

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
FACULDADE DE AGRONOMIA ELISEU MACIEL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
SEMENTES



Tese

Plasticidade de plantas de soja dentro de uma população e sua relação com a produtividade

Guilherme Fiss

Pelotas, 2015.

Guilherme Fiss

Plasticidade de plantas de soja dentro de uma população e sua relação com a produtividade

Tese apresentada à Faculdade de Agronomia “Eliseu Maciel”, da Universidade Federal de Pelotas, sob a orientação do Prof. Luis Osmar Braga Schuch, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes para obtenção do título de Doutor.

Orientador: Dr. Luis Osmar Braga Schuch

Co-orientador: Silmar Teichert Peske

Pelotas, 2015

Dados de catalogação na fonte:

Ubirajara Buddin Cruz – CRB 10/901

Biblioteca de Ciência & Tecnologia - UFPel

F543p Fiss, Guilherme

Plasticidade de plantas de soja dentro de uma população e sua relação com a produtividade / Guilherme Fiss. –48f. : il. – Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes. Universidade Federal de Pelotas. Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel. Pelotas, 2015. – Orientador Luis Osmar Braga Schuch; coorientador Silmar Teichert Peske.

1.Sementes. 2.Soja. 3.*Glycine max*. 4.Plasticidade. 5.Características agrônômicas. I.Schuch, Luis Osmar

Guilherme Fiss

Plasticidade de plantas de soja dentro de uma população e sua relação com a produtividade

Tese aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Doutor em Ciências, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Pelotas.

Data da defesa: 28/09/2015

Banca examinadora

Prof. Dr. Luis Osmar Braga Schuch (Orientador)
Doutor em Agronomia pela Universidade Federal de Pelotas

Prof. Dr. Silmar Teichert Peske
Agronomia Tecnologia de Sementes - Mississippi State University

Prof. Dr. Lilian Vanussa Madruga de Tunes
Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade de Santa Maria

Prof. Dr. Luís Eduardo Panozzo
Doutor em Fitotecnia, na área de Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Viçosa

Prof. Dr. Hilton Grimm
Doutor em Ciência e Tecnologia de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas

Dedicatória

*À minha família, minha mãe Eliana,
meu irmão Felipe e minha irmã Letícia,
pessoas que amo e admiro.*

*Aos valiosos e fiéis amigos,
que Deus nos presenteia para os momentos
de dor e alegria.*

Dedico

Agradecimentos

À Deus acima de tudo.

Aos meus pais, pelo amor, dedicação e apoio incessante.

Aos meus irmãos, pelo carinho e companheirismo que foram essenciais durante estes dois anos.

Aos meus amigos que acompanham diariamente meus acertos e erros e que incentivam meu desenvolvimento pessoal.

Ao professor Silmar Teichert Peske, pela orientação acadêmica e pessoal durante esses anos na pós graduação e anos de graduação.

Aos colegas de trabalho Pablo Cadore, Lucas Marcolin e Verônica Schinagl.

Ao curso de Pós Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, pois me permitiu ampliar a visão sobre pesquisa e desenvolvimento de tecnologia em sementes.

A Germano Hadler que disponibilizou a estrutura para a realização do trabalho.

A CAPES, pela ajuda financeira para realização desta pesquisa.

Resumo

FISS, Guilherme. **Plasticidade de plantas de soja dentro de uma população e sua relação com a produtividade**. 2015. 48f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015

RESUMO - O presente trabalho teve como objetivo determinar o efeito da plasticidade de plantas de soja dentro de uma população e sua relação com a produtividade. O local utilizado para a coleta de sementes foi em uma propriedade particular localizada no município de Capão do Leão-RS, em uma área comercial. As avaliações foram realizadas no laboratório Didático de Análise de Sementes da Universidade Federal de Pelotas. Foram utilizadas sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) das cultivares Fundacep 59, e BMX Potência, semeadas na 2ª quinzena de novembro de 2011. A semeadura foi realizada com semeadora mecânica, com distribuição de 14 sementes por metro linear, equidistante entre si a 7cm, 14cm, 21cm, 28cm, 35cm e profundidade no solo de 3 a 4cm. O espaçamento entre linhas foi de 50cm e os tratamentos envolviam a presença de falhas e de duplos e triplos na linha de semeadura. Para a coleta das plantas, em cada cultivar, foi determinado um hectare de limite possível para procura das plantas por tratamento, e foram estipulados parâmetros para escolha das plantas e foram analisadas as características agrônômicas da soja e chegou-se as seguintes conclusões: diâmetro de caule para ambas as variedades obteve-se resultado superior no tratamento PIF 35 (planta individual com borda de falha 35cm). Altura de planta demonstrou que a PIN (planta individual normal) obteve altura de planta superior para ambas as variedades. Ramificações por planta e vagens por planta os resultados demonstraram uma pequena diferença entre as variedades analisadas. Na variedade 2 o tratamento que obteve maior número de ramificações foi o PIF 35. Número de semente por planta e peso das sementes estão diretamente relacionados aos resultados de ramificações por planta e vagens por planta. Em tratamentos significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tuckey a 5% de probabilidade. Realizou-se análise de regressão polinomial separadamente para plantas individuais e para plantas duplas relativamente ao acréscimo no tamanho das falhas, para cada cultivar. A análise estatística dos dados foi realizada com auxílio do software Winstat versão 2.11 Conclui-se que a perfeita distribuição de plantas ao longo da linha de semeadura proporciona maior produtividade na cultura da soja; com a ocorrência de falhas na linha de semeadura, o aumento da produção das plantas localizadas nas bordas de falhas não compensa a perda de produção causada pela falta de plantas. A ocorrência de plantas duplas (PDN) ou triplas (PTN) em uma população diminui a produtividade.

Palavras – chave: soja (*Glycine max* (L.) Merrill), plasticidade, características agrônômicas.

Abstract

FISS, Guilherme. **Soybean plasticity within a population and its relationship with productivity**. 2015. 48f. Thesis (Doctor degree in Sciences) - Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2015.

ABSTRACT - This study aimed to determine the effect of soybean plants plasticity within a population and its relation with productivity. The place used for the collection of seeds was on a private property located in the municipal district of Lion-RS, in a commercial area. The evaluations were conducted in the didactic laboratory Seed Analysis of the Federal University of Pelotas. Soybean seeds were used (*Glycine max* (L.) Merrill) Fundacep of 59 cultivars, and BMX Power, seeded in the 2nd half of November 2011. Seeds were sown with mechanical seeder, with distribution of 14 seeds per meter, equidistant from each other to 7 cm, 14cm, 21cm, 28cm, 35cm and depth in the soil 3 to 4 cm. The spacing was 50cm and the treatments involved the presence of faults and double and triple in the row. To collect the plant in each cultivar, was given a hectare of possible limit demand for the plants per treatment, and the agronomic characteristics of soybeans and the following conclusions were reached parameters were set for choice of plants and analyzed: diameter stem for both the varieties yielded higher results in the treatment PIF 35. Plant height showed that the obtained PIN higher plant height for both varieties. Branches per plant and pods per plant, the results showed little difference among the varieties analyzed. In two treatment variety which obtained the highest number of branches was 35. PIF numbers of seed per plant and seed weight are directly related to the results of branches per plant and pods per plant. Into meaningful treatments, the averages were compared by Tukey test at 5 % probability. Held polynomial regression analysis separately for individual plants and plants to double relative to the increase in the size of the faults, for each cultivar. Statistical analysis was performed using the Winstat software version 2.11 It concludes that the perfect distribution of plants along the sowing line provides enhanced productivity in soybean; with the occurrence of failures in the sowing line, increased production plants located in the fault edges does not compensate the loss of production caused by lack of plants. The occurrence of double plants (PDN) or triple (LWA) in a population decreases productivity.

Key - words: Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill), plasticity, agronomic characteristics.

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1 Descrição dos tratamentos.....	26
Tabela 2 Características agronômicas e componentes do rendimento: DC - Diâmetro do caule (mm), AP - Alturada planta (cm), RP – ramificações por planta, VP – vagens por planta, NSP – número de sementes por planta e PS peso da semente em dez diferentes arranjos de plantas de soja BMX Potência RR (variedade 2). UFPel, Pelotas/RS, 2012.....	28
Tabela 3 Características agronômicas e componentes do rendimento: DC - Diâmetro do caule (mm), AP - Alturada planta (cm), RP – ramificações por planta, VP – vagens por planta, NSP – número de sementes por planta e PS peso da semente em dez diferentes arranjos de plantas de soja BMX Potência RR (variedade 2). UFPel, Pelotas/RS, 2012.....	29
Tabela 4 Fundacep 59 (variedade 1). Número de plantas individuais por metro linear das plantas por área, produtividade por planta e por área e o percentual de produtividade comparado com o PIN (Planta Individual Normal), considerado tratamento padrão. UFPel, Pelotas/RS, 2012.....	36
Tabela 5 BMX Potência (variedade 2): número de plantas individuais por metro linear das plantas por área, produtividade por planta e por área e o percentual de produtividade comparado com o PIN (Planta Individual Normal), considerado tratamento padrão. UFPel, Pelotas/RS, 2012.	37

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Diâmetro de caule em diferentes espaçamentos de falhas de plantas de soja para as variedades Fundacep 59 e BMX Potência.....	30
Figura 2 Altura de planta em diferentes espaçamentos de falhas de plantas de soja para as variedades Fundacep 59 e BMX Potência.....	31
Figura 3 Ramificações por planta em diferentes espaçamentos por falhas de plantas de soja para as variedades Fundacep 59 e BMX Potência.....	33
Figura 4 Vagens por planta em diferentes espaçamentos de falhas de plantas de soja para as variedades Fundacep 59 e BMX Potência.....	34
Figura 5 Peso das sementes em diferentes espaçamentos de falhas de plantas de soja para as variedades Fundacep 59 e BMX Potência.....	35
Figura 6 Peso das sementes em diferentes espaçamentos de falhas de plantas de soja para as variedades Fundacep 59 e BMX Potência.....	38

Sumário

1. Introdução.....	10
2. Revisão de literatura	13
3. Material e métodos.....	23
4. Resultados e discussão.....	28
5. Conclusões	40
Referências	41

1 Introdução

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill), constitui-se em um dos principais cultivos da agricultura mundial e brasileira devido ao seu potencial produtivo e a sua composição química e valor nutritivo, que lhe confere multiplicidade de aplicações na alimentação humana e/ou animal, com relevante papel sócio econômico.

Pela sua grandeza, diversas pesquisas são realizadas na busca de cultivares adaptadas, mais produtivas, com maior percentagem de proteína, melhor qualidade de óleo, além da busca constante por maiores rendimentos em relação à produtividade por área cultivada. Ao longo dos anos 90, programas nacionais de melhoramento genético de soja desenvolveram cultivares com maior potencial de produtividade, porém mais exigentes em ambiente e manejo. As principais características dessas novas cultivares são a melhor arquitetura de planta, a superior relação fonte-dreno, a maior adaptação regional e um maior número de vagens por planta, devido à maior capacidade de ramificação das mesmas. Atualmente, o Brasil dispõe de cultivares de soja com potenciais de produtividade que chegam a 6.000 Kg de grãos por hectare (PINTO, 2010).

O potencial de rendimento da soja é determinado geneticamente e quanto deste potencial vai ser atingido, depende do efeito de fatores limitantes que estarão atuando em algum momento durante o ciclo da cultura. O efeito desses fatores pode ser minimizado pela adoção de um conjunto de práticas de manejo que faz com que a comunidade de plantas tenha o melhor aproveitamento possível dos recursos ambientais (HEIFFIG, 2002).

A época de semeadura é um fator de elevada importância a se considerar, uma vez que, além de afetar o rendimento, afeta também de modo acentuado a arquitetura e comportamento da planta. Semeadura em época inadequada pode causar redução drástica no rendimento, bem como dificultar a colheita mecânica de tal modo que as perdas, nesta operação, podem chegar a níveis muito elevados. Isto porque ocorrem alterações na altura da planta, altura de inserção das primeiras vagens, número de ramificações, diâmetro e acamamento. Estas características estão também relacionadas com a densidade de semeadura e cultivares (EMBRAPA, 1999).

A população é fator determinante para o arranjo das plantas no ambiente de produção e influencia o crescimento da soja. Dessa forma, a melhor população de plantas deve possibilitar, além de alta produtividade agrícola, altura de planta e de inserção de primeira vagem adequada à colheita mecanizada, e plantas que não acamem. Estas características agronômicas são influenciadas tanto pela época de semeadura quanto pela densidade populacional. A faixa populacional recomendada oficialmente para o Brasil, desde os anos 80, é de 300.000 a 400.000 plantas de soja por hectare. No entanto, algumas regiões do Brasil vêm diminuindo para valores entre 200.000 e 300.000 plantas por hectare.

A combinação da densidade de plantas na linha com o espaçamento entrelinhas define a população de plantas da cultura, a qual influencia algumas características agronômicas da planta de soja (URBEN FILHO & SOUZA, 1993), bem como pode modificar a produção de grãos (LAM-SANCHEZ & VELOSO, 1974).

De modo geral, a maior resposta se verifica para a variação nos espaçamento entre fileiras de planta, com uma tendência de maiores rendimentos nos menores espaçamentos. A menor resposta da soja à população se deve à sua capacidade de compensação no uso do espaço entre plantas (GAUDÊNCIO et al, 1990).

Além disso, a cultura da soja possui a capacidade de se adaptar às condições ambientais e de manejo, por meio de modificações na morfologia da planta e dos componentes do rendimento. A forma com que tais modificações ocorrem pode estar relacionada com fatores como altitude, latitude, textura do solo, fertilidade do solo, época de semeadura, população de plantas e espaçamento entre linhas, sendo importante o conhecimento das interações entre estes, para definição do conjunto de práticas que traria respostas mais favoráveis à produtividade agrícola da lavoura (HEIFFIG, 2002).

A soja tolera uma ampla variação na população de plantas, aumentando seu rendimento quando comparado a sua morfologia (GAUDÊNCIO et al., 1990). A população é o fator determinante para o arranjo das plantas no ambiente de produção e influencia o crescimento da soja (REIS et al., 1977). Estudos comparativos de novas disposições na lavoura com de arranjo de plantas minimizam a competição intraespecífica e maximizam o aproveitamento dos recursos ambientais. Tais modificações no arranjo podem ser feitas por meio da variação do espaçamento entre plantas dentro da linha de semeadura e da distância entre linhas (PIRES et al.1998).

A alta produtividade pode ser obtida através da realização de boas semeaduras, com distribuição espacial adequada e uniforme das sementes, e neste quesito, a semeadora assume um importante papel. As quais propiciam uma distribuição homogênea das sementes no campo. Equipamentos mal manuseados ou com falhas e, sementes de baixa qualidade e mal padronizadas favorecem o surgimento de falhas e de plantas duplas em uma lavoura.

O objetivo deste trabalho foi determinar o efeito da plasticidade de plantas de soja dentro de uma população e sua relação com a produtividade.

2 Revisão de Literatura

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é a mais importante oleaginosa cultivada no mundo. Segundo a Embrapa, o Brasil é o segundo maior produtor de soja do mundo, perdendo apenas para os Estados Unidos. No Brasil, o Mato Grosso é o maior produtor dessa leguminosa com uma produtividade de 3.069 kg/ha no ano de 2014 (EMBRAPA, 2015). Nas últimas três décadas foram a cultura agrícola que mais cresceu no Brasil, alcançando 49% da área plantada com grãos (MAPA, 2014).

Além disso, a soja é a matéria prima mais utilizada como proteína na alimentação animal e a segunda maior fonte de óleo vegetal do mundo. A produção mundial da cultura aproxima-se dos 265 milhões de toneladas em 103,5 milhões de hectares plantados (USDA, 2013). No cenário mundial, o Brasil se destaca por apresentar a maior produtividade, uma média de 2.842 kg/ha (CONAB, 2014).

Esta planta é uma espécie de grande interesse socioeconômico, em função dos teores elevados de proteína (40%) e óleo (20%), da produtividade dos grãos e da possibilidade de adaptação a ambientes diversos. É uma cultura anual de autopolinização, pertencente à família *Fabaceae*, gênero *Glycine*, subgênero Soja e espécie *Glycine max* (L.) Merrill. Evidências históricas e geográficas mostram que seu provável lugar de origem seja o Vale do Rio Amarelo (XU et al., 1989). Foi disseminada posteriormente para a Europa, América do Norte e América do Sul. No Brasil, foi introduzida na Bahia em 1882, e depois, na região Sul do país, onde apresentou melhor adaptação face às condições bioclimáticas, mais semelhantes àsquelas das regiões tradicionais de cultivo (VERNETTI, 1983).

Pela importância da soja no agronegócio brasileiro, procura-se aumentar a produtividade, sendo que altos rendimentos somente são obtidos se as condições forem favoráveis em todos os estádios da cultura. Desta maneira, a época de semeadura recomendada para a região de produção, escolha das cultivares melhores adaptadas a essa região, uso de densidade de semeadura e espaçamento adequados, o monitoramento e o controle de plantas invasoras, doenças e pragas, além da redução de perdas na colheita e no beneficiamento, tem-se constituído em

estratégias de manejo para obtenção de elevadas produtividades (LUDWIG et al., 2008).

A soja é uma planta que responde ao fotoperíodo, chamada também de planta de dia curto, ou seja, responde ao aumento da duração da noite e passa da fase vegetativa para a reprodutiva e apresenta um período juvenil, esperando o ambiente favorável para a indução floral (CÂMARA & HEIFIG 2000). Por esse motivo existe a necessidade de se escolher a melhor época de semeadura para cada cultivar.

Como o potencial de rendimento da soja é determinado geneticamente, e o quanto deste potencial será atingido na lavoura dependerá do efeito de fatores limitantes que estarão atuando em algum momento durante o ciclo da cultura. O efeito desses fatores pode ser minimizado pela adoção de um conjunto de práticas de manejo, que faz com que a comunidade de plantas tenha o melhor aproveitamento possível dos recursos ambientais (HEIFFIG et al., 2006). Por isso, a população adequada de plantas é um fator determinante para um perfeito arranjo das plantas de soja, pois influencia no crescimento, inserção de vagens, número de ramificações e de legumes (GAUDÊNCIO et al., 1990).

Para falar dos arranjos espaciais, é importante lembrar que a soja é uma cultura de alta plasticidade, fator que é influenciado diretamente pelo espaçamento entre linhas (KOMATSU et al., 2010). Dessa forma, o arranjo espacial compreendendo o espaçamento entre linhas e a densidade de plantas nas linhas pode ser manipulado para estabelecer um arranjo onde o resultado seja a maior produtividade e a melhor adaptação à colheita mecanizada (TOURINO et al., 2002). Falando-se em maiores produtividades na cultura da soja, o ideal seria um arranjo onde o espaçamento entre linhas e o espaçamento entre plantas dentro da linha fossem iguais (MOORE, 1991; IKEDA, 1992; EGLI, 1994). Por outro lado, isto prejudicaria a mecanização da cultura formando plantas mais baixas (TOURINO et al., 2002; EMBRAPA, 2010).

Os maiores rendimentos alcançados pela soja são determinados pela otimização em interceptar a radiação solar durante os estádios vegetativo e reprodutivo iniciais. 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). A interceptação de luz pelas plantas é fundamental para o armazenamento

de fotoassimilados, o desenvolvimento de gemas reprodutivas e a diminuição do aborto de flores e legumes (BOARD & HARVILLE 1994). Segundo Rambo et al. (2003) e Pires et al. (2000), arranjos espaciais menores apresentam incremento no rendimento de grãos por fatores como o melhor uso da água por sombrear rapidamente o solo, a maior exploração do solo pelas raízes, a redução na competição intraespecífica, o maior controle cultural das plantas daninhas, a exploração uniforme da fertilidade do solo e a maior interceptação da energia solar.

A soja é uma cultura que altera mais a sua morfologia do que o rendimento de grãos em uma ampla variação de população de plantas, isto ocorre devido à sua capacidade de compensação. As plantas de soja compensam a redução da densidade aumentando a produção individual de vagens.

Numa baixa população de plantas, ou seja, com espaçamento entre plantas mais amplo, dentro da linha de semeadura a produção individual por planta é maior, embora por área seja menor. Aumentando-se a população através da redução do espaçamento entre plantas, a produção por planta diminui, entretanto existe um aumento na produção por área. O decréscimo na produção por planta é compensado pelo aumento do número de plantas por área. A produção por unidade de área é máxima quando a população é ideal. A partir daí, o decréscimo na produção individual não é compensado pelo aumento de plantas por área.

Vários experimentos demonstram que a responsividade da soja à variação no espaçamento e na densidade de plantas pode variar de acordo com as condições do ambiente e também em função do cultivar a ser utilizado (XU et al, 1989; CÂMARA et al, 2000; PEIXOTO et al., 2000; SCHUCH & PESKE 2008).

Segundo Egli et al. (1987) e Thomas et al. (1998), existe relação linear entre rendimento de grãos e matéria seca acumulada pela comunidade de plantas de soja até o início de enchimento de grãos, sendo que acima de 500 gm² de matéria seca estabiliza-se o rendimento.

A partir do momento em que a planta de soja inicia sua atividade fotossintética, começa a acumular matéria seca em seus órgãos, principalmente no caule, ramificações, pecíolos e folhas, sendo que a taxa de acúmulo de matéria seca se acentua a partir da expansão do quarto ou quinto trifólio, e intensifica-se durante o período vegetativo, mantendo-se elevada até o início do enchimento de grãos, quando se acentua a translocação da matéria seca dos órgãos vegetativos para os reprodutivos (CÂMARA et al., 2000). Com o desenvolvimento, os sucessivos

estádios fenológicos da soja, ocorre aumento da área foliar da planta, aumentando, portanto, a capacidade de interceptação da luz incidente sobre o dossel da cultura. Com isso, há correlação direta e positiva entre interceptação e absorção de luz e acúmulo de matéria seca da planta. Tem-se, então, que a produção de matéria seca aumenta à medida que a área foliar aumenta (CÂMARA et al, 2000). Entretanto, existe um limite, determinado pelo índice de área foliar crítico, definido como o índice de área foliar que intercepta 95% da radiação solar incidente (SHIBLES & WEBER, 1965). Nem sempre a matéria seca acumulada nos órgãos vegetativos da parte aérea das plantas é revertida em rendimento de grãos. A relação entre matéria seca acumulada e rendimento de grãos é função do genótipo utilizado e da sua interação com o ambiente. Por isso, deve-se dar atenção e preferência a cultivares mais eficientes na conversão dos fotoassimilados para a produção de grãos, ao invés do crescimento vegetativo (SEDIYAMA et al., 1999). Não menos importante é ajustar o ambiente e o manejo cultural para altos rendimentos, quando se tem cultivares de elevado potencial de produtividade e adaptados à região de cultivo.

Diversas pesquisas estão sendo direcionadas à mudança do arranjo de plantas, com a redução dos espaçamentos entre fileiras mantendo-se ou não a mesma população de plantas por unidade de área. Busca-se maiores rendimentos, devido ao aproveitamento mais eficiente da radiação solar, água e dos nutrientes, e menor infestação de plantas daninhas através do fechamento mais rápido do dossel (BURNSIDE & COLVILLE, 1964; WAX & PENDLETON, 1968; KUST & SMITH, 1969). LUNIN & GALLATIN (1960) afirmam que o espaçamento de 0,2 m entre fileiras é uma prática de manejo eficiente, pois as plantas daninhas que nascerem tardiamente serão controladas pelo sombreamento proporcionado pelas plantas de soja dispostas em fileiras menos espaçadas. Em experimento realizado em Dourados - MS, Melhorança & Mesquita (1982) comprovaram que à medida que o espaçamento entre fileiras foi reduzido houve incremento no rendimento de grãos de soja, independente da época de semeadura. Ainda, esses autores, demonstraram que o espaçamento não afeta a duração dos subperíodos da emergência à floração, e emergência à maturação. Marques & Lin (1982) também alcançaram maiores rendimentos à medida que o espaçamento entre fileiras foi reduzido. Considerando-se a mesma população por unidade de área, houve incremento de 30% no rendimento com a redução de 0,6 para 0,3 m entre fileiras. Pires et al. (1998) demonstraram que a redução no espaçamento incrementou o rendimento de grãos

de soja, afetando todos os componentes que determinam o potencial da cultura. Ventimiglia et al. (1999) demonstraram que a redução do espaçamento entre fileiras aumentou o rendimento de grãos, como resultado da melhor distribuição espacial das plantas na área. Ainda, quanto aos espaçamentos, Saraiva (2004) verificou que à medida que reduziu o intervalo entre fileiras de plantas de soja diminuiu o peso da matéria seca das plantas daninhas. Portanto, a soja parece competir melhor quando semeada em espaçamentos entre fileiras menores, numa população fixa de plantas por unidade de área.

Por outro lado, o uso de populações de plantas muito acima da recomendada, além de não proporcionar acréscimos de rendimento de grãos, pode acarretar riscos de perdas por acamamento e aumento do custo de produção. Por outro lado, densidades muito baixas resultam em plantas de baixo porte, menor competição da soja com plantas daninhas e maiores perdas de colheita (CÂMARA, 1998).

Para uma planta atingir o seu potencial máximo de produção é necessário que, além de encontrar as melhores condições de solo e clima, sofra o mínimo de competição. Dessa forma, estudos com arranjos de plantas que propiciem melhor distribuição de plantas na área, bem como épocas de semeadura preferencias para cada região, são essências para o crescimento e rendimento da soja, amenizando a competição intraespecífica pelos recursos do meio e seus efeitos sobre as plantas.

A importância da distribuição de sementes é tão grande para algumas culturas que as máquinas que realizam a semeadura dessas são chamadas de semeadoras de precisão. Neste tipo de máquinas, destaca-se a importância dos mecanismos dosadores de sementes, pois são os responsáveis pela distribuição adequada no solo. Esses mecanismos têm por função individualizar as sementes contidas no reservatório, sem danificá-las e distribuí-las uniformemente, de acordo com a necessidade específica da cultura (COPETI, 2003).

A desuniformidade na distribuição longitudinal de plantas implica em um aproveitamento ineficiente dos recursos disponíveis, como luz, água e nutrientes. Essa, ao longo da linha de semeadura, poderá provocar prejuízos decorrentes da competição intraespecífica dentro da população de plantas. Diversos trabalhos têm demonstrado que a adequada distribuição de plantas pode estar diretamente relacionada com o desempenho dos cultivos, incluindo o rendimento de grãos.

Mundstock (1977) afirma que a distribuição uniforme de plantas na linha possibilita um melhor aproveitamento de luz, água e nutrientes, acarretando,

consequentemente, melhor rendimento da cultura. Na soja, o acúmulo de plantas pode provocar o desenvolvimento de plantas de maior porte, porém menos ramificadas, com menor produção individual, diâmetro de haste reduzido e, portanto, mais propensas ao acamamento (ENDRES, 2014).

Trabalhos produzidos nos Estados Unidos indicam que a distribuição uniforme de plantas na linha proporcionou incremento de grãos de até 13% sob condições favoráveis de cultivo (ROSSMANN e COOK, 1966; SCHULEECK e YOUNG, 1970).

Schuch e Peske (2008) relatam que nas lavouras altamente produtivas, as plantas se encontram submetidas a elevado grau de competição. Acrescentam também, que muito tem sido feito em todos os aspectos agronômicos, principalmente no melhoramento genético, com o objetivo de obter-se cultivares cada vez mais produtivas e com tolerância aos estresses bióticos e abióticos. Para esses autores, as falhas de plantas que ocorrerem nas lavouras, podem ser ocasionadas pela baixa qualidade das sementes, como também pelo processo de semeadura, em que a semente não foi depositada no local a ela destinada, ocorrendo às falhas. De outra parte, pode ocorrer a deposição de duas sementes no mesmo o local, resultando as chamadas plantas duplas, o que aumenta a competição entre as mesmas, acarretando redução na produção.

Estas características agronômicas são influenciadas tanto pela época de semeadura quanto pela densidade populacional. A faixa populacional recomendada oficialmente para o Brasil, desde os anos 80, é de 300.000 a 400.000 plantas de soja por hectare. No entanto, algumas regiões do Brasil vêm diminuindo para valores entre 200.000 e 300.000 plantas por hectare.

A combinação da densidade de plantas na linha com o espaçamento entrelinhas define a população de plantas da cultura, a qual influencia algumas características agronômicas da planta de soja (URBEN FILHO & SOUZA, 1993), bem como pode modificar a produção de grãos (LAM-SANCHEZ& VELOSO, 1974). A melhor população de plantas, de acordo com Martins (1999), Gaudêncio t al. (1990) e EMBRAPA (2000), dependem da região, da época de semeadura e do cultivar. Recentemente, como estratégica para redução de custos de produção, alguns produtores vêm diminuindo o espaçamento entre linhas da cultura, de maneira a aumentar a eficiência cultural no processo de competição com as plantas daninhas e reduzir as doses e o número de aplicações de herbicidas de ação pós-emergente. Ao reduzir o espaçamento entrelinhas com novos genótipos, sem o

devido ajuste da densidade das plantas na linha, o produtor poderá estar contribuindo para o acamamento da cultura. Por outro lado, se o ajuste da densidade resultar em poucas plantas por metro, os cultivares poderão crescer com menos altura e ramificar mais, porém, com maior probabilidade de aumentar as perdas de colheita, reduzindo a produção.

Um dos objetivos da modificação no arranjo de plantas, pela diminuição da distância entre as linhas é encurtar o tempo para a cultura interceptar 95% da radiação solar incidente, e com isso, incrementar a quantidade de luz captada por unidade de área e de tempo (BOARD & HARVILLE, 1990). O rendimento máximo que pode ser alcançado pela soja é determinado pela otimização da capacidade da planta de interceptar a radiação solar durante os estádios vegetativo e reprodutivo iniciais. A redução de distância entre as linhas aumenta o número de legumes por m², pela maior interceptação de luz entre os estádios R1 (início do florescimento) e R5 (início do enchimento de grãos) (VENTIMIGLIA et al., 1999).

A redução de espaçamento entre linhas tem se constituído numa prática vantajosa, em que, na maioria dos experimentos, houve incremento do rendimento. Diversos trabalhos, utilizando espaçamentos entre linha de 17 cm até 100 cm, têm verificado acréscimos de até 40% no rendimento com a redução de espaçamentos. Este aumento no rendimento tem sido associado a vários fatores, como o melhor uso da água devido ao sombreamento mais rápido do solo, melhor distribuição de raízes, redução da competição intraespecífica, maior habilidade de competição com plantas daninhas, exploração uniforme da fertilidade do solo e maior e mais rápida interceptação da energia solar (RAMBO et al., 2003).

Tourino et al. (2002) estudou o espaçamento de 45 cm entre linhas e o espaçamento de 60 cm entre linhas. Não houve diferenças significativas no rendimento de grãos, mas houve uma maior porcentagem de sobrevivência das plantas no espaçamento reduzido, provavelmente devido à melhor distribuição espacial das plantas. De acordo com Ventimiglia et al. (1999), a melhor distribuição espacial determina o maior potencial de rendimento e produtividade real de grãos. Na avaliação de rendimento de grãos de soja, a falta de respostas em muitos experimentos se deve a adaptação das plantas de soja aos espaços disponíveis (MARCOS FILHO, 1986).

Zabot (2009) analisando as cultivares conjuntamente com as práticas de manejo densidade de semeadura e espaçamento entre linhas em relação ao

rendimento de grãos de soja, observou comportamentos distintos entre os genótipos, razão para a proposição de uma classificação das cultivares em três grupos de respostas às práticas, ou seja, cultivares com plasticidade, pouco plásticas e não plásticas.

A variação da população de plantas pode ser uma alternativa fácil e viável, por permitir que a cultura alcance a máxima interceptação de luz mais precocemente, em consequência, da capacidade produtiva. Possivelmente a resposta ao uso de diferentes espaçamentos entre linhas esteja relacionada com o genótipo utilizado, fato confirmado por Norsworthy e Shipe, (2005) ao mencionarem a necessidade de selecionar os genótipos que proporcionam rendimento superior em espaçamentos maiores dos que apresentam em espaçamentos menores e desta forma, semear-se o genótipo mais adequado para o espaçamento entre linhas desejado.

Para uma população fixa, a produção por planta decresce quando são elevados a densidade de plantas na linha e o espaçamento entre linhas. Isto ocorre em razão da maior competição entre plantas dentro de uma mesma fileira, resultando em uma tendência a menor produção por unidade de área (CÂMARA, 1998; PELUZIO et al., 2002).

Existem muitos resultados mostrando as vantagens dos arranjos espaciais reduzidos. Naeve et al. (2004) estudou a influência do espaçamento entre linhas na cultura da soja entre 2000 e 2004, no estado norte americano de Minnesota, e o espaçamento de 25 cm entre linhas apresentou um rendimento significativamente maior que o espaçamento de 75 cm entre linhas. Berbert et al. (2008), não encontrou diferenças significativas no rendimento de grãos entre os espaçamentos entre linhas de 30, 45 e 60 cm, mas citou a eficiência cultural no processo de competição com as plantas daninhas e a redução das doses e do número de aplicações de herbicidas pós emergentes como ponto positivo para o espaçamento de 30 cm. Komatsu et al. (2010) também encontrou um aumento no rendimento de grãos e um melhor controle cultural de plantas daninhas no espaçamento de 17 cm entre linhas frente ao espaçamento de 45 cm, mostrando que nas linhas com maior número de plantas possa haver maior competição entre as plantas pelos fatores de crescimento, diminuindo a produtividade agrícola.

Rambo et al. (2003), relata a avaliação da competição entre plantas e seu rendimento de grãos, em função do arranjo populacional. Esses autores verificaram,

ainda, que a maior competição entre plantas ocorre na linha de semeadura e desta forma a distribuição das sementes no solo se torna um elemento fundamental.

Os rendimentos obtidos com a modificação do arranjo de plantas se devem às mudanças morfofisiológicas, podendo ser melhor entendidas pela análise dos componentes do rendimento e da morfologia da planta. No trabalho realizado por Board et al. (1990), observou-se que para uma mesma população de plantas, a diminuição do espaçamento entre linhas da soja aumenta o número e o comprimento dos ramos, fato esse confirmado também por Rambo, (2003). No entanto, com trabalho semelhante, Board et al. (1990) observaram que o tamanho do grão e o número de grãos por vagem não foram afetados pelo arranjo de plantas. Explicaram que isso ocorreu em função desses componentes serem determinados no final do ciclo reprodutivo da soja e que, tanto o número de grãos por vagem como o peso do grão tem controle genético substancial e por isso apresentaram pequena variação. Contrariamente a essa afirmação, os resultados obtidos por alguns autores, tais como Pires et al. (1998) e Thomas et al. (1998), o peso do grão variou em função da interação do fator espaçamento entre linhas e população de plantas. Moore (1991) observou que o peso e o tamanho dos grãos aumentaram quando o espaçamento entre plantas era eqüidistante, e que esse aumento ocorreu também com a diminuição da população.

Pereira (1989) salienta, que numa baixa população de plantas, ou seja, com espaçamento mais amplo, a produção individual por planta é maior, embora por área seja menor. Se ocorrer o aumento da população através da redução do espaçamento, a produção por planta diminui, entretanto existe um aumento na produção por área. O decréscimo na produção por planta é compensado pelo aumento do número de plantas por área. Além disso, alguns índices são normalmente alterados, como a razão de área foliar e a área foliar específica, que auxiliam na descrição do comportamento das plantas sob competição. Todo o estresse causado à cultura tende a se refletir em alterações morfofisiológicas na planta, com reflexo direto na produtividade (LAMEGO et al., 2005).

Um dos objetivos da modificação no arranjo de plantas, pela diminuição da distância entre as linhas, é encurtar o tempo para a cultura interceptar 95% da radiação solar incidente, e com isso, incrementar a quantidade de luz captada por unidade de área e de tempo (BOARD & HARVILLE, 1992; BOARD et al., 1992).

O manejo exercido pelo homem atua como agente gerenciador e modificador do sistema planta-ambiente, visando à melhor interação deste sistema, seja através da escolha da espécie ou cultivares melhores adaptadas ao ambiente, seja pela adequação (correção) do ambiente, quando este se apresenta com algum fator limitante à produção, desde que esse fator seja, economicamente, passível de melhora (CÂMARA & HEIFFIG, 2000).

Os espaçamentos entre as linhas e a densidade de plantas nas linhas podem ser alterados, com a finalidade de estabelecer o arranjo mais adequado à obtenção de maior produtividade e adaptação à colheita mecanizada (TOURINO et al., 2002). Hoje isso é possível devido a alta tecnologia das máquinas de plantio, sendo possível utilizar espaçamentos mais adequados para cada tipo de cultura e tamanho de semente. O espaçamento entre as linhas e a densidade de plantas, nas linhas, pode ser manipulado, com a finalidade de estabelecer o melhor arranjo, ou seja, o mais adequado à obtenção de uma maior produtividade e a melhor adaptação à colheita mecanizada. No arranjo em que o espaçamento entre linhas é igual ao espaçamento entre plantas dentro das linhas, têm sido observados aumentos na produtividade da soja (IKEDA, 1992; EGLI, 1994). Dessa forma, existe a necessidade de se fazer a semeadura em linhas, com espaçamentos bem definidos (EMBRAPA, 1997).

Plantas mal distribuídas nas linhas provocam variações nas lavouras de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). Podem ocorrer pontos de acúmulo geram plantas mais altas, menos ramificadas, com maior tendência ao acamamento e menor produção individual. Ao contrário, espaços vazios ou "falhas", além de facilitar o desenvolvimento de plantas daninhas, levam ao estabelecimento de plantas de porte reduzido, com caule de maior diâmetro, mais ramificadas, e com maior produção individual (TOURINO et al., 2002). Um estande produzido dessa forma pode levar à redução da produtividade da cultura, além das dificuldades proporcionadas à colheita mecanizada.

3 Material e Métodos

O experimento foi conduzido em área comercial, localizado no município de Capão do Leão - RS. Após a colheita manual das plantas selecionadas no local, as avaliações foram realizadas no laboratório Didático de Análise de Sementes da Universidade Federal de Pelotas, localizada no município de Capão do Leão-RS. O solo do local é classificado como Planossolo Hidromórfico Eutrófico Solódico (STRECK et al., 2008). Foram coletadas amostras de solo e analisadas no Laboratório de Análise de Solos da FAEM/UFPeL. A adubação foi realizada de acordo com as recomendações da Comissão de Química e Fertilidade do Solo – RS/SC (CQFS, 2004) para a cultura da soja. Todos os processos de manejo da propriedade foram conduzidos pelo proprietário, sendo que a coleta de plantas foi autorizada levando-se em consideração os parâmetros pré-estipulados de seleção de plantas.

Foram utilizadas sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) das cultivares Fundacep 59, e BMX Potência, semeadas na 2ª quinzena de novembro de 2011. A semeadura foi realizada com semeadora mecânica tipo disco, com distribuição de 14 sementes por metro linear, equidistante entre si a 7cm e profundidade no solo de 3 a 4cm. O espaçamento entre linhas foi de 50cm.

A colheita das plantas foi feita em dois dias distintos, uma para cada cultivar. A cultivar Fundacep 59 foi colhida no dia 10/04/2012 e a cultivar BMX Potência foi colhida no dia 17/04/2012 quando atingiu o estágio R8. Para a coleta das plantas, em cada cultivar, foi determinado uma hectare de limite possível para procura das plantas por tratamento, e foram estipulados parâmetros para escolha das plantas, conforme descrição sugerida por Pinto, 2010, relacionada abaixo:

1. Planta Individual Normal (PIN)

Planta individual, com distribuição de 14 plantas por metro linear, espaçamentos equidistantes de 7cm na linha de semeadura, sem plantas duplas e sem falhas no metro ao qual está inserida. Esta, portanto, corresponde a uma população de 280 mil plantas por hectare. Os resultados

desse tratamento foram apresentados considerando-se a média de duas plantas individuais com distribuição normal e sem falhas.

2. Plantas Duplas Normais (PDN)

Duas plantas na mesma cova na linha de semeadura, sem a presença de falhas no metro ao qual estão inseridas. As plantas duplas normais apresentaram espaçamentos equidistantes de 7cm na linha de semeadura relacionadas as outras plantas. Neste tratamento obteve-se 15 plantas por metro linear, equivalente a uma população de 300 mil plantas por hectare. Os resultados desse tratamento foram apresentados considerando-se a média das duas plantas que compunham a planta dupla.

3. Plantas Triplas Normais (PTN)

Três plantas na mesma cova na linha de semeadura, sem a presença de falhas no metro ao qual estão inseridas. As plantas triplas normais apresentaram espaçamentos equidistantes de 7cm na linha de semeadura. Neste tratamento obteve-se 16 plantas por metro linear, equivalente a uma população de 320 mil plantas por hectare. Os resultados desse tratamento foram apresentados considerando-se a média das três plantas que compunham a planta tripla.

4. Planta Individual localizada em borda de Falha de 14 cm (PIF14)

Uma planta individual localizada na borda em falha de 14 cm (falha de 1 planta), as demais plantas espaçadas 7cm entre si, com uma distribuição final de 13 plantas por metro linear, equivalendo a 260 mil plantas por hectare. Os resultados deste tratamento foram apresentados considerando-se a média das duas plantas individuais localizadas na borda da falha.

5. Planta Individual localizada em borda de Falha de 21 cm (PIF 21)

Uma planta individual localizada na borda em falha de 21 cm (falha de 2 plantas), as demais plantas espaçadas 7cm entre si, com uma distribuição final de 12 plantas individuais por metro linear, equivalendo a 240 mil plantas por hectare. Os resultados deste tratamento foram apresentados considerando-se a média das duas plantas individuais localizada na borda da falha.

6. Planta Individual localizada em borda de Falha de 28 cm (PIF 28)

Uma planta individual localizada na borda em falha de 28 cm (falha de 3 plantas), as demais plantas espaçadas 7cm entre si com uma distribuição final de 11 plantas individuais por metro linear, equivalendo a 220 mil plantas por hectare. Os resultados deste tratamento foram apresentados considerando-se a média das duas plantas individuais localizada na borda da falha.

7. Planta Individual localizada em borda de Falha de 35 cm (PIF 35)

Uma planta individual localizada na borda em falha de 35 cm (falha de 4 plantas), as demais plantas espaçadas 7cm entre si com uma distribuição final de 10 plantas individuais por metro linear, equivalendo a 200 mil plantas por hectare. Os resultados deste tratamento foram apresentados considerando-se a média das duas plantas individuais localizada na borda da falha.

8. Plantas Duplas localizadas em borda de Falha de 14cm (PDF 14)

Plantas duplas localizadas na borda em falha de 14cm (falha de 1 planta), distribuição final de 14 plantas por metro linear, distanciadas 7cm entre si e 1 plantas duplas localizadas na borda da falha com população de 14plantas por hectare, equivalendo a uma população final de 280 mil plantas por hectare. Os resultados deste tratamento foram apresentados considerando-se a média das duas plantas que compunham a planta dupla.

9. Plantas Duplas localizadas em borda de Falha de 21cm (PDF 21)

Plantas duplas localizadas na borda em falha de 21cm (falha de 2 plantas), distribuição final de 14 plantas por metro linear, distanciadas 7cm entre si e 1 plantas duplas localizadas na borda da falha com população de 13 mil plantas por hectare, equivalendo a uma população final de 260 mil plantas por hectare. Os resultados deste tratamento foram apresentados considerando-se a média das duas plantas que compunham a planta dupla.

10. Plantas Duplas localizadas em borda de Falha de 28cm (PDF 28)

Plantas duplas localizadas na borda em falha de 28cm (falha de 3 plantas), distribuição final de 14 plantas por metro linear, distanciadas 7cm entre si e 1 plantas duplas localizadas na borda da falha com população de 12 mil plantas por hectare, equivalendo a uma população final de 240 mil plantas por hectare. Os resultados deste tratamento foram apresentados considerando-se a média das duas plantas que compunham a planta dupla.

Afim de facilitar a apresentação dos resultados, os tratamentos serão ordenados numericamente, conforme Tabela 1.

TABELA 1 - Descrição dos tratamentos.

Número	Sigla	Tratamentos
1	PIN	Planta Individual Normal
2	PDN	Plantas Duplas Normais
3	PTN	Plantas Triplas Normais
4	PIF14	Planta Individual localizada em borda de Falha de 14 cm
5	PIF 21	Planta Individual localizada em borda de Falha de 21 cm
6	PIF 28	Planta Individual localizada em borda de Falha de 28 cm
7	PIF 35	Planta Individual localizada em borda de Falha de 35 cm
8	PDF 14	Plantas Duplas localizadas em borda de Falha de 14cm
9	PDF 21	Plantas Duplas localizadas em borda de Falha de 21cm
10	PDF 28	Plantas Duplas localizadas em borda de Falha de 28cm

As plantas colhidas foram levadas imediatamente ao Laboratório Didático de Análise de Sementes – LAS/FAEM da Universidade Federal de Pelotas (UFPeL) a fim de determinar as seguintes características: diâmetro do caule, altura de planta (cm), ramificações por planta, vagens por planta, número de grão por planta e peso de grãos por planta (g.planta^{-1}) além de avaliar, também, a produtividade por unidade de área (kg.ha^{-1}).

Tendo sido contabilizado o número de vagens por planta, as mesmas foram retiradas e acondicionadas em laboratório para as avaliações posteriores: número de grãos por planta e peso dos grãos.

O diâmetro do caule foi mensurado com auxílio de paquímetro manual, sendo o resultado expresso em milímetros. Para a altura de plantas foi utilizado régua graduada, a partir do início do caule até o ápice da planta, sendo o resultado

expresso em centímetros. O número de ramificações foi determinado contando-se todas as ramificações que possuíam vagens e que saiam da haste principal de cada planta.

Não se considerou a variação do número de sementes por vagem. As sementes de cada planta foram contadas e pesadas, sendo o peso expresso em gramas por planta. Foi determinado o grau de umidade, segundo a metodologia descrita nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Os pesos foram corrigidos para 13% de umidade. Esses valores foram transformados em kg.ha^{-1} , sendo determinada a produtividade por área, de acordo com a população de cada tratamento.

A produtividade por área para os tratamentos compostos por falhas foi considerada como se houvesse uma falha por metro linear. Para as demais plantas foram utilizados os níveis de produtividade obtidos pelas plantas individuais normais.

Para os tratamentos com plantas duplas foi adotado o mesmo critério, ou seja, como se a presença de duplas, ou de duplas associadas a falhas ocorresse na proporção de uma ocorrência por metro linear.

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com 8 repetições. Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância pelo teste F. Quando os tratamentos foram significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tuckey a 5% de probabilidade. Realizou-se análise de regressão polinomial separadamente para plantas individuais e para plantas duplas relativamente ao acréscimo no tamanho das falhas, para cada cultivar. A análise estatística dos dados foi realizada com auxílio do software Winstat versão 2.11 (MACHADO e CONCEIÇÃO, 2000).

4 Resultados e Discussão

As tabelas 2 e 3 apresentam os resultados de características agronômicas e componentes do rendimento de plantas de soja para os cultivares Fundacep 59 RR e BMX Potência RR, para os três primeiros tratamentos, também utilizados para os gráficos de regressão, respectivamente.

TABELA 2 - Características agronômicas e componentes de rendimento: DC - Diâmetro do caule (mm), AP – Altura da planta (cm), RP – ramificações por planta, VP – vagens por planta, NSP – número de sementes por planta e PS peso da semente em dez diferentes arranjos de plantas de soja do cultivar FUNDACEP 59 RR (variedade 1). UFPel, Pelotas/RS, 2012.

Nr	TRAT	DC	AP	RP	VP	NSP	OS
1	PIN	0,64 a	87,75a	3,37a	27,02 a	60,37 a	8,67 a
2	PDN	0,57 b	82,87c	3,25b	13,12 b	28,51 b	3,09 b
3	PTN	0,55 c	84,12b	2,62c	9,25 c	15,37 c	1,74 c
	CV(%)	8,17	2,01	15,94	13,1	7,27	8,45

PIN - Planta Individual Normal; PDN - Plantas Duplas Normais; PTN - Plantas Triplas Normais; Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tuckey, ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 3 - Características agrônômicas e componentes do rendimento: DC - Diâmetro do caule (mm), AP - Alturada planta (cm), RP – ramificações por planta, VP – vagens por planta, NSP – número de sementes por planta e PS peso da semente em dez diferentes arranjos de plantas de soja BMX Potência RR (variedade 2). UFPel, Pelotas/RS, 2012.

Nr	TRAT	DC	AP	RP	VP	NSP	PS
1	PIN	0,72 a	74,87 a	5,02 a	45,87 a	97,87 a	12,29 a
2	PDN	0,49 b	71,37 b	4,03 b	16,25 b	27,12 b	4,96 b
3	PTN	0,47 b	71,12 b	1,62 c	12,75 c	22,62 c	2,97 c
	CV(%)	9,63	3,68	18,45	15,16	18,1	19,08

PIN - Planta Individual Normal; PDN - Plantas Duplas Normais; PTN - Plantas Triplas Normais; Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tuckey, ao nível de 5% de probabilidade.

Analisando-se os resultados do diâmetro de caule para ambas a variedades constata-se resultado superior no tratamento PIN. Em um estudo realizado por Pinto et al. (2010) houve um maior crescimento de DC no tratamento Planta Individual Isolada (PII), um resultado que é considerado esperado no cultivar isolado, pois, a planta isolada expressa todo o seu potencial, não havendo competição com outras plantas por nutrientes, água e luz, diferentemente de quando há outras plantas localizadas próximas, que condicionam para o crescimento vertical da mesma. Segundo Pinto et al (2010) este estudo difere, pois houve uma variação estatística maior para as variedades com mais espaço. Para o mesmo resultado a variedade 2 apresentou maior DC quanto maior era o espaço entre plantas disponível. Afirma que a maior densidade de semeadura reduziu o diâmetro de caule das plantas de soja. Em relação ao diâmetro do caule das plantas em uma pesquisa realizada por Solano & Yamashita (2012), houve apenas significância estatística para o fator espaçamento. Em geral, os maiores espaçamentos promoveram o desenvolvimento de plantas com menor diâmetro de caule, sendo que a 0,60 m, o diâmetro de planta na base do caule foi 10% menor que o obtido no menor espaçamento corroborando com o presente estudo.

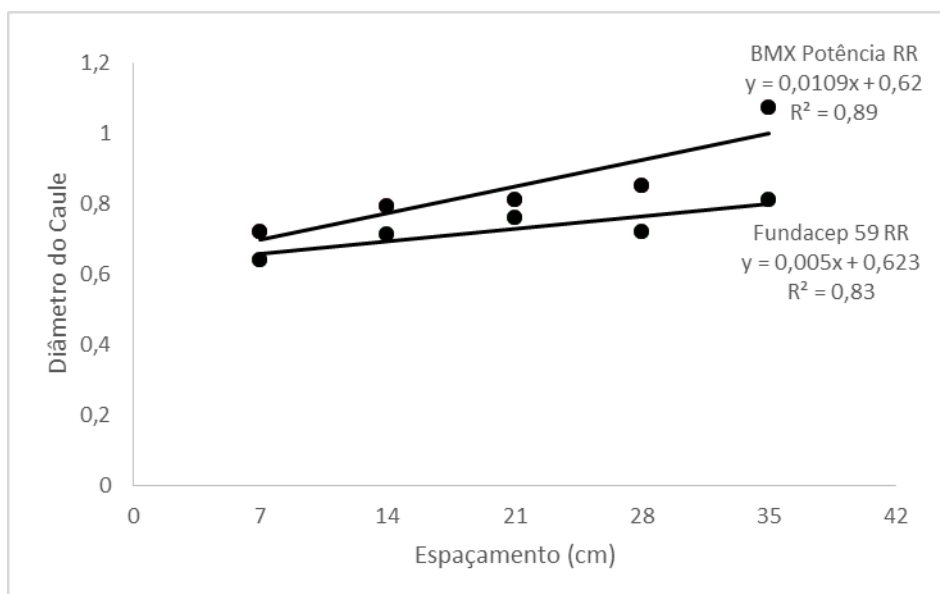


Figura 1 - Diâmetro de caule em diferentes espaçamentos de falhas de plantas de soja para as variedades Fundacep 59 e BMX Potência.

Procópio et al (2014) e Martins et al. (1999) concluíram em pesquisa sobre densidade de plantas que, quanto maior a densidade de plantas, maior a altura final e menor o diâmetro da haste principal, o que não difere deste estudo (Figura 1), onde observa-se que conforme ocorre o aumento do espaçamento entre bordas de falhas de plantas, ocorre o aumento do diâmetro do caule da planta. Estes autores atribuem a esses fatores a causa da ocorrência de maiores índices de acamamento nas altas populações de plantas de soja estudadas, porém, no presente trabalho, este não foi um fator avaliado.

Os resultados da análise da característica agrônômica de altura de planta demonstrou que a PIN obteve altura de planta superior para ambas as variedades o que concorda com os estudos obtidos por Pinto et al (2010). Houve uma pequena diferença estatística entre a Fundacep 59 e a BMX Potência (variedade 1 e variedade 2) no crescimento final (Figura 2). Sabe-se que as plantas isoladas apresentam menor altura em relação às plantas em competição com outras. É provável que este comportamento seja incrementado pelo hábito de crescimento da cultivar utilizada. Os resultados obtidos concordam com o estudo realizado por Urban Filho e Souza, (1993), em que diferentes densidades de semeadura, afirmam que a característica altura de planta e outras características agrônômicas são função da cultivar que se está selecionando.

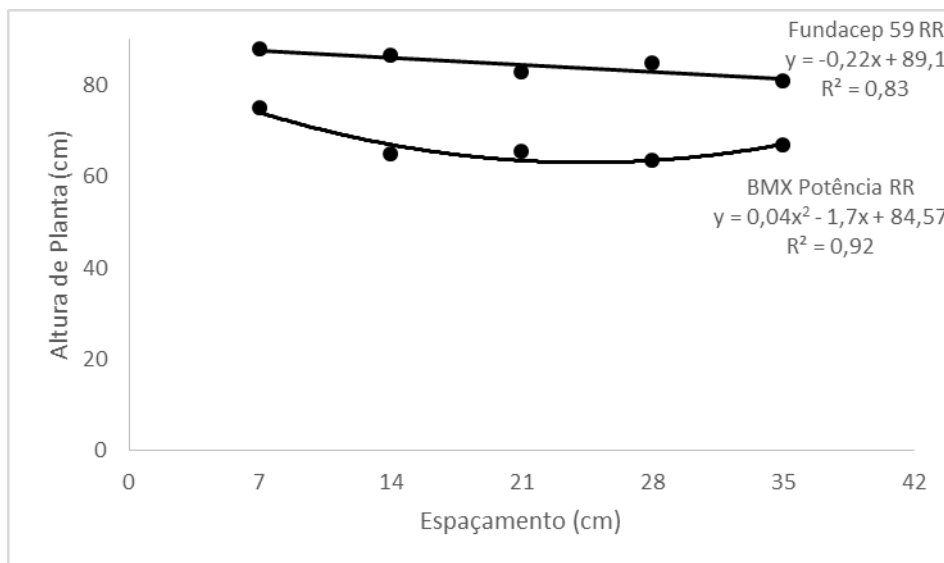


Figura 2 – Altura de planta em diferentes espaçamentos de falhas de plantas de soja para as variedades Fundacep 59 e BMX Potência.

Procópio et al. (2014) constatou que as plantas de soja no tratamento com maior densidade de semeadura eram mais altas, diferindo do estudo atual, se demonstrando mais alta. Nesse estudo foi verificada ainda, que as plantas de soja semeadas no espaçamento reduzido (19 cm) eram mais baixas em relação às plantas provenientes da fileira dupla mais distanciada (19/57 cm). Esse resultado segue a mesma tendência verificada por Solano e Yamashita (2012), que trabalhando com população fixa de 400.000 plantas ha⁻¹, constataram maior crescimento das plantas da cultivar CD 242 RR no espaçamento de 60 cm, em comparação ao cultivo nos espaçamentos de 20 e 40 cm, corroborando com os resultados dessa análise da característica agrônômica no presente trabalho.

Para se utilizar espaçamentos menores entre as linhas, mantendo-se a mesma população de plantas por área, é necessário reduzir o número de plantas dentro das linhas. Isso resulta em distribuições de plantas mais equidistantes em relação aos arranjos de plantas com maiores espaçamentos entre as linhas. Essa condição mais equidistante resulta em menor competição por luz no início do ciclo, reduzindo o sombreamento entre as plantas de soja. A altura média das plantas, a altura da inserção da primeira vagem e a arquitetura das plantas de soja, são características definidas geneticamente, que, contudo, podem sofrer influências de vários fatores, como a época de semeadura, o espaçamento, a densidade

populacional, o suprimento de água, a temperatura do ar e a fertilidade do solo (VAZQUES et al.,2008).

De acordo com Sedyama et al.(1999) as plantas altas ou com caule muito fino tendem ao acamamento com maior facilidade. Isto é importante, pois geralmente, os maiores níveis de acamamento ocorrem nas cultivares cujas plantas têm maiores alturas, apesar da variável acamamento não ter sido avaliada no estudo atual.

Na análise de característica agronômica de ramificações por planta os resultados demonstraram uma pequena diferença entre as variedades analisadas. Na variedade 2 o tratamento que obteve maior número de ramificações foi o PIF 35 (Figura 3). Board et al. (1990) ao constatarem que a diminuição do espaçamento entre linhas da soja, para uma mesma população de plantas, aumenta o número e o comprimento dos ramos, enquanto que a variedade 1 obteve maior número de ramificações nos tratamentos PIF 21 e PIF 28, resultado que difere do estudo de Board et al. (1990). O estudo de Martins et al. (1999), pode explicar essa diferença da variedade 1 pela competição que ocorre entre as plantas de soja pelos fatores de crescimento do ambiente, especialmente pela luz, ou seja, em maiores densidades de plantas, devido ao número excessivo de plantas na linha, ocorre menor disponibilidade de produtos da fotossíntese para o crescimento vegetativo das plantas na forma de ramificações, sendo estes preferencialmente destinados ao crescimento em altura da haste principal. Estes resultados concordam com os de Cox e Cherney (2011) que observaram redução linear no número de ramos por planta com aumento nas populações independente dos espaçamentos entre linhas, reflexo da competição entre essas.

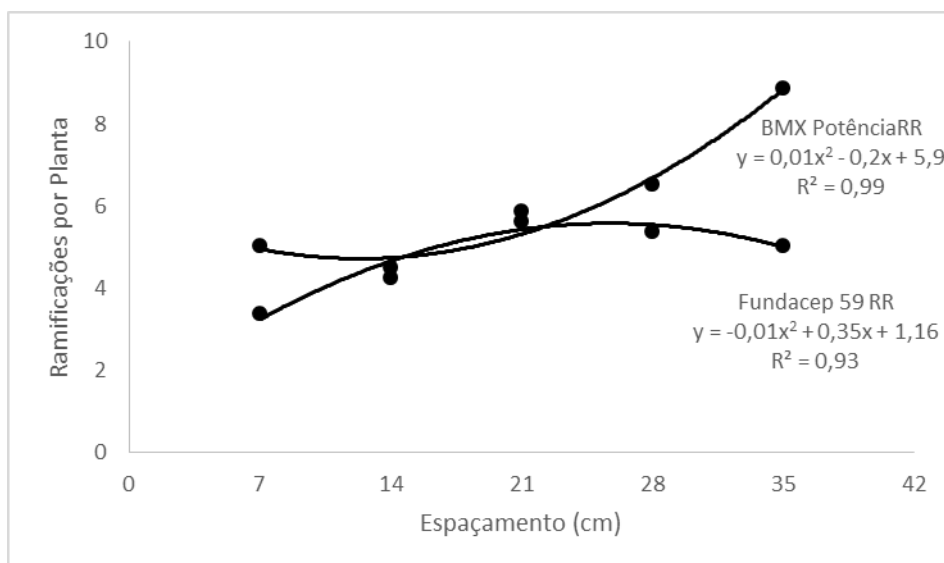


Figura 3 – Ramificações por planta em diferentes espaçamentos de falhas de plantas de soja para as variedades Fundacep 59 e BMX Potência.

De acordo com Navarro Junior & Costa (2002) o número de ramificações por planta é um importante componente do rendimento, uma vez que, representa maior superfície fotossintetizante e também potencial produtivo por meio do número de locais para surgimento de flores. A ramificação demonstra a plasticidade das plantas de soja em se adaptar a diferentes populações. Segundo Ferreira Jr. et al. (2010), a soja apresenta características de alta plasticidade, ou seja, capacidade de se adaptar às condições ambientais e de manejo, por meio de modificações na morfologia da planta e nos componentes do rendimento.

Na análise de característica agrônômica de vagens por planta os resultados entre variedades foram semelhantes aos apresentados na ramificação por planta. A variedade 2 apresentou um maior número de vagens por planta no tratamento PIF 35, enquanto que a variedade 1 apresentou maior número de vagens por planta no PIF 21 (Figura 4). Estes resultados são corroborados por Knebel et al. (2006), onde também verificaram aumento do número de vagens por planta com a redução do espaçamento entre linhas. O incremento no número de vagens por planta variou de 12,6 a 36,7% neste estudo.

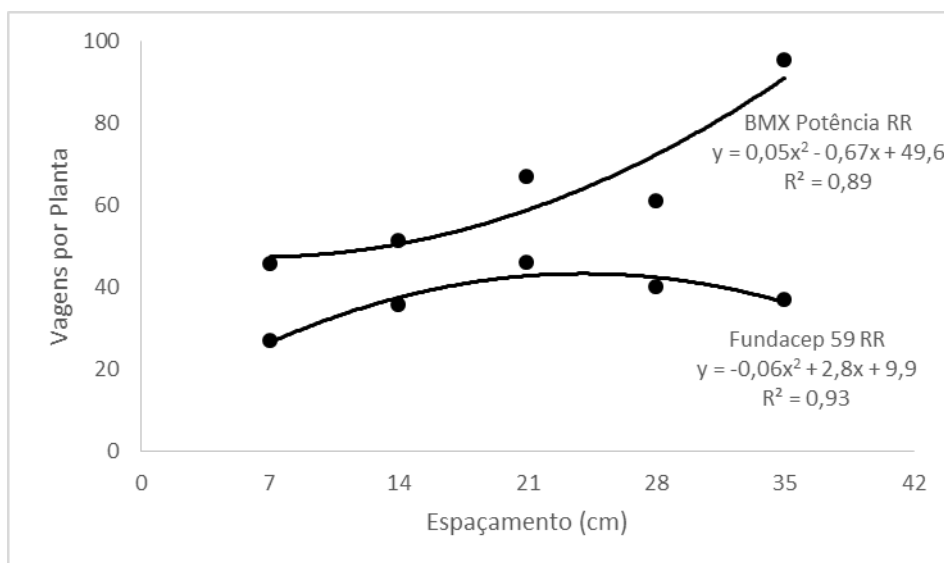


Figura 4 – Vagens por planta em diferentes espaçamentos de falhas de plantas de soja para as variedades Fundacep 59 e BMX Potência.

Komatsu et al. (2010) avaliou os diferentes espaçamentos entre linhas, proporcionou diferença significativa quanto ao número de vagens por planta, porém o mesmo não ocorreu quando se comparou as cultivares dentro do espaçamento de 17cm. Isto, por que a soja apresenta capacidade de se adaptar às condições ambientais e de manejo, por meio de modificações na morfologia da planta e nos componentes da produtividade agrícola (PIRES et al. 1998), atribuindo esse maior número de vagens por planta ao maior número de ramificações emitidas devido às plantas estarem mais equidistantes.

Os resultados da análise das características agronômicas de número de semente por de planta e peso das sementes estão diretamente relacionados aos resultados de RP e VP já discutidos anteriormente em cada variedade. O número de grãos por planta está estreitamente relacionado com o número de vagens por planta (Figura 3), em que neste trabalhou, diminuindo também com o aumento da população de plantas na linha concordando com os estudos realizados por Heiffig (2002b).

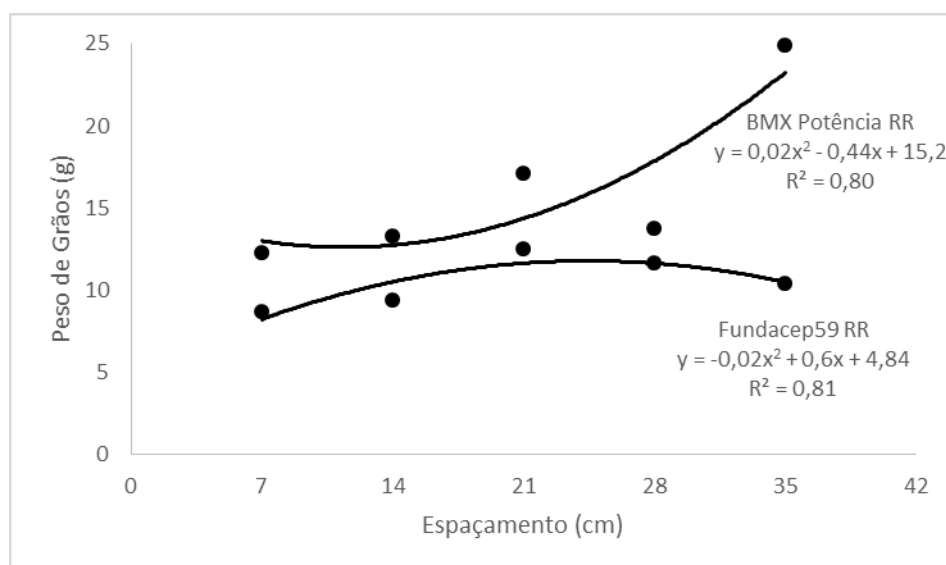


Figura 5 – Peso das sementes em diferentes espaçamentos de falhas de plantas de soja para as variedades Fundacep 59 e BMX Potência.

TABELA 4 – Fundacep 59 (variedade 1). Número de plantas individuais por metro linear das plantas por área, produtividade por planta e por área e o percentual de produtividade comparado com o PIN (Planta Individual Normal), considerado tratamento padrão. UFPel, Pelotas/RS, 2012.

Tratamento	Plt.m ⁻¹	Plt.ha ⁻¹	g.planta ⁻¹	Kg.ha ⁻¹	Soma	%
PIN	14 pl indiv. normal	280 mil	8,67	2427,6	2427,6	100
PDN	13 pl indiv. normal	260 mil	8,67	2254,2		
	1 pl dupla	40 mil	3,09	123,6	2377,8	97,95
PTN	13 pl indiv. normal	260 mil	8,67	2254,2		
	1 pl tripla	60 mil	1,74	104,4	2358,6	97,16
PIF14	11 pl indiv normal	220 mil	8,67	1907,4		
	2 pl indiv normal borda 14	40 mil	9,37	374,8	2282,2	94,01
PIF 21	9 pl indiv normal	200 mil	8,67	1734		
	2 pl indiv normal borda 21	40 mil	12,52	500,8	2234,8	92,06
PIF 28	9 pl indiv normal	180 mil	8,67	1560,6		
	2 pl indiv normal borda 28	40 mil	11,62	464,8	2025,4	83,43
PIF 35	8 pl indiv normal	160 mil	8,67	1387,2		
	2 pl indiv normal borda 35	40 mil	10,37	414,8	1802	74,23
PDF 14	11 pl indiv normal	220 mil	8,67	1907,4		
	1 pl dupla borda 14	40 mil	6,64	265,6		
	2 pl indiv normal borda 14	20 mil	9,37	187,4	2360,4	97,23
PDF 21	10 pl indiv normal	200 mil	8,67	1734		
	1 pl dupla borda 21	40 mil	7,31	292,4		
	1 pl indiv normal borda 21	20 mil	12,52	250,4	2276,8	93,79
PDF 28	9 pl indiv normal	180 mil	8,67	1560,6		
	1 pl dupla borda 28	40 mil	8,93	357,2		
	1 pl indiv normal borda 28	20 mil	11,62	232,4	2150,2	88,57

PIN - Planta Individual Normal; PDN - Plantas Duplas Normais; PTN - Plantas Triplas Normais; PIF14 - Planta Individual localizada em borda de Falha de 14 cm; PIF 21 - Planta Individual localizada em borda de Falha de 21 cm; PIF 28 - Planta Individual localizada em borda de Falha de 28 cm; PIF 35 - Planta Individual localizada em borda de Falha de 35 cm; PDF 14 - Plantas Duplas localizadas em borda de Falha de 14cm; PDF 21 - Plantas Duplas localizadas em borda de Falha de 21cm; PDF 28 - Plantas Duplas localizadas em borda de Falha de 28cm.

TABELA 5 – BMX Potência (variedade 2): número de plantas individuais por metro linear das plantas por área, produtividade por planta e por área e o percentual de produtividade comparado com o PIN (Planta Individual Normal), considerado tratamento padrão. UFPel, Pelotas/RS, 2012.

Tratamento	Plt.m ⁻¹	Plt.ha ⁻¹	g.planta ⁻¹	Kg.ha ⁻¹	Soma	%
PIN	14 pl indiv. normal	280 mil	12,29	3441,2	3441,2	100
PDN	13 pl indiv. normal	260 mil	12,29	3195,4		
	1 pl dupla	40 mil	4,96	198,4	3393,8	98,62
PTN	13 pl indiv. normal	260 mil	12,29	3195,4		
	1 pl tripla	60 mil	2,97	178,2	3373,6	98,04
PIF14	11 pl indiv normal	220 mil	12,29	2703,8		
	2 pl indiv normal borda 14	40 mil	13,26	530,4	3234,2	93,98
PIF 21	10 pl indiv normal	200 mil	12,29	2458		
	2 pl indiv normal borda 21	40 mil	17,07	682,8	3140,8	91,27
PIF 28	9 pl indiv normal	180 mil	12,29	2212,2		
	2 pl indiv normal borda 28	40 mil	13,73	549,2	2761,4	80,25
PIF 35	8 pl indiv normal	160 mil	12,29	1966,4		
	2 pl indiv normal borda 35	40 mil	24,85	994	2960,4	86,03
PDF 14	11 pl indiv normal	220 mil	12,29	2703,8		
	1 pl dupla borda 14	40 mil	8,23	329,2		
	1 pl indiv normal borda 14	20 mil	13,26	265,2	3298,2	95,84
PDF 21	10 pl indiv normal	200 mil	8,67	1734		
	1 pl dupla borda 21	40 mil	8,89	355,6		
	1 pl indiv normal borda 21	20 mil	17,07	341,4	2431	10,64
PDF 28	9 pl indiv normal	180 mil	12,29	2212,2		
	1 pl dupla borda 28	40 mil	9,27	370,8		
	1 pl indiv normal borda 28	20 mil	13,73	274,6	2857,6	83,04

PIN - Planta Individual Normal; PDN - Plantas Duplas Normais; PTN - Plantas Triplas Normais; PIF14 - Planta Individual localizada em borda de Falha de 14 cm; PIF 21 - Planta Individual localizada em borda de Falha de 21 cm; PIF 28 - Planta Individual localizada em borda de Falha de 28 cm; PIF 35 - Planta Individual localizada em borda de Falha de 35 cm; PDF 14 - Plantas Duplas localizadas em borda de Falha de 14cm; PDF 21 - Plantas Duplas localizadas em borda de Falha de 21cm; PDF 28 - Plantas Duplas localizadas em borda de Falha de 28cm.

Nas Tabelas 4 e 5 foram analisadas as características relacionadas à produtividade. A maior produtividade em ambas as variedades analisadas foi obtida pela Planta Individual Normal (PIN), obtendo 2427,6 e 3441,2 Kg.ha⁻¹ respectivamente. A interpretação dos dados indica melhoria de desempenho da soja em espaçamento reduzido, confirmando dados obtidos por Pires et al. (1998b) e Parcianello et al. (2004). Estes autores atribuíram os maiores rendimentos de grãos verificados em fileiras distanciadas de 20 cm ao melhor arranjo de plantas, o que provavelmente reduziu a competição intraespecífica, principalmente por luz, proporcionando maior e mais rápida interceptação da radiação incidente, e melhor aproveitamento dos recursos ambientais. O estudo realizado por Pinto et al. (2010) obteve, também, resultados semelhantes.

Em trabalhos realizados com espaçamento reduzido entre linhas Board e Harville (1994), Board et al. (1992) e Hammond et al. (2000) também observaram incremento na interceptação de luz e melhor utilização pela soja da radiação solar incidente, principalmente devido a maior distribuição da área foliar existente no espaçamento reduzido quando comparado ao maior espaçamento, resultando em maior rendimento de grãos.

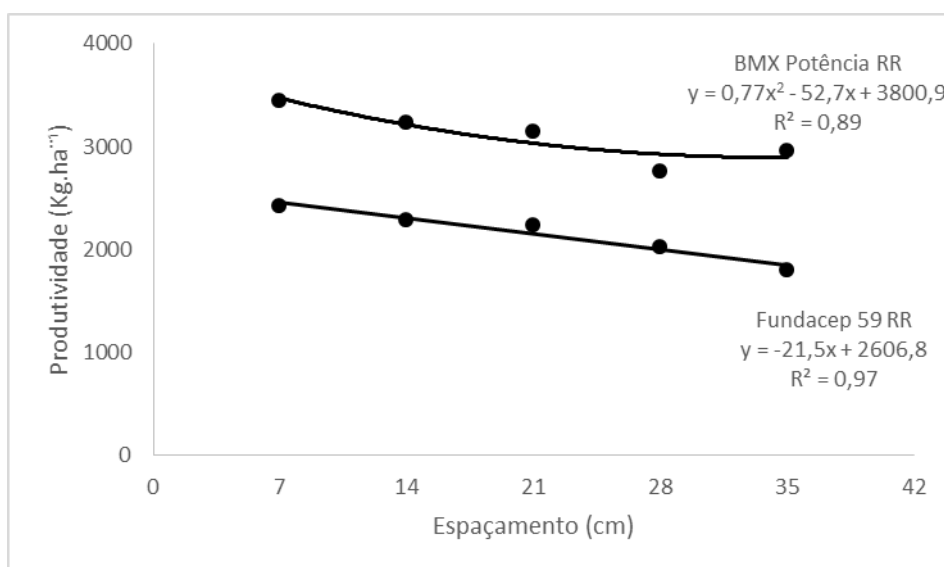


Figura 6 – Peso das sementes em diferentes espaçamentos de falhas de plantas de soja para as variedades Fundacep 59 e BMX Potência.

No caso do estande pode ser estabelecido como um caso de semente dupla ou um de tripla o decréscimo na produtividade é menor de 3%, entretanto no caso

de redução do estande em até 15% o decréscimo na produtividade pode alcançar até 8%.

No caso do estande ser estabelecido como um caso de sementes duplas ou em um caso com triplas por metro linear a redução da produtividade é inferior a 2% entretanto quando há falhas no estande de até 15% a redução na produtividade pode alcançar mais de 8% (Tabela 5).

Relacionando o aumento do espaçamento entre plantas observa-se na Figura 6 para a cultivar Fundacep 59 RR, que há uma estreita relação representado por uma equação de primeiro grau, explicando 97% dos resultados em que um aumento de espaçamento de 7 cm entre plantas resulta num decréscimo de produtividade de 5,7%. Por outro lado para a cultivar BMX Potência RR a melhor relação é através de uma equação de segundo grau explicando 89% dos resultados. Para essa cultivar há uma redução na produtividade de 8,7% quando o espaçamento entre plantas aumenta entre 7 cm para 14 cm.

Em relação ao comportamento dos tratamentos que envolvem a presença de plantas duplas entre os tratamentos PIN (Planta Individual Normal), PDN (Plantas Duplas Normais), PTN (Plantas Triplas Normais), a análise evidenciou que o desempenho foi melhor nos tratamentos com plantas individuais quando comparados aos de plantas duplas e plantas triplas (Tabelas 4 e 5). Ao extrapolar os dados para produção por área, considerando a ocorrência de falhas e plantas duplas por metro linear, verifica-se redução linear da produção por área com o aumento do tamanho das falhas, concordando com Resende et al. (2004), que estudando diferentes populações de plantas, observaram que o aumento na densidade alterou significativamente o rendimento de grãos. De forma semelhante ao ocorrido com plantas individuais, aumentando o tamanho das falhas com plantas duplas, a produtividade na borda da falha aumentou linearmente (Figura 6). O incremento na produtividade com o aumento no espaçamento também foi verificado por Peixoto et al. (2000), ao concluírem que independentemente da densidade, as cultivares apresentam tendência de compensação no rendimento de grãos, porém até um determinado limite. Assim, de forma semelhante ao ocorrido com as plantas individuais, a compensação apresentada pelo aumento da produção das plantas duplas na borda das falhas, não foi suficiente para manter o nível de produtividade por área das populações de soja.

5 Conclusões

- Com a ocorrência de falhas na linha de semeadura, o aumento da produção das plantas localizadas nas bordas de falhas não compensa a perda de produção causada pela falta de plantas.
- A adequada distribuição de plantas ao longo da linha de semeadura proporciona maior produtividade na cultura da soja;
- A ocorrência de plantas duplas (PDN) ou triplas (PTN) em uma população diminui a produtividade.

Referências

BARNI, N.A.; GOMES, J.E.S.; GONÇALVES, J.C. Efeito da época de semeadura, espaçamento e população de plantas sobre o desempenho da soja [*Glycine max* (L.) Merrill], em solo hidromórfico. **Agronomia Sulriograndense**, v.21, n.2, p.245-296, 1985.

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

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 143- 228p., 2004.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 147- 224p., 2009.

BOARD, J.E.; HARVILLE, B.G.; SAXTON, A.M. Narrow-row seed-yield enhancement in determine soybean. **Agronomy Journal**. Madison, v.82, n.1, p.64-68, 1990.

BOARD, J.E.; HARVILLE, B.G. A criterion for acceptance of narrow-row culture in soybean. **Agronomy Journal**. Madison, v.86, n.6, p.1103- 1106, 1994.

BURNSIDE, O.C.; COLVILLE, W.L. Soybean and weed yields as affected by irrigation, row spacing, tillage and amiben. **Weeds**, Urbana, v.12, n.2, p.109-112, 1964.

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 ESALQ p.81 -119, 2000.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, soja, **Perspectiva agropecuária**, Brasília, v.2, p. 1-155, set. 2014.

COPETTI, E. Plantadoras: distribuição de sementes. **Cultivar Máquinas**, Pelotas, n.18, p.14-17, 2003.

COX, W. J.; CHERNEY, J. H. Growth and yield responses of soybean to row spacing and seeding rate. **Agronomy Journal**, Madison, v.103, n.1, p.123-128, 2011.

EGLI, D. B., GUFFY, R. B., HEITHOLD, J. J. Factors associated with reduced yields of delayed plantings of soybeans. **Journal Agronomy & Crop Science**, v. 159, n. 3, p. 176-185, 1987.

EGLI, D. B. Mechanisms responsible for soybean yield response to equidistant planting patterns. **Agronomy Journal**, Madison, v. 86, n. 6, p. 1046-1049, 1994.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Londrina, PR). **Recomendações técnicas para a cultura da soja na região central do Brasil: 1997/1998**. Londrina, 1997. 171 p. (Documentos, 106).

EMBRAPA SOJA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Londrina, PR) **Recomendações técnicas para a cultura da soja no Paraná 1999/2000**. Londrina, p.103, (Documentos, 131). 1999.

EMBRAPA MILHO E SORGO SISTEMA DE PRODUÇÃO, 1 ISSN **1679-012X**
Versão Eletrônica - 6ª edição, 2010.

EMBRAPA. Tecnologias de produção de soja: região central do Brasil 2013 e 2014. - Londrina: **Embrapa Soja**, 264 p. 2015.

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, 86p., 2014.

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**, n.7, p. 13-21, 2010.

GAUDÊNCIO, C.A.A.; GAZZIERO, D.L.P.; JASTER, F.; GARCIA, A.; WOBETO C. **População de plantas no sistema de semeadura direta para o centro sul do estado do Paraná**. Comunicado Técnico 47. Londrina, Embrapa CNPSo. 4 p. 1990.

HAMMOND, R. B., HIGLEY, L. G., PEDIGO, P. L., BLEDSOE, L., SPOMER, S. M., DEGOOYER, T. A. Simulated insect defoliation on soybean: influence of row width. **Journal of Economic Entomology**, Ohio, v.93, n.5, p.1429-1436, 2000.

HEIFFIG, L.S. **Plasticidade da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em diferentes arranjos espaciais**. Piracicaba, 85 p. Tese (Engenharia Agrônômica) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. 2002.

HEIFFIG, L.S. **Plasticidade da cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) em diferentes arranjos espaciais**. Tese (Mestrado). ESALQ. Piracicaba, 2002b

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**. Campinas v. 5, p. 37-45, 2006.

IKEDA, T. Soybean planting patterns in relation to yield and yield components. **Agronomy Journal**, Madison, v. 84, n. 6, p. 923-926, 1992.

KNEBEL, J. L.; GUIMARÃES, V.F.; ANDREOTTI, M.; STANGARLIN, J.R. Influência do espaçamento e população de plantas sobre doenças de final de ciclo e oídio e caracteres agrônômicos em soja. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.28, n.3, p.237-145, 2006.

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@I**, v.5, n.1, p.50-55, Campo Mourão, 2010.

KUST, C.A.; SMITH, R.R. Interaction of linuron and row spacing for control of yellow foxtail and barnyardgrass in soybeans. **Weed Science**, Urbana, v.17, p.489-491, 1969.

LAMEGO, F.P.; FLECK, N.G.; BIANCHI, M.A.; SCHAEGLER, C.E. Tolerância a interferência de plantas competidoras e habilidade de supressão por cultivares de soja – I. Resposta de variáveis de crescimento. **Planta Daninha**, Viçosa, v.23, n.3, p.405-414, 2005.

LAM-SANCHEZ, A.; VELOSO, E. J. Época de plantio da cultura da soja (*Glycine Max* (L.) Merrill), cultivares “Santa Rosa” e “Viçosa” em Jaboticabal, SP. **Científica**, v. 7, n. 2, 1974.

LUDWIG, M.P.; SCHUCH, L.O.B.; LUCCA FILHO, O.A.; AVELAR, S.A.G.; MIELEZRSKI, F.; PANOZZO, L.E.; OLIVO, M.; SEUS, R. Desempenho de plantas de feijão, originadas de lotes de sementes com diferentes níveis de qualidade fisiológica. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.5, n.2, p.44-52. 2008.

LUNIN, J.; GALLATIN, M.H. Narrow-row soybeans produce top yields. **Crop and Soils**, Madison, v.12, p.10-17, 1960.

MACHADO, A. A.; CONCEIÇÃO, A. R. Sistema de Análise estatística para Windows. WinStat. Versão 2.0. **UFPeI**. 2004.

MARCOS FILHO, J. **Produção de sementes de soja**. Campinas: Fundação Cargill, 86 p. 1986.

MARQUES, J. B. B.; LIN, S. S. Efeito de espaçamento entre fileiras, população de plantas e irrigação sobre o rendimento de sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.5, p.733-739, 1982.

MARTINS, M. C.; CÂMARA, G. M. S.; PEIXOTO, C. P.; MARCHIORI, L. FS.; LEONARDO, V.; MATTIAZZI, P. Épocas de semeadura, densidades de plantas e desempenho vegetativo de cultivares de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba-SP, v. 56, n. 4, p. 851-858, 1999.

MELHORONÇA, A.L.; MESQUITA, A.N. Efeito do espaçamento e épocas de semeadura sobre o rendimento e características agronômicas da soja em Dourados, MS. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.17, n.5, p.729-732, 1982.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO (MAPA). Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/soja>>. Acesso em: 22 maio 2014.

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

MUNDSTOCK, C.M. Milho: distribuição da distância entre linhas. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, n.299, p.28-29, 1977.

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 672p., 2004.

NAVARRO JUNIOR, H. M.; COSTA, J. A. Contribuição relativa dos componentes do rendimento para produção de grãos em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.3, p.269-274, março, 2002.

NORSWORTHY, J. K.; SHIPE, E. R. Effect of row spacing and soybean genotype on mainstem and branch yield. **Agronomy Journal**, Madison, v. 97, n. 3, p. 919–923, May/June. 2005.

PARCIANELLO, G.; COSTA, J.A.; PIRES, J.L.F.; RAMBO, L.; SAGGIN, K. Tolerância da soja ao desfolhamento afetada pela redução do espaçamento entre fileiras. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.2, p.357-364, 2004.

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

PEIXOTO, C. P.; CÂMARA, G. M. S.; MARTINS, M. C.; MARCHIORI, L. F. S.; GUERZONI, R. A.; MATTIAZZI, P. Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: I. Componentes da produção e rendimentos de grãos. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 1, p. 89 - 96, 2000.

PELUZIO, J. M. et al. Comportamento de duas cultivares de soja em diferentes populações de plantas, sob condições de várzea irrigada, no sul do Estado do Tocantins. **Revista Agricultura Tropical**. Cuiabá, 2002, v.6, n.1, p.69-80.

PEREIRA, A.R. Competição intra-específica entre plantas cultivadas. **O Agrônomo**, Campinas, v.41, n.1, p.5-11, 1989.

PINTO, J. F. **Comportamento da plasticidade de plantas de soja frente a falhas e duplas dentro de uma população**, 43 p. Tese – Escola de Agronomia Eliseu Maciel, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de sementes, Universidade Federal de Pelotas. 2010.

PIRES, J.L. **Efeito da redução do espaçamento entre linhas da soja sobre o rendimento de grãos e seus componentes, em semeadura direta**. 1998. 94f. Dissertação (Mestrado - Plantas de Lavoura) - Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1998.

PIRES, J. L. F.; COSTA, J. A.; THOMAS, A. L. Rendimento de grãos de soja influenciado pelo arranjo de plantas e níveis de adubação. **Pesquisa agropecuária Gaúcha**, v.4, n. 2, p. 89 - 92, 1998b.

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.

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@mbiente On-line**, v. 8, n. 2, p. 212-221, maio-agosto, 2014.

RAMBO, L.; COSTA, J.A.; PIRES, J.L.P.; PARCIANELLO, G.; FERREIRA, F. G. Rendimento de grãos da soja em função do arranjo de plantas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.33, n.3, p.405-411, mai-jun, 2003.

REIS, M.S.; VIEIRA, C.; ANDRADE, A.M.S.; SEDYMA, T. Efeitos do espaçamento e da densidade sobre a variedade de soja UFV-No triângulo Mineiro. **Revista Ceres**, v.24, n.13, p.412-419, 1977.

ROSSMANN, E.C.; COOK, R.L. Soil preparation and date, rate and pattern of planting. In: PIERRE, W.H.; ALDRICH, S.A.; MARTIN, W.P. (Eds.). **Advances in corn production, principles and practices**. Iowa: State University Press, p.53-101, 1966.

SARAIVA, L. A. T. **Aumento do rendimento de grãos da soja com o manejo de plantas daninhas e espaçamento entre fileiras**. 2004. 78f. Dissertação (Mestrado - Plantas de Lavoura) Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

SCHUCH, L.O.B.; PESKE, S.T. Aperfeiçoando o processo de semeadura. **Revista SEEDNews**, v.12, n.6, p.22-27, 2008.

SCHULEECK, F.E.; YOUNG, H.G. Equidistant corn planting. **Crops Soils Magazine**, Madison, v.22, n.6, p.12-14, 1970.

SEDIYAMA, T.; TEIXEIRA, R. de C.; REIS, M. S. Melhoramento da soja. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, p.487-533. 1999.

SHIBLES, R. M.; WEBER, C. R. Leaf area, solar radiation and dry matter production by soybean. **Crop Science, Madison**, v.5, n. 6, p.575-577, 1965.

SOLANO L. & YAMASHITA O. M. Cultivo Da Soja Em Diferentes Espaçamentos Entre Linhas **Revista Varia Scientia Agrárias** v. 02, n.02, p. 35-47. 2012.

STRECK, E.V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2.ed., Porto Alegre: UFRGS, 2008. 107p.

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. 8, n. 4, p. 543 - 546, 1998.

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

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). Oilseeds: **World Markets and Trade. Brazil ships soybeans at record pace**. Circular Series, 34p. June 2013.

URBEN FILHO, G.; SOUZA, P. I. M. Manejo da cultura da soja sob cerrado: época, densidade e profundidade de semeadura. In: ARANTES, N. E.; SOUZA, P. I. de M. de (Edit). **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: POTAFOS, p.267-298. 1993.

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**. (Tese – doutorado) Jaboticabal: FCAV, 146f. 2005.

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.

VERNETTI, F.J. Origem da espécie, introdução e disseminação no Brasil. In: FUNDAÇÃO CARGILL. **Soja: planta, clima, pragas, moléstias e invasoras**. Campinas, p.3-23. 1983.

XU, B.; ZHEN, H.; LU, Q.; ZHAO, S.; HU, Z. Three evidence of the original area of soybean. In: **WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE**, 4, Buenos Aires, 1988. Proceedings. Buenos Aires: Association Argentina de La Soja, p.124-128. 1989.

WAX, L.M.; PENDLETON, J.W. Effect of row spacing on weed control in soybeans. **Weed Science**, Urbana, v.16, p.462-465, 1968.

ZABOT, L. **Caracterização agronômica de cultivares transgênicas de soja cultivadas no Rio Grande do Sul**. 280 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2009.