

**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**RENDIMENTO DE GRÃOS DE CULTIVARES DE
SOJA EM DIFERENTES FORMAS DE SEMEADURA
E DENSIDADE DE PLANTAS**

EMANUEL FONTANA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Produção Vegetal.

Passo Fundo, maio de 2016

**UNIVERSIDADE DE PASSO FUNDO
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**RENDIMENTO DE GRÃOS DE CULTIVARES DE
SOJA EM DIFERENTES FORMAS DE SEMEADURA
E DENSIDADE DE PLANTAS**

EMANUEL FONTANA

Orientador: Prof. Dr. Mauro Antônio Rizzardi

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da UPF, para obtenção do título de Mestre em Agronomia – Área de Concentração em Produção Vegetal.

Passo Fundo, maio de 2016

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação.

**"RENDIMENTO DE GRÃOS DE CULTIVARES DE SOJA EM DIFERENTES FORMAS DE
SEMEADURA E DENSIDADE DE PLANTAS"**

Elaborada por

Emanuel Fontana

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em
Agronomia – Produção e Proteção de Plantas

Aprovada em: 27/05/2016
Pela Comissão Examinadora


Dr. Mauro Antônio Rizzardi
Presidente da Comissão Examinadora
Orientador


Dra. Eunice Oliveira Calvete
Coord. Prog. Pós-Graduação em Agronomia


Dr. Adilar Chaves
IFRS


Dr. Hélio Carlos Rocha
Diretor FAMV


Dr. João Leonardo Pires
Embrapa Trigo

DEDICATÓRIA

*Dedico esse trabalho
ao meu pai Alcione, minha mãe Salete,
minhas irmãs Gleyser e Izabelle
e a minha namorada Dioni.*

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pelo dom da vida e por me guiar no melhor caminho a ser trilhado.

A UPF e ao PPGAgro, pela concessão da bolsa de estudos e pela qualidade do ensino.

Ao professor Dr. Mauro Antônio Rizzardi, pela orientação e pelo conhecimento transmitido.

Aos professores e colegas do PPGAgro, pela convivência, troca de conhecimento e amizade.

Aos alunos da graduação, Rodrigo Feron e Carlos Henrique Silveira, pela colaboração na condução do experimento.

A todos que de alguma forma contribuíram na realização e conclusão dessa fase.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE APÊNDICES.....	xii
1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	32
5 CONCLUSÃO	62
REFERÊNCIAS.....	63

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Características das cultivares de soja BMX Ativa RR e BMX Alvo RR. Passo Fundo, 2013/14 e 2014/15.....	28
2	Altura de plantas em função da forma de semeadura, cultivares e densidade de plantas, no estádio V6. Passo Fundo/RS, 2013/14.....	33
3	Altura de plantas de soja em função da forma de semeadura, no estádio R2, na média de duas cultivares e cinco densidade de plantas. Passo Fundo/RS, 2014/15.....	36
4	Cobertura do solo por plantas de soja no estádio R2 em função da forma de semeadura, na média de duas cultivares e cinco densidade de plantas. Passo Fundo/RS, 2013/14.....	38
5	IAF de soja em função da forma de semeadura, cultivares e densidade de plantas, no estádio V6. Passo Fundo/RS, 2013/14.....	40
6	IAF de soja em função da forma de semeadura e das cultivares, no estádio R2, na média de cinco densidade de plantas. Passo Fundo/RS, 2013/14...	41
7	IAF de soja em função da forma de semeadura e das cultivares, no estádio fenológicos V6, na média de cinco densidade de plantas. Passo Fundo/RS, 2014/15.....	42
8	IAF de soja em função da forma de semeadura e das cultivares, no estádio fenológico R2, na média de cinco densidade de plantas. Passo Fundo/RS, 2014/15.....	45
9	Altura de inserção da primeira vagem de soja em função da forma de semeadura e das cultivares, em duas safras, na média de cinco densidades de plantas. Passo Fundo/RS, 2013/14 e 2014/15.....	48
10	Número de vagens de soja por metro quadrado em função das cultivares, na média de duas formas de semeadura e cinco densidades. Passo Fundo/RS, 2013/14.....	50

Tabela		Página
11	Número de vagens de soja por metro quadrado em função da forma de semeadura e das cultivares, na média de cinco densidades. Passo Fundo/RS, 2014/15.....	52
12	Número de grãos de soja por vagem em função da forma de semeadura e das cultivares, na média de cinco densidades. Passo Fundo/RS, 2014/15.....	55
13	Peso de mil grãos de soja em função da forma de semeadura, na média de duas cultivares e cinco densidades de plantas. Passo Fundo/RS, 2013/14 e 2014/15.....	56
14	Peso de mil grãos de soja em função das cultivares, na média de duas formas de semeadura e cinco densidades. Passo Fundo/RS, 2013/14 e 2014/15.....	57
15	Rendimento de grãos de soja em função da forma de semeadura, na média de duas cultivares e cinco densidade de plantas. Passo Fundo/RS, 2013/14.....	57
16	Rendimento de grãos de soja em função da forma de semeadura e das cultivares, na média de cinco densidade de plantas. Passo Fundo/RS, 2014/15.....	59

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Precipitação pluvial por decêndio, precipitação normal histórica, temperatura média mensal e temperatura normal mensal histórica no período de execução dos experimentos nos anos 2013/14 e 2014/15, Passo Fundo. Fonte: Embrapa Trigo...	27
2	Altura de plantas de soja em função da forma de semeadura e da densidade de plantas, no estágio fenológico R2, na média de duas cultivares. Passo Fundo/RS, 2013/14.....	34
3	Altura de plantas de soja em função das cultivares e da densidade de plantas, no estágio fenológico R2, na média de duas formas de semeadura. Passo Fundo/RS, 2013/14.....	35
4	Altura de plantas de soja em função da densidade de plantas, em dois estádios fenológicos, na média de duas formas de semeaduras e duas cultivares. Passo Fundo/RS, 2014/15.....	36
5	Cobertura do solo por plantas de soja em função da forma de semeadura e da densidade de plantas, na média de duas cultivares. Passo Fundo/RS, 2014/15.....	39
6	IAF de soja em função das formas de semeadura e da densidade de plantas, no estágio fenológico R2, na média de duas cultivares. Passo Fundo/RS, 2013/14.....	42
7	IAF de soja em função das formas de semeadura da densidade de plantas, no estágio fenológico V6, na média de duas cultivares. Passo Fundo/RS, 2014/15.....	43
8	IAF de soja em função das cultivares e da densidade de plantas, no estágio fenológico V6, na média de duas formas de semeadura. Passo Fundo/RS, 2014/15.....	44
9	IAF de soja em função das formas de semeadura e da densidade de plantas, no estágio fenológico R2, na média de duas cultivares. Passo Fundo/RS, 2014/15.....	46

Figura		Página
10	IAF de soja em função das cultivares e da densidade de plantas, no estágio fenológicos R2, na média de duas formas de semeadura. Passo Fundo/RS, 2014/15.....	47
11	Altura de inserção da primeira vagem de soja em função da densidade de plantas em duas safras, na média de duas formas de semeadura e duas cultivares. Passo Fundo/RS, 2013/14 e 2014/15....	49
12	Número de vagens de soja por metro quadrado em função da forma de semeadura e da densidade de plantas, na média de duas cultivares. Passo Fundo/RS, 2013/14.....	51
13	Número de vagens de soja por metro quadrado em função da forma de semeadura e da densidade de plantas, na média de duas cultivares. Passo Fundo/RS, 2014/15.....	53
14	Número de grãos por vagem em função da forma de semeadura e da densidade de plantas, na média de duas cultivares. Passo Fundo/RS, 2013/14.....	54
15	Número de grãos por vagem em função da forma de semeadura e da densidade de plantas, na média de duas cultivares. Passo Fundo/RS, 2014/15.....	55
16	Rendimento de grãos de soja em função da densidade de plantas, na média de duas formas de semeadura e duas cultivares. Passo Fundo/RS, 2013/14.....	58
17	Rendimento de grãos de soja em função da forma de semeadura e da densidade de plantas, na média de duas cultivares. Passo Fundo/RS, 2014/15.....	60

LISTA DE APÊNDICES

Apêndice		Página
1	Resumo da análise de variância referente ao Ano 1 (Passo Fundo, RS, 2013/14).....	71
2	Resumo da análise de variância referente ao Ano 2 (Passo Fundo, RS, 2014/15).....	72

**RENDIMENTO DE GRÃOS DE CULTIVARES DE SOJA
EM DIFERENTES FORMAS DE SEMEADURA E
DENSIDADE DE PLANTAS**

EMANUEL FONTANA¹

RESUMO – A soja é cultura de destaque da agricultura brasileira. Com a atual economia globalizada, há maior exigência do aumento do rendimento de grãos, pela adoção de práticas de manejo adequadas, na qual se destaca o arranjo de plantas. Essas práticas visam maximizar o uso dos fatores ambientais, não elevar os custos de produção e proporcionar maior competitividade. Neste sentido, objetivou-se avaliar as características de crescimento e rendimento de grãos de cultivares de soja em função das formas de semeadura e densidade de plantas. Foram conduzidos dois experimentos nos anos agrícolas de 2013/2014 e 2014/15, com as cultivares BMX Ativa RR (crescimento determinado) e BMX Alvo RR (crescimento indeterminado) semeadas no espaçamento de 45 cm entre fileiras e em semeadura cruzada, em cinco densidades de plantas (180, 240, 300, 360, 420 mil plantas ha⁻¹). Avaliou-se a altura de plantas, o índice de área foliar, percentagem de cobertura do solo, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por metro quadrado, número de grãos por vagem, peso de mil grãos e rendimento de grãos. Os resultados obtidos, indicaram maior altura de plantas no estádio V6 na semeadura cruzada nos dois anos. No

¹ Engenheiro Agrônomo, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGAgro) da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária da Universidade de Passo Fundo (FAMV/UPF), Área de Concentração em Produção Vegetal.

Ano 1 a cultivar BMX Ativa teve a maior altura de planta, nos estádios V6 e R2. O aumento da densidade de plantas elevou a altura de plantas no Ano 1 no estádio V6 e nos dois anos no estádio R2. O índice de área foliar foi maior na semeadura cruzada em ambos os anos. A cultivar BMX Alvo RR apresentou maior IAF em relação a BMX Ativa RR, e o aumento da densidade de plantas elevou o IAF. A percentagem de cobertura do solo foi maior na semeadura cruzada, e em com o aumento da densidade de plantas. A altura de inserção da primeira vagem foi menor na semeadura cruzada, a cultivar BMX Alvo RR teve uma maior inserção de primeira vagem em relação a BMX Ativa RR e o aumento da densidade de plantas elevou a altura de inserção da primeira vagem. O número de vagens por metro quadrado foi maior no Ano 1 foi maior na semeadura cruzada, e no ano 2 foi maior na semeadura com espaçamento de 45 cm. A cultivar BMX Ativa RR apresentou maior número de vagens por metro quadrado e o aumento da densidade elevou o número de vagens por metro quadrado. O número de grãos por vagem foi maior na semeadura cruzada e o aumento da densidade diminuiu o número de grãos por vagem. O peso de mil grãos no Ano 1 foi maior na semeadura cruzada, e no Ano 2 foi maior na semeadura com espaçamento de 45 cm. Em ambos os anos o PMG foi maior na cultivar BMX Alvo RR. O rendimento de grãos foi maior na semeadura cruzada, e o aumento da densidade de plantas elevou o rendimento de grãos.

Palavras-chave: *Glycine max* (L.) Merrill; semeadura cruzada; espaçamento entre linhas; arranjo.

GRAIN YIELD OF SOYBEAN CULTIVARS IN DIFFERENT FORMS OF SEEDLING AND PLANT DENSITY

ABSTRACT – Soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) is the leading culture of Brazilian agriculture. With today's global economy, there is greater demand of increased grain yield by adopting appropriate management practices, in which is detached the plant arrangement. These practices aim to maximize the use of environmental factors, not raise production costs and provide greater competitiveness. In this sense, it is aimed to evaluate the growth characteristics and yield of soybean grain depending on the form of seeding and density of the plants. Two experiments were conducted in the growing season of 2013/2014 and 2014/15, with BMX Ativa RR cultivars (determined growth) and BMX Alvo RR (indeterminate growth) seeded at a spacing of 45 cm between rows and cross-seeding in five plant density (180, 240, 300, 360, 420,000 plants ha⁻¹). It was evaluated the plant height, leaf area index, percentage of soil coverage, the first pod height, number of pods per square meter, number of grains per pod. Weight of one thousand of grains and grain yield. The overall result obtained showed higher plant height in the V6 stage in cross-seeding in two years. In Year 1, cultivate BMX Ativa had the highest plant height in V6 and R2 stages. The increase in plant density increases the height of plants in Year 1 in the V6 stage and two years at R2 stage. The leaf area index was higher in the cross-seeding in both years. Cultivar BMX Alvo RR showed higher IAF regarding BMX Ativa RR, and the increasing of plant density increased IAF. The percentage of ground cover index

was higher in the cross-seeding, and as a result of increased plant density. The height of insertion of the first pod was smaller in cross-seeding, cultivating BMX Alvo RR had a greater insertion of the first pod in relation to BMX Ativa RR and increasing plant density raised the height of insertion of the first pod. The number of pod per square meter, it was higher in Year 1 , it was higher in cross-seeding, and in Year 2 was higher in the planting spacing of 45 cm. Cultivar BMX Ativa RR showed higher number of pods per square meter and the increased density increased the number of pods per square meter. The number of seeds per pod was higher in cross-seeding and growth of density increased the number of seeds per pod. The weight of a thousand grains in Year 1 was higher in cross-seeding, and in Year 2 was higher in the planting spacing of 45 cm. In both years the PMG was higher in growing BMX Alvo RR. The grain yield was higher in the cross-seeding, and growth of plant density increased grain yield.

Keywords: *Glycine max* (L.) Merrill; cross-seeding; line spacing; arrangement.

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é a cultura de destaque da agricultura brasileira. Com a economia globalizada, há maior exigência da elevação do rendimento de grãos, e com a limitação de áreas agricultáveis para expansão, há a necessidade de maximizar a utilização dos fatores ambientais, pelo uso de práticas de manejo.

O manejo correto da cultura visa favorecer o seu potencial produtivo, o qual é determinado geneticamente, porém o quanto deste potencial vai ser alcançado, depende dos fatores bióticos e abióticos que interferirão nas diferentes fases de desenvolvimento da cultura. Uma das formas de minimizar essa interferência é através da adoção de práticas de manejo, a qual se destaca o arranjo de plantas, que tem o objetivo de maximizar o aproveitamento dos recursos ambientais.

As cultivares de soja são caracterizadas pelo tipo de crescimento em dois grupos, as cultivares de tipo determinado que são caracterizadas pelo fim do crescimento a partir do início do florescimento, e as de crescimento indeterminado que são caracterizadas pela continuação do crescimento após o início do florescimento.

A introdução de cultivares de tipo de crescimento indeterminado, com maior precocidade, arquitetura compacta, menor índice de área foliar, folíolos menores e com maior potencial produtivo, geram novos questionamentos na busca de novas ferramentas que aumentem o rendimento de grãos sem grandes impactos nos custos de produção.

O rendimento de grãos potencial é determinado no estabelecimento da cultura até o período de florescimento, onde as cultivares possuem características diferenciadas em se adaptar a cada situação, e a forma com que é realizada a distribuição espacial das plantas pode proporcionar melhores condições para o estabelecimento e o desenvolvimento da cultura.

Em concursos de produtividade realizados pelo Comitê Brasileiro Soja Brasil (CESB), alguns dos ganhadores têm realizado a semeadura cruzada da soja, que consiste em realizar duas vezes a semeadura na área, em sentidos perpendiculares, partindo da hipótese que uma maior densidade de plantas com uma melhor distribuição espacial das plantas na área aumentem o rendimento de grãos e conseqüentemente a rentabilidade. Porém, há diversos métodos utilizados, e não há uma padronização na metodologia que compare os fatores isolados, onde muitas vezes o produtor empiricamente compara formas e manejos diferentes.

Neste sentido, objetivou-se avaliar as características de crescimento e rendimento de grãos de soja em função da forma de semeadura, tipo de crescimento e população de plantas.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A soja é a principal oleaginosa produzida e consumida no mundo, devido a sua composição química e valor nutritivo, sendo uma importante fonte de proteína para o consumo humano e animal (HEIFFIG et al., 2006).

Na safra 2014/2015 o Brasil semeou aproximadamente 31,9 milhões de hectares da oleaginosa com produção de aproximadamente de 96,2 milhões de toneladas de grãos produzidos, que representa um incremento de 11,7% em relação à safra anterior. Os três estados com maior produção foram o Mato Grosso com 28,1 milhões de toneladas, o Paraná com 17,1 milhões de toneladas e o Rio Grande do Sul com 12,3 milhões de toneladas (CONAB, 2015).

Mesmo com o alto rendimento de grãos obtidos na safra 2014/2015, existem deficiências no posicionamento e no manejo da cultura, pois observando os três estados com maior produção, as suas médias de rendimento de grãos por área são 3.155 kg ha⁻¹, 3.283 kg ha⁻¹, 2.835 kg ha⁻¹ respectivamente para o Mato Grosso, Paraná e o Rio Grande do Sul (CONAB, 2015), existindo diferenças significativas, sendo as principais razões que comprometem o rendimento de grãos no Rio Grande do Sul, as variações das condições climáticas e o nível de tecnologia adotado (CUNHA et al., 2011; REUNIÃO, 2014).

O rendimento de grãos de uma cultura é resultado da sua capacidade de interceptar a radiação solar, acumular fotoassimilados com uma alta eficiência fotossintética e um baixo consumo nos processos fisiológicos e de manutenção (SCHÖFFEL & VOLPE, 2001).

Os componentes de rendimentos primários são o número de plantas por área, número de vagens por plantas, número de grãos por vagens e peso de grãos. O número de plantas por área apresenta uma maior facilidade de manejo pelo arranjo de plantas, e este é o principal fator que define o número de vagens por área, que é o componente mais importante para o aumento do rendimento de grãos e é muito influenciado pelos fatores ambientais (RAMBO et al., 2002; MUNDSTOCK & THOMAS, 2005; ROBINSON et al., 2009).

O potencial de rendimento de uma cultura pode ser definido como o rendimento apresentado, no ambiente em que estão adaptadas, sem limitação de água, nutrientes e sem danos por pragas, doenças e plantas daninhas (MUNDSTOCK & THOMAS, 2005).

A época de semeadura deve ser condicionada pelo fotoperíodismo, e também pelo período de chuvas. A melhor época depende da temperatura do solo, temperatura do ar durante o ciclo, do fotoperíodo após a emergência, e a umidade do solo na semeadura, na floração e no enchimento de grãos (BARNI & MATZENAUER, 2000).

A soja apresenta características de alta plasticidade, ou seja, capacidade de se adaptar às condições ambientais e de manejo por meio de modificações morfológicas da planta e nos componentes de rendimento, que é diretamente relacionada com a altitude, latitude, fertilidade do solo, época de semeadura, população de plantas e espaçamento entre linhas (HEIFFIG, 2002; RAMBO et al., 2003).

O espaçamento entre linhas deve ser de 20 a 50 cm e a população de plantas recomendadas para a cultura da soja situa-se em torno de 300 mil plantas por hectare ou 30 plantas m², sendo que

variações de 20% a mais ou a menos, não alteram significativamente o rendimento de grãos (REUNIÃO, 2014).

A densidade de plantas influencia a crescimento da cultura, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de grãos por planta, sendo a população adequada aquela que possibilite altos rendimentos de grãos e minimize o custo com sementes (BALBINOT JUNIOR et al., 2015).

O arranjo de plantas é a forma com que as plantas estão dispostas na área, sendo definido pela densidade de plantas da linha e o espaçamento entre linhas (URBEN FILHO & SOUZA, 1993), podendo ser modificado através da variação do espaçamento entre as plantas na linha de semeadura e da distância entre as linhas (PIRES et al., 1998), ou através da semeadura cruzada, em que metade das sementes são semeadas no sentido que normalmente é semeado, e a outra metade no sentido transversal, formando um quadriculado (BALBINOT JUNIOR et al., 2014).

O arranjo de plantas tem como objetivo proporcionar uma melhor distribuição espacial das plantas na área, pois se diminui o número de plantas na linha, diminuindo a competição intraespecífica (RAMBO et al., 2002) e diminui o tempo para que a cultura intercepte 95% da radiação solar incidente, aumentando a quantidade de luz captada por unidade de área e de tempo (SHAW & WEBER, 1967; BOARD & HARVILLE, 1992).

Essas mudanças no arranjo de plantas, podem modificar o número de vagens por planta, número de grãos por planta, número de ramificações, peso de mil grãos, a altura média das plantas e a inserção da primeira vagem (COSTA, 2013).

Um dos principais elementos para a exploração agrícola é a radiação solar, e o arranjo de plantas pode potencializar a capacidade de interceptação da radiação incidente, para transformar em substâncias fotossintetizadas (BARNI & BERGAMASCHI, 1981).

O índice de área foliar (IAF) é dependente das características genéricas do material, da fenologia e do arranjo de plantas. Nas fases iniciais de desenvolvimento, o aparato fotossintético da cultura é pequeno, ocasionando grandes perdas de radiação, que atingem o solo diretamente e com o avanço das fases fenológica da cultura, aumenta a área foliar até atingir a máxima capacidade de interceptação da radiação, sem que ocorra sombreamento das folhas do terço inferior (BARNI & BERGAMASCHI, 1981). A partir do momento que a cultura atinge esse nível, começa a ocorrer o autossombreamento, as folhas do terço inferior recebem menor radiação, tornam-se deficitárias no balanço de fotossíntese, acelerando a senescência das folhas próximas do solo (LIMA et al., 2012).

Heiffig et al. (2006), estudando diferentes arranjos de plantas, não encontraram diferenças significativas para o rendimento de grãos de soja com espaçamento entre linhas de 20 até 70 cm. Balbinot Junior et al. (2015), avaliando a redução do espaçamento de 50 cm para 20 cm, constataram que a redução de espaçamento não proporcionou ganhos em rendimento de grãos.

Em estudos de Cooper (1977), Pires et al. (2000), Rambo et al. (2003) e Parcianello et al. (2004), verificou-se que a redução do espaçamento entre linhas aumentou o rendimento de grãos com espaçamento entre linhas reduzido. Chaves (2012), trabalhando com uma cultivar de ciclo precoce e outra de ciclo médio, observou que o menor espaçamento entre linhas aumentou o rendimento para o cultivar

de ciclo precoce, mas a de ciclo médio não diferiu entre os espaçamentos de 34 e 50 cm. Esse aumento de rendimento foi associado a vários fatores, como o melhor uso da água, devido ao sombreamento mais rápido do solo, melhor distribuição das raízes, redução da competição intraespecífica, maior habilidade de competição com plantas daninhas, melhor exploração da fertilidade do solo e a maior e melhor interceptação da radiação solar (PITELLI, 1987).

A resposta dos materiais ao arranjo de plantas pode variar de acordo com as características da cultivar, das condições do ambiente e também em função das práticas de manejo (PEIXOTO et al., 2000; BALBINOT JUNIOR et al., 2015).

O rendimento máximo que um genótipo pode alcançar, é o resultado da capacidade da planta acumular matéria seca, ou maximizar a interceptação da radiação solar durante os estádios vegetativos e o início do reprodutivo, onde o acúmulo de matéria seca é dependente de vários fatores associados, dentre eles as condições meteorológicas, a época de semeadura, a fertilidade do solo e o arranjo de plantas, onde a associados estes fatores irão determinar o rendimento potencial deste (WELLS, 1991; 1993).

A interferência de plantas daninhas pode influenciar as características agronomicas, como a estatura das plantas de soja, número de ramos e também nos componentes do rendimento, que comprometem o rendimento da cultura. (VOLL et al., 2003).

O desenvolvimento das raízes no solo tem elevada importância, aonde o arranjo espacial deve ser definido de forma que se minimize a competição por luz e explorem áreas distintas do solo, pois o tamanho das raízes tende a ser reduzido quando a planta cresce sob

competição com plantas vizinhas (RIZZARDI et al., 2001; ZANINE & SANTOS, 2004).

Entende-se por habilidade competitiva a aptidão ou capacidade de uma planta ou cultura levar vantagem na competição, tendo a capacidade de suprimir o crescimento das plantas daninhas (GOLDBERG & LANDA, 1991). De uma maneira geral, a capacidade competitiva é atribuída à emergência precoce, rapidez de expansão foliar, formação de dossel denso, maior acúmulo de matéria seca, elevada estatura e interceptação de luz na fase inicial de desenvolvimento, onde as cultivares de soja respondem diferentemente a estes aspectos, devendo ser escolhidos genótipos portadores de habilidade competitiva superior (ZANINE & SANTOS, 2004; BIANCHI et al., 2011).

A cobertura precoce do solo pelas espécies cultivadas suprime o crescimento de plantas daninhas através da sucessão de culturas, assim como a densidade populacional, a época de semeadura, a emergência da cultura em relação a planta daninha e as espécies de plantas daninhas podem interferir no processo competitivo (RIZZARDI et al., 2003; BIANCHI et al., 2006a).

No ponto de vista epidemiológico, o fechamento das linhas mais precoce, propiciam uma menor circulação de ar, a elevação da umidade e o molhamento da superfície foliar por um maior tempo. Esses fatores favorecem a incidência de doenças que possam afetar o rendimento de grãos (COSTA et al., 2002; PEREIRA et al., 2005; MADALOSSO et al., 2006). Dessa forma, a tecnologia de aplicação é uma ferramenta importante para o controle eficiente. Deve-se adotar um conjunto de práticas culturais, que envolvam as cultivares, tratamento

de sementes, adubação equilibrada, rotação de culturas, aplicação de produtos fitossanitários com tecnologia de aplicação para atingir o alvo e ter um controle eficiente (ANTUNIASSI, 2005; BALARDIN & MADALOSSO, 2006; MADALOSSO et al., 2006).

3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos nos anos agrícolas de 2013/14 (Ano 1) e 2014/15 (Ano 2) na área experimental do Centro de Extensão e Pesquisa Agropecuária – CEPAGRO/UPF, localizado na região fisiográfica do Planalto Médio do Rio Grande do Sul, no município de Passo Fundo, a uma altitude de 678 m, cujas coordenadas geográficas são 28°12'S e 52°23'W.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho escuro típico (EMBRAPA, 1999), cujas características químicas analisadas no Ano 1 indicaram: $\text{pH}_{\text{H}_2\text{O}} = 5,6$; $\text{pH}_{\text{SMP}} = 5,7$; $\text{Al}^{+++} = 0,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Ca}^{++} = 5,00 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{Mg}^{++} = 2,30 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$; $\text{P} = 27,40 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{K} = 329,00 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{S} = 10,00 \text{ mg dm}^{-3}$; $\text{MO} = 2,8\%$.

Os dados climáticos relativos ao período experimental foram obtidos na Estação Meteorológica da Embrapa Trigo, localizada próxima da área experimental (Figura 1).

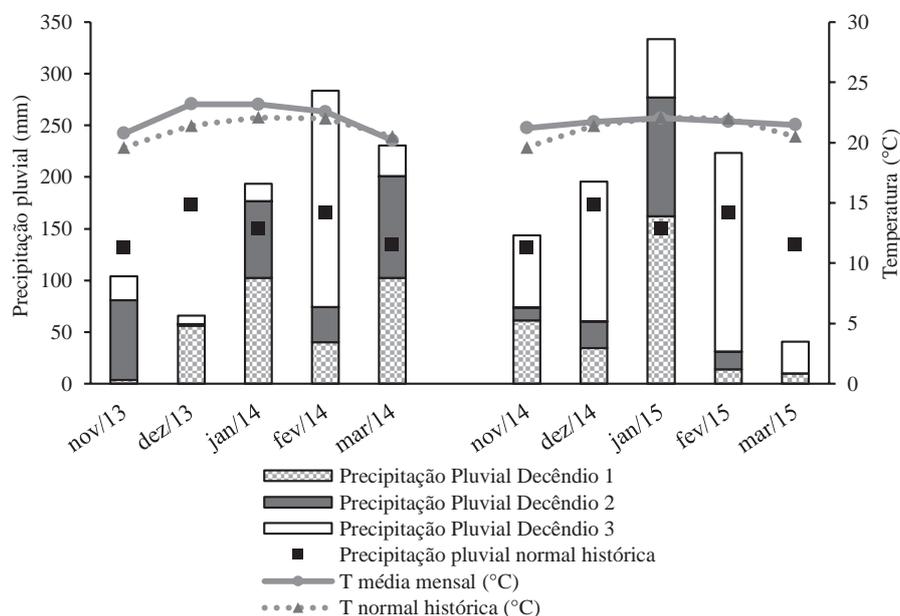


Figura 1 – Precipitação pluvial por decêndio, precipitação normal histórica, temperatura média mensal e temperatura normal mensal histórica no período de execução dos experimentos nos anos 2013/14 e 2014/15, Passo Fundo. Fonte: Embrapa Trigo.

Os experimentos foram conduzidos em blocos casualizados, com os tratamentos arranjados em parcelas sub subdivididas, com quatro repetições. A parcela principal foi constituída pela forma de semeadura (espaçamento de 45 cm entre linhas e cruzada), a subparcela pelas cultivares (BMX Ativa RR e BMX Alvo RR) e a sub sub-parcela pela densidade de plantas (180, 240, 300, 360 e 420 mil plantas ha⁻¹).

As unidades experimentais foram compostas de cinco linhas de semeadura no espaçamento de 45 cm e cinco metros de comprimento (11,25 m²), e foram semeadas transversalmente na

semeadura cruzada. A área útil foi composta pelas três linhas centrais com quatro metros de comprimento (5,4 m²).

A fim de que os resultados tivessem representatividade para as lavouras comerciais, foram selecionadas duas cultivares com ampla área semeada na região, com potencial produtivo elevado e diferentes tipos de crescimento (Tabela 1).

Tabela 1 - Características das cultivares de soja BMX Ativa RR e BMX Alvo RR. Passo Fundo, 2013/14 e 2014/15

Características	Cultivar	
	BMX Ativa RR	BMX Alvo RR
Grupo de maturidade relativa	5.6	5.9
Ciclo	Precoce	Precoce
Tipo de crescimento	Determinado	Indeterminado
Porte	Baixo	Médio
Cor da flor	Roxa	Branca
Cor do hilo	Preto imperfeito	Marrom claro
População de plantas recomendada	300 a 350 mil plantas ha ⁻¹	200 a 250 mil plantas ha ⁻¹

Fonte: Brasmax, 2014.

Os experimentos foram conduzidos no sistema de semeadura direta, em área de resteva de aveia, manejada com dessecação de glifosato a 1.000 g e.a. ha⁻¹ associado com clethodin a 0,096 g i.a. ha⁻¹, trinta dias antes da semeadura. No dia que antecedeu a semeadura, foi realizada a aplicação sequencial de paraquat a 400 g i.a. ha⁻¹ e diuron 200 g. i.a. ha⁻¹, visando controlar possíveis escapes de plantas daninhas.

As sementes foram tratadas com fungicida metalaxyl + fludioxonil (0,01 + 0,025 g i.a. kg⁻¹ de semente), inseticida tiametoxam

(0,7 g i.a. kg⁻¹ de semente) e inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* em meio turfoso (3 g p. c. kg⁻¹ de sementes).

A semeadura foi realizada no Ano 1, em 15 de novembro de 2013 e no Ano 2, em 17 de novembro de 2014. Quando as plantas se encontravam no estágio V2 (primeira folha trifoliolada completamente desenvolvida) (FEHR & CAVINESS, 1977), foi realizado o ajuste manual da densidade de plantas em cada sub-parcela, de acordo com o estabelecido nos tratamentos.

A adubação utilizada foi 6 kg de N ha⁻¹, 69 kg de P₂O₅ ha⁻¹ e 69 kg de K₂O ha⁻¹, aplicados na linha de semeadura, em ambos os anos.

O controle em pós-emergência de plantas daninhas foi realizado com glifosato a 1.000 g e.a. ha⁻¹, quando as plantas se encontravam no estágio V3 (segunda folha trifoliolada completamente desenvolvida).

O controle de pragas foi realizado com diferentes inseticidas, variando conforme as espécies de ocorrência, utilizando clorantniliprole (10 g i.a. ha⁻¹) e thiametoxam + lambda-cialotrina (14,1 + 10,6 g i.a. ha⁻¹). Para o controle de doenças foi utilizado os fungicidas azoxistrobina + ciproconazol (60 + 24 g i.a. ha⁻¹) e difenoconazol (37,5 g i.a. ha⁻¹), realizando todas as aplicações de maneira preventiva.

Para quantificar o IAF e a altura média das plantas, foram coletadas dez plantas em cada tratamento, nos estádios V6 e R2. Para a determinação da altura, foi medida a distância entre a superfície do solo e a extremidade superior do caule principal, com o auxílio de uma régua graduada.

Para a quantificar o IAF, as avaliações foram realizadas com o auxílio do integrador de área foliar LI-3100C, onde foram destacadas as folhas das plantas amostradas e quantificadas por meio do aparelho.

Para a quantificar a percentagem de cobertura do solo, foram realizadas duas avaliações no estádio R2, com o auxílio de um quadro com duas hastes dispostas transversalmente com área de amostragem de 1 m², com vinte pontos de avaliação dispostos a cada 10 cm em cada haste contendo um barbante e um prego. O quadro era colocado acima do dossel das plantas e contado quantas hastes tocavam as folhas da cultura. Sendo assim, caso houvesse o contato dos vinte pontos, a cobertura do solo proporcionada pela cultura era de 100%.

A análise visual da cobertura do solo foi realizada por dois avaliadores, onde não houvesse a incidência da radiação solar no solo, a cobertura foliar da cultura era de 100%. O índice de cobertura de solo foi composto pela média da avaliação do quadro com as hastes e da avaliação visual.

Antes da colheita, foram coletadas dez plantas ao acaso para quantificar a altura média de inserção da primeira vagem, foi medida a distância da superfície do solo, e a inserção da primeira vagem formada na planta. Foram contados o número de vagens e o número de grãos por vagem.

A colheita foi realizada no dia 28 de março de 2014 (Ano 1) e em 23 de março de 2015 (Ano 2), quando as plantas se encontravam no estádio R8, com o auxílio de uma colhedora de parcelas automotriz Wintersteiger®.

Para quantificar o teor de umidade, os grãos provenientes das amostras foram limpos e para a determinação da umidade, foram pesado 200 gramas de grãos e acondicionados em sacos de papel para secagem em estufa de circulação forçada de ar em temperatura de 65 ± 5 °C, até atingirem peso constante.

Os dados de rendimento de grãos foram convertidos para kg ha^{-1} na umidade padrão de 13%, corrigida pela fórmula:

$$RG = \frac{(100-UG) \times P}{100-UR}$$

Onde:

RG = rendimento de grãos;

UG = umidade dos grãos no momento da pesagem;

P = peso de grãos da área útil da sub subparcela; e

UR = Umidade requerida.

O peso de mil grãos foi determinado a partir de amostras de grãos retirados da amostra para determinação do rendimento de grãos, também ajustado para umidade de 13%.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e quando apresentaram diferença significativa, os desdobramentos foram submetidos ao teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. O efeito das populações foi avaliado por análise de regressão, testando-se os modelos de ajuste, linear, quadrático e exponencial. As análises foram realizadas com o software estatístico Assistat. As análises de variância e os quadrados médios são apresentados no Apêndice 1 e 2.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Ano 1 a altura de plantas no estágio V6, ocorreu interação tripla, sendo influenciada pela forma de semeadura, pelas cultivares e pela densidade de plantas (Tabela 2). A altura de plantas foi maior na semeadura cruzada, o aumento para ambas cultivares, independente da densidade de plantas.

A cultivar BMX Ativa RR teve maior altura de plantas, em ambas formas de semeadura, independente da densidade de plantas, não diferindo estatisticamente da BMX Alvo RR apenas na semeadura cruzada, na densidade de 360 mil plantas ha⁻¹.

O aumento da densidade de plantas aumentou a altura de plantas, em ambas forma de semeadura e cultivares, não diferindo estatisticamente na cultivar BMX Ativa RR na semeadura com espaçamento de 45 cm entre linhas e nas populações de 240 e 300 mil plantas ha⁻¹ na semeadura cruzada. Na cultivar BMX Alvo RR semeada com espaçamento de 45 cm entre linhas, não houve diferença estatística entre 360 e 420 mil plantas ha⁻¹ e entre 180, 240, 300 e 360 mil plantas ha⁻¹.

Tabela 2 - Altura de plantas em função da forma de semeadura, cultivares e densidade de plantas, no estágio V6. Passo Fundo/RS, 2013/14

Forma de semeadura	Cultivar	Densidade (mil plantas ha ⁻¹)				
		180	240	300	360	420
		(cm)				
45 cm	BMX	B	B	B	B	B
	Ativa RR	53,0 aA	53,1 aA	52,8 aA	53,0 aA	53,3 aA
	BMX	B	B	B	B	B
Cruzada	Alvo RR	49,8 bB	50,0 bB	50,1 bB	50,8 abB	52,1 aB
	BMX	A	A	A	A	A
	Ativa RR	56,5 dA	58,0 cA	58,6 cA	60,0 bA	63,3 aA
	BMX	A	A	A	A	A
	Alvo RR	50,8 eB	52,7 dB	56,3 cB	59,6 bA	62,0 aB
CV (%) A: 1,7		CV (%) B: 1,51		CV (%) C: 1,34		

Médias seguidas de mesma letra maiúscula disposta acima da média para forma de semeadura, maiúscula ao lado da média para cultivar e minúscula para densidade, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). CV (%) A: Forma de semeadura; CV (%) B: Cultivar; CV (%) C: Densidade de plantas.

No estágio R2 houve interação entre a forma de semeadura e a densidade de plantas (Figura 2). Em ambas cultivares a altura de plantas foi maior na semeadura com espaçamento de 45 cm entre linhas, e o aumento da densidade de plantas de 180 para 420 mil plantas ha⁻¹ apresentou um acréscimo na altura de plantas em 0,0482 cm para cada unidade de densidade na semeadura com espaçamento de 45 cm entre linhas e 0,0478 cm na semeadura cruzada.

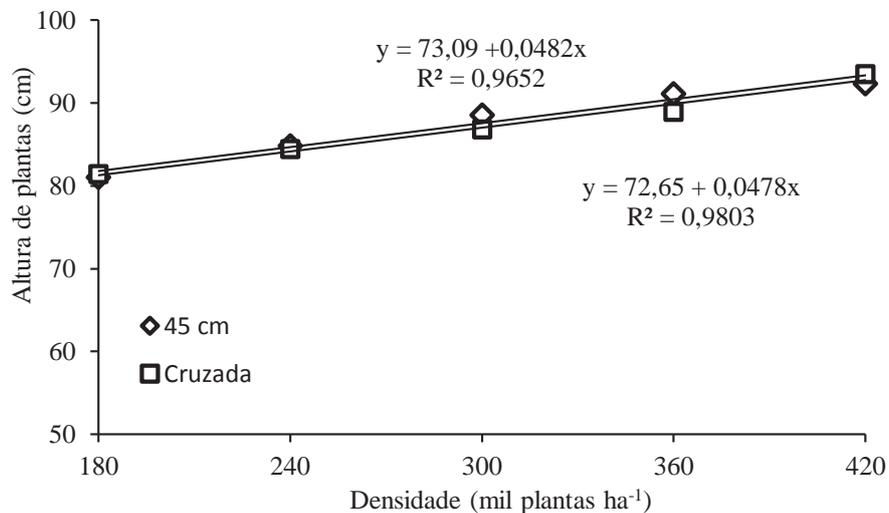


Figura 2 - Altura de plantas de soja em função da forma de semeadura e da densidade de plantas, no estágio fenológico R2, na média de duas cultivares. Passo Fundo/RS, 2013/14.

Houve interação entre as cultivares e a densidade de plantas (Figura 3), em ambas formas de semeadura, independente da densidade de plantas, a cultivar BMX Ativa RR apresentou maior altura de plantas com relação a cultivar BMX Alvo RR. O aumento da densidade de plantas de 180 para 420 mil plantas ha⁻¹ apresentou um acréscimo na altura de plantas de 0,054 cm para cada unidade de densidade na cultivar BMX Ativa RR e de 0,051 na cultivar BMX Alvo RR.

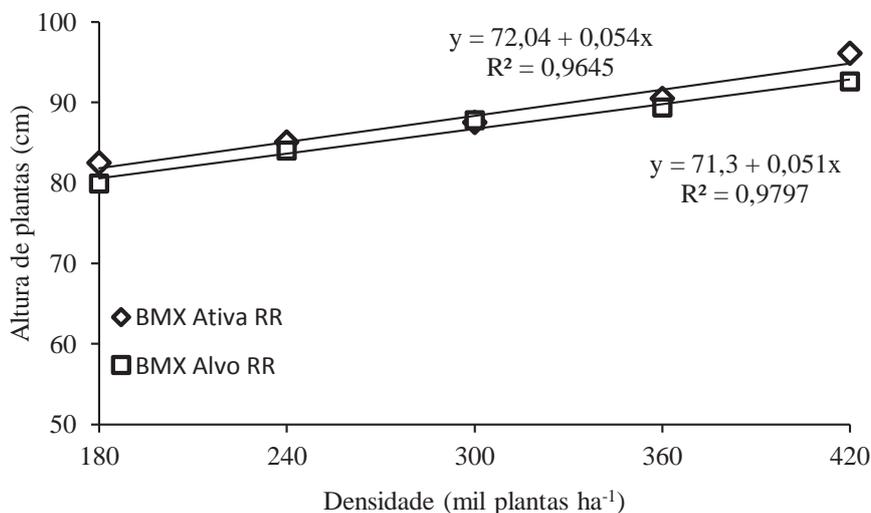


Figura 3 - Altura de plantas de soja em função das cultivares e da densidade de plantas, no estágio fenológico R2, na média de duas formas de semeadura. Passo Fundo/RS, 2013/14.

No Ano 2, no estágio V6, houve influência na altura de plantas apenas em função da densidade de plantas, independente da forma de semeadura e cultivar (Figura 4). O aumento da densidade de plantas de 180 para 420 mil plantas ha⁻¹ apresentou um acréscimo na altura de plantas de 0,02 cm para cada unidade de densidade.

No estágio R2, a forma de semeadura influenciou na altura de plantas (Tabela 3). A semeadura cruzada apresentou altura 1,78% superior a semeadura com espaçamento de 45 cm entre linhas, independente da cultivar e densidade de plantas.

Tabela 3 - Altura de plantas de soja em função da forma de semeadura, no estágio R2, na média de duas cultivares e cinco densidade de plantas. Passo Fundo/RS, 2014/15

Forma de semeadura	Altura de plantas (cm)
45 cm	89,6 b
Cruzada	91,2 a

CV(%) A: 3,12

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05\%$).

Também houve influência na altura de plantas em função da densidade de plantas no estágio R2 (Figura 4), assim como no estágio V6, o aumento da densidade de plantas de 180 para 420 mil plantas ha^{-1} apresentou um acréscimo na altura de plantas de 0,03 cm para cada unidade de densidade.

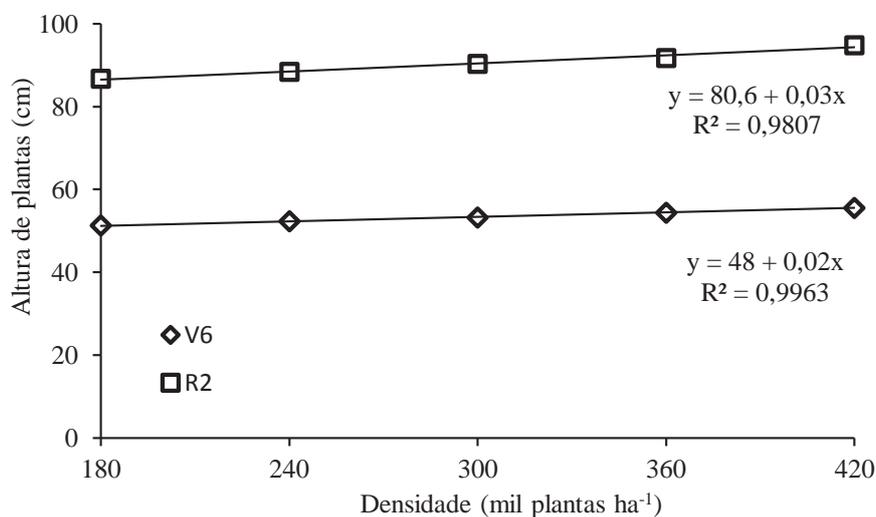


Figura 4 - Altura de plantas de soja em função da densidade de plantas, em dois estágios fenológicos, na média de duas formas de semeaduras e duas cultivares. Passo Fundo/RS, 2014/15.

A altura de plantas no estágio V6 foi maior na semeadura cruzada em ambos os anos, e no estágio R2 foi maior na semeadura com espaçamento de 45 cm entre linhas, discordando de Kappes et al. (2012), que não observaram diferença significativa na altura de plantas de soja quando comparado as formas de semeadura com a mesma densidade de plantas.

A elevação da densidade de plantas de 180 para 420 mil plantas ha⁻¹ em ambos os anos, aumentou a altura de plantas, corroborando com os dados de Hicks et al. (1969) e Martins (1999), que verificaram aumento na altura de plantas com o aumento da densidade, principalmente em cultivares de porte baixo.

Esse aumento da altura ocorre pelo maior sombreamento em populações elevadas, devido à combinação de efeitos da competição intraespecífica por luz e estímulo da dominância apical das plantas (MOORE, 1991). Segundo Bianchi et al. (2006b), a altura de planta é um dos fatores que contribui para o aumento da habilidade competitiva da cultura da soja com relação as plantas daninhas.

Segundo Vazquez et al. (2008), a altura média de plantas, a altura de inserção da primeira vagem e a arquitetura de plantas de soja, são características definidas geneticamente, mas sofrem influência da época de semeadura, do arranjo de plantas, do suprimento de água e da fertilidade do solo.

A percentagem de cobertura do solo no estágio R2 foi influenciada no Ano 1 pela forma de semeadura (Tabela 4). Independente da cultivar e da densidade de plantas, o índice de cobertura do solo foi 9% superior na semeadura cruzada, em relação a semeadura com espaçamento de 45 cm entre linhas.

Tabela 4 - Cobertura do solo por plantas de soja no estágio R2 em função da forma de semeadura, na média de duas cultivares e cinco densidade de plantas. Passo Fundo/RS, 2013/14

Forma de semeadura	Cobertura solo (%)
45 cm	88,7 b
Cruzada	96,7 a
CV(%) A: 14,94	

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05\%$).

No Ano 2, a porcentagem de cobertura de solo foi influenciado pela forma de semeadura e pela densidade de plantas (Figura 5), sendo maior na semeadura cruzada, independente da cultivar e da densidade de plantas. O aumento da densidade de plantas de 180 para 420 mil plantas ha^{-1} apresentou um acréscimo na cobertura do solo de 0,03 % para cada unidade de densidade na semeadura com espaçamento 45 cm entre linhas, independente da cultivar e não sendo significativo para a semeadura cruzada, corroborando com os dados de Balbinot Junior et al. (2012), que constataram uma maior cobertura do solo no sistema de semeadura cruzada em relação a não cruzada e o aumento da densidade de plantas proporcionou maior porcentagem de cobertura do solo.

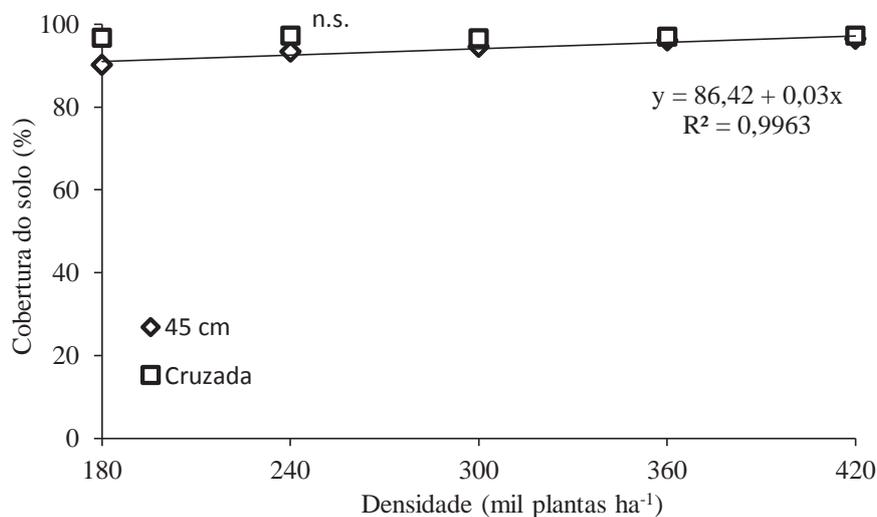


Figura 5 – Cobertura do solo por plantas de soja em função da forma de semeadura e da densidade de plantas, na média de duas cultivares. Passo Fundo/RS, 2014/15.

Segundo Heiffig (2002), o aumento da densidade de plantas e a redução do espaçamento entre linhas, favorecem o fechamento das entre linhas da cultura, e em algumas situações de baixa densidade, não ocorre o fechamento da entre linha. O fechamento mais rápido da entre linha, associado ao plantio direto, além de favorecer a manutenção da água no solo e reduzir a variação de temperatura do solo, diminui a interferência das plantas daninhas (PIRES et al., 1998).

O IAF no Ano 1, no estágio V6, ocorreu interação tripla, sendo influenciada pela forma de semeadura, pelas cultivares e pela densidade de plantas (Tabela 5). O IAF foi maior na semeadura cruzada para ambas cultivares, independente da densidade de plantas.

O IAF para a cultivar BMX Alvo RR foi maior na semeadura com espaçamento de 45 cm entre linhas apenas na densidade de 300 mil plantas ha⁻¹ e na semeadura cruzada na densidade de 180 e

420 mil plantas ha⁻¹, não diferindo estatisticamente com a BMX Ativa RR nos demais tratamentos.

O IAF foi maior com o aumento da densidade de plantas, em ambas formas de semeadura e cultivares, não diferindo estatisticamente na semeadura com espaçamento de 45 cm na cultivar BMX Ativa RR entre 360 e 420 mil plantas ha⁻¹, 300 e 360 mil plantas ha⁻¹, 240 e 300 mil plantas ha⁻¹, e na cultivar BMX Alvo RR entre 360 e 420 mil plantas ha⁻¹ e 300 e 360 mil plantas ha⁻¹. Na semeadura cruzada as cultivares BMX Ativa RR e BMX Alvo RR não diferiram estatisticamente apenas entre 300 e 360 mil plantas ha⁻¹.

Tabela 5 – IAF de soja em função da forma de semeadura, cultivares e densidade de plantas, no estágio V6. Passo Fundo/RS, 2013/14

Forma de semeadura	Cultivar	Densidade (mil plantas ha ⁻¹)				
		180	240	300	360	420
45 cm	BMX Ativa RR	B 1,2 dA	B 2,2 cA	B 2,3 bcB	B 2,6 abA	B 2,9 aA
	BMX Alvo RR	B 1,2 dA	B 2,0 cA	B 2,6 bA	B 2,8 abA	B 3,0 aA
Cruzada	BMX Ativa RR	A 1,6 dB	A 2,6 cA	A 2,9 bA	A 3,0 bA	A 3,5 aB
	BMX Alvo RR	A 1,9 dA	A 2,5 cA	A 2,9 bA	A 3,2 bA	A 4,2 aA
	CV (%) A: 2,53	CV (%) B: 4,11	CV (%) C: 3,52			

Médias seguidas de mesma letra maiúscula acima da média para forma de semeadura, maiúscula ao lado da média para cultivar e minúscula para densidade, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05\%$). CV (%) A: Forma de semeadura; CV (%) B: Cultivar; CV (%) C: Densidade de plantas.

No estágio R2 o IAF foi influenciado pela forma de semeadura e pelas cultivares (Tabela 6). O IAF foi maior na semeadura

cruzada na cultivar BMX Ativa RR, e igual para a cultivar BMX Alvo RR. Em ambas formas de semeadura, a cultivar BMX Alvo RR, apresentou maior IAF, independente da densidade de plantas.

Tabela 6 - IAF de soja em função da forma de semeadura e das cultivares, no estágio R2, na média de cinco densidade de plantas. Passo Fundo/RS, 2013/14

Forma de semeadura	Cultivar	
	BMX Ativa RR	BMX Alvo RR
45 cm	4,5 bB	5,2 aA
Cruzada	4,8 aB	5,2 aA
CV (%) A: 2,53	CV (%) B: 4,11	

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05\%$). CV (%) A: Forma de semeadura; CV (%) B: Cultivar.

Houve interação em função da forma de semeadura com a densidade de plantas (Figura 6), independente da cultivar, o aumento da densidade de plantas de 180 para 420 mil plantas ha^{-1} apresentou um acréscimo no IAF em 0,008 para cada unidade de densidade na semeadura com espaçamento de 45 cm entre linhas e 0,01 na semeadura cruzada.

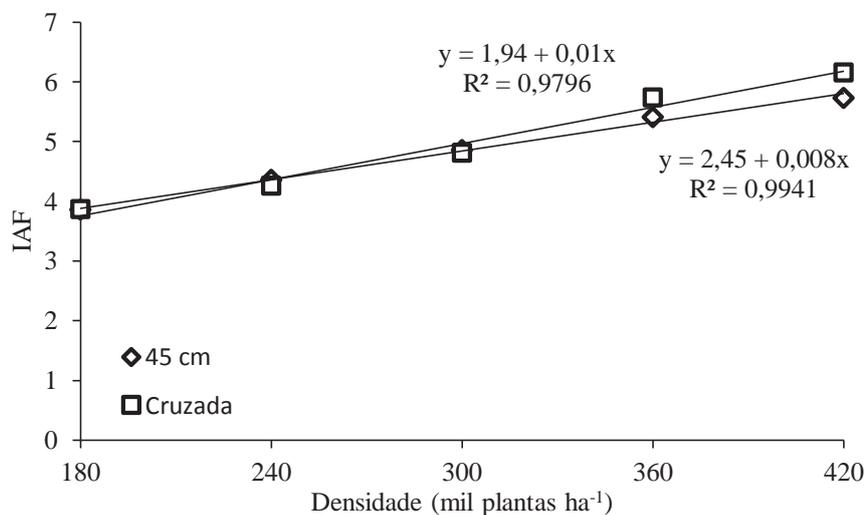


Figura 6 – IAF de soja em função da forma de semeadura e da densidade de plantas, no estágio fenológico R2, na média de duas cultivares. Passo Fundo/RS, 2013/14.

O IAF foi influenciado no Ano 2 no estágio V6 pela forma de semeadura e pelas cultivares (Tabela 7). A semeadura cruzada apresentou maior IAF, em ambas cultivares. A cultivar BMX Alvo RR apresentou maior IAF que a cultivar BMX Ativa RR na semeadura cruzada e igual na semeadura com espaçamento de 45 cm entre linhas.

Tabela 7 - IAF de soja em função da forma de semeadura e das cultivares, no estágio fenológicos V6, na média de cinco densidade de plantas. Passo Fundo/RS, 2014/15

Forma de semeadura	Cultivar	
	BMX Ativa RR	BMX Alvo RR
45 cm	2,1 bA	2,1 bA
Cruzada	2,7 aB	3,1 aA
CV (%) A: 4,02	CV (%) B: 4,57	

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05\%$). CV (%) A: Forma de semeadura; CV (%) B: Cultivar.

O IAF no estágio V6 foi influenciado pela interação entre a forma de semeadura e a densidade de plantas (Figura 7). O maior IAF ocorreu na semeadura cruzada, em todas as densidade de plantas. O aumento da densidade de plantas de 180 para 420 mil plantas ha^{-1} apresentou um acréscimo no IAF em 0,06 para cada unidade de densidade na semeadura com espaçamento de 45 cm entre linhas e 0,009 na semeadura cruzada.

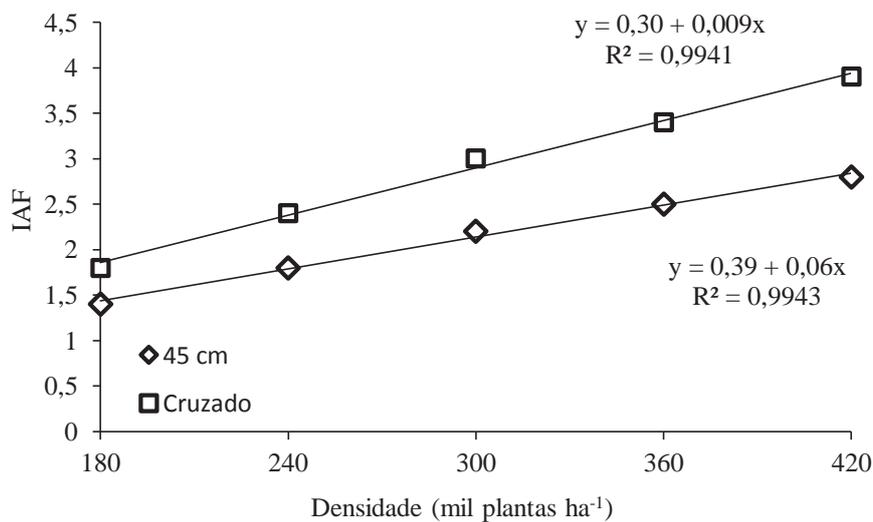


Figura 7 - IAF de soja em função da forma de semeadura e da densidade de plantas, no estágio fenológico V6, na média de duas cultivares. Passo Fundo/RS, 2014/15.

O IAF foi influenciado pela interação entre as cultivares e a densidade de plantas (Figura 8). A cultivar BMX Alvo RR teve maior IAF nas densidades de 300, 360 e 420 mil plantas ha^{-1} e igual nas demais densidades, com relação a cultivar BMX Ativa RR. O aumento da densidade de plantas de 180 para 420 mil plantas ha^{-1} apresentou um

acrécimo no IAF em 0,006 para cada unidade de densidade na cultivar BMX Ativa RR e 0,008 na cultivar BMX Alvo RR.

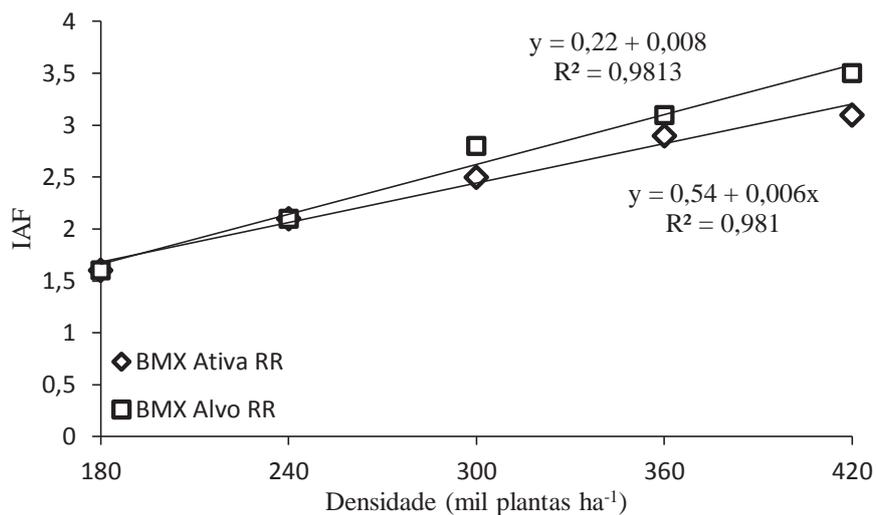


Figura 8 - IAF de soja em função das cultivares e da densidade de plantas, no estágio fenológico V6, na média de duas formas de semeadura. Passo Fundo/RS, 2014/15.

No estágio R2 o IAF foi influenciado pela forma de semeadura e pelas cultivares (Tabela 8). Em ambas formas de semeadura, o IAF foi maior na cultivar BMX Alvo RR. A cultivar BMX Ativa RR teve maior IAF na semeadura cruzada, e a cultivar BMX Alvo RR teve maior IAF na semeadura com espaçamento de 45 cm.

Tabela 8 - IAF de soja em função da forma de semeadura e das cultivares, no estágio fenológico R2, na média de cinco densidade de plantas. Passo Fundo/RS, 2014/15

Forma de semeadura	Cultivar	
	BMX Ativa RR	BMX Alvo RR
45 cm	4,7 bB	5,4 aA
Cruzada	4,9 aB	5,2 bA
CV (%) A: 1,09	CV (%) B: 2,82	

Médias seguida de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05\%$). CV (%) A: Forma de semeadura; CV (%) B: Cultivar.

O IAF em R2 foi influenciado pela interação entre a forma de semeadura e a densidade de plantas (Figura 9). O maior IAF ocorreu na semeadura cruzada, nas densidades de 360 e 420 mil plantas ha^{-1} e nas demais densidades o maior IAF foi na semeadura com espaçamento de 45 cm. O aumento da densidade de plantas de 180 para 420 mil plantas ha^{-1} apresentou um acréscimo no IAF em 0,006 para cada unidade de densidade na semeadura com espaçamento de 45 cm entre linhas e 0,009 na semeadura cruzada.

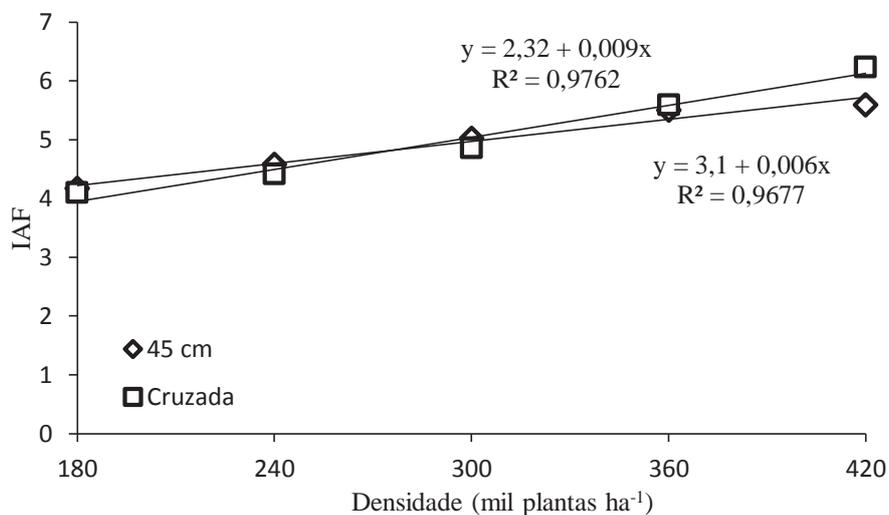


Figura 9 - IAF de soja em função da forma de semeadura e da densidade de plantas, no estágio fenológico R2, na média de duas cultivares. Passo Fundo/RS, 2014/15.

O IAF em R2 foi influenciado pela interação entre as cultivares e a densidade de plantas (Figura 10). A cultivar BMX Alvo RR, teve maior IAF, independente da densidade de plantas. O aumento da densidade de plantas de 180 para 420 mil plantas ha⁻¹ apresentou um acréscimo no IAF em 0,0085 para cada unidade de densidade na cultivar BMX Ativa RR e 0,0093 na cultivar BMX Alvo RR.

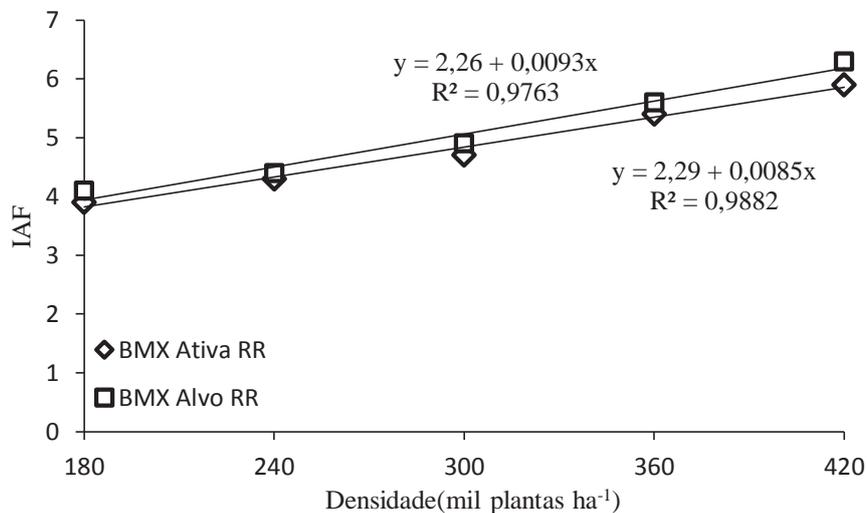


Figura 10 - IAF de soja em função das cultivares e da densidade de plantas, no estágio fenológico R2, na média de duas formas de semeadura. Passo Fundo/RS, 2014/15.

Segundo Heiffig (2002), o arranjo de plantas interage diferentemente com as populações e com os diferentes estádios fenológicos onde as maiores IAF foram observados nas maiores densidades, e a redução do espaçamento entre linhas que observou os maiores valores de IAF nos tratamentos com maiores populações de plantas por área. Também avaliando o espaçamento entre linhas de 20 cm até 70 cm observou que quanto maior o espaçamento entre linhas, menor é o IAF, corroborando com Pires et al. (1998) que constataram valores menores no espaçamento entre linhas de 40 cm do que no de 20 cm.

A altura de inserção da primeira vagem nos dois anos foi influenciada pela forma de semeadura e pelas cultivares (Tabela 9). A altura de inserção da primeira vagem foi menor na semeadura com

espaçamento de 45 cm em ambos os anos para a cultivar BMX Alvo RR, e na semeadura cruzada para a cultivar BMX Ativa RR.

A altura de inserção da primeira vagem foi menor, em ambos os anos e formas de semeadura para a cultivar BMX Ativa RR, com relação a cultivar BMX Alvo RR.

Tabela 9 - Altura de inserção da primeira vagem de soja em função da forma de semeadura e das cultivares, em duas safras, na média de cinco densidades de plantas. Passo Fundo/RS, 2013/14 e 2014/15

Forma de semeadura	Ano 1		Ano 2	
	BMX Ativa RR	BMX Alvo RR	BMX Ativa RR	BMX Alvo RR
45 cm	18,2 aB	20,3 bA	15,5 aB	18,8 bA
Cruzada	15,6 bB	23,2 aA	14,1 bB	20,3 aA
	CV (%) A: 7,57	CV (%) B: 14,0	CV (%) A: 10,5	CV (%) B: 9,03

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05\%$). CV (%) A: Forma de semeadura; CV (%) B: Cultivar.

A altura de inserção da primeira vagem também foi influenciada pela densidade de plantas (Figura 11). O aumento da densidade de plantas de 180 para 420 mil plantas ha^{-1} apresentou um acréscimo na altura de inserção da primeira vagem de 0,021 cm para cada unidade de densidade no Ano 1 e em 0,025 cm no Ano 2.

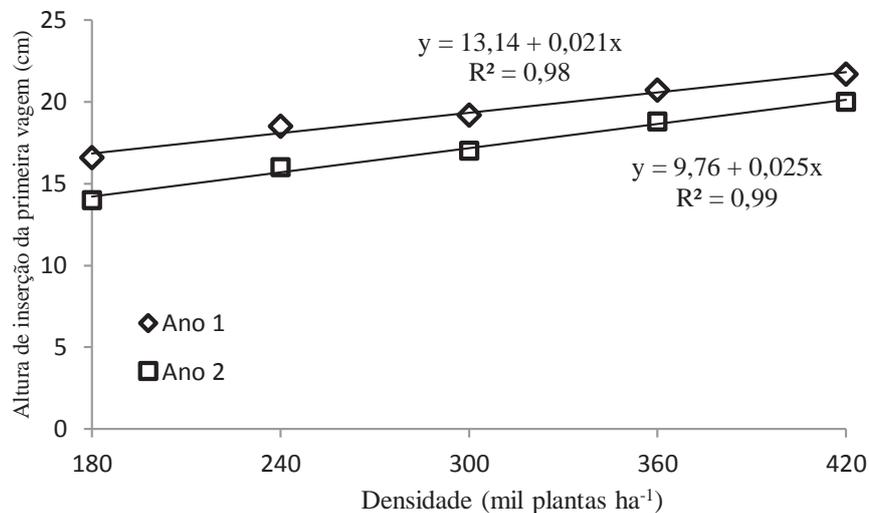


Figura 11 - Altura de inserção da primeira vagem de soja em função da densidade de plantas em duas safras, na média de duas formas de semeadura e duas cultivares. Passo Fundo/RS, 2013/14 e 2014/15.

No Ano 1, conforme observado na Figura 1, ocorreu um período de déficit hídrico no mês de dezembro, onde ocorreu um abortamento de folhas do dossel inferior da cultura, onde as plantas apresentaram uma maior altura de inserção da primeira vagem.

A altura de inserção da primeira vagem tem relação com a altura de plantas, onde áreas com menor número de plantas por metro resultam em plantas com menor porte e com menor altura de inserção da primeira vagem (NAKAGAWA et al., 1985).

O aumento da altura de inserção da primeira vagem em função da modificação do arranjo de plantas tem interferência pela quantidade de luz que é captada pelo dossel inferior da planta, ou seja, quanto maior a incidência de luz no dossel inferior, mais próximo ao solo será o nó da primeira vagem (ZABOT, 2009). Em ambos os anos demonstraram o aumento da inserção da primeira vagem, corroborando

com os dados obtidos por Mauad et al. (2010), que observaram um aumento da altura da inserção da primeira vagem com o aumento da densidade de plantas.

A menor altura de inserção da primeira vagem no trabalho foi de 14 cm, Sedyama et al. (1999) afirmaram que para não ocorrer perdas na colheita pela barra de corte, a altura mínima da inserção da primeira vagem deve ser entre 10 a 15 cm, sendo menor valor para solos planos e maior em solos inclinados.

O número de vagens de soja por metro quadrado no Ano 1 foi influenciado pela cultivar (Tabela 10). A cultivar BMX Ativa RR teve o número de vagens por metro quadrado, sendo 7,6 % superior a cultivar BMX Alvo RR.

Tabela 10 – Número de vagens de soja por metro quadrado em função das cultivares, na média de duas formas de semeadura e cinco densidades. Passo Fundo/RS, 2013/14

Cultivar	Número de vagens m ⁻²
BMX Ativa RR	1.208,1 a
BMX Alvo RR	1.122,4 b
CV(%): 9,81	

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05\%$).

O número de vagens de soja por metro quadrado no Ano 1 foi influenciado pela interação da forma de semeadura e a densidade de plantas (Figura 12). A semeadura cruzada apresentou maior número de vagens de soja por metro quadrado, independente da densidade de plantas. O aumento da densidade de plantas de 180 para 420 mil plantas ha⁻¹ apresentou um acréscimo no número de vagens por metro quadrado

de 2,86 para cada unidade de densidade na semeadura com espaçamento de 45 cm entre linhas e de 3,72 na semeadura cruzada.

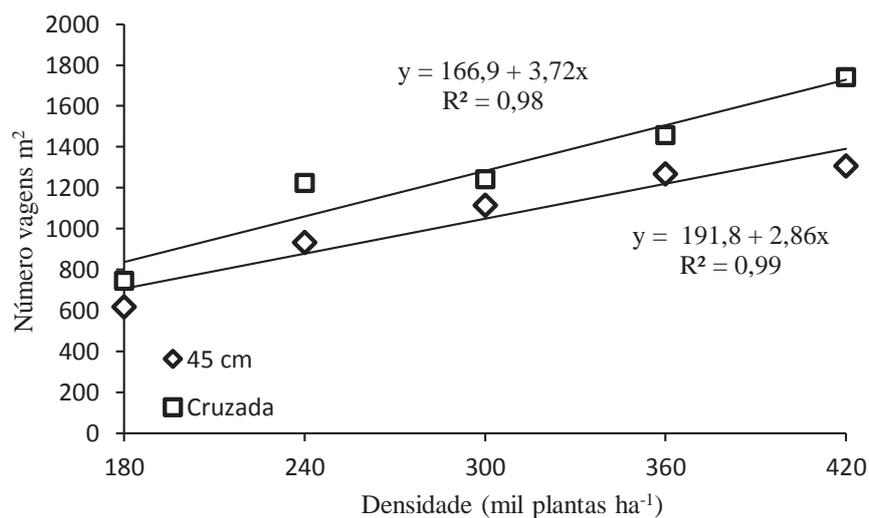


Figura 12 – Número de vagens de soja por metro quadrado em função da forma de semeadura e da densidade de plantas, na média de duas cultivares. Passo Fundo/RS, 2013/14.

O número de vagens de soja por metro quadrado foi influenciado no Ano 2 pela interação da forma de semeadura e as cultivares (Tabela 11). Na semeadura com espaçamento de 45 cm entre linhas a cultivar BMX Ativa RR apresentou 6,6% mais vagens por metro quadrado com relação a semeadura cruzada, e não houve diferença estatística para a BMX Alvo RR. A cultivar BMX Ativa RR teve maior número de vagens por metro quadrado comparado a BMX Alvo RR, independente da forma de semeadura.

Tabela 11 – Número de vagens de soja por metro quadrado em função da forma de semeadura e das cultivares, na média de cinco densidades. Passo Fundo/RS, 2014/15

Forma de semeadura	BMX Ativa RR	BMX Alvo RR
45 cm	1.306,8 aA	1.072,1 aB
Cruzada	1.225,6 bA	1.077,5 aB
CV(%) A: 4,13	CV(%) B: 4,46	

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05\%$). CV (%) A: Forma de semeadura; CV (%) B: Cultivar.

O número de vagens de soja por metro quadrado no Ano 2 foi influenciado pela interação da forma de semeadura e a densidade de plantas (Figura 13). A semeadura com espaçamento de 45 cm entre linhas teve maior número de vagens de soja por metro quadrado, nas densidades de plantas de 240 a 420 mil plantas ha^{-1} . O aumento da densidade de plantas de 180 para 420 mil plantas ha^{-1} apresentou um acréscimo no número de vagens por metro quadrado de 2,6 para cada unidade de densidade na semeadura com espaçamento de 45 cm entre linhas e de 2,16 na semeadura cruzada.

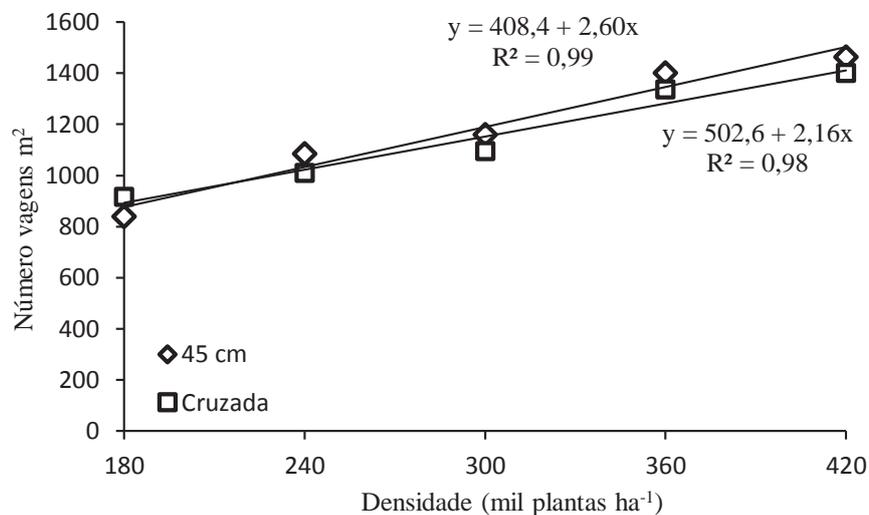


Figura 13 – Número de vagens de soja por metro quadrado em função da forma de semeadura e da densidade de plantas, na média de duas cultivares. Passo Fundo/RS, 2014/15.

Um dos componentes da produção da planta que contribui para a maior tolerância em rendimento de grãos à variação na população é o número de vagens por planta que varia inversamente ao aumento ou redução da população (Peixoto et al., 2000).

Observou-se que o aumento da densidade de plantas aumentou o número de vagens por metro quadrado. Com o aumento da densidade de plantas há uma diminuição do número de vagens por planta, porém há uma compensação maior no número de vagens por área (PEIXOTO et al., 2000, TOURINO et al., 2002; RAMBO et al., 2003 e 2004; VAZQUEZ et al., 2008).

O número de grãos por vagem no Ano 1 foi influenciado pela interação da forma de semeadura e a densidade de plantas (Figura 14). A semeadura cruzada, teve maior número de grãos por vagem, independente da densidade de plantas. O aumento da densidade de

plantas de 180 para 420 mil plantas ha^{-1} apresentou um decréscimo no número de grãos por vagens de 0,0004 para cada unidade de densidade na semeadura com espaçamento de 45 cm entre linhas e na semeadura cruzada.

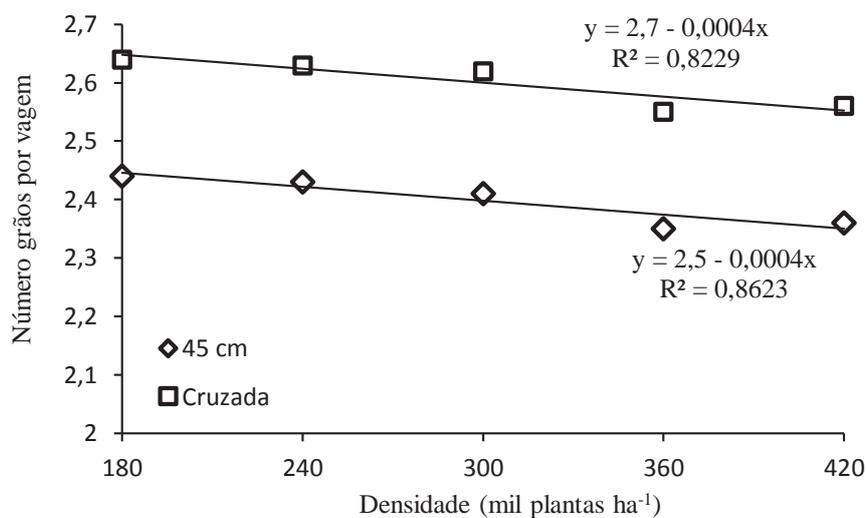


Figura 14 – Número de grãos por vagem em função da forma de semeadura e da densidade de plantas, na média de duas cultivares. Passo Fundo/RS, 2013/14.

O número de grãos por vagens foi influenciado no Ano 2 pela interação da forma de semeadura e as cultivares (Tabela 12). Na semeadura com espaçamento de 45 cm entre linhas a cultivar BMX Alvo RR apresentou um número de grãos por vagem 7,6 % superior a cultivar BMX Ativa RR, e não houve diferença estatística na semeadura cruzada. A cultivar BMX Alvo RR apresentou um número de grãos por vagem na semeadura com espaçamento de 45 cm entre linhas 4,3% superior a semeadura cruzada, e para a cultivar BMX Ativa RR não houve diferença.

Tabela 12 – Número de grãos de soja por vagem em função da forma de semeadura e das cultivares, na média de cinco densidades. Passo Fundo/RS, 2014/15

Forma de semeadura	BMX Ativa RR	BMX Alvo RR
45 cm	2,37 aB	2,55 aA
Cruzada	2,39 aA	2,43 bA
CV(%) A: 2,14	CV(%) B: 3,56	

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05\%$). CV (%) A: Forma de semeadura; CV (%) B: Cultivar.

O número de grãos por vagem no Ano 2 foi influenciado pela interação da forma de semeadura e a densidade de plantas (Figura 15). A semeadura cruzada, teve maior número de grãos por vagem, independente da densidade de plantas. Para cada unidade de densidade de plantas de 180 para 420 mil plantas ha^{-1} apresentou um decréscimo no número de grãos por vagens de 0,0003 na semeadura com espaçamento de 45 cm entre linhas e de 0,0002 na semeadura cruzada.

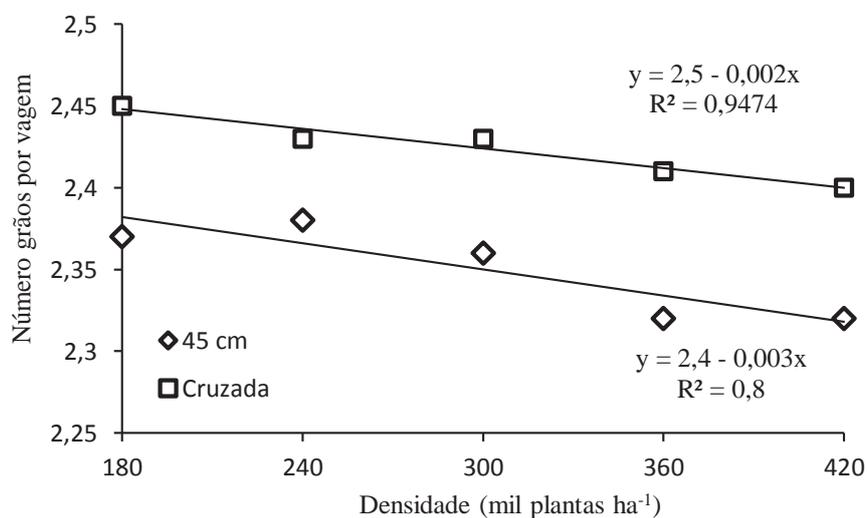


Figura 15 – Número de grãos por vagem em função da forma de semeadura e da densidade de plantas, na média de duas cultivares. Passo Fundo/RS, 2014/15.

Os resultados concordam com Pires et al. (2000), que constataram diferenças entre genótipos no padrão de ajuste do rendimento durante a ontogenia. O número de grãos por vagem variou de forma independente do número de vagens por metro quadrado, diferindo de Schöffel et al. (2001), que observaram uma compensação entre o número de vagens e o número de grãos por vagem.

Board & Maricherla (2008), avaliando cultivares de tipo determinado, observaram uma pequena relação do número de grãos por legume com a definição do número de grãos por área, discordando dos resultados obtidos no trabalho mesmo na cultivar com tipo de crescimento determinado.

O peso de mil grãos foi influenciado pela forma de semeadura (Tabela 13). No Ano 1 a semeadura cruzada apresentou PMG 4,1% superior, já no Ano 2, a semeadura com espaçamento de 45 cm apresentou maior PMG 4,3% superior.

Tabela 13 - Peso de mil grãos de soja em função da forma de semeadura, na média de duas cultivares e cinco densidades de plantas. Passo Fundo/RS, 2013/14 e 2014/15

Forma de semeadura	Peso de mil grãos (g)	
	Ano 1	Ano 2
45 cm	147,6 b	162,9 a
Cruzada	153,7 a	156,5 b
	CV(%): 5,48	CV(%) 3,17

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05\%$).

O peso de mil grãos foi influenciado pela cultivar (Tabela 14). Em ambos os anos a cultivar BMX Alvo RR teve maior PMG, foi 6,9% superior no ano 1 e 2,3% no ano 2.

Tabela 14 – Peso de mil grãos de soja em função das cultivares, na média de duas formas de semeadura e cinco densidades. Passo Fundo/RS, 2013/14 e 2014/15

Cultivar	Peso de mil grãos (g)	
	Ano 1	Ano 2
BMX Ativa RR	145,7 b	157,9 b
BMX Alvo RR	155,7 a	161,6 a
	CV(%): 5,35	CV(%): 3,51

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05\%$).

Os resultados obtidos no trabalho, mostraram que o arranjo de plantas influencia o peso de mil grãos, discordando dos dados de Pires et al. (1998) e Batistela Filho (2003), trabalhando com espaçamentos reduzidos, e Heiffig (2002) com densidade de plantas não observaram que o arranjo de plantas não influencia o peso de mil grãos.

O rendimento de grãos no Ano 1 foi influenciado pela forma de semeadura (Tabela 15). A semeadura cruzada foi 5,6% superior à semeadura com espaçamento de 45 cm entre linhas.

Tabela 15 - Rendimento de grãos de soja em função da forma de semeadura, na média de duas cultivares e cinco densidade de plantas. Passo Fundo/RS, 2013/14

Forma de semeadura	Rendimento (kg ha ⁻¹)
45 cm	3.542,5 b
Cruzada	3.742,0 a
	CV(%): 5,01

Médias seguidas de mesma letra minúscula nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05\%$).

O rendimento de grãos foi influenciado pela densidade de plantas (Figura 16). O aumento da densidade de plantas de 180 para 420

mil plantas ha⁻¹ apresentou um acréscimo no rendimento de grãos de 2,73 kg para cada unidade de densidade.

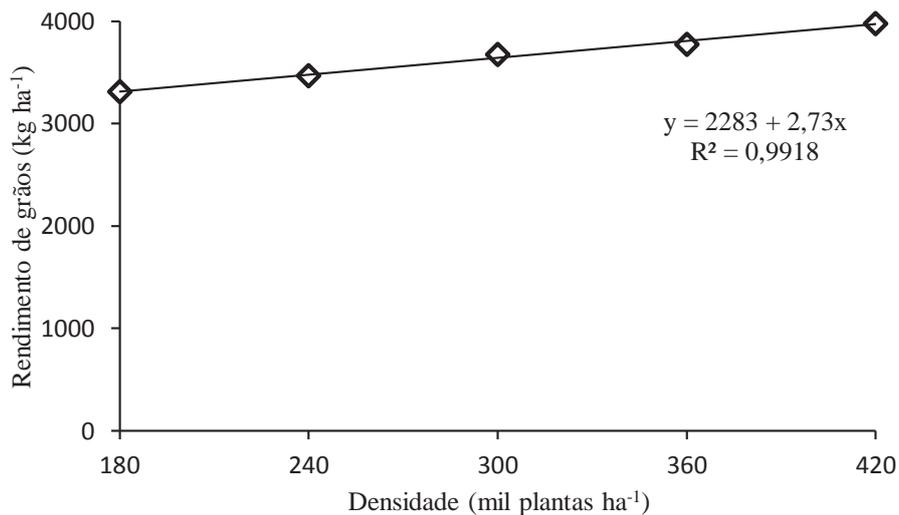


Figura 16 – Rendimento de grãos de soja em função da densidade de plantas, na média de duas formas de semeadura e duas cultivares. Passo Fundo/RS, 2013/14.

O rendimento de grãos foi influenciado pela interação da forma de semeadura e as cultivares no Ano 2 (Tabela 16). A semeadura cruzada foi 6,2% superior para a cultivar BMX Ativa RR com relação a semeadura com espaçamento de 45 cm entre linhas, e não diferiu estatisticamente para a cultivar BMX Alvo RR. Para ambas formas de semeadura, o rendimento foi maior na cultivar BMX Ativa RR, sendo 5,2% superior na semeadura com espaçamento de 45 cm entre linhas e 10,3% superior na semeadura cruzada.

Tabela 16 – Rendimento de grãos de soja em função da forma de semeadura e das cultivares, na média de cinco densidade de plantas. Passo Fundo/RS, 2014/15

Forma de semeadura	Cultivar	
	BMX Ativa RR	BMX Alvo RR
	(kg ha ⁻¹)	
45 cm	4.174,6 bA	3.967,9 aB
Cruzada	4.435,8 aA	4.021,0 aB
CV(%) A: 3,87	CV(%) B: 3,81	

Médias seguida de mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05\%$). CV (%) A: Forma de semeadura; CV (%) B: Cultivar.

O rendimento de grãos também foi influenciado pela interação da forma de semeadura e a densidade de plantas (Figura 17). O rendimento de grãos foi superior na semeadura cruzada, independente da densidade de plantas. O aumento da densidade de plantas de 180 para 420 mil plantas ha⁻¹ apresentou um acréscimo no rendimento de grãos de 2,27 kg para cada unidade de densidade na semeadura com espaçamento de 45 cm entre linhas e de 2,38 kg na semeadura cruzada.

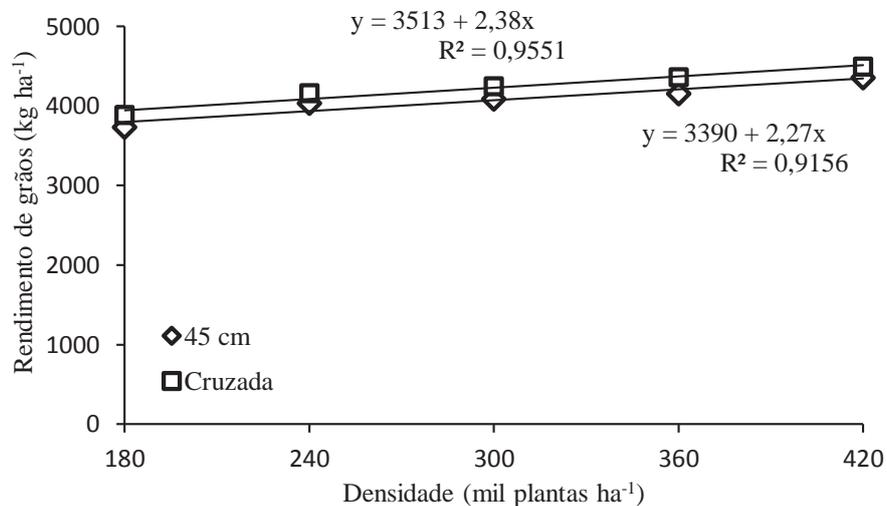


Figura 17 – Rendimento de grãos de soja em função da forma de semeadura e da densidade de plantas, na média de duas cultivares. Passo Fundo/RS, 2014/15.

O rendimento de grãos foi maior em ambos os anos, com a mudança do arranjo de plantas, corroborando com Lima et al. (2012), que obteve maior rendimento de grãos na semeadura cruzada comparada a semeadura normal, embora a semeadura cruzada tenha ocasionado aumento da severidade da ferrugem asiática. Pires et al. (1998), Heiffig (2002) e Parciannelo et al. (2004) em trabalhos com a alteração do arranjo de plantas pela diminuição da entre linha de 20 a 40 cm, obtiveram maiores rendimentos de grãos. Devido ao melhor arranjo de plantas, possivelmente, reduziu a competição intraespecífica, melhorou o aproveitamento da interceptação da radiação incidente devido a maior distribuição da área foliar existente e melhor aproveitamento dos recursos ambientais (BOARD & HARVILLE, 1992; HAMMOND et al., 2000; PARCIANELLO et al., 2004). Rambo (2002), avaliando a influência do espaçamento com a densidade de

plantas obteve o maior rendimento de grãos no espaçamento de 20 cm entre linhas e na densidade de 200 mil plantas ha⁻¹.

Em ambos os anos o rendimento de grãos foi maior com o aumento da densidade de plantas, corroborando com os dados de Heiffig (2002) em trabalho com cultivar de tipo de crescimento determinado e Costa (2013) em trabalho com cultivar de tipo de crescimento indeterminado, que concluíram a reposta do incremento em rendimento de grãos em decorrência do aumento da população de plantas. Pires et al. (2000) trabalhando com cultivar de tipo determinado, não observaram diferença entre populações de 300 e 400 mil plantas ha⁻¹ no espaçamento de 40 cm entre linhas.

Chaves (2012), trabalhando com cultivar de ciclo precoce e médio de tipo de crescimento indeterminado, observou incremento no rendimento de grãos com o aumento da densidade de plantas.

5 CONCLUSÃO

A semeadura cruzada proporciona maior altura de plantas na fase vegetativa, percentagem de cobertura do solo, IAF, número de grãos por vagem no ano 1 e o rendimento de grãos.

A semeadura com espaçamento de 45 cm entre linhas proporciona maior altura de plantas na fase reprodutiva e maior número de vagens por metro quadrado no ano 2.

O aumento na densidade de plantas apresenta um acréscimo na altura de plantas, no percentual de cobertura do solo, no IAF, na altura de inserção da primeira vagem, no número de vagens por metro quadrado, no rendimento de grãos e menor número de grãos por vagem.

A cultivar BMX Ativa RR tem maior número de vagens de soja por metro quadrado

A cultivar BMX Alvo RR tem maior número de grãos de soja por vagem.

O PMG é influenciado pela forma de semeadura, no ano 1, apresentando maior PMG na semeadura cruzada e no ano 2 na semeadura com espaçamento de 45 cm entre linhas e a cultivar BMX Alvo tem maior PMG.

REFERÊNCIAS

ANTUNIASSI, U. R. Tecnologia de aplicação para o controle da ferrugem da soja. In: WORKSHOP BRASILEIRO SOBRE A FERRUGEM ASIÁTICA, *Coletânea...* Uberlândia: EDUFU, 2005. p.193-219.

BALARDIN, R. S.; MADALOSSO, M. G. Fatores que afetam a eficiência na aplicação de fungicidas. In: BORGES, L. D. *Tecnologias de aplicação de defensivos agrícolas*. Passo Fundo, Aldeia Norte, 2006. p. 63-67.

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

BALBINOT JUNIOR, A. A.; PROCOPIO, S. de O.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C. Redução do espaçamento entre linhas na cultura da soja. Londrina: Embrapa Soja, 2014. n. 106. 8 p. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/110871/1/CT106.pdf>> Acessado em 03 mai. 2015.

BALBINOT JUNIOR, A. A.; PROCOPIO, S. de O.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C. Densidade de plantas na cultura da soja. Londrina: Embrapa Soja, 2015. n. 364. 36 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/soja/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1028747/densidade-de-plantas-na-cultura-da-soja>> Acessado em 14 fev. 2016.

BARNI, N. A.; BERGAMASCHI, H. Alguns princípios técnicos para a semeadura. In: MIYASAKA, S.; MEDINA, J.C. (Ed.). *A soja no Brasil*. Campinas: ITAL, 1981. p. 453-685.

BARNI, N. A.; MATZENAUER, R. Ampliação do calendário de semeadura da soja no Rio Grande do Sul pelo uso de cultivares adaptados aos distintos ambientes. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, Porto Alegre, v. 6, n. 2, p. 189-203, 2000.

BATISTELLA FILHO, F. *Influência do espaçamento entrelinhas e da população de plantas sobre a qualidade fisiológica de semente de soja*. Jaboticabal, 2003. 83 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia), UNESP. Botucatu, 2003.

BIANCHI, M. A.; FLECK, N. G.; LAMEGO, F. P. Proporção entre plantas de soja e plantas competidoras e as relações de interferência mútua. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 36, n. 5, p. 1380-1387, 2006a.

BIANCHI, M. A.; FLECK, N. G.; FEDERIZZI, L. C. Características de plantas de soja que conferem habilidade competitiva com plantas daninhas. *Bragantia*, Campinas, v. 65, n. 4, p. 623-632, 2006b.

BIANCHI, M. A.; FLECK, N. G.; AGOSTINETTO, D.; RIZZARDI, M.A. Interferência de *Raphanus sativus* na produtividade de cultivares de soja. *Planta Daninha*, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 783-792, 2011.

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, N.; MARICHERLA, D. Explanations for decreased harvest index with increased yield in soybean. *Crop Science*, Madison, v. 48, p. 1995-2002, 2008.

BRASMAX. *Produtos 2014 Região Sul*. Disponível em: http://www.brasmaxgenetica.com.br/producto_region.php?id=14. Acesso em: 12 de Novembro de 2014.

CHAVES, A. *Formação de rendimento de grãos de soja em função de arranjos de plantas, genótipos e épocas de semeadura*. 2012. 225 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária. UPF. Passo Fundo, 2012.

CONAB. *Acompanhamento da safra brasileira de grãos (safra 2012/2013) – Nono levantamento, julho, 2013*. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_06_06_09_09_27_boletim_graos_-_junho_2015.pdf> Acesso em: 18 jul. 2015.

COOPER, R. L. Response of soybean cultivars to narrow rows and planting dates under weed-free conditions. *Agronomy Journal*, Madison, v. 69, n. 1, p. 89 - 92, 1977.

COSTA, E. D. *Arranjo de plantas, características agronômicas e produtividade de soja*. 2013. 71 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de ciências agronômicas. UNESP. Botucatu, 2013.

COSTA, J. A.; PIRES, J. L.; RAMBO, L.; THOMAS, A. L. Redução no espaçamento entre linhas e potencial de rendimento da soja. *Revista Plantio Direto*, Passo Fundo, v. 68, n. 2, p. 22-28, 2002.

CUNHA, G. R.; PASINATO, A.; PIMENTEL, M. B. M. Regiões para trigo no Brasil: ensaios de VCU, zoneamento agrícola e época de semeadura. In: PIRES, J. L. F.; VARGAS, L.; CUNHA, G. R. (Ed.). *Trigo no Brasil: bases para produção competitiva e sustentável*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2011. p. 27-40.

EMBRAPA. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília: Embrapa, 1999. 412 p.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E. *Stages of soybean development*. Ames, Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11 p.

GOLDBERG, D. E.; LANDA, K. Competitive effect and response: hierarchies and correlated traits in the early stages of competition. *Journal of Ecology*, Oxford, v. 79, n. 4, p. 1013-1030, 1991.

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 em diferentes arranjos espaciais*. 2002. 97 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, 2002.

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*, Campinas, v. 65, n. 2, p. 285-295, 2006.

HICKS, D. R.; KNEZEVIC, S. Z.; MARTIN, A. R.; LINDQUIST, J. L. Response of soybean plant types to planting patterns. *Agronomy Journal*, Madison, v. 61, p. 290-293, 1969.

KAPPES, C.; FRANCISCO, E. A. B.; ZANCANARO, L.; KOCH, C. V.; LOPES, A. A.; FUJIMOTO, G. R. Influência de sistemas de semeadura sobre a produtividade da cultura da soja. In: VI CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, Cuiabá, 2012. *Anais...* Cuiabá, 2012.

LIMA, S. F.; ALVAREZ, R. C. F.; THEODORO, G. F.; BAVARESCO, M.; SILVA, K. S. Efeito da semeadura em linhas cruzadas sobre a produtividade de grãos e a severidade da ferrugem asiática da soja. *Bioscience Journal*, Uberlândia, v. 28, n. 6, p. 954-962. 2012.

MADALOSSO, M. G.; DEBORTOLI, M.; MENEGUETTI, R. C.; DIDONE, H.; CERBARO, L.; GULART, C.; MOREIRA, M. T.; DEBONA, D.; DALAFAVERA, D.; BALARDIN, R. S. *Tecnologia de Aplicação & Manejo Cultural: Binômio da Produção*. UFSM. Santa Maria, 2006. (Informativo Técnico, n. 24).

MARTINS, M. C. *Desempenho produtivo de três cultivares de soja em duas épocas de semeadura e em cinco densidade de plantas*. Piracicaba, 1999. 84 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP. 1999.

MAUAD, M.; SILVA, T. L. B.; NETO, A. I. A.; ABREU, V. G. Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. *Revista Agrarian*, Dourados, v. 3, n. 9, p. 175-181, 2010.

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

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

NAKAGAWA, J.; MACHADO, J. R.; ROSOLEM, C. A. Efeito da qualidade da semente sobre o estabelecimento da população e outras características da soja. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 7, n. 2, p. 47-62, 1985.

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.; 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*, Piracicaba, v. 57, n. 1, p. 89-96, 2000.

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

PITELLI, R. A. Competição e controle de plantas daninhas em áreas agrícolas. *Série Técnica IPEF*, v. 4, n. 12, p. 1-24, 1987.

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*, Porto Alegre, v. 4, n. 2, 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, p. 1541-1547, 2000.

RAMBO, L.; COSTA, J. A.; PIRES, J. L. F.; PARCINELLO, G.; FERREIRA, F. G. Rendimento de grãos de soja e seus componentes por estrato do dossel em função do arranjo de plantas e regime hídrico. *Scientia Agrária*, Curitiba, v. 3, n. 1-2, p. 79-85, 2002.

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

REUNIÃO DE PESQUISA DA SOJA DA REGIÃO SUL, 40, 2014, Pelotas. Indicações técnicas para cultura da soja no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina, 2014/2015 e 2015/2016. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2014. 124 p.

RIZZARDI, M. A.; FLECK, N. G.; VIDAL, R. A.; MEROTTO JR., A.; AGOSTINETTO, D. Competição por recursos do solo entre ervas daninhas e culturas. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 31, n. 4, p. 707-714, 2001.

RIZZARDI, M. A.; FLECK, N. G.; MUNDSTOCK, C. M.; BIANCHI, M. A. Perdas de rendimento de grãos de soja causadas por interferência de picão-preto e guanxuma. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 33, n. 4, p. 621-627, 2003.

ROBINSON, A. P.; CONLEY, S. P.; VOLONEC, J. J.; SANTINI, J. B. Analysis of high yielding, early-planted soybean in Indiana. *Agronomy Journal*, Madison, v. 101, n. 1, p. 131-1319, 2009.

SCHÖFFEL, E. R.; SACCOL, A. V.; MANFRON, P. A.; MEDEIROS, S. L. P. Excesso hídrico sobre os componentes do rendimento da cultura da soja. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 31, n. 1, p. 7-12, 2001.

SCHÖFFEL, E. R.; VOLPE, C. A. Eficiência da conversão da radiação fotossinteticamente ativa interceptada pela soja para a produção de fitomassa. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, v. 9, n. 2, p. 241-249, 2001.

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

SHAW, R. H.; WEBER, C. R. Effects of canopy arrangements on light interception and yield of soybeans. *Agronomy Journal*, Madison v. 59, n. 2, p. 155-159, 1967.

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

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. M. (Ed.). *Cultura da soja nos cerrados*. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 267-298.

VAZQUEZ, G. H.; CARVALHO, N. M.; BORBA, M. M. Z. Redução na população de plantas sobre a produtividade e a qualidade fisiológica da semente de soja. *Revista Brasileira de Sementes*, Brasília, v. 30, n.2, p. 1-11, 2008.

VOLL, E.; BRIGHENTI, A. M.; GAZZIERO, D. L. P.; ADEGAS, F. S. Dinâmica da população de *Cardiospermum halicacabum* e competição com a cultura da soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 39, n. 1, p. 37-33, 2003.

WELLS, R. Soybean growth response to plant density: relationships among photosynthesis, leaf area, and light interception. *Crop Science*, Madison, v. 31, n. 3, p. 755-756, 1991.

WELLS, R. Dynamics of soybean growth in variable planting patterns. *Agronomy Journal*, Madison, v. 1, n. 81, p. 44-48, 1993.

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

ZANINE, A. de M.; SANTOS, E. M. Competição entre espécies de plantas – uma revisão. *Revista da FZVA*, Uruguaiana, v. 11, n. 1, p. 10-30, 2004.

APÊNDICES

APÊNDICE 1 – Resumo da análise de variância referente ao Ano 1 (Passo Fundo, RS, 2013/14)

CAUSAS DE VARIACÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS										
		AlturaV6	AlturaR2	Cob. Solo	IAF V6	IAF R2	AI1°V	NVMQ	NGV	PMG	REND	
Semeadura	1	744,20*	27,61*	1006,42*	6,27*	0,190*	0,599	1093716,45*	0,412*	738,72*	796483,80*	
Erro (A)	6	0,867	1,163	189,88	0,016	0,015	2,14	12604,05	0,021	68,27	33360,09	
Cultivar	1	140,45*	52,81*	0,95	0,338*	6,78*	472,78*	146718,45*	0,0006	1987,02*	58104,20	
Sem. x Cult.	1	2,45*	1,01	1,58	0,050	0,903*	149,93*	490,05	0,0151	17,57	135449,34	
Erro (B)	6	0,683	0,246	14,08	0,019	0,041	7,34	13073,85	0,0100	64,95	114921,23	
Densidade	4	63,35*	406,76*	120,63	8,31*	12,41*	62,76*	1641043,80*	0,0656*	82,92	1083241,50*	
Sem. x Dens.	4	40,16*	5,14*	95,92	0,165*	0,161*	6,61	68983,20*	0,038*	31,27	40025,29	
Cult. x Dens.	4	10,73*	8,53*	27,17	0,154*	0,065	1,86	2223,45	0,002	103,83	35104,03	
Sem. x Cult. x Dens.	4	2,41*	0,981	19,69	0,087*	0,073	6,27	12347,55	0,004	104,48	71632,16	
Erro (C)	48	0,535	0,631	59,57	0,032	0,030	10,43	11255,70	0,009	99,68	381756,35	
Total	79											

*Valores Significativos ao nível de 5%

APÊNDICE 2 – Resumo da análise de variância referente ao Ano 2 (Passo Fundo, RS, 2014/15)

CAUSAS DE VARIACÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS										
		AlturaV6	AlturaR2	Cob. Solo	IAF V6	IAF R2	AI1°V	NVMQ	NGV	PMG	REND	
Semeadura	1	2,45	51,20*	191,43*	12,32*	0,000*	0,006	28728,20*	0,040*	835,28*	493608,20*	
Erro (A)	6	3,19	7,96	9,63	0,010	0,003	3,28	2332,02	0,003	25,55	25840,80	
Cultivar	1	5,00	33,80	0,020	0,841*	3,61*	447,22*	732679,20*	0,228*	273,43*	1931062,66*	
Sem. x Cult.	1	8,45	18,05	0,176	0,578*	0,761*	44,63*	37584,45*	0,088*	117,37	216507,24*	
Erro (B)	6	6,66	9,92	3,33	0,013	0,020	2,40	2729,05	0,007	31,46	24959,62	
Densidade	4	46,45*	154,37*	23,39*	7,65*	9,84*	88,10*	841383,39*	0,0189*	72,65	829891,74*	
Sem. x Dens.	4	0,36*	1,04	19,60*	0,296*	0,164*	1,54	16171,85*	0,024*	27,85	4144,04*	
Cult. x Dens.	4	0,59	1,52	6,32	0,100*	0,073*	1,58	10191,41	0,002	6,73	8105,03	
Sem. x Cult. x Dens.	4	0,67	3,71	5,30	0,006	0,023	2,60	11026,35	0,007	11,94	71561,76	
Erro (C)	48	3,48	6,89	4,98	0,014	0,017	2,51	4998,94	0,0037	20,93	35344,05	
Total	79											

*Valores Significativos ao nível de 5%