



UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL – UFFS

CAMPUS CERRO LARGO

CURSO DE AGRONOMIA

MAIKEL LUIS HABITZREUTER

**AVALIAÇÃO DA DENSIDADE DE PLANTAS E ARRANJO ESPACIAL DA CULTURA
DA SOJA**

CERRO LARGO – RS

2015

MAIKEL LUIS HABITZREUTER

**AVALIAÇÃO DA DENSIDADE DE PLANTAS E ARRANJO ESPACIAL DA
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 Antônio Zambillo Palma.

CERRO LARGO - RS

2015

MAIKEL LUIS HABITZREUTER

**AVALIAÇÃO DA DENSIDADE DE PLANTAS E ARRANJO ESPACIAL DA
CULTURA DA SOJA**

Trabalho de conclusão de curso de graduação apresentado como requisito para obtenção de grau de Bacharel 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 banca em: 25 / 11 / 2015.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Marcos Antonio Zambillo Palma – UFFS



Prof.^a Dr. Juliane Ludwig – UFFS



Prof. Dr. Ivan Luiz Zenzen – UFFS

DGI/DGCI - Divisão de Gestão de Conhecimento e Inovação

Habitzreuter, Maíke Luis

AVALIAÇÃO DA DENSIDADE DE PLANTAS E ARRANJO ESPACIAL
DA CULTURA DA SOJA / Maíke Luis Habitzreuter. -- 2015.
45 f.:il.

Orientador: Marcos Antonio Zambillo Palma.

Trabalho de conclusão de curso (graduação) -
Universidade Federal da Fronteira Sul, Curso de , Cerro
Largo, RS, 2015.

1. Soja em diferentes espaçamentos e populações . I.
Palma, Marcos Antonio Zambillo, orient. II. Universidade
Federal da Fronteira Sul. III. Título.

Dedico a Deus e todas as pessoas
que participaram ou colaboraram de
alguma forma na realização desse trabalho e
se esforçaram buscando a viabilização
das atividades realizadas.

AGRADECIMENTOS

A Deus por manter minha saúde e força para realizar esse trabalho.

Aos meus pais Inácio e Nadir Habitzreuter pelo incentivo, educação e apoio durante esse período.

A minha namorada Tais Diel por todos os conselhos, pelo companheirismo e amizade.

As minhas irmãs Marcelí e Marlise Habitzreuter 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 Ivan Zenzen e Professora Juliane Ludwig.

Aos colegas de graduação com quem convivi nesse período, pelas amizades e bons momentos vividos.

Aos colegas Victor Gallon e Felipe Zorzô pelo auxílio apoio e companheirismo durante a jornada acadêmica.

Ao colega Felipe Zorzô por todos os auxílios nos trabalhos de campo para realização desse trabalho.

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

RESUMO

A cultura da soja é a que mais cresceu no Brasil nos últimos anos. Isso se deve ao desenvolvimento de novas tecnologias e à necessidade de obter aumentos de produção devido ao aumento populacional contínuo. As pesquisas estão focando na biotecnologia, no melhoramento genético e nas tecnologias de produção. O presente trabalho visa avaliar a produtividade, a severidade de doenças, o diâmetro do caule, altura de Inserção da 1ª vagem, massa de mil grãos da cultura da soja submetida a semeadura com diferentes populações de plantas distribuídas em diferentes espaçamentos entre linhas e, também, utilizando a semeadura cruzada. O trabalho de pesquisa foi desenvolvido durante o ano agrícola de 2014/2015 na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul - Campus Cerro Largo, no município de Cerro Largo, localizado entre as coordenadas geográficas 54°44'W e 28°08'S, com altitude de 258 metros no solo do tipo Latossolo Vermelho distroférico típico. O experimento foi realizado em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com 9 tratamentos e 4 repetições, totalizando 36 parcelas. Sendo que os tratamentos são a combinação de semeadura em espaçamento de 50 cm, semeadura em espaçamento reduzido de 25 cm e a semeadura cruzada com três populações de 250, 275 e 300 mil plantas ha⁻¹. Os dados foram analisados e comparados entre as médias de todas as variáveis através da aplicação do teste de Scott-Knott a 5% e 1% de significância no Programa SASM-AGRI. A produtividade da soja não aumenta com os diferentes arranjos espaciais utilizados, também não houve variação da produtividade da soja densidades avaliadas, mostrando a plasticidade genotípica da cultura e sua capacidade de compensar produtividade em populações menores. Analisando a severidade de doenças os tratamentos com população de 300.000 plantas ha⁻¹, apresentaram a maior severidade de ferrugem asiática entre os tratamentos.

Palavras-Chave: Glycine max, semeadura cruzada, espaçamento reduzido.

ABSTRACT

The soybean crop is the fastest growing in Brazil in recent years. This is due to the development of new technologies and the need for production increases due to continuous population growth. Research is focusing on biotechnology, genetic improvement and production technologies. This study aims to evaluate productivity, disease severity, stem diameter, height of 1st pod insertion, thousand grain weight of the sowing of soybean submitted to different populations of plants distributed in different row spacings and also using the cross-seeding. The research work was developed during the agricultural year 2014/2015 in the experimental area of the Universidade Federal da Fronteira Sul - Campus Cerro Largo in the municipality of Cerro Largo, located between the geographic coordinates 54°44'W and 28°08'S, with an altitude of 258 meters the soil type Hapludox. The experiment was conducted in a completely randomized experimental design, with 9 treatments and 4 repetitions, totaling 36 installments. Since the combination treatments are spread on 50 cm spacing, reduced spacing sowing 25 cm and the cross-seeding with three populations 250, 275 to 300 thousand plants ha⁻¹. The data were analyzed and compared between the means of all variables by applying the Scott-Knott test at 5% significance in the SASM-AGRI Program. . Soybean yield does not increase with the different spatial arrangements used, there was also no change in soybean productivity evaluated densities, showing genotypic plasticity of culture and its ability to offset productivity in smaller populations. Analyzing the severity of illness treatments with population of 300,000 plants ha⁻¹, showed the highest severity of Asian Rust between treatments.

Keywords: *Glycine max*, spatial arrangements, plant stand.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1 -Croqui do experimento com a distribuição das parcelas. | 22 |
| Figura 2 - Croqui da área útil da parcela utilizada na parcela. | 22 |
| Figura 3 - Trator e semeadora utilizadas para a semeadura. | 24 |
| Figura 4 - Plantas de soja emergidas em semeadura cruzada..... | 25 |
| Figura 5 - Área utilizada para colheita das parcelas..... | 28 |
| Figura 6 - Escala diagramática de Godoy et al. (2006) (Porcentagem da área afetada pela doença)..... | 28 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1- Dados da análise de solo antes da instalação do experimento | 23 |
| Tabela 2- Densidades do solo encontradas antes da implantação do experimento..... | 23 |
| Tabela 3- Valores médios da altura da inserção da vagem em cm, altura da planta em cm e diâmetro de caule em mm | 31 |
| Tabela 4- Valores médios de produtividade e massa de mil grãos | 32 |
| Tabela 5- Severidade e AACPD em cada parte das plantas nos diferentes tratamentos..... | 34 |

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1 INTRODUÇÃO | 21 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 13 |
| 2.1 A SOJA | 13 |
| 2.1.1 Doenças da Soja | 14 |
| 2.2 SEMEADURA DIRETA | 15 |
| 2.3 POPULAÇÃO DE PLANTAS | 15 |
| 2.4 ARRANJO ESPACIAL E POPULAÇÃO DE PLANTAS | 16 |
| 2.4.1 Semeadura Cruzada | 18 |
| 2.4.2 Semeadura em Espaçamento Reduzido | 19 |
| 3 MATERIAL E MÉTODOS | 21 |
| 3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO | 21 |
| 3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL | 21 |
| 3.3 ANÁLISE DO SOLO | 22 |
| 3.4 SEMEADURA DA SOJA | 24 |
| 3.4 TRATOS CULTURAIS | 25 |
| 3.4.1 Dessecação | 25 |
| 3.4.2 Tratamento de sementes | 26 |
| 3.4.3 Desbaste | 26 |
| 3.4.4 Controle de plantas espontâneas e pragas e doenças | 26 |
| 3.5.1 Altura de Inserção da 1ª Vagem | 27 |
| 3.5.2 Massa de mil grãos | 27 |
| 3.5.3 Diâmetro do caule | 27 |
| 3.5.4 Avaliação de Rendimento (kg ha⁻¹) | 27 |
| 3.5.5 Avaliação de severidade de doenças Ferrugem Asiática (<i>Phakospora pachyrhizi</i>) | 28 |
| 3.6 ANÁLISES ESTATÍSTICAS | 29 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES | 30 |
| 5 CONCLUSÃO | 35 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 37 |

1 INTRODUÇÃO

Segundo a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a soja é uma cultura de fundamental importância socioeconômica, pois além de ser usada como matéria prima para vários produtos alimentícios é uma das “commodities” com maior destaque na agricultura nacional e na balança comercial do país.

Ocupou, aproximadamente, 31,5 milhões de hectares da área cultivada com grãos no Brasil em 2015, gerando empregos nos setores de transporte, processamento e comercialização dos grãos e subprodutos. (CONAB,2015)

Atualmente, com o cenário favorável aos produtores de soja, estão sendo realizados grandes investimentos na busca de novos manejos e tecnologias para obter um melhor aproveitamento da área agrícola. Por isso, consegue-se atingir boas produtividades, tornando o produtor brasileiro competitivo no mercado internacional, mesmo com condições desfavoráveis em relação a infraestrutura que dá suporte ao escoamento da produção e a importação de boa parte dos insumos utilizados.

Dentre as novas tecnologias e manejo, nos últimos anos estuda-se o sistema de semeadura chamado “plantio cruzado”. É considerado uma alternativa inovadora que melhora o aproveitamento da área, principalmente em produções de soja.

Os benefícios desse sistema de semeadura estão relacionados a melhor alocação das plantas na área. A semeadura é feita de forma diferente em que, primeiramente, semeia-se em linha de forma normal, e em seguida, é realizada outra passada no sentido perpendicular da linha já semeada.

A soja é uma cultura que responde significativamente a mudanças no espaçamento, sendo que, pelo simples fato de utilizar um espaçamento maior ou menor provocamos várias alterações na planta como a altura, o número de vagens, o número de ramificações. Além disso, mudança no espaçamento pode facilitar manejo de plantas daninhas, pragas e doenças.

O sistema de semeadura cruzada e a semeadura em espaçamento reduzido vêm a ser uma alternativa em relação às práticas de semeadura utilizadas atualmente, onde o plantio é realizado em linhas onde as plantas ficam distribuídas sequencialmente em fileiras, fazendo como que o espaço de solo entre as linhas de 45 ou 50 cm não seja utilizado perfeitamente pelas plantas.

O presente trabalho visa avaliar a produtividade, a severidade de doenças, o diâmetro do caule, altura de inserção da 1ª vagem, massa de mil grãos da cultura da soja submetida a

semeadura com diferentes populações de plantas distribuídas em diferentes espaçamentos entre linhas e, também, utilizando a semeadura cruzada.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A SOJA

A soja é uma planta arbustiva, com centro de origem na China, pertencente à família das Fabaceas, sendo uma das culturas mais antigas do mundo, considerado o legume mais importante do extremo oriente como fonte de vitamina B1, B2, B3, minerais, cálcio, fosforo, ferro e fibras (KLAUS, 2007).

A soja é uma cultura anual cujo ciclo produtivo pode ser precoce, médio ou tardio dependendo da característica da cultivar utilizada. Nas principais regiões produtoras a semeadura ocorre no período de outubro a dezembro, após o início das chuvas ou em plantio irrigado, podendo ser através de sementes convencionais ou transgênicas (MELLO et al., 2000).

A soja ocupa um papel de destaque no agronegócio brasileiro isso se explica pela conjunção de fatores positivos, como preços internacionais favoráveis, desenvolvimento de tecnologia adaptada às condições locais, financiamento público e disponibilidade de terras. Além disso, a estrutura de exportação contribui nesse contexto, pois possibilitam a aproximação dos produtores com o mercado externo através dos grandes grupos internacionais (Bunge e Cargill, por exemplo) e das cooperativas. (LIMA, 2012).

O incremento esperado na produção no ano de 2015 deve ser de 8,3% (7,14 milhões de toneladas). Desse modo, a produção esperada é de 93,26 milhões de toneladas (CONAB, 2015). Além disso, dentre os principais produtos em total de área cultivada, a soja também figura entre os destaques, com um crescimento de 3,9%. Como resultado, a área de plantio irá aumentar de 30,17 milhões de hectares para 31,33 milhões em 2015 (CONAB, 2015).

A soja vem sendo empregada na produção de óleo para alimentação e ração animal, constituindo-se em fonte de proteínas. O grão tem um alto teor de proteína do farelo de soja (entre 44% e 48%), obtido pela torrefação da torta de soja, fator que faz com que seja utilizada como ração animal, sendo que atualmente cerca de dois terços do consumo mundial de farelo é destinado à criação de aves e suínos (MISSÃO, 2006).

Além disso, o outro produto do complexo soja é óleo. Com uma preocupação sempre maior com a diminuição da poluição e a busca pelas fontes de energia renováveis faz com que os produtos agrícolas ocupem espaço na produção de outros derivados como, por exemplo: os óleos e o etanol para uso combustível. Aumentos da demanda de produtos agrícolas como a

soja e o milho para outras finalidades que não a alimentação, estão contribuindo para o aumento do consumo de outros produtos de uma forma geral. (MOREIRA, 2012).

Aumentos significativos no rendimento de grãos vêm sendo observados em função do desenvolvimento de genótipos com maior produtividade e maior adaptabilidade, aumento do uso de insumos, e da eficiência no funcionamento e uso de máquinas que elevaram o padrão de manejo da cultura (MUNDSTOCK & THOMAS, 2005).

Em função da importância da produtividade quando se fala em soja, acaba se esquecendo da severidade e incidência das doenças para a cultura.

Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), as pesquisas atuais estão concentradas em esforços na prospecção e transferência de genes de resistência à Ferrugem Asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), ao Mofo Branco (*Sclerotinia sclerotiorum*) e diversos nematóides. Além disso, a resistência ou tolerância a insetos pragas, reduzindo o uso de agroquímicos e ainda o desenvolvimento de cultivares com melhores características para o consumo humano.

2.1.1 Doenças da Soja

Para a cultura da soja as doenças podem ser consideradas um dos principais fatores que limitam a obtenção de altos rendimentos. A importância econômica de cada doença pode variar de ano para ano e de região para região, isso em função das condições climáticas de cada safra (FURLAN, 2011).

Esse mesmo autor destaca que a ferrugem asiática no Brasil pode ser avaliada pela sua rápida expansão, virulência e pelo montante de perdas causadas. Os níveis de perdas registradas podem atingir entre 30 a 90%, dependendo do estágio em que afeta as plantas e do nível de severidade, o qual está relacionado principalmente à suscetibilidade da cultivar e das condições climáticas.

O primeiro foco de ferrugem asiática foi constatado no Continente Americano, no Paraguai, em 5 de março e no Estado do Paraná, em 26 de maio de 2001 (EMBRAPA, 2008). Sendo que nessa mesma safra, 2001/02, a ferrugem atingiu cerca de 60% da área brasileira de soja (YORINORI; LAZZAROTTO, 2004)

Os grandes aumentos nas áreas cultivadas proporcionaram um aumento do número e severidade das doenças que afetam a soja, nesse contexto a ferrugem asiática da soja causada pelo fungo *P. pachyrhizi* merece (EMBRAPA, 2008).

2.2 SEMEADURA DIRETA

Para CRUZ et al.(2006), o sistema semeadura direta consolidou-se como uma tecnologia conservacionista largamente aceita entre os agricultores, adaptando-se a diferentes regiões e níveis tecnológicos. Na implantação desse sistema devem ser tomados alguns cuidados, mas depois de estabelecido, obtém-se benefícios desde a conservação do solo e também no rendimento das culturas e a competitividade dos sistemas agropecuários.

Prática conservacionista, a semeadura direta é uma técnica de cultivo onde procura-se manter a cobertura solo com plantas em desenvolvimento e por resíduos vegetais. O objetivo da cobertura com essas plantas é proteger o solo do impacto das gotas de chuva, do escoamento superficial e das erosões hídrica e eólica (CRUZ et al., 2006).

A semeadura direta, em relação a outros métodos de preparo do solo, é o único em que a energia do impacto das gotas de chuva é amortecida pela camada de cobertura morta e em que a erosão do solo é controlada eficazmente. A proporção de água da chuva que infiltra no solo é decisiva para o controle do processo de erosão (DERPSCH et al., 1991)

O fator de uma redução drástica da erosão, conseqüentemente reduziu o potencial de contaminação do meio ambiente resultando em maior garantia de renda pela ampliação da estabilidade de produção em relação aos métodos tradicionais de preparo de solo. Por representar benefícios sobre os atributos físicos, químicos e biológicos do solo, pode-se afirmar que o sistema plantio direto é uma ferramenta essencial para se alcançar a sustentabilidade dos sistemas agropecuários (CRUZ et al., 2006).

2.3 POPULAÇÃO DE PLANTAS

A soja é uma planta que sofre pouca influência no rendimento em relação a população de semeadura (ENDRES, 1996; PEIXOTO et al., 2000; EMBRAPA, 2011). Isso deve-se ao fato da capacidade de compensação no uso do espaço entre as plantas (PEIXOTO et al., 2000).

No entanto, Lima et al. (2012), avaliando a produtividade de grãos e a severidade da ferrugem asiática na cultura da soja submetida a diferentes densidades de semeadura e adubação de plantio, em linhas de semeadura convencional e cruzada, observaram que

população de plantas maior da semeadura cruzada foi responsável para a maior produtividade de grãos.

Segundo KOMATSU et al.(2010), a soja sofre mais variações de morfologia do que de rendimento quando se trata de variação na população de plantas, isto ocorre devido à sua capacidade de compensação. PEIXOTO (1998), afirmou que as plantas de soja compensam a redução da densidade aumentando a produção individual de vagens.

Observa-se atualmente um aumento da uniformidade nas lavouras que se deve à melhoria na qualidade das sementes, na classificação da semente por tamanho e à adoção de tratamento de sementes com fungicidas. Melhorias as quais permitiram reduzir a população de plantas de soja para 300 mil plantas por hectare e em caso de solos mais férteis ou condições mais favoráveis ao acamamento indica-se de 200 mil a 250 mil plantas por hectare. De modo geral, as cultivares de porte alto e de ciclo longo requerem populações mais baixas (EMBRAPA, 2011).

2.4 ARRANJO ESPACIAL E POPULAÇÃO DE PLANTAS

A produtividade de uma lavoura de soja tem relação direta com o número de plantas por área, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e a massa do grão, onde a população de plantas é o fator com maior facilidade de controle. O número de vagens de uma planta tem relação com a quantidade de flores produzidas e quantas dessas flores realmente são fixadas no período reprodutivo das culturas. Fatores como a deficiência hídrica, desfolhamento e doenças foliares são responsáveis por uma maior taxa de abortamento de vagens e/ou diminuem o tamanho dos grãos se ocorrerem em períodos críticos para a cultura (THOMAS e COSTA, 2010).

Em contrapartida , segundo Embrapa (2011), as variações entre 200 e 500 mil plantas por hectare geralmente não influenciam na produtividade. Porém alguns fatores são influenciados e são importantes na questão de manejo da cultura como por exemplo, em populações maiores a planta fica mais alta e mais baixa em menores densidades. A velocidade de fechamento das entre linhas também é influenciada pela densidade, fechando mais rápido em maiores populações. O acamamento pode ocorrer em altas populações. Todos esses fatores são também influenciados pelas condições ambientais como o clima, a fertilidade do solo, o local, a época de semeadura, além do hábito de crescimento da cultivar (EMBRAPA, 2011).

A grande flexibilidade quanto ao arranjo espacial de plantas é uma das características das plantas de soja, ocorrendo variações quanto ao número de ramificações, vagens e grãos por planta e o diâmetro do caule, de forma inversamente proporcional à variação na população de plantas, onde na maioria das situações não há diferença significativa em rendimento em uma considerável faixa de população e variações no espaçamento das fileiras. (EMBRAPA, 2012).

Modificações no arranjo de plantas podem ser feitos pela variação na população e pelo espaçamento entre linhas, resultando em mudanças na área e na forma da área disponível para cada planta, sendo que isso reflete em competição intraespecífica diferenciada (RAMBO et al., 2003).

Um dos principais objetivos da modificação no arranjo de plantas, através da redução da distância entre fileiras, vem a ser a diminuição do tempo para que a interceptação pela cultura seja de 95% da radiação solar incidente, isso traz incrementos na quantidade de luz captada por unidade de área e de tempo (BOARD e HARVILLE, 1992).

Reduções ou aumento da população de plantas em relação a população indicada ou população ideal devem ser estudados criteriosamente, sendo que as características intrínsecas ao genótipo e as condições ambientais interferem nos resultados. Portanto, diferentes condições ambientais experimentadas pelas cultivares nos diferentes anos de trabalho resultam em produtividades diferentes tanto em cultivares convencionais quanto em cultivares geneticamente modificadas, independentemente da população de plantas (LUDWIG et al., 2011).

A disponibilidade de fotoassimilados faz com que a planta ajuste o potencial de rendimento durante o ciclo, inicialmente pelo número de nós, depois pelo número de flores emitidas, pela abscisão de flores e legumes (JIANG & EGLI, 1993; RAMBO, 2002) e, em estádios reprodutivos finais, pelo peso dos grãos produzidos (SALINAS et al., 1996).

O rendimento pode ser ajustado conforme o estágio de desenvolvimento, variando em função das condições ambientais (MOMEN et al., 1979), arranjos de plantas (PIRES et al., 2000; MAEHLER et al., 2003b) e genótipos (NAVARRO JUNIOR e COSTA, 2002b; PIRES et al., 2005) encontrados no período de desenvolvimento da cultura.

Segundo Tourino et al. (2002) em trabalho realizado com espaçamento, densidade e uniformidade de semeadura sobre a produtividade da soja, foi observado que a produtividade da soja aumenta com a redução do espaçamento entre linhas aliado à redução da densidade de plantas nas linhas. O espaçamento de 0,45 m com a densidade de 10 plantas m⁻¹

proporcionaram melhor distribuição das plantas na área. Em menores densidades, as plantas são mais baixas, acamam menos, e apresentam maior porcentagem de sobrevivência.

2.4.1 Semeadura Cruzada

A “Semeadura cruzada” surgiu com o objetivo de aumentar a densidade de plantas de soja sem concentrar as plantas apenas na linha o que resultaria em um intensa competição entre plantas. No sistema de plantio cruzado, a semeadura é realizada em duas operações, primeiramente faz-se a operação de plantio posicionando metade das sementes e, em seguida, faz-se uma operação similar no sentido perpendicular à primeira, fazendo com que a área apresente uma forma de “xadrez” após a emergência das plantas de soja (BALBINOT JUNIOR et al., 2012).

Em semeaduras onde são mantidas as populações adequadas de plantas, os espaçamentos reduzidos entre as linhas propiciam melhor utilização dos recursos do ambiente, favorecendo uma rápida cobertura do solo e, conseqüentemente, alta interceptação de radiação solar no início do ciclo e um controle cultural pelo domínio da cultura sobre as plantas daninhas no processo de interferência. Ainda nesse contexto as culturas com alto potencial produtivo causam maior perda de recursos do ambiente, interferindo na sua disponibilidade para outras espécies e, desse modo, tornando-se mais competitivas com plantas daninhas (PROCÓPIO et al., 2012).

A semeadura cruzada consiste em uma semeadura que é formada na sua essência por duas operações de semeadura na mesma área, ocasionando uma redução no rendimento operacional pela metade, o que pode acarretar em atraso na semeadura, resultando em semeaduras em épocas menos adequadas. Considerando a semeadura para grandes áreas dentro dos períodos indicados pelo zoneamento agrícola, o investimento em máquinas precisa ser maior. Além disso, problemas de compactação do solo no sistema de semeadura cruzada tende a aumentar, pois ocorre o dobro do trânsito de máquinas na área. Além disso, o sentido das linhas de semeadura também chama a atenção nesse sistema, pois uma das linhas deve apresentar sentido contrário às curvas de nível, ou seja, uma prática que favorece o processo erosivo. Também é importante salientar que na semeadura cruzada há formação de regiões com alta competição intraespecífica, particularmente na interseção das linhas de semeadura (BALBINOT JUNIOR et al., 2012).

No Desafio do Cesb (Comitê Estratégico Soja Brasil) 2013/2014, produtividade da lavoura vencedora foi de 117 sacas/ha, muito superior à média nacional de 47 sacas/ha, resultando na mais alta produtividade até então alcançada no Brasil, esses dados mostram que ainda há um grande espaço a conquistar em relação à produtividade da soja. Isso somente poderá ser alcançado por meio da criação de novas tecnologias e/ou detecção, refino e difusão das já existentes, como é o caso do plantio cruzado (SOUZA, 2013).

Segundo Lima et al. (2012), em avaliações sobre a produtividade de grãos e a severidade da ferrugem asiática na cultura da soja, quando submetidas a diferentes densidades de semeadura e adubação de plantio, em linhas de semeadura convencional e cruzada, foi observado que a maior população de plantas da semeadura cruzada foi decisiva para a maior produtividade de grãos. Esses autores afirmam que esses resultados são indicativos de possibilidade de aumentar a produtividade da cultura com o manejo de densidade em linhas cruzadas, já que muitos outros fatores ainda podem ser testados no sistema.

2.4.2 Semeadura em Espaçamento Reduzido

O arranjo espacial, alterando espaçamento entre linhas e a densidade de plantas nas linhas pode ser manipulado para encontrar um arranjo onde o resultado seja produtividade maior e adaptação a colheita mecanizada. (TOURINO et al., 2002).

Maiores rendimentos alcançados pela soja são determinados pela otimização em interceptar a radiação solar durante os estádios vegetativo e reprodutivo iniciais. Os espaçamentos reduzidos aumentam o número de legumes por m² em virtude da maior interceptação de luz entre os estádios R1 (início do florescimento) e R5 (início do enchimento de grãos) da planta (VENTIMIGLIA et al., 1999).

Segundo Rambo et al. (2003) e Pires et al. (2000), os arranjos com espaçamentos menores apresentam incremento no rendimento de grãos por ocorrer um melhor uso da água por sombrear rapidamente o solo, uma maior exploração do solo pelas raízes, a redução na competição intraespecífica, um maior controle cultural das plantas daninhas, a exploração uniforme da fertilidade do solo e a maior interceptação da energia solar.

Existem muitos resultados mostrando as vantagens dos arranjos espaciais reduzidos. Naeve et al. (2004) realizaram um estudo sobre a influência do espaçamento entre linhas na cultura da soja entre 2000 e 2004, no estado norte americano de Minnesota, nesse estudo o

espaçamento de 25 cm entre linhas apresentou um rendimento significativamente superior em relação ao espaçamento de 75 cm entre linhas.

Berbert et al. (2008), em seu estudo não encontraram diferenças significativas no rendimento de grãos entre os espaçamentos entre linhas de 30, 45 e 60 cm, mas citou um controle cultural no processo de competição com as plantas daninhas e a redução das doses e do número de aplicações de herbicidas em pós emergência como ponto positivo para o espaçamento de 30 cm.

Komatsu et al. (2010) relataram um aumento no rendimento de grãos associado controle cultural de plantas daninhas mais eficiente no espaçamento de 17 cm entre linhas frente ao espaçamento de 45 cm, apontando que em linhas com maior número de plantas possa haver maior competição entre as plantas pelos fatores de crescimento, diminuindo a produtividade agrícola.

As produtividades de soja maiores foram constatadas em ensaios utilizando espaçamentos reduzidos (CARDOSO;1987; GARCIA, 1992; EMBRAPA, 2011). No Brasil os espaçamentos mais utilizados estão entre 40 e 60 cm de espaçamento entre linhas, as semeadoras encontradas no mercado nacional estão entre 40 e 50 cm de espaçamento entre linhas. (EMBRAPA, 2011)

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCAL DO EXPERIMENTO

O trabalho foi desenvolvido durante o ano agrícola de 2014/2015 na área experimental da Universidade Federal da Fronteira Sul - Campus Cerro Largo, localizada entre as coordenadas geográficas 54°44'W e 28°08'S, com altitude média de 256 metros. O clima é do tipo Cfa segundo a Classificação Climática de Köppen, o que representa um clima temperado húmido com verão quente.

O experimento foi conduzido em um Latossolo Vermelho distroférico típico segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS).

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

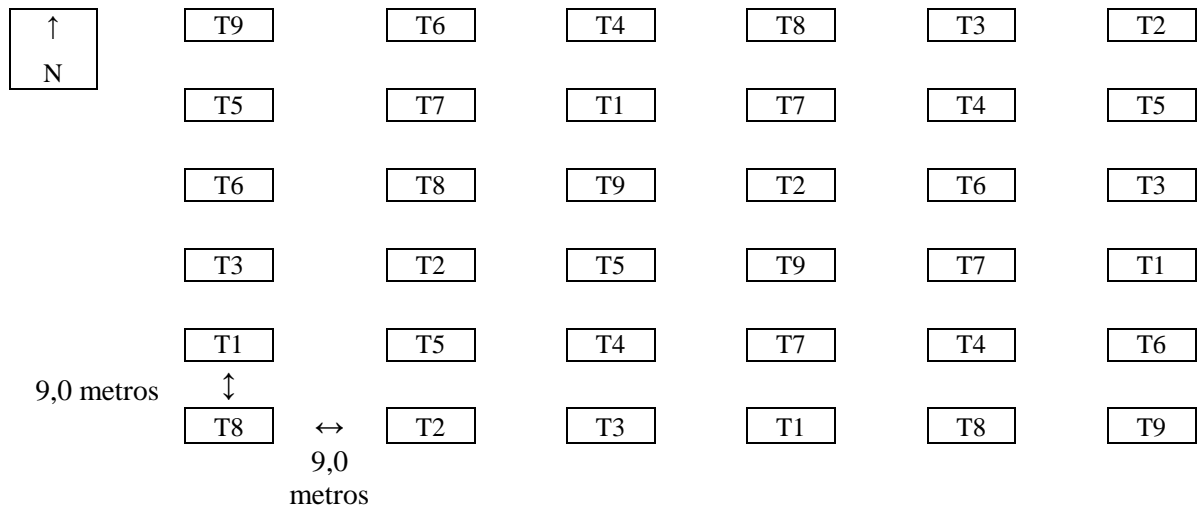
O experimento foi realizado em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com 9 tratamentos e 4 repetições, totalizando 36 parcelas de acordo com o Quadro 1. Foram utilizados três formas de semeadura: semeadura cruzada, semeadura em espaçamento reduzido de 25 cm e semeadura normal com espaçamento de 50 cm. Além disso, foram utilizadas três populações de plantas, com densidades de 250 mil plantas ha⁻¹, 275 mil plantas ha⁻¹ e 300 mil plantas ha⁻¹.

Quadro 1 - Tratamentos com diferentes sistemas de semeadura e populações utilizados no experimento.

| Tratamentos | |
|--|---|
| T1 | SER (300 mil plantas ha ⁻¹) |
| T2 | SC (300 mil plantas ha ⁻¹) |
| T3 | SEN (300 mil plantas ha ⁻¹) |
| T4 | SER (275 mil plantas ha ⁻¹) |
| T5 | SC (275 mil plantas ha ⁻¹) |
| T6 | SEN (275 mil plantas ha ⁻¹) |
| T7 | SER (250 mil plantas ha ⁻¹) |
| T8 | SC (250 mil plantas ha ⁻¹) |
| T9 | SEN (250 mil plantas ha ⁻¹) |
| SER- Semeadura em Espaçamento Reduzido; SC- Semeadura Cruzada; SEN- Semeadura em Espaçamento Normal; | |

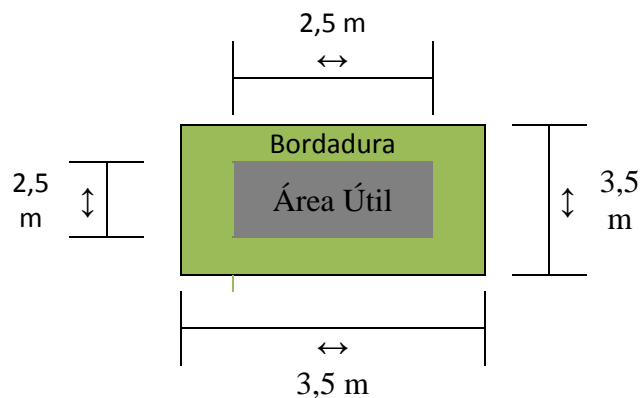
Para a implantação do experimento realizou-se a casualização das parcelas de acordo com a Figura 1.

Figura 1 -Croqui do experimento com a distribuição das parcelas.



As parcelas apresentavam dimensão de 3,5 X 3,5 m, considerando a área periférica de 1 m como bordadura, conforme Figura 2. Utilizou-se uma distância de 9 m, entre as unidades experimentais, para viabilizar as manobras durante a semeadura.

Figura 2 - Croqui da área útil da parcela utilizada na parcela.



3. 3 ANÁLISE DO SOLO

Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo da área experimental de uma profundidade de 0 a 20 cm com a utilização de uma pá de corte.

A tabela com os valores da análise apresentados a seguir foram utilizados para a interpretação.

Tabela 1-Dados da análise de solo antes da instalação do experimento.

| Prof. (cm) | Argila (%) | Índici SMP | Fósforo (mg/dm ³) | Potássio (mg/dm ³) | M.O. (%) | Alumínio (cmolc/dm ³) |
|------------|------------|------------|-------------------------------|--------------------------------|----------|-----------------------------------|
| 0-10 | 62,00 | 5,90 | 9,30 | 368,00 | 3,30 | 0,20 |
| 0-20 | 70,00 | 6,00 | 6,80 | 240,00 | 2,30 | 0,10 |

| Cálcio | Magnésio | H+AL | CTC ph 7,0 | CTC efetiva | Sat. CTC ph 7,0 por bases | Sat. CTC efetiva por alumínio |
|----------------------------------|----------|------|------------|-------------|---------------------------|-------------------------------|
| -----cmolc/dm ³ ----- | | | | | -----(%)----- | |
| 5,20 | 1,50 | 4,90 | 12,60 | 7,90 | 61,00 | 2,50 |
| 5,90 | 1,50 | 4,40 | 12,40 | 8,10 | 64,20 | 1,20 |

FONTE: Elaborado pelo autor.

Os resultados da análise após interpretados foram utilizados para a recomendação de adubação da cultura da soja, baseando-se no Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

Conforme a interpretação a adubação utilizada em todos os tratamentos foi usado 300 kg ha⁻¹ da formula 02-20-20, para expectativa de produtividade de 3 toneladas ha⁻¹. A área não necessitava a aplicação de calcário.

Além disso, foram determinadas as densidades do solo nas profundidades de 0-10, 10-20, 20-30 e 30-40 cm através do método convencional usando anel volumétrico, num total de 32 amostras para as 4 profundidades.

Tabela 2 - Densidades do solo encontradas antes da implantação do experimento.

| PROFUNDIDADE | 0 - 10 cm | 10 - 20 cm | 20 - 30 cm | 30 - 40 cm |
|--------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| DENSIDADE | 1,25 g cm ⁻³ | 1,29 g cm ⁻³ | 1,30 g cm ⁻³ | 1,28 g cm ⁻³ |
| CV | 3,23 | 2,98 | 3,90 | 3,58 |

FONTE: Elaborado pelo autor.

Tais resultados mostram que o solo está com baixo nível de compactação e bem estruturado, o que permite um bom desenvolvimento radicular das plantas.

3.4 SEMEADURA DA SOJA

O experimento foi implantado no dia 05 de dezembro de 2014. A cultivar utilizada foi a BMX Magna que apresenta ciclo precoce, hábito de crescimento indeterminado, porte médio e ramificação alta.

Para semeadura utilizou-se uma semeadora KF 7200 acoplada a um trator New Holland TI 75.

Figura 3 - Trator e semeadora utilizadas para a semeadura.



Para semeadura cruzada foi realizada uma operação de semeadura posicionando metade das sementes e, em seguida, realizada outra operação similar no sentido perpendicular à primeira, onde é possível observar uma forma de “xadrez” após a emergência das plantas, conforme na Figura 4.

Figura 4 - Plantas de soja emergidas em semeadura cruzada.



Para semeadura em espaçamento reduzido realizou-se a operação em duas etapas. Na primeira, ocorreu em espaçamento normal (50 cm). Na segunda etapa, a semeadura foi realizada na mesma parcela, com os sulcadores no centro da entrelinha originada na primeira etapa da semeadura. Dessa forma, resultou em um espaçamento de 25 cm entre as linhas. Destaca-se que nessas parcelas trabalhou-se distribuindo apenas 150 kg de fertilizante para igualar a adubação às demais.

3.4 TRATOS CULTURAIS

3.4.1 Dessecação

A área do experimento apresentava cobertura de inverno utilizando aveia consorciada com nabo. Para a semeadura foi realizada uma dessecação da aveia e nabo e para as plantas espontâneas Buva (*Conyza boranariensis*), Guanxuma (*Sida rhombifolia*), Picão-preto (*Bidens pilosa*) encontrados na área, utilizando herbicida glifosato na dose de 1500 g ha⁻¹. O produto foi aplicado utilizando um pulverizador tratorizado utilizando um volume de calda de 100 l ha⁻¹.

3.4.2 Tratamento de sementes

As práticas culturais realizadas foram o tratamento de sementes para a semeadura, utilizando Inseticida thiamethoxam com 350 g L^{-1} de ingrediente ativo em dose 2 mL kg^{-1} de semente e Fungicida fludioxonil com 25 g L^{-1} de ingrediente ativo em dose 1 mL kg^{-1} de semente. O tratamento foi realizado utilizando o uso de um Tratador Misturador de Sementes.

3.4.3 Desbaste

Quando a cultura se encontrava em estágio de desenvolvimento V2 (segundo nó) foi realizado um desbaste para uniformizar as populações de 250, 275 e 300 mil plantas ha^{-1} . O desbaste foi realizado utilizando uma trena para a medição do número de plantas por metro linear, então foi realizado o arranquio manual das plantas que estavam em desuniformidade com as densidades desejadas.

3.4.4 Controle de plantas espontâneas e pragas e doenças

Foi realizado um controle de plantas espontâneas antes do fechamento do entre linha, utilizando o herbicida glifosato na dose de 720 g ha^{-1} de equivalente ácido, na dose de 1500 g ha^{-1} . O produto foi aplicado com um pulverizador tratorizado utilizando um volume de calda de 100 L ha^{-1} .

Também foram realizadas aplicações de inseticida quando foram encontradas pragas, quando foram identificados os primeiros casos de desfolia nas plantas da área.

Para o controle foi utilizado o inseticida clorantprilprole de ingrediente ativo $200,0 \text{ g L}^{-1}$, em duas aplicações no intervalo de 20 dias, utilizando a dose de 60 ml ha^{-1} para cada aplicação. O produto foi aplicado utilizando um pulverizador tratorizado utilizando um volume de calda de 120 L ha^{-1} .

A partir dos primeiros sintomas de Ferrugem Asiática (*Phakospora pachyrhizi*), aproximadamente no R3 (final da floração) foi realizada a primeira aplicação. A segunda aplicação foi realizada quando a cultura se encontrava R5.1 (grãos perceptíveis ao tato). Para as duas aplicações foi utilizado o fungicida picoxystrobina + ciproconazole, na dose de $60 \text{ g ha}^{-1} + 24 \text{ g ha}^{-1}$ de ingrediente ativo, com registro para controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) na cultura da soja, com a adição de adjuvante mineral do grupo

químico hidrocarbonetos alifáticos (428g L^{-1}) recomendado pelo fabricante na dosagem de 0,3% do volume de calda. O produto foi aplicado utilizando um pulverizador tratorizado utilizando um volume de calda de 120 L ha^{-1} . (APROACH PRIMA, 2014).

3.5 AVALIAÇÕES

Foram avaliados altura de Inserção da 1ª vagem, massa de mil grãos, diâmetro do caule, o rendimento de grãos por hectare e, ainda, a avaliação de severidade de ferrugem asiática.

3.5.1 Altura de Inserção da 1ª Vagem.

A medição foi realizada utilizando uma trena medindo a partir do solo até a inserção da primeira vagem. Foram realizadas as medições em 10 plantas distribuídas aleatoriamente na parcela.

3.5.2 Massa de mil grãos

A massa de mil grãos foi no laboratório de sementes da Universidade Federal da Fronteira Sul, sendo obtido pela pesagem de oito sub-amostras de 100 sementes de cada parcela e posteriormente fazendo a média entre as sub-amostras, segundo orientações estabelecidas pelas Regras de Análises de Sementes (RAS) (BRASIL, 1992) e realizada a correção da umidade para 13%.

3.5.3 Diâmetro do caule.

Foi medido na base da planta com um paquímetro onde foram realizadas as medições em 10 plantas distribuídas aleatoriamente na parcela.

3.5.4 Avaliação de Rendimento (kg ha^{-1}).

Realizou-se a colheita manual de uma área central correspondente a 4 m^2 todas as parcelas conforme Figura 5.

Figura 5 - Área utilizada para colheita das parcelas.

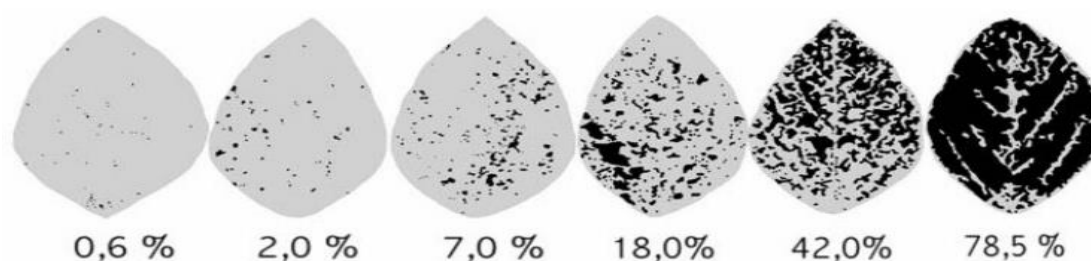


Foram efetuados os cálculos para corrigir a umidade a 13% e descontar as impurezas. Posteriormente foi determinada a produtividade de cada parcela.

3.5.5 Avaliação de severidade de doenças Ferrugem Asiática (*Phakospora pachyrhizi*).

A severidade de ferrugem asiática foi avaliada utilizando como base a escala diagramática proposta por Godoy (2006).

Figura 6 - Escala diagramática de Godoy et al. (2006) (Porcentagem da área afetada pela doença).



Fonte: Godoy (2006)

As avaliações foram realizadas com intervalos de 10 dias analisando a severidade conforme escala representada acima. As avaliações foram realizadas nos terços de oito plantas por tratamento, para uma correta avaliação da evolução da doença conforme a Figura 1. A

primeira avaliação foi realizada no dia 06/02/2015 e a última no dia 11/03/2015 totalizando quatro avaliações de severidade

Para os cálculos da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) foi utilizada a metodologia proposta por Campbell e Madden (1990), baseando-se na seguinte equação:

$$AACPD = \sum_i^{n-1} \left(\frac{x_{i-1} + x_i}{2} \right) (t_i - t_{i-1})$$

em que:

- n número de avaliações de severidade da doença;
- x_{i-1} severidade observada no dia da avaliação anterior (%);
- x_i severidade observada no dia da avaliação (%);
- t_{i-1} dia da avaliação anterior (DAE);
- t_i dia da avaliação (DAE);

3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados e comparados entre as médias de todas as variáveis através da aplicação do teste de Scott-Knott a 5% e 1% de significância no Programa SASM-AGRI.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.

Analisando as respostas dos diferentes tratamentos a altura de inserção da primeira vagem não observou-se diferenças entre os tratamentos ($P < 0,05$)(TABELA 3).

TABELA 3: Valores médios da altura da inserção da vagem em cm, altura da planta em cm e diâmetro de caule em mm.

| Tratamento | Altura | | | | Diâmetro de Caule mm | |
|---|----------------|---|--------|---|-------------------------|---|
| | Inserção Vagem | | Planta | | | |
| | cm | | cm | | | |
| SER (250.000 plantas ha ⁻¹) | 14,4 | a | 87,2 | c | 8,85 | a |
| SC (250.000 plantas ha ⁻¹) | 14,9 | a | 83,1 | c | 8,22 | a |
| SEN (250.000 plantas ha ⁻¹) | 14,1 | a | 83,9 | c | 7,61 | a |
| SER (275.000 plantas ha ⁻¹) | 14 | a | 90,6 | b | 8,10 | a |
| SC (275.000 plantas ha ⁻¹) | 13,6 | a | 90,9 | b | 7,25 | a |
| SEN (275.000 plantas ha ⁻¹) | 13,9 | a | 90,9 | b | 7,46 | a |
| SER (300.000 plantas ha ⁻¹) | 15,2 | a | 97,7 | a | 5,80 | b |
| SC (300.000 plantas ha ⁻¹) | 14,6 | a | 96,5 | a | 6,91 | b |
| SEN (300.000 plantas ha ⁻¹) | 14,2 | a | 97,7 | a | 6,21 | b |
| Coefficiente de Variação (%) | 20,74 | | 6,27 | | 24,89 | |

Tratamentos: SER- Semeadura em Espaçamento Reduzido; SC- Semeadura Cruzada; SEN- Semeadura em Espaçamento Normal; As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade

FONTE: Elaborado pelo autor.

A inserção da primeira vagem apresentou-se entre 13,6 a 14,9 cm. Para Sedyama et al. (1972) *apud* Sedyama (2009) todos os tratamentos estão dentro da altura considerada satisfatória, que é em torno de 10 cm, para se fazer eficientemente a colheita mecanizada.

Para a variável altura da planta observou-se diferenças estatísticas significativas ($P < 0,05$)(TABELA 3). A altura da planta foi influenciada pela população visto que nos tratamentos com maiores populações houve um incremento na altura das plantas.

Segundo Endres (1996), para a cultura da soja, quando há o acúmulo de plantas em alguns pontos podem causar o desenvolvimento de plantas de maior estatura, menos ramificadas, com menor produção individual. Esse trabalho obteve resultados semelhantes, onde observa-se que o aumento da população resultou em uma altura de plantas maior.

Os resultados obtidos nesse estudo corroboram com os encontrados por Loboda (2009) e Lima et al. (2012) que observaram aumento da altura das plantas com aumentos de densidade de plantas de soja.

Na análise do diâmetro do caule(TABELA 3), os dados apontam que, conforme tem se uma elevação na densidade diminui a resposta para essa variável. Isso se deve ao fato da competição intraespecífica o que acaba resultando um menor desenvolvimento do caule.

Linzmeier Junior *et al* (2008), em experimento realizado no município de Cascavel-PR, avaliou as densidades de 14 e 18 plantas de soja por metro linear com 45 cm de espaçamento entre linha. Os autores observaram que os tratamentos com menor densidade, 14 plantas, obtiveram menor altura e maior diâmetro de caule em relação aos tratamentos com maior densidade. Resultados semelhantes foram encontrados nesse estudo, onde se observa um maior diâmetro na população da SER (250.000 plantas ha⁻¹) de 8,85 mm e uma altura 87,2 cm e já na SER (300.000 plantas ha⁻¹) um diâmetro de 5,80mm e uma altura de 97,7 cm.

Os valores médios da produtividade não diferiram estatisticamente entre os tratamentos de acordo com a Tabela 4.

TABELA 4: Valores médios de produtividade e massa de mil grãos.

| Tratamento | Produtividade | | Massa de Mil Grãos | |
|---|---------------------|---|--------------------|---|
| | kg ha ⁻¹ | | g | |
| SER (300 mil plantas ha ⁻¹) | 2606,40 | a | 108,46 | a |
| SC (300 mil plantas ha ⁻¹) | 2600,70 | a | 110,15 | a |
| SEN (300 mil plantas ha ⁻¹) | 2341,20 | a | 112,83 | a |
| SEN (275 mil plantas ha ⁻¹) | 2455,20 | a | 113,34 | a |
| SC (275 mil plantas ha ⁻¹) | 2259,00 | a | 109,62 | a |
| SER (275 mil plantas ha ⁻¹) | 2341,20 | a | 110,70 | a |
| SEN (250 mil plantas ha ⁻¹) | 2448,00 | a | 109,41 | a |
| SER (250 mil plantas ha ⁻¹) | 2295,60 | a | 112,61 | a |
| SC (250 mil plantas ha ⁻¹) | 2506,80 | a | 114,96 | a |
| Coefficiente de Variação(%) | 14,61 | | 4,96 | |

Tratamentos: SER- Semeadura em Espaçamento Reduzido; SC- Semeadura Cruzada; SEN- Semeadura em Espaçamento Normal; As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 1% de probabilidade.

FONTE: Elaborado pelo autor.

Observando os valores de produtividade desse estudo, a Semeadura Cruzada com 300 mil plantas ha⁻¹ com 2600,70 kg ha⁻¹ não diferiu estatisticamente da produtividade de Semeadura Cruzada com 250 mil plantas há⁻¹ com 2506,80 kg há⁻¹.

Esses resultados podem ser corroborados com os encontrados por Balbinot et al. (2012) que observaram que a produtividade de soja não variou quando submetida a diferentes densidades de semente e semente cruzada.

A semeadura cruzada tenta buscar um melhor arranjo espacial, obtendo uma melhor distribuição das plantas no solo. Porém, Procópio et al. (2012), observaram que no cruzamento das linhas houve redução da densidade das plantas devido a segunda operação de semeadura, transversal à primeira, causa danos a qualidade da primeira operação devido ao revolvimento do solo ocasionado pela segunda passagem da semeadora e da compactação que ocorre pelo transito rodado do trator e/ou semeadora.

Muitas pesquisas mostram que a soja tem pequena resposta às variações de densidade de plantas (PIRES et al., 1998; HEIFFIG et al., 2006; BOARD E KAHN, 2013). Rosolem et al. (1983), Nakagawa et al. (1988), Peixoto et al. (2000), Pires et al. (2000) e Vazquez (2005), afirmam que a variação da população de soja pode não afetar o rendimento, sendo que nesta espécie ocorre o efeito compensação, aumentando a produção por planta quando há diminuição na densidade. Isso pode ser observado nesse trabalho onde os valores com 300 mil plantas ha⁻¹ não diferiram em relação aos tratamentos com 250 mil plantas ha⁻¹.

Trabalhos têm demonstrado a baixa resposta da cultura da soja às variações de densidade de plantas (HEIFFIG et al., 2006; PROCÓPIO et al., 2013). Isso se deve à alta plasticidade fenotípica dessa espécie, que é capacidade da planta mudar sua morfologia e componentes de rendimento a fim de se moldar às condições impostas pelos arranjos espaciais das plantas (COOPERATIVE EXTENSION SERVICE AMES, 1994). Portanto, a soja possui habilidade em compensar menores densidades de plantas, principalmente formando maior número de legumes por indivíduo (HEIFFIG et al., 2006; PROCÓPIO et al., 2013). Em relação ao espaçamento entre as fileiras, não existem resultados conclusivos na literatura (RAMBO et al., 2003; HEIFFIG et al., 2006), pois essa resposta é dependente das cultivares e do ambiente de cultivo.

A massa de mil grãos (TABELA 4) apresentou diferenças entre os tratamentos avaliados, levando em consideração que o fator de massa de mil grãos é característico com a genética de cada cultivar, não tendo relação com os fatores de espaçamento e densidade de plantas. Esse fato é corroborado por Cooperative (1994) que afirma que tanto o número de grãos por vagem quanto o peso do grão possuem pequena variação e tem controle genético substancial.

Quando são analisados o efeito população \times massa de sementes os resultados são contraditórios. Moore (1991), Maeda et al. (1983) e Carneiro (1988) ressaltam que o aumento na população de soja resulta em diminuição na massa das sementes, resultados inversos aos obtidos por Weber et al. (1966) e Tourino et al. (2002), que encontraram um aumento da massa de sementes com o aumento da população. Todavia, Val et al. (1971), Pires et al.

(2000), Maehler et al.(2003), Batistella Filho (2003) relatam que o arranjo de plantas não influencia a massa das sementes. Tal fato pode ser observado nesse trabalho onde a massa de mil grãos não diferiu estatisticamente nos diversos tratamentos.

Ferreira Junior *et al.*,(2010) afirma que o rendimento e o peso de 100 grãos não foram influenciados pelo genótipo nem época de plantio e densidade de plantas, já em relação ao número de vagens por plantas foram observadas influencia tanto do genótipo quanto da densidade.

Ao analisar a severidade da ferrugem asiática da soja, de acordo com a Tabela 5, observaram-se os primeiros sintomas aos 74 dias após a semeadura (DAS), época onde a cultura estava no estágio fenológico R3 e elevado índice de área foliar.

Os valores de severidade da doença e também da AACPD podem ser observadas na Tabela 5 .

TABELA 5. Severidade de doenças e AACPD em cada parte das plantas.

| Tratamentos | Terço da Planta | Severidade (%) | AACPD |
|-----------------------------|-----------------|----------------|-------------|
| SER (250.000 plantas ha -1) | Superior | 18,73 c | 772,75 b |
| | Médio | 28,13 b | 821,06 b |
| SER (275.000 plantas ha -1) | Superior | 16 c | 618,19 b |
| | Médio | 30,31 a | 932,64 a |
| SER (300.000 plantas ha -1) | Superior | 29,57 b | 1018,50 a |
| | Médio | 33,22 a | 1153,30 a |
| SEN (250.000 plantas ha -1) | Superior | 16,75 c | 578,04 b |
| | Médio | 32,15 a | 975,12 a |
| SEN (275.000 plantas ha -1) | Superior | 18,73 c | 787,28 b |
| | Médio | 28,06 b | 825,00 b |
| SEN (300.000 plantas ha -1) | Superior | 27,43 b | 1083,60 a |
| | Médio | 30,37 a | 1148,20 a |
| SC (250.000 plantas ha -1) | Superior | 16,53 c | 654,79 b |
| | Médio | 28,15 b | 796,23 b |
| SC (275.000 plantas ha -1) | Superior | 18,31 c | 726,16 b |
| | Médio | 32,10 a | 921,05 a |
| SC (300.000 plantas ha -1) | Superior | 25,47 b | 1026,02 a |
| | Médio | 35,02 a | 1151,05 a |
| | | CV% = 21,45 | CV% = 21,77 |

Tratamentos: SER- Semeadura em Espaçamento Reduzido; SC- Semeadura Cruzada ; SEN- Semeadura em Espaçamento Normal; As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Scott-Knott ao nível de 1% de probabilidade.

FONTE: Elaborado pelo autor.

Os tratamentos com população de 300.000 plantas ha^{-1} , na semeadura cruzada, semeadura em espaçamento reduzido e semeadura em espaçamento normal apresentam uma porcentagem de severidade maior analisando de forma conjunta os dois terços de cada um dos tratamentos.

Esse fator pode ser influenciado pelo fato de que em população maior mantêm-se um microclima na cultura que seja mais favorável para doenças como a ferrugem asiática, as folhas da parte inferior da planta já estavam em senescência e se desprenderam logo nas primeiras semanas de avaliação, fazendo com que a doença atacasse com maior severidade o terço médio.

Tal fato é corroborado por PEREIRA et al. (2005), onde foram observadas lesões em maior número na base e nas nervuras dos folíolos nas folhas baixas, isso se deve ao fato de que essas áreas estão com maior umidade relativa do ar e por haver microclima favorável.

Doreto et al. (2012) observaram que houve uma incidência maior no terço médio da planta que no terço superior. Furtado et al. (2009), em uma avaliação de incidência e severidade de ferrugem na cultura da soja onde foi encontrada uma incidência maior desta doença no terço inferior seguido do terço médio e superior. Esses resultados se assemelham com os encontrados nesse estudo, onde a porcentagem de severidade do terço médio foi maior em relação ao terço superior.

Segundo Furtado et al. (2009) há uma maior suscetibilidade em folhas mais velhas, devido aos maiores períodos de molhamento proporcionados pelo microclima e irradiação menor em folhas baixas nas plantas de soja são possíveis causas do desenvolvimento da doença no sentido baixo à parte superior das plantas de soja, em condições de campo.

Segundo Yorinori (2006), as principais falhas no controle da ferrugem asiática se devem a deficiência da cobertura foliar e a densidade excessiva de plantas e/ou massa foliar que causa dificuldade de penetração na parte inferior da folhagem da planta. Tal característica pode ser observada onde há a população de 300.000 plantas ha^{-1} onde se observa uma maior severidade de ferrugem asiática em relação aos tratamentos com 250.000 e 275.000 plantas ha^{-1} .

Quanto à AACPD (TABELA 5), tratamentos com população de 300.000 plantas ha^{-1} , na semeadura cruzada, semeadura em espaçamento reduzido e semeadura em espaçamento normal apresentaram no terço médio e superior, 1026,02 e 1151,05, 1018,50 e 1153,30, 1083,60 e 1148,60 relativamente. Enquanto que a AACPD nos tratamentos com 250.000 plantas ha^{-1} apresenta 772,75 para o terço superior e 821,06 para o terço médio para a

semeadura em espaçamento reduzido, já para a semeadura cruzada no terço superior a área abaixo da curva é de 654,79 e 796,23 no terço médio e para a semeadura normal no terço superior 578,04 e 975,12 para o terço médio.

Observa-se que nos tratamentos onde foram encontradas as maiores severidades há um maior desenvolvimento da doença avaliando a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), mostrando que a doença está mais desenvolvida no terço médio das plantas quando se trata da avaliação da população de 300.000 plantas ha⁻¹.

5 CONCLUSÃO

1. A produtividade, massa de mil grãos e inserção da 1ª vagen da soja não aumenta com os diferentes arranjos espaciais utilizados para os tratamentos avaliados.
2. A altura de plantas aumenta com o aumento de densidade de plantas e o diâmetro do caule diminui com aumento da densidade para os tratamentos avaliados.
3. A produtividade da soja não variou nas densidades avaliadas, mostrando a plasticidade fenotípica da cultura e sua capacidade de compensar produtividade em populações menores.
4. Os tratamentos com população de 300.000 plantas ha⁻¹, na semeadura cruzada, semeadura em espaçamento reduzido e semeadura em espaçamento normal apresentaram a maior severidade de Ferrugem asiática entre os tratamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTHAUS, R.A., CANTERI, M.G., GIGLIOTI, E.A. Tecnologia da informação aplicada ao agronegócio e ciências ambientais: sistema para análise e separação de médias pelos métodos de Duncan, Tukey e Scott-Knott. Anais do X Encontro Anual de Iniciação Científica, Parte 1, Ponta Grossa, p.280-281, 2001.

APROACH PRIMA. Du Pont do Brasil S.A., Barra Mansa - RJ, 2014. Bula de agrotóxico.

BATISTELLA FILHO, F. **Influência do espaçamento entrelinhas e da população de plantas sobre a qualidade fisiológica de semente de soja.** Jaboticabal, 2003. 83p. Universidade Estadual Paulista. (Dissertação Mestrado)

BALBINOT JUNIOR, A.A.; PROCÓPIO, S.O.; FRANCHINI, J.C.; DEBIASI, H.; PANISON, F. Avaliação do sistema de plantio cruzado da soja – cultivar de hábito determinado. . In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 6., **Resumos...** 2012,Cuiabá, MT.

BERBERT, R.P.; HAMAWAKI, O.T. **Análise da plasticidade da cultura de soja em diferentes arranjos populacionais e diferentes espaçamentos entre linhas.** UFU. Uberlândia, 2008. Tese (Graduação).

BOARD, J.E.; HARVILLE, B.G. Explanations for greater light interception in narrow vs. wide-row soybean. **Crop Science**, Madison, v. 32, n. 1, p. 198-202, 1992.

BOARD J.E.; KAHLON C.S. Morphological responses to low plant population differ between soybean genotypes. **Crop Science**, v..53, p.1109-1119, 2013.

BRASIL, Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes.** Brasília: SNDA/DNDV/CLAV. 1992. 365p.

BUENO, Marina Rodrigues. Efeito de diferentes densidades populacionais na produtividade e desenvolvimento vegetativo de linhagens de soja ufu em semeadura tardia. VIII Encontro Interno XII Seminário de Iniciação Científica. Disponível em: <https://ssl4799.websiteseuro.com/swge5/seg/cd2008/PDF/IC2008-> . Acesso em 22/ out./ 2015

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. Forecasting plant diseases. In:_____. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley & Sons, 1990. cap. 15, p. 423-452.

CARDOSO, D. A. D. B.; REZENDE, P. M. de. Arranjo de plantas. I. Efeito do espaçamento e da densidade no rendimento de grãos e outras características da soja. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 11, n. 1, p. 23-33, 1987.

CARNEIRO, G.E. de S. **Efeito da densidade de plantas e da adubação na qualidade de sementes e outras características agrônômicas da soja [*Glycine max* (L.) Merrill], cv UFV-1**. Viçosa, 1988. 119p. Universidade Federal de Viçosa. (Dissertação Mestrado em Agronomia).

COOPERATIVE EXTENSION SERVICE AMES. **How a soybean plant develops**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1994. 20p.

CONAB. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, sétimo levantamento, abril 2015**. Brasília: CONAB, 2015. 105p.

CRUZ, J. C.; ALVARENGA, R. C.; NOVOTNY, E. H.; PEREIRA FILHO, I. A.; SANTANA, D. P.; PEREIRA, F. T. F.; HERNANI, L. C. **Sistema Plantio Direto**. Embrapa Milho e Sorgo - Sistema de Produção 1. 2006. Disponível em http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_2ed/mandireto.htm. Acesso em: 04/abr. 2015.

DERPSCH, R.; ROTH, C.H.; SIDIRAS, N.; KOPKE, U. **Controle da erosão no Paraná, Brasil: Sistemas de cobertura do solo, plantio direto e preparo conservacionista do solo**. Eschborn: GTZ, 1991. 272 p.

Doreto, R. B. S. et al. , Ferrugem asiática e produtividade da soja sob doses de potássio e fungicida, na safra 2007/08. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 33, n. 3, p. 941-952, maio/jun. 2012

EMPRESA BRASILEIRA de PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil 2009 e 2010**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 262p.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil 2012 e 2013.** - Londrina: Embrapa Soja, 2011. 261 p.

EMBRAPA. **Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil 2012 e 2013.** - Londrina: Embrapa Soja, 2011. 261 p.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** Brasília, DF. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária Embrapa Solos Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2013. 353p.

ENDRES, V. C. Espaçamento, densidade e época de semeadura. In: EMBRAPA. Centro de Pesquisa Agropecuária do Oeste (Dourados, MS). **Soja: recomendações técnicas para Mato Grosso do Sul e Mato Grosso.** Dourados, 1996. p. 82-85. (Circular Técnica, 3).

FERREIRA JUNIOR J. A.; ESPINDOLA, S. M. C. G.; GONÇALVES, D. A. R.; LOPES, E. W. **Avaliação de genótipos de soja em diferentes épocas de plantio e densidade de semeadura no município de Uberaba – MG FAZU em Revista, Uberaba, n.7, p. 13- 21, 2010.** Disponível em: <<http://www.fazu.br/ojs/index.php/fazuemrevista/article/view/179/169>>. Acesso em 13/set./2015.

FURLAN, S. H. **Impacto, diagnose e manejo da ferrugem asiática da soja no Brasil.** Disponível em: http://www.biologico.sp.gov.br/rifib/XI_RIFIB/furlan.PDF. Acesso em: 04/abr. 2015.

FURTADO, G. Q.; ALVES, S. A. M.; CARNEIRO, L. C.; GODOY, C. V.; MASSOLA JÚNIOR, N. S. Influência do estágio fenológico e da idade dos trifólios de soja na infecção de *Phakopsora pachyrhizi*. *Tropical Plant Pathology*, Brasília, v. 34, n. 2, p. 118-122, 2009.

GARCIA, A. Manejo da cultura da soja para alta produtividade. In: SIMPÓSIO SOBRE CULTURA E PRODUTIVIDADE DA SOJA, 1., 1991, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 1992. p. 213-235.

GODOY, C. V.; KOGA, L. J.; CANTERI, M. G. Diagrammatic scale for assessment of soybean rust severity. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, 31: 63-68. 2006.

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.

JIANG, H.; EGLI, D. B. Shade induced changes in flower and pod number and flower and fruit abscission in soybean. *Agronomy Journal*, Madison, v.85, p.221-225, March-April, 1993.

KLAUS, W. **Soja**: Sua fantástica história. Porto Alegre: Imprensa Livre, 2007, 463 p.

KOMATSU, R.A.; GUADAGNIN, D.D.; BORGIO, M.A. Efeito do espaçamento de plantas sobre o comportamento de cultivares de soja de crescimento determinado. *Campo Digit@l*, v.5, n.1, p.50-55, Campo Mourão, dez., 2010.

LIMA, S. F. et al. Efeito da semeadura em linhas cruzadas sobre a produtividade de grãos e a severidade da ferrugem asiática da soja *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 28, n. 6, p. 954-962, 2012.

LIMA, F. R. F. Rotas Internas de Produtos de Exportação: o caso da soja Internal Routes of Export Products: the case of soybean. *Revista Paranaense de Desenvolvimento*, Curitiba, n.123, p.235-255, jul./dez. 2012.

LINZMEYER JUNIOR, Rodolfo; GUIMARÃES, Vandeir Francisco; SANTOS, Diego dos; BENCKE, Michel Henrique. **Influência de retardante vegetal e densidades de plantas sobre o crescimento, acamamento e produtividade da soja**. *Acta Sci. Agron. Maringá*, v. 30, n. 3, p. 373-379, 2008. Disponível em: <<http://eduemojs.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/3547/2491>>. Acesso em 11/set./2015.

LUDWIG, M. P. Populações de plantas na cultura da soja em cultivares convencionais e Roundup Ready. *Ceres*, Viçosa, v. 58, n.3, p. 305-313, mai/jun, 2011.

LOBODA, M. S. População de plantas, ferrugem asiática e produção de soja. 2009. 59 p. Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Jaboticabal, 2009. (Dissertação Mestrado em Produção Vegetal).

MAEHLER, A. R.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. F.; RAMBO, L. Qualidade de grãos de duas Genótipos de soja em função da disponibilidade de água no solo e arranjo de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.2, p.213-218, março-abril, 2003b.

MAEHLER, A.R. **Crescimento e rendimento de duas cultivares de soja em resposta ao arranjo de plantas e regime hídrico**. 2000. 108f. Faculdade de Agronomia, Universidade do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. (Dissertação Mestrado em Fitotecnia).

MAEDA, J.A.; MASCARENHAS, H.A.A.; ALMEIDA, L.D.; NAGAI, V. 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.

MOORE, S.H. Uniformity of planting spacing effect on soybean population parameters. **Crop sci.**, Madison, v.31, n.4, p.1049-1051, jul-ago, 1991.

MELO, D. et al. Balanço energético do sistema de produção de soja e milho em uma propriedade agrícola do Oeste do Paraná. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 29, n. 2, p. 173-178, 2007.

MISSÃO, M.R. Soja: origem, classificação, utilização e uma visão abrangente do mercado. **Revista de Ciências Empresariais**, v.3, n.1, p.7-15, jan./jul. 2006.

MOMEN, N. N.; CARLSON, R. E.; SHAW, R. H.; ARJMAND, O. Moisture-stress effects on the yield components of two soybean Genótipos. **Agronomy Journal**, Madison, v.71, p.86-90, January-February, 1979.

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. **Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. Porto Alegre: Evangraf/Ufrgs, 2005. 31p.

NAEVE S.L. e QUIRING S.R. **Influence of soybean row spacing and plant population on development and yield across planting dates in Minnesota**. University of Minnesota, Poster 5672, 2004.

NAVARRO JUNIOR, H. M.; COSTA, J. A. Expressão do potencial de rendimento de genótipos de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.3, p.275-279, março, 2002b.

NAKAGAWA, J.; MACHADO, J.R.; ROSOLEM, C.A. Efeito da densidade de plantas no comportamento de cultivares de soja, em duas épocas de semeadura. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.23, n.9, p.1003-1014, set. 1988.

PEIXOTO, C. P. **Análise de crescimento e rendimento de três cultivares de soja em três épocas de semeadura e três densidades de plantio**. 1998. 151 f. - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba. (Tese Doutorado)

PEIXOTO, C,P; CÂMARA, G,M,S; MARTINS, M,C; MARCHIORI, L,F,S; GUERZONI, R,A; MATTIAZZI, P. 2000. **Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: I. Componentes da produção e rendimento de grãos**. Scientia Agricola, v.57, n.1, p.153-162.

PEREIRA, R.H.A.; SCHERB, C.T.; AZEVEDO, L.A.S. Efeito de fungicidas aplicados curativamente no controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) na cultura da soja. Resumos: XXVII Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil. Londrina: Embrapa-soja, 2005. p. 205-206.

PIRES J.L.; COSTA J.A.; THOMAS A.L. Rendimento de grãos de soja influenciado pelo arranjo de plantas e níveis de adubação. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, v.24, p.183-188, 1998.

PIRES, J.L.F. COSTA, J.A. THOMAS, A.L. MAEHLER, A.R. Efeito de populações e espaçamentos sobre o potencial de rendimento da soja durante a ontogenia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.8. 2000.

PIRES, J. L. F.; COSTA, J. A.; RAMBO, L.; FERREIRA, F. G. Métodos para a estimativa do potencial de rendimento da soja durante a ontogenia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.4, p.337-344, abril, 2005

PROCÓPIO, S.O.; BALBINOT JUNIOR, A.A.; FRANCHINI, J.C.; DEBIASI, H.; NEUMAIER, N.; PANISON, F., **Avaliação do sistema de plantio cruzado da soja:**

cultivar de hábito indeterminado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 6., **Resumos...** 2012, Cuiabá, MT.

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*, Belém, v. 56, n. 4, p. 319-325, 2013.

ROSOLEM, C.A.; SILVÉRIO, J.C.O.; NAKAGAWA, J. Densidade de plantas na cultura da soja. **Pesq. Agropec. Bras.**, Brasília, v.18, n.9, p.977-984, set., 1983.

RAMBO, L. et al. Rendimento de grãos da soja em função do arranjo de plantas. **Ciência Rural**. Santa Maria, v. 33, n. 03, p. 405-411, maio/jun, 2003.

RAMBO, L. **Crescimento e rendimento de soja por estrato do dossel em resposta à competição intraespecífica.** 2002. 106p. – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002. (Dissertação. Mestrado em Fitotecnia/Área de Concentração em Plantas de Lavoura)

ROCHA, Raimundo Nonato Carvalho et al. Comportamento de cultivares de soja em diferentes populações de plantas em Gurupi. Tocantins. *Revista. Revista Ceres*, 2001.

SALINAS, A. R.; SELENER, N.; CRAVIOTTO, R. M.; BISARO, V. Respuestas fisiológicas que caracterizan el comportamiento de diferentes Genótipos de soja a La deficiencia hídrica en el suelo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.31, n.5, p.331-338, maio, 1996.

SEAB. Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Soja: análise da conjuntura agropecuária, Outubro de 2012. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/soja_2012_1_3.pdf>. Acesso em: 04/abr. 2015.

SEDIYAMA, T. (Ed.). **Tecnologias de produção e usos da soja.** Londrina: Ed. Mecenas, 2009. 314p.

SEDIYAMA, T.; PEREIRA, M.G.; SEDIYAMA, C.S.; GOMES, J.L.L. **A cultura da soja**. Viçosa: UFV, 1985. v.2.

SOUZA, P.I. A técnica do plantio cruzado tem futuro? **A Granja**, n.773, p.32-34,2013.

THOMAS, A. L.; COSTA, J. A. Desenvolvimento da planta de soja e o potencial de rendimento de grãos. In: _____. **Soja: Manejo para alta produtividade de grãos**. Porto Alegre: Evangraf, 2010. p. 13-30.

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

VAL, W.M.C.; BRANDÃO, S.S.; GALVÃO, J.D.; GOMES, F.R. Efeito do espaçamento entre fileiras e da densidade na fileira sobre a produção de grãos e outras características agrônômicas da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Experimentiae**, v.12, n.12, p.431-475, dez, 1971.

VAZQUEZ, G.H. **Efeitos de reduções na população de plantas sobre a produtividade, a qualidade fisiológica da semente e o retorno econômico na produção de grãos de soja**. Jaboticabal: FCAV, 2005 146f. (Tese – doutorado).

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

YORINORI, J. T.; LAZZAROTTO, J. J. **Situação da ferrugem asiática da soja no Brasil e na América do Sul**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 27 p.

YORINORI, J.T. Ferrugem “asiática” das soja: o desafio continua e como aprimorar o seu controle. In: Anais IV Congresso Brasileiro de Soja. Londrina: Embrapa Soja 2006. p. 102-108.

WEBER, C.R.; SHIBLES, R.M.; BYTH, D.E. Effect of plant population and row spacing on soybean development and production. **Agron J.**, Madison, v.58, p.99-102, 1966.