendimento operacional menor, ocasionando atraso na semeadura em áreas maiores principalmente, sendo necessário intensificar investimentos em máquinas, pois ocorre o dobro do trânsito de máquinas na área. Este maior tráfego de tratores e semeadoras pode conferir maior compactação do solo assim como maior revolvimento do solo predispondo o solo a processos erosivos e emergência de plantas daninhas. Outro problema encontrado é com relação a concentração de plantas na intersecção de plantas das linhas da primeira e segunda passada, aumentando a competição intraespecífica entre as plantas.

Como pontos positivos encontrados na semeadura cruzada Bianchi et al. (2010), aponta que em linhas cruzadas tem-se uma distribuição mais uniforme das plantas na área, proporcionando conseqüentemente uma melhor utilização dos recursos do ambiente, além de proporcionar uma cobertura do solo mais rápida, aumento a interceptação da radiação solar no início do seu ciclo, garantindo um domínio maior sobre as plantas daninhas.

Segundo Balbinot Junior et al. (2012), na maioria dos trabalhos realizados com semeadura cruzada, estes não apresentam ganhos significativos na produtividade de grãos em comparação a semeadura normal. Porém as maiores produtividades alcançadas dentro do Desafio Nacional de Máxima Produtividade pelo Comitê Estratégico Soja Brasil (CESB) nas edições 2009/2010 e 2010/1011 foram alcançadas usando o sistema de semeadura cruzada.

2.5 SEMEADURA COM ESPAÇAMENTO REDUZIDO

Ajustes no arranjo espacial das plantas de soja, alterando espaçamentos entre linhas e densidade de plantas nas linhas pode refletir em aumentos significativos na produtividade de grãos (TOURINO et al., 2002), sendo que de modo geral a variação no espaçamento entre linhas proporcionam melhores respostas, principalmente em espaçamentos menores (THOMAS, A. L.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L., 1998). Em contra partida, a realização da redução do espaçamento entre linhas sem o devido ajuste da densidade pode provocar o acamamento das plantas (HEIFFIG et al., 2006).

A diminuição do espaçamento entre linhas e da população de plantas na mesma linha tem mostrado respostas divergentes. De acordo com o trabalho realizado pela EMBRAPA (2014) o uso com espaçamento entre linhas de 0,45 m apresentaram produtividades maiores em comparação com o uso de espaçamento entrelinhas de 0,3 m, considerando o uso de diversas densidades de plantas entre 300 a 600 mil plantas por hectare. Segundo PROCÓPIO et al., (2013) esta produtividade menor em espaçamento reduzido provavelmente decorreu do menor tempo de vida das folhas próximas do solo em função do autossombreamento das folhas do topo do dossel sobre as folhas baixas, reduzindo a produção de fotossíntese pela planta.

Já Dalzoto Costa et al., (2013) relatou um aumento no rendimento de grãos no espaçamento entre linhas de 20 cm em comparação aos espaçamentos de 40 e 60 cm respectivamente independentemente da população utilizada que no caso variou de 150.000 à 450.000 plantas por hectare. Para Rambo et al., (2004) e Balbinot e Fleck (2005) resultados positivos encontrados dentro do sistema de semeadura reduzida são consequentes a vários fatores, entre eles tem-se o maior aproveitamento da água, em consequência ao rápido fechamento do dossel, pois ocorre uma menor perda de água do solo por evaporação; maior

interceptação da radiação solar; melhor distribuição horizontal das raízes; menor competição intraespecífica além de aumentar o aproveitamento dos nutrientes do solo.

2.6 SISTEMA DE FILEIRA DUPLA

Comumente conhecido como sistema de fileira dupla ou linhas pareadas, este sistema de semeadura apresenta em duas entrelinhas, uma “interna” e outra “externa” CARVALHO (2014, *apud* CHIAVEGATO et al., 2010) resultando em um arranjo espacial diferente do espaçamento convencional utilizado na cultura da soja. Normalmente neste sistema de semeadura o espaçamento entrelinhas internas chega a 0,20 m e entrelinhas externas o espaçamento utilizado varia de 0,40 a 0,60 m. O sistema de fileira dupla é uma tecnologia que tem sido utilizada em alguns países, principalmente nos Estados Unidos, inclusive pelo recordista mundial de produtividade de soja Kip Cullers, produtor do Estado do Missouri (PROCÓPIO et al., 2014).

Segundo BALBINOT (2014, *apud* BRUNS et al., 2011), através desta técnica é possível aumentar o número de fileiras e a densidade de plantas por área, sem proporcionar um fechamento precoce do dossel das plantas, conseguindo manter e até mesmo aumentar a taxa de penetração de luz e agroquímicos no dossel, consequentemente melhorando a atividade fotossintética da planta, promovendo maior sanidade e longevidade das folhas baixas da planta, assim podendo proporcionar maiores produtividades. Salientando, porém que em função do menor fechamento do dossel, a presença de plantas daninhas pode ser maior nas entrelinhas, devido à maior disponibilidade de luz neste local.

No Brasil, a utilização e a avaliação do efeito das fileiras duplas sobre o desempenho agrônomo da soja vêm sendo pouco testado, muito se deve ao fato da falta de opções de semeadoras adaptadas para essa configuração de arranjo (PROCÓPIO et al., 2014).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) – Campus Cerro Largo – RS, de novembro de 2015 a março de 2016. Situada a uma altitude média de 255 metros, localizada entre as coordenadas geográficas 28°08'31.18" S e 54°45'33.98" W.

De acordo com a classificação climática de Köppen o clima predominante da região é do tipo Cfa (clima subtropical úmido), que é caracterizado por apresentar temperatura média no mês mais frio inferior a 18°C e temperatura média no mês mais quente acima de 22°, com verões quentes, contudo sem estações seca definida.

3.2 ANÁLISE QUÍMICA DO SOLO E ADUBAÇÃO

Utilizando o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013), o solo da área foi classificado como um Latossolo Vermelho distroférico. As características químicas do solo foram determinadas a partir da amostragem realizada na área experimental, seguindo a metodologia de Raij et al. (2001). A realização da análise do solo foi conduzida no Laboratório da CCGL TEC (tabela 1),

Tabela 1 - Análise química do solo Latossolo Vermelho típico. Cerro Largo/RS, 2015/2016.

Prof. (cm)	Argila (%)	pH	Índice SMP	Fósforo (mg/dm³)	Potássio (mg/dm³)	M.O (%)	Altroc. (cmolc/dm³)
0-20	81	5	5,6	3,8	138	1,8	0,6
-	Classe 1	Muito Baixo	-	Baixo	Muito Alto	Baixo	-

Cálcio	Magnésio	H+Al	CTCpH7, 0	CTCefetiva	Sat. CTCpH7,0 por bases	Sat. CTCefetiva por alumínio
_____ (cmolc/dm ³)				_____ (%)		
4,3	1,1	6,9	12,7	-	45,3	9,4
Alto	Alto	-	Médio	-	Baixo	-

Fonte: Laboratório de análises de solos da Cooperativa Central Gaúcha Ltda (CCGL).

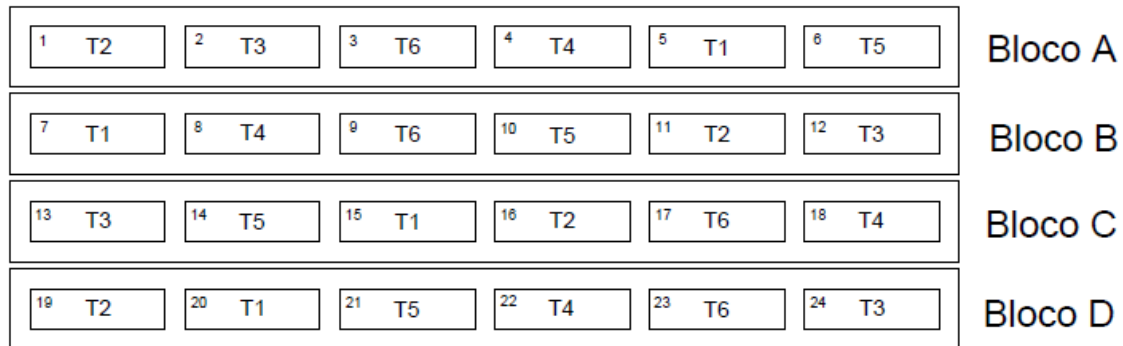
A interpretação da análise foi realizada a partir do manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (2004), baseando-se em uma expectativa de produtividade de 4 toneladas por hectare. O teor de fósforo foi baixo necessitando uma quantidade de 100 Kg/ha, já o teor de potássio encontrado foi muito alto necessitando de 50 Kg/ha, corrigindo estes valores para superfosfato triplo (41 % P₂O₅ e 7 a 12% de Ca) e cloreto de potássio (58% de K₂O), a adubação de superfosfato triplo necessária chegou a 243 Kg/ha e regulando os valores na semeadora, obteve-se um total de 275 Kg/ha, para a adubação de cloreto de potássio foi necessário 86 Kg/ha e regulando os valores na semeadora, obteve-se um total de 95 Kg/ha.

3.3 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

Os tratamentos foram formados pela combinação de diferentes espaçamentos de semeadura (0,5m x 0,5m – linha simples; e 0,17m x 0,5m – linha dupla) juntamente com diferentes populações (260.000 plantas/ha, 300.000 plantas/ha e 340.000 plantas/há).

Para a instalação do experimento utilizou-se o delineamento de blocos ao acaso (DBC) com esquema fatorial 2x3, com quatro repetições, totalizando 24 parcelas de acordo com a figura 1.

Figura 1 - Croqui representativo da área experimental indicando os blocos, tratamentos e repetições.



Fonte: O próprio autor.

No experimento, as parcelas de linha simples (0,5m x 0,5m) foram constituída de 6 linhas de 10 m de comprimento com área total de 30,0 m², tendo como área útil 8 m² (duas linhas centrais de 8,0 m de comprimento). Já as parcelas de linha dupla (0,17m x 0,5m) constituíram de 8 linhas de 10 m de comprimento com área total de 26,8 m², tendo como área útil 10,72 m² (quatro linhas centrais de 8,0 m de comprimento).

3.4 DESCRIÇÃO DOS TRATAMENTOS

A descrição dos tratamentos pode ser observada na Tabela 2, mostrando seus respectivos espaçamentos entre linhas (m) e população de plantas/há⁻¹, juntamente com o respectivo número de sementes e adubação (Kg) utilizada por metro em cada tratamento.

Tabela 2 - Descrição dos tratamentos. Cerro Largo/RS, 2015/2016.

Tratamentos	Descrição dos tratamentos			
	Espaçamento entre linhas (m)	População de plantas/há ⁻¹	Sementes/metro linear	Adubação em linha/metro linear (Kg)
T1	0,50 x 0,50	260.000	14,04 *	0.01650
T2	0,50 x 0,50	300.000	16,20 *	0.01650
T3	0,50 x 0,50	340.000	18,36 *	0.01650
T4	0,17 x 0,50	260.000	09,15 ◻	0.01106
T5	0,17 x 0,50	300.000	10,55 ◻	0.01106

T6	0,17 x 0,50	340.000	11,96 [▫]	0.01106
----	-------------	---------	--------------------	---------

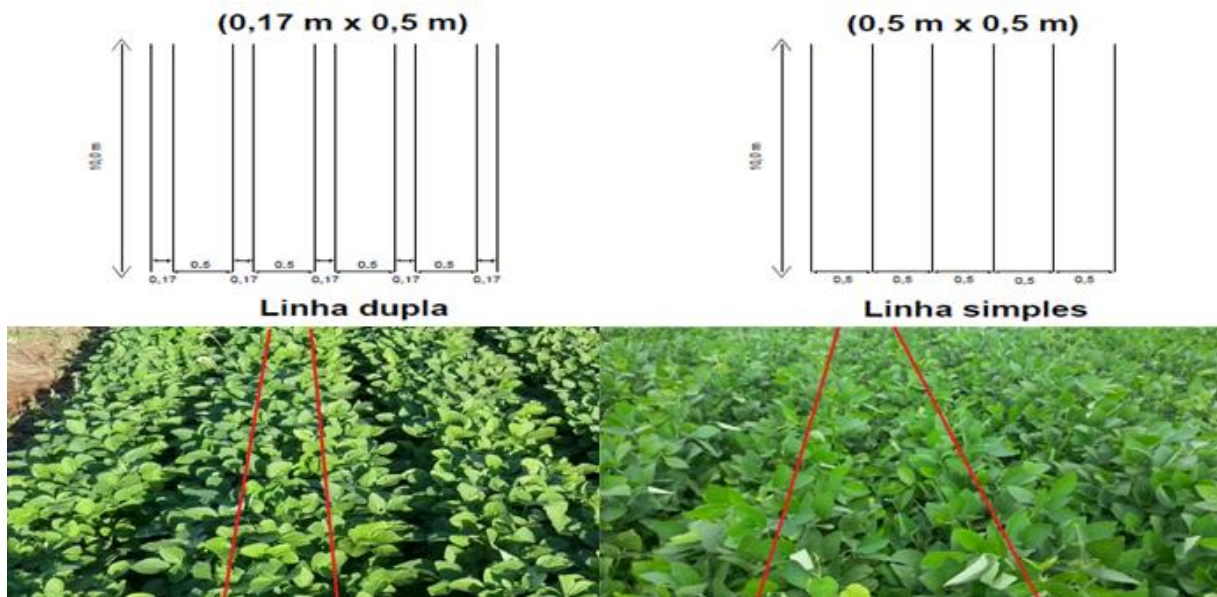
* Perdas de 5% na germinação + 3% de danos mecânicos.

▫ Perdas de 5% na germinação.

Fonte: O próprio autor.

Para melhor visualização dos tratamentos observa-se a figura 2.

Figura 2 - Disposição das parcelas de cada espaçamento estudado na cultura da soja, em linha dupla (0,17 m x 0,5 m) e linha simples (0,5 m x 0,5 m). Cerro Largo/RS, 2015/2016.



Fonte: O próprio autor.

3.5 GENÓTIPO UTILIZADO E SEMEADURA

A cultivar utilizada foi a NA 5909 RG, que possui ciclo precoce (110 à 135 dias), habito de crescimento indeterminado, grupo de maturidade relativa de 6,2. Possui o gene RoundupReady, tornando-a resistente ao uso do herbicida glyphosate.

A semeadura de a cultivar NA 5909 RG foi realizada no dia 25/11/2015, sendo estabelecida a emergência no dia 01/12/2015.

Para a realização da semeadura foi utilizado um trator da marca New Holland modelo TL 75, sendo que para o espaçamento entre linhas de soja de 0,5m x 0,5m a semeadora utilizada foi a Hiper Plus KF 6/4 realizando a semeadura e a adução de forma mecanizada. Já para o espaçamento entre linhas de 0,17m x 0,5m, a semeadora utilizada foi a Double System New KF 17/TG-A sendo apenas realizado a marcação das linhas no solo e a incorporação do

adubo, realizando a semeadura posteriormente de forma manual, o conjunto trator e semeadora esta ilustrado na figura 3. A velocidade utilizada para a realização da semeadura será de 5 Km/h, para dar uma maior uniformidade na deposição das sementes, e a profundidade de semeadura será de 3 cm, conforme recomendações da EMBRAPA (2004).

Figura 3 - Conjunto Trator mais semeadora utilizado para a realização da semeadura da soja.



Fonte: O próprio autor.

3.6 TRATAMENTOS DE SEMENTES

As sementes de soja foram tratadas com o fungicida Maxim® XL (Metalaxil-m + Fludioxonil) com uma dosagem de 10 g/L + 25 g/L i.a./100 Kg de sementes ou 100 ml p.c./100 Kg de sementes diluído em 500 ml de água, associado com o inseticida Cruiser® 350 FS (Tiametoxam) com uma dosagem de 70 g i.a./100 Kg de sementes ou 200 ml p.c./100 Kg de sementes diluído em 300 ml de água.

O fungicida Maxim® XL foi usado para o controle da Podridão-da-semente (*Fusarium pallidoroseum*), Fungo-de-armazenamento (*Penicillium spp.*), Podridão-aquosa (*Rhizoctonia solani*), Antracnose (*Colletotrichum truncatum*), Mancha púrpura-da-semente (*Cercospora kikuchii*) e Phomopsis-da-semente (*Phomopsis sojae*). O Inseticida Cruiser® FS foi usado para o controle das pragas Cupim-de-montículo (*Procornitermes triacifer*), Lagarta-elasmó

(*Elasmopalpus lignosellus*), Mosca-branca (*Bemisia tabaci*) raça B, Tamanduá-da-soja (*Sternechus subsignatus*) e Torrãozinho (*Aracanthus mourei*).

3.7 PRÁTICAS CULTURAIS

3.7.1 Aplicação de Herbicidas

Antes da implantação do experimento as plantas daninhas que se encontrava em predominância, eram a buva (*Conyza bonariensis*), guanxuma (*Sida rhombifolia*), trapoeraba (*Commelina erecta*), corda de viola (*Ipomoea acuminata*), Maria pretinha (*Solanum americanum*) e nabo forrageiro (*Raphanus sativus L.*). As pulverizações foram realizadas com o auxílio de um pulverizador costal JACTO-PJH20, com capacidade de armazenamento de 20 litros.

Para o manejo das coberturas vegetais encontradas dentro da área experimental, foi utilizado o herbicida Glifosato Nortox (N-fosfometil-glicina) na dosagem 1920 g i.a./ha ou 4,0 L p.c./ha e um volume de calda de 150 L/ha, conforme mencionado em bula para a dessecação. Além disso, plantas daninhas como a buva e a corda de viola que não foram controladas pelo herbicida foram eliminadas através da realização de uma capina um dia antes da semeadura, sendo realizado a semeadura da soja 7 dias após a dessecação, sob um sistema de plantio direto. Os corredores das parcelas foram roçados durante o ciclo da cultura para manejar as plantas daninhas.

Um segundo controle de plantas daninhas com o herbicida Glifosato foi realizado 30 dias após a emergência (DAE), utilizando uma dosagem de 720 g i.a./ha ou 1,5 L p.c./ha em um volume de calda 150L/ha, antes que as plantas de soja conseguissem atingir um elevado índice de área foliar dificultando o acesso do produto aplicado sobre as novas plantas daninhas estabelecidas na área.

3.7.2 Aplicação de Inseticida

As pragas controladas no decorrer do experimento foram à lagarta falsa medideira (*Pseudoplusia includens*), o percevejo marrom (*Euschistus heros*) e o percevejo verde (*Nezara viridula*).

Para a lagarta falsa medideira foi realizado uma primeira aplicação do inseticida PREMIO® (Clorantraniliprole), no momento em que foi constatado até 10 lagartas menores que 1,5 cm por pano de batida correspondente ao estágio R2 (Florescimento pleno) e uma segunda aplicação foi realizada com o mesmo produto 21 dias depois. A dose utilizada em cada aplicação foi de 200 g/L i.a./ha ou 50 ml p.c./ha do inseticida PREMIO® em um volume de calda de 200 L/ha.

Para o controle do percevejo marrom e o percevejo verde foi realizada uma primeira aplicação do inseticida TALISMAN (Bifenthrin + Carbosulfano) assim que foi encontrada a presença de ambas as pragas dentro da cultura, uma segunda aplicação foi realizada 20 dias depois. A dose utilizada em ambas as aplicações foram de 50 + 150g/Li.a./ha ou 350 ml/ha do inseticida TALISMAN em um volume de calda de 250 L/ha.

3.7.3 Aplicação de Fungicida

A ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) foi a única doença controlada no decorrer do desenvolvimento da cultura, fazendo necessário o uso de quatro aplicações de fungicidas.

A primeira aplicação foi realizada 45 dias após a emergência, 8 dias antes da planta entrar no estágio R1 (início do florescimento) com o produto ELATUS® (Azoxistrobina + Benzovindiflupir) fungicida sistêmico e de contato, a dosagem utilizada foi de 300 + 150 g/Kg i.a./ha ou 250 g p.c./ha com um volume de calda de 200 L/ha. Uma segunda aplicação do mesmo fungicida e com as mesmas dosagens foram realizadas 14 dias depois.

Os primeiros sintomas de ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) foram identificados no estágio R3 (final da floração e início da frutificação), que acarretou na terceira aplicação de fungicida. A quarta aplicação foi realizada no estágio R5.3 (média granação das vagens). Para as duas aplicações utilizou-se o fungicida FOX® (Trifloxystrobina + Protiocanazole) na dose de 150 + 175 g/Li.a./há ou 0,4 L/ha e volume de calda de 200 L/ha⁻¹.

3.8 AVALIAÇÕES

Será avaliado no trabalho o índice de velocidade de emergência, severidade da Ferrugem Asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), diâmetro do colmo, peso de mil sementes e por fim será realizado a análise estatística dos dados.

3.8.1 Índice de Velocidade de Emergência

Realizado a semeadura, as avaliações do índice de velocidade de emergência de plântulas (IVE) foram realizadas diariamente após a emergência da primeira plântula, correspondendo ao quarto dia após a semeadura (DAS) até o nono dia quando houve estabilização da emergência. Para a quantificação do número de plântulas emergidas foram utilizadas as duas linhas centrais de cada área útil das parcelas, cada linha com 4 metros de comprimento respectivamente, sendo realizada a correção desse índice em função da densidade de sementes semeadas em cada lote, sendo necessário expressar os resultados em porcentagem.

Para determinar os valores da velocidade de emergência utilizou-se a fórmula proposta por Maguire (1962), conforme segue:

$$IVE = \frac{G1}{N1} + \frac{G2}{N2} + \dots + \frac{Gn}{Nn}$$

Onde:

IVE = índice de velocidade de emergência;

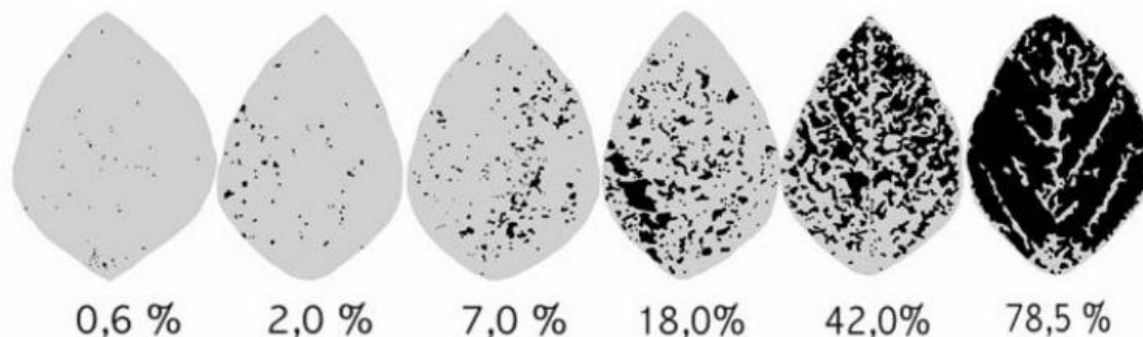
G = número de plântulas emergidas observadas em cada contagem;

N = número de dias da sementeira a cada contagem;

3.8.2 Severidade da Ferrugem Asiática (*Phakopsora pachyrhizi*)

Com auxílio da escala diagramática proposta por GODOY et al. (2006) (figura 4), avaliou-se a severidade da ferrugem asiática. As avaliações foram realizadas quando a cultura encontrou-se no estágio R7.3/R8.1, da seguinte maneira: em cada avaliação foi coletada aleatoriamente da área útil de cada parcela 5 folhas do terço inferior, médio e superior das plantas comparando-as com a escala diagramática, utilizando a média dos valores encontrados para estimar a severidade de doença na planta.

Figura 4 - Escala diagramática proposta por GODOY (2006).



Fonte: GODOY (2006).

3.8.3 Diâmetro do Colmo

As avaliações do diâmetro do colmo foram realizadas na haste principal na região imediatamente superior ao primeiro nó da planta, com o auxílio de um paquímetro digital assim como realizado por BAHRY et al. (2013). Um total de 10 plantas foi escolhido

aleatoriamente na área útil de cada parcela para serem avaliadas no momento da colheita. Essas avaliações foram realizadas em 21 de março de 2016.

3.8.4 Peso de Mil Sementes

O peso de mil sementes (PMS) foi conduzido seguindo a metodologia estabelecida pelas Regras de Análises de sementes (RAS) (BRASIL, 2009), onde inicialmente realizou-se a contagem manual de oito repetições de 100 sementes (figura 5) de cada parcela do experimento, pesando em seguida as sementes de cada repetição corrigidas para umidade de 13%. Para a pesagem utilizou-se quatro casas decimais, sendo a medida de pesagem utilizada em gramas (g).

Figura 5 - Imagem ilustrativa da contagem manual de 100 sementes.



Fonte: O próprio autor

Calculou-se a média das pesagens, a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação dos valores obtidos das pesagens, da seguinte maneira:

$$\text{Peso de mil sementes (PMS)} = \frac{\text{peso da amostra} \times 1.000}{n^{\circ} \text{ total de sementes}}$$

$$\text{Variância} = \frac{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}{n(n - 1)}$$

Onde: x = peso de cada repetição

$n = n^{\circ}$ de repetições

$\sum =$ somatório

Desvio Padrão (S) = $\sqrt{\text{variância}}$

Coeficiente de Variação (CV) = $\frac{S}{\bar{X}} \times 100$

Onde: \bar{X} = peso médio de 100 sementes

Atingindo um coeficiente de variação superior a 4 % realiza-se outra contagem e pesagem com oito repetições de 100 sementes, calculando novamente o desvio padrão das 16 repetições, porém desprezando as repetições com divergências da média superior ao dobro do desvio padrão, multiplicando por 10 a média das demais repetições de 100 sementes.

3.8.5 Análises Estatísticas

Para a realização das análises estatísticas, foram comparadas as médias das variáveis estudadas com a aplicação do teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizado o software estatístico SASM –Agri, versão 3.2.4.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Tabela 3 - Valores médios do Índice de Velocidade de Emergência (IVE) em plantas de soja em função da variação de populações de plantas e espaçamentos entre linhas. Cerro Largo, 2015/2016.

IVE (%)				
Espaçamentos	Populações (plantas há⁻¹)			
(cm)	260.000	300.000	340.000	Média
0,5m x 0,5m	45,39 c A	47,30 b A	49,29 a A	47,62
0,17m x 0,5 m	45,15 b A	46,84 a A	47,72 a A	46,57
Média	45,27	47,28	48,73	
CV (%)	2,45			

Letras iguais, minúsculas nas linhas e maiúsculas na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Conforme a tabela 3, quando comparado o índice de velocidade de emergência em função da população de plantas dentro do mesmo sistema de semeadura, foram constatadas diferenças significativas no sistema de semeadura normal (0,5m x 0,5m) entre as diferentes populações, já no sistema de semeadura de fileira dupla (0,17m x 0,5m) as populações de 300.000 e 340.000 mil plantas há⁻¹ não diferiram entre si, porém diferindo da população de 260.000 mil plantas há⁻¹. Quando comparado as populações de plantas separadamente entre os dois sistemas de semeadura não se constatou diferenças em nenhuma das populações avaliadas.

KNEBEL et al., (2006) ao avaliar o índice de velocidade de emergência em função do espaçamento entrelinhas e densidade populacional de plantas e para a interação de ambos os fatores encontrou diferenças significativas, relatando também que as maiores populações de plantas e espaçamentos entre linhas apresentaram os maiores índices de velocidade de emergência. Segundo o mesmo autor, esse resultado encontrado pode estar atribuído ao mais fácil e rápido rompimento da superfície do solo proporcionado pelo maior número de plântulas por metro linear.

Ambos os estudos se assemelham pelo fato de apresentarem diferenças quando a técnica aplicada se dá pelo mesmo sistema de semeadura normal. Porém quando utilizado

espaçamento diferenciado (fileira dupla) as populações de 300.000 e 340.000 mil plantas ha^{-1} não se diferenciaram entre elas.

A análise do diâmetro do caule (DC) nos diferentes tratamentos pode ser visualizada na tabela 4. Os dados mostram que os tratamentos 1, 2, 4 e 5 não apresentarão diferenças significativas entre eles, da mesma forma que os tratamentos 3, 5 e 6 também não diferiram entre eles.

Tabela 4 - Valores médios do diâmetro do caule no ponto de colheita da soja. Cerro Largo, 2015/2016.

Tratamentos	Diâmetro do caule (mm)
T1 SEN (260 mil plantas ha^{-1})	8,97 a
T2 SEN (300 mil plantas ha^{-1})	8,49 a
T3 SEN (340 mil plantas ha^{-1})	7,23 b
T4 SLD (260 mil plantas ha^{-1})	8,43 a
T5 SLD (300 mil plantas ha^{-1})	8,11 ab
T6 SLD (340 mil plantas ha^{-1})	7,24 b
Coefficiente de Variação (%)	5,37

Tratamentos: SEN – Semeadura em espaçamento normal (0,5m x 0,5m); SLD – Semeadura em linha dupla (0,17m x 0,5m). Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Quando compararmos o sistema de semeadura em espaçamento normal, observamos que o tratamento 3 que apresenta uma população de 340 mil plantas ha^{-1} diferiu estatisticamente dos outros dois tratamentos que usavam o mesmo sistema de semeadura, apresentando um diâmetro de caule inferior aos mencionados.

Em trabalho realizado por Balbinot Junior et al. (2015) também se constatou diferenças de diâmetros em suas populações avaliadas, onde conforme maior era a população, menor era o diâmetro encontrado, segundo o mesmo autor a diminuição do diâmetro do caule ocorre devido a menor disponibilidade de recursos para a formação da planta decorrente da maior competição intra-específicas que é proporcionada com o incremento da quantidade de indivíduos da área. Porém, quando compararmos somente o sistema de semeadura fileira dupla o tratamento 6 que também apresenta uma população de 340 mil plantas ha^{-1} não difere estatisticamente do tratamento 5 que apresenta uma população de 300 mil plantas ha^{-1} ,

tal fato pode estar associado a melhor distribuição das plantas proporcionada pelo sistema de fileira dupla.

Porém FRANCHINI et al. (2014) ao avaliar o diâmetro do caule das plantas de soja da cultivar BMX Potência RR verificou pouca alteração do diâmetro em razão da diminuição do espaçamento entre linhas de 0,45m para 0,30m.

Tabela 5 - Valores médios da severidade da Ferrugem Asiática (*Phakopsora pachyrizii*) encontrado no terço superior, médio e inferior da planta. Cerro Largo, 2015/2016.

Tratamentos	Terço superior	Terço médio	Terço inferior	Média
SEN (260 mil plantas ha ⁻¹)	5,54 C c	8,31 B d	13,29 A c	09,05 c
SEN (300 mil plantas ha ⁻¹)	6,72 C bc	10,12 B bcd	16,40 A bc	11,08 bc
SEN (340 mil plantas ha ⁻¹)	7,95 C ab	12,04 B ab	19,99 A ab	13,33 ab
SLD (260 mil plantas ha ⁻¹)	5,73 C c	8,77 B cd	14,29 A c	09,60 c
SLD (300 mil plantas ha ⁻¹)	7,24 C ab	11,15 B abc	18,73 A b	12,37 abc
SLD (340 mil plantas ha ⁻¹)	8,52 C a	13,33 B a	23,07 A a	14,97 a
Coefficiente de Variação (%)	8,51	9,90	9,96	10,99

Tratamentos: SEN – Semeadura em espaçamento normal (0,5m x 0,5m); SLD – Semeadura em linha dupla (0,17m x 0,5m). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si, minúscula na coluna e maiúscula na linha, pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Conforme tabela 5, ao se comparar as médias de cada terços da planta para cada tratamento separadamente percebe-se que todos apresentaram diferenças significativas na severidade da Ferrugem Asiática (*Phakopsora pachyrizi*), onde, o terço inferior apresentou em todos os tratamentos um índice de severidade maior com relação aos demais. Esses resultados podem ser explicados de acordo com LOBODA, M. S. (2009, apud PEREIRA et al., 2005) devido a parte baixeira da planta apresentar um microclima mais favorável ao desenvolvimento da doença.

Ao analisarmos as médias de cada terço separadamente nos diferentes tratamentos é possível observar que entre os tratamentos que apresentam a mesma população não há diferença estatística entre eles, porém apresentando diferença estatística em sua grande maioria quando comparado diferentes populações independente do espaçamento utilizado.

Os maiores valores médios encontrados de severidade foram registrados nas populações de 340.000 mil plantas no espaçamento normal (0,5m x 0,5m) e nas populações

de 300.000 e 340.000 mil plantas no espaçamento linha dupla (0,17m x 0,5m), não diferindo entre eles.

Tabela 6 - Valores médios de produtividade e massa de mil grãos. Cerro Largo, 2015/2016.

Tratamentos	Produtividade média (kg/ ha⁻¹)	Massa de mil grãos (g)
T1 SEN (260 mil plantas ha ⁻¹)	3.082,03 b	152,36 ab
T2 SEN (300 mil plantas ha ⁻¹)	3.440,69 a	155,23 a
T3 SEN (340 mil plantas ha ⁻¹)	3.432,77 a	154,16 ab
T4 SLD (260 mil plantas ha ⁻¹)	2.938,55 b	150,54 b
T5 SLD (300 mil plantas ha ⁻¹)	3.081,12 b	150,99 ab
T6 SLD (340 mil plantas ha ⁻¹)	2.916,74 b	149,93 b
Coefficiente de Variação (%)	4,22	1,15

Tratamentos: SEN – Semeadura em espaçamento normal (0,5m x 0,5m); SLD – Semeadura em linha dupla (0,17m x 0,5m). *Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Conforme a tabela 6 se observa que o tratamento SEN (300 mil plantas ha⁻¹) e o tratamento SEN (340 mil plantas ha⁻¹) apresentarão as maiores produtividades, não diferindo entre eles, porém diferindo dos demais tratamentos. Os tratamentos com SLD apresentarão produtividades inferiores aos tratamentos com SEN, porém não diferindo do tratamento com SEN (260 mil plantas ha⁻¹).

CARVALHO (2013) menciona que através do uso de fileiras duplas consegue-se uniformizar melhor a cultura. RAMBO et al.,(2002) menciona que vários trabalhos realizados em cima da redução de espaçamento entre linhas apresentaram incremento na produtividade. Porém a produtividade encontrada nos tratamentos com SLD que apresentam redução de espaçamento entre linhas foram inferiores aos tratamentos com SEN.

SIMIONATO et al. (2014) em seu experimento avaliando a redução do espaçamento na produtividade de duas cultivares de soja sob diferentes densidades de semeadura também encontrou redução significativa de produção com a redução de espaçamento, segundo o autor, tal fato pode ter ocorrido devido as condições ambientais favoráveis durante o desenvolvimento da cultura, proporcionando um maior crescimento vegetativo e consequentemente elevando a auto-sombreamento, assim comprometendo a produtividade.

A massa de mil grãos (tabela 6) apresentou diferenças entre os tratamentos avaliados. Quando são analisados o efeito população \times massa de sementes os resultados são contraditórios. Maeda et al. (1983) ressalta que o aumento na população de soja resulta em diminuição na massa das sementes, resultados inversos aos obtidos por Tourino et al. (2002), que encontrou um aumento da massa de sementes com o aumento da população.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produtividade de soja diminuiu utilizando o sistema de fileira dupla (0,17m x 0,50m) em comparação com o espaçamento normal (0,50m x 0,50m) nas diferentes populações avaliadas não diferindo apenas da população de 260.000 mil plantas/ha⁻¹ que utilizou espaçamento normal. O tratamento 2 com espaçamento normal e população de 300.000 mil plantas/ha⁻¹ e o tratamento 3 com espaçamento normal e população de 340.000 mil plantas/ha⁻¹ apresentaram as maiores produtividades, porém o tratamento 2 pode ser considerado o melhor tratamento pois apresentou um maior diâmetro do caule com relação ao tratamento 3, resultado de uma menor população de plantas que proporciona uma menor competição intra-específica entre as plantas e assim aumentando a disponibilidade de recursos para a formação da planta.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. M. R. et al., Manual de identificação de doenças de soja. Londrina, PR, p.9-72, 2005. Disponível em: <<http://www.agrolink.com.br/downloads/doen%C3%A7as%20da%20soja.pdf>>. Acesso em: 09 de abr. 2016.

BAHRY, C. A. et al., Características morfológicas e componentes de rendimento da soja submetida à adubação nitrogenada. Dourados, v.6, n.21, p.281-288, 2013. Disponível em: <[file:///C:/Users/User/Downloads/2240-8428-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/User/Downloads/2240-8428-1-PB%20(1).pdf)>. Acesso em: 25 de mar. 2016.

BALBINOT JR, A. A. et al., Fileiras duplas de soja. Circular técnica. Londrina – PR, 6 p, novembro 2014. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1001166/1/CT108.pdf>>. Acesso em : 14 de abr. 2016.

BIANCHI, M.A.; FLECK, N.G.; LAMEGO, F.P.; AGOSTINETTO, D. Papéis do arranjo de plantas e do cultivar de soja no resultado da interferência com plantas competidoras. Planta Daninha, v.28, n.s., p.979-991, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-83582010000500006>. Acesso em: 10 de abr. 2016.

BLUM, M. M. C. Sensibilidade de *Phakopsora pachyrhizi* a fungicidas. Passo Fundo, RS, 164 p. 2009. Disponível em: <<http://www.ppgagro.upf.br/download/martacasablum.pdf>>. Acesso em: 09 de abr. 2016.

BONETTI, L. P. Distribuição da Soja no Mundo. Origem, história e distribuição In: MIYASAKA, S., MEDINA, J.C.,(Eds.). A Soja no Brasil. Campinas: ITAL, p. 1-6, 1981.

CÂMARA, G. M. S.; HEIFFIG, L. S. Fisiologia, ambiente e rendimento da cultura da soja. In: CÂMARA, G. M. S. Soja tecnologia da produção II. Piracicaba FEALQ, 2000. p. 81- 119.

CARVALHO, L. C. et al., Novas técnicas de arranjos de semeadura na cultura da soja. Enciclopédia biosfera, Goiânia, v.9, n.17, 2013. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2013b/CIENCIAS%20AGRARIAS/NOVAS%20TECNICAS.pdf>>. Acesso em: 04 de abr. 2016.

CARVALHO, L. C.; FERREIRA, F. M.; BUENO, N. M. Importância econômica e generalidades para o controle da lagarta falsa-medideira na cultura da soja. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p. 1021, 2012. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2012b/ciencias%20agrarias/importancia%20economica.pdf>>. Acesso em 04 de abr. 2016.

CARVALHO, M. M. Influência de sistemas de semeadura na população de pragas e nas características morfofisiológicas em cultivares de soja. Dissertação, Botucatu – SP, 59 p. Março 2014. Disponível em: <<http://www.pg.fca.unesp.br/Teses/PDFs/Arq1056.pdf>>. Acesso em: 13 de abr. 2016.

CONAB. Acomp. safra bras. grãos, v. 3 - Safra 2015/16, n. 1 – Primeiro levantamento, Brasília, p. 1-140, outubro 2015. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_10_09_09_03_07_boletim_graos_outubro_2015.pdf>. Acesso em: 02 de abr. 2016.

DALZOTO, C.É. Arranjo de plantas, características agrônômicas e produtividade de soja. Botucatu – SP, 60 p, setembro 2013. Disponível em: <<http://www.pg.fca.unesp.br/Teses/PDFs/Arq1171.pdf>>. Acesso em: 13 de abr. 2016.

FRANCHINI, J. C. et al., Redução do espaçamento entre linhas na cultura da soja. Circular técnica, Londrina – PR, p.1-8, outubro 2014. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/110871/1/CT106.pdf>>. Acesso em: 13 de abr. 2016.

FREITAS, M. C. M. A cultura da soja no Brasil: o crescimento da produção brasileira e o surgimento de uma nova fronteira agrícola. ENCICLOPÉDIA BIOSFERA, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v. 7, n.12, 2011. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2011a/agrarias/a%20cultura%20da%20soja.pdf>>. Acesso em: 02 de abr. 2016.

GODOY, C.V.; KOGA, L.J.; CANTERI, M.G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. Fitopatologia Brasileira, v.31, p.63-68, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-41582006000100011>. Acesso em: 06 de janeiro de 2016.

HARTMAN, G. L.; WEST, E.D.; HERMAN, T.K. Crops that feed the World 2. Soybean-worldwide production, use, and constraints caused by pathogens and pests. Food Security, v.3, p.5-17, 2011. Disponível em: <<http://nalcd.nal.usda.gov/download/48661/PDF>>. Acesso em: 02 de abr. 2016.

HEIFFIG, L. S. Plasticidade da cultura da soja (*Glycinemax* (L.) Merrill) em diferentes arranjos espaciais. Dissertação de Mestrado em Fitotecnia. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo. Piracicaba, SP, p.85, nov. 2002. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11136/tde-20022003-151548/en.php>>. Acesso em : 04 de abr. 2016.

HEIFFIG, L. S.; CÂMARA, G. M. S.; MARQUES, L. A.; PEDROSO, D. B.; PIEDADE, S. M. S. Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. *Bragantia*, v.65, n.2, p.285-295, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0006-87052006000200010>. Acesso em: 04 de abr. 2016.

JUNIOR, B. A. A.; FLECK, N. G. Manejo de plantas daninhas na cultura do milho em função do arranjo espacial de plantas e características dos genótipos. *Ciência Rural*, v.35, n.1, p.245-252, 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782005000100042>. Acesso em: 13 de abr. 2016.

JUNIOR, B. A. A.; PROCÓPIO, S. O; DEBIASI, H; FRANCHINI, J. C. Densidade de plantas na cultura da soja. Circular Técnica. EMBRAPA soja, Londrina-PR, p.9-36, 2015. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1028747/.../doc364.pdf>>. Acesso em: 15 de out. 2016.

JUNIOR, B. A. A; PROCÓPIO, S. O; DEBIASI, H; FRANCHINI, J. C. Semeadura cruzada na cultura da soja. Circular Técnica, Londrina-PR, 1-7, 2013. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/967206/1/CT98.pdf>>. Acesso em: 10 de abr. 2016.

KNEBEL, J.L. Influência do espaçamento e população de plantas sobre doenças de final de ciclo e oídio e caracteres agronômicos em soja. *Maringá*, v. 28, n. 3, p. 385-392, July/Sept., 2006. Disponível em:

<<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/viewFile/962/478>>. Acesso em 05 de abr. 2016

LIMA, S. F. ; Alvarez, R. C. F. ; Theodoro, G. F. ; Bavaresco, M. ; Silva K. S. Efeito da semeadura em linhas cruzadas sobre a produtividade de grãos e a severidade da ferrugem asiática da soja. *BiocienceJournal*, v.28, p.954-962, 2012. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/13960/11106>>. Acesso em: 09 de abr. 2016.

LOBODA, M. S. População de plantas, ferrugem asiática e produção de soja. Jaboticabal-SP, p.1-48, 2009. Disponível em: <<http://www.fcav.unesp.br/download/pgtrabs/pv/m/3647.pdf>>. Acesso em: 17 de out. 2016.

MAEDA, J. A. et al. Influência de cultivares, espaçamentos e localidade na qualidade da semente de soja. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.18, n.5, p.515-518, mai. 1983. Disponível em: < <https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/15286> >. Acesso em: 23 de out. 2016.

MAGUIRE, J. D. Speed germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *CropSci*, Madison, v. 2, p. 176-177, 1962. Disponível em: <<https://dl.sciencesocieties.org/publications/cs/abstracts/2/2/CS0020020176>>. Acesso em: 15 de Maio de 2016.

Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina / Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. - 10. ed. 400 p. – Porto Alegre, 2004. Disponível em: <http://www.sbcs-nrs.org.br/docs/manual_de_adubacao_2004_versao_internet.pdf>. Acesso em: 14 de nov. 2016.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. Assessoria de Gestão Estratégica. Brasil projeções do agronegócio 2014/2015 a 2024/2025. Brasília, Julho de 2015. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/PROJECOES_DO_AGRONEGOCIO_2025_WEB.pdf>. Acesso em 02 de abr. 2016.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA. Regras para análise de sementes. Brasília, p. 345-347, 2009. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/2946_regras_analise_sementes.pdf>. Acesso em: 02 de mar. 2016.

MUNDSTOCK, C.M.; THOMAS, A.L. Soja: fatores que afetam o crescimento e o crescimento de grãos. Porto Alegre: Departamento de Plantas de Lavoura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul: Evangraf, 2005, p. 5-31. Disponível em: <file:///C:/Users/User/Downloads/livro_soja.pdf>. Acesso em: 02 de abr. 2016.

NAVARRO JÚNIOR, H.M.; COSTA, J.A. Contribuição relativa do componentes do rendimento para produção de grãos em soja. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.37, n.3, p.269-274, 2002. Disponível em: <<http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/6337>>. Acesso em: 06 de abr. 2016.

PROCÓPIO, S. O.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C.; PANISON, F. Plantio cruzado na cultura da soja utilizando uma cultivar de hábito de crescimento indeterminado. Revista de Ciências Agrárias/Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences, v.56, n.4, p.319-325, 2013. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/93867/1/Plantio-cruzado-na-cultura-da-soja-utilizando-uma-cultivar-de-habito-de-crescimento-indeterminado.pdf>>. Acesso em: 13 de abr. 2016.

PROCÓPIO, S.O.; BALBINOT JUNIOR, A.A.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J.C.; PANISON, F. Semeadura em fileira dupla e espaçamento reduzido na cultura da soja. Revista Agro@ambiente, Boa Vista, v.8, n.2, p.212-221, 2014. Disponível em: <<http://revista.ufr.br/index.php/agroambiente/article/viewFile/1469/1326>>. Acesso em: 14 de abr. 2016.

RAMBO, L.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. F.; PARCIANELLO, G.; FERREIRA, F. G. Rendimento de grãos da soja e seus componentes por estrato do dossel em função do arranjo de plantas e regime hídrico. Scientia Agrária, v.3, n.1-2, p.79-85, 2002. Disponível em: <<http://revistas.ufpr.br/agraria/article/view/1034>>. Acesso em: 14 de out. 2016.

RAMBO, L.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. F.; PARCIANELLO, G.; FERREIRA, F. G. Estimativa do potencial de rendimento por estrato do dossel da soja, em diferentes arranjos de plantas. Ciência Rural, v.34, n.1, p.33-40, 2004. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v34n1/a06v34n1.pdf>>. Acesso em: 13 de abr. 2016.

RAMBO, L.; et al. Rendimento de grãos da soja em função do arranjo de plantas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 33, n. 3, p. 405-411, 2003. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33133303>>. Acesso em: 04 de abr. 2016.

REUNIÃO DE PESQUISA DA SOJA DA REGIÃO SUL, 36. , 2008, Porto Alegre. Indicações Técnicas para a Cultura da Soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina 2008/2009. Porto Alegre: Fepagro, 2008. 144 p. Disponível em: <<http://www.ebah.com.br/content/ABAAAWE8AB/indicacoes-tecnicas-a-cultura-soja-no-rio-grande-sul-santa-catarina-2006-2007>>. Acesso em: 09 de abr. 2016.

SMIONATO et al. Redução do espaçamento entre fileiras na produtividade de duas cultivares de soja sob diferentes densidades de semeadura. IX Jornada Acadêmica da Embrapa Soja | Resumos expandidos. Londrina –PR, p. 83-88, 2014. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/105824/1/JORN.2014.pdf>>. Acesso em: 05 de nov. de 2016.

SOUZA, D. M. Arranjo de semeadura da soja sobre o rendimento da cultura e da tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários. Dissertação de Mestrado em Agronomia. Faculdade de Ciências Agrônômicas da UNESP – Campus de Botucatu, São Paulo, p.1-61, mar. 2016. Disponível em: <<http://www.pg.fca.unesp.br/Teses/PDFs/Arq1395.pdf>>. Acesso em: 04 de abr. 2016.

TAVARES, L. A. F. Balanço econômico da operação de semeadura da cultura da soja em diferentes arranjos especiais. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, p.1-72, 2015. Disponível em: <http://base.repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/132906/tavares_laf_dr_bot.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Acesso em: 05 de abr. 2016.

TECNOLOGIAS DE PRODUÇÃO DE SOJA – REGIÃO CENTRAL DO BRASIL – 2009 e 2010. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados : Embrapa Agropecuária Oeste, 2008. 262 p. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/13_000g1c1d0mi02wx5ok00gmbp4lmpf243.pdf>. Acesso em: 09 de abr. 2016.

THOMAS, A. L.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. Rendimento de grãos de soja afetado pelo espaçamento entre linhas e fertilidade do solo. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.28, n.4, p.543-

546, 1998. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cr/v28n4/a02v28n4.pdf>>. Acesso em: 13 de abr. 2016.

TOURINO, C. C. M.; REZENDE, M. P.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura na produtividade e características agronômicas da soja. Pesquisa Agropecuária Brasileira, vol.37, n°.8, Brasília Ago. 2002. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/108304/1/pab1119.pdf>>. Acesso em: 13 de abr. 2016.

YORINORI, J. T. Ferrugem “asiática” da soja: o desafio continua e como aprimorar seu controle. Publicação, Embrapa Soja, Londrina, PR, p.102-108, 2006. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/113358/1/ferrugem.pdf>>. Acesso em: 07 de abr. 2016.

YORINORI, J. T.; NUNES JUNIOR, J.; LAZZAROTTO, J. J. Ferrugem “asiática” da soja no Brasil: evolução, importância econômica e controle. Londrina: Embrapa Soja, 2004, 36 p. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/download/alerta/documento247.pdf>>. Acesso em: 09 de abr. 2016.

