

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
COLÉGIO POLITÉCNICO DA UFSM
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA DE
PRECISÃO**

Mateus Bortoluzi Bisognin

**PLANTABILIDADE E SUA RELAÇÃO COM A PRODUTIVIDADE DO
FEIJOEIRO COMUM (*Phaseolus Vulgaris* L.) DE SEGUNDA SAFRA**

Santa Maria, RS
2018

Mateus Bortoluzi Bisognin

**PLANTABILIDADE E SUA RELAÇÃO COM A PRODUTIVIDADE DO FEIJOEIRO
COMUM (*Phaseolus Vulgaris* L.) DE SEGUNDA SAFRA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão, do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção ao grau de **Mestre em Agricultura de Precisão**.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Luis Santi

Santa Maria, RS
2018

Bisognin, Mateus Bortoluzi
Plantabilidade e sua relação com a produtividade do
feijoeiro comum (*Phaseolus Vulgaris* L.) de segunda safra
/ Mateus Bortoluzi Bisognin.- 2018.
45 p.; 30 cm

Orientador: Antônio Luis Santi
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Maria, Colégio Politécnico, Programa de Pós-Graduação em
Agricultura de Precisão, RS, 2018

1. Distribuição longitudinal 2. *Phaseolus vulgaris* L.
3. Plantabilidade I. Santi, Antônio Luis II. Título.

Sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFSM. Dados fornecidos pelo autor(a). Sob supervisão da Direção da Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central. Bibliotecária responsável Paula Schoenfeldt Patta CRB 10/1728.

© 2018

Todos os direitos autorais reservados a Mateus Bortoluzi Bisognin. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita mediante a citação da fonte.

E-mail: mateusbisognin@hotmail.com

Mateus Bortoluzi Bisognin

**PLANTABILIDADE E SUA RELAÇÃO COM A PRODUTIVIDADE DO FEIJOEIRO
COMUM (*Phaseolus Vulgaris* L.) DE SEGUNDA SAFRA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão, do Colégio Politécnico da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção ao grau de **Mestre em Agricultura de Precisão**.

Aprovado em 13 de Agosto de 2018:

Antônio Luis Santi, Dr. (UFSM)
(Presidente/Orientador)

Claudir José Basso, Dr. (UFSM)

André Luis Vian, Dr. (UFRGS)

Santa Maria, RS
2018

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho, a todos que de uma forma ou outra estão envolvidos com o agronegócio.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado saúde e inteligência.

À minha família e namorada pelo apoio e entendimento durante o período de realização deste trabalho.

À Universidade Federal de Santa Maria pela oportunidade, especialmente ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura de Precisão.

Ao Prof. Dr. Antônio Luis Santi pela orientação e amizade.

Aos colegas do curso, de maneira geral, pelo companheirismo, amizade e as muitas discussões dos resultados e da melhor maneira na obtenção dos dados.

Um sonho não vira realidade a partir de mágica. Você precisa de suor, determinação e trabalho duro. (Colin Powel).

RESUMO

PLANTABILIDADE E SUA RELAÇÃO COM A PRODUTIVIDADE DO FEIJOEIRO COMUM (*Phaseolus Vulgaris* L.) DE SEGUNDA SAFRA

AUTOR: Mateus Bortoluzi Bisognin
ORIENTADOR: Dr. Antônio Luis Santi

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de feijão e o segundo maior consumidor. A determinação do efeito de diferentes coeficientes de variação na distribuição longitudinal das sementes na produtividade de grãos das culturas é essencial, pois quanto melhor distribuídas as plantas na linha de semeadura, menor será a competição entre plantas por água, luz e nutrientes. O objetivo desse trabalho foi avaliar a produtividade de feijão segunda safra em função de diferentes coeficientes de variação na linha de semeadura em um Latossolo conduzido sob sistema de plantio direto. O experimento foi conduzido no município de Jaboticaba, RS durante o ano de 2017. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com quatro repetições sendo avaliados quatro níveis de variabilidade na distribuição espacial de sementes na linha, equivalentes a 0, 20, 40 e 60% de coeficiente de variação (CV). O tratamento 0% de CV equivaleu à distribuição uniforme desejada das plantas (10 plantas por metro linear, espaçadas de 10 em 10 cm). Para os outros tratamentos com erro na distribuição (20, 40 e 60% de CV), o cálculo partiu através de distâncias entre plantas pré-determinadas, encontrando assim os devidos CV. Foram avaliados nove componentes do rendimento e a produtividade de grãos da cultura. Os dados foram submetidos à análise de variância, pelo teste F, ao nível de significância de 5% e 1%. Quando o tratamento foi significativo efetuou-se análise de regressão polinomial ($p < 0.05$). Realizou-se também, a análise de correlação linear de Pearson. A produtividade de grãos reduz linearmente com o aumento dos CV na distribuição das sementes do feijoeiro. Para cada 20% no aumento do CV na distribuição das sementes há um decréscimo de 163 kg ha^{-1} na produtividade de grãos. O componente que melhor explica o efeito do CV da distribuição das sementes na produtividade de grãos é o número de grãos por planta ($r = 0,94$). Dessa forma, uma correta distribuição das sementes na linha de semeadura deve ser preconizada e tem como consequência o aumento da produtividade da cultura e a rentabilidade da lavoura.

Palavras-chave: Distribuição longitudinal. *Phaseolus vulgaris* L. Plantabilidade.

ABSTRACT

PLANTABILITY AND ITS RELATION TO THE PRODUCTIVITY OF THE COMMON BEAN (*Phaseolus Vulgaris* L.) FROM A SECOND HARVEST

AUTHOR: Mateus Bortoluzi Bisognin

ADVISOR: Dr. Antônio Luis Santi

Brazil is the third largest producer of beans in the world and the second largest consumer. The determination of the effect of different variation coefficients on the longitudinal distribution of seeds on the crop grain yield is essential, because the better plants are distributed in the sowing line, the less competition between them for water, light and nutrients. The objective of this study was to evaluate the productivity of a second harvest bean considering different coefficients of variation in the sowing line in an latosol conducted in a no - tillage system. The experiment was conducted in Jaboticaba / RS during 2017. The experimental design was a randomized block design, with four replications, and four variability levels were evaluated in the spatial distribution of seeds in the line, equivalent to 0, 20, 40 and 60% coefficient of variation (CV). The 0% CV treatment was equivalent to the desired uniform distribution of plants (10 plants per linear meter, spaced 10 cm apart). For the other treatments with errors in distribution (20, 40 and 60% of CV), the calculation departed through distances between predetermined plants, thus finding the due CV. Nine components of yield and crop grain yield were evaluated. The data were submitted to a variance analysis, by the F test, at a significance level of 5% and 1%. When the treatment was significant, polynomial regression analysis ($p < 0.05$) was performed. Pearson's linear correlation analysis was also performed. The grain yield reduces linearly with the increase of CV in the distribution of bean seeds. For each 20% increase in CV of seed distribution there is a decrease of 163 kg ha⁻¹ in grain yield. The component that best explains the CV effect of seed distribution on grain yield is the number of grains per plant ($r = 0.94$). Thus, a correct distribution of seeds in the sowing line should be recommended, and it has as consequence the increase of crop productivity and profitability.

Keywords: Longitudinal distribution. *Phaseolus vulgaris* L. Plantability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Evolução da área de cultivo, produtividade e produção da cultura do feijoeiro comum no período de 1976 a 2016.....	16
Figura 2 – Média de produtividade de grãos da cultura do feijoeiro comum nas diferentes regiões do Brasil durante o período de 1976 a 2016	17
Figura 3 – Descrição detalhada da localização de realização do experimento no município de Jaboticaba, estado do Rio Grande do Sul – RS, Brasil	21
Figura 4 – Precipitação diária e acumulada ao longo do ciclo do feijão comum cultivado na segunda safra. Jaboticaba – RS, 2017	22
Figura 5 – Distribuição espacial de plantas de feijão na linha de semeadura em função do coeficiente de variação. Jaboticaba – RS, 2017.....	23
Figura 6 – Produtividade de grãos (PROD) em função do CV na distribuição espacial de plantas de feijão na linha de semeadura. Jaboticaba – RS, 2017.....	27
Figura 7 – Número de grãos por planta (NGPlanta) em função do CV na distribuição espacial de plantas de feijão na linha de semeadura. Jaboticaba – RS, 2017.....	29
Figura 8 – (A) Altura de planta (ALTURA) e (B) Altura de inserção do primeiro legume (AI1°L) em função do CV na distribuição espacial de plantas de feijão na linha de semeadura. Jaboticaba – RS, 2017.....	30
Figura 9 – (A) Número de ramos (NR) e (B) Número de legumes nos ramos (NLR) em função do CV na distribuição espacial de plantas de feijão na linha de semeadura. Jaboticaba – RS, 2017	30
Figura 10 – Distribuição de frequência da altura de planta para diferentes níveis de CV entre plantas de feijoeiro comum cultivado na segunda safra. Jaboticaba – RS, 2017	34
Figura 11 – Distribuição de frequência da altura de inserção do primeiro legume para diferentes níveis de CV entre plantas de feijão segunda safra. Jaboticaba – RS, 2017	35
Figura 12 – Distribuição de frequência do Número de grãos por planta para diferentes níveis de CV entre plantas de feijoeiro comum cultivado na segunda safra. Jaboticaba – RS, 2017.....	36
Figura 13 – Produtividade e rentabilidade do feijoeiro comum cultivado na segunda safra em função de diferentes níveis de CV entre plantas. Jaboticaba – RS, 2017.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Valores médios dos atributos químicos na área do presente estudo. Jaboticaba –RS, 2017	22
Tabela 2 – Análise de variância para as variáveis altura de planta (Altura); altura da base do primeiro legume em relação ao solo (AB1°L); altura da inserção do primeiro legume (AI1°L); número de ramos (NR); número de nós nos ramos (NNR); número de nós na haste principal (NNH); número de legumes nos ramos (NLR); número de legumes na haste (NLH); número de grãos por planta (NGPlanta); peso de mil grãos (PMG) e produtividade (PROD)	26
Tabela 3 – Correlação Linear de Pearson para onze caracteres de interesse agrônômico para a cultura do feijoeiro comum cultivado na segunda safra, Jaboticaba – RS, 2017	32

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
1.1	OBJETIVOS	13
1.1.1	Objetivo geral.....	13
1.1.2	Objetivos específicos	14
2	REVISÃO DA LITERATURA.....	15
2.1	A CULTURA DO FEJJOEIRO COMUM	15
2.1.1	Características da cultivar IPR Tuiuiú.....	18
2.2	IMPORTÂNCIA DA UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO DE PLANTAS NO RENDIMENTO DE GRÃOS	18
3	MATERIAIS E MÉTODOS	21
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	26
5	CONCLUSÕES.....	39
	REFERÊNCIAS.....	40

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de grãos, com área cultivada superior a 60,89 milhões de hectares na safra 2016/2017, sendo assim, é um país fundamental para a sustentabilidade social diante da crescente demanda de alimentos (FAO, 2015). Considerando apenas a produção total de feijão, a área estimada para a safra 2017/2018 foi de 3,14 milhões de hectares (CONAB, 2017).

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2016), o Brasil é o terceiro maior produtor mundial de feijão e o segundo maior consumidor. Os principais estados brasileiros produtores são Paraná (22,5%), Minas Gerais (18,9%), Mato Grosso (9%) e Bahia (8,4%), os quais corresponderam conjuntamente a cerca de 59% do volume produzido na safra 2015/2016. Contudo, o feijoeiro comum é cultivado em quase todos os estados brasileiros, englobando diferentes sistemas de cultivo, níveis tecnológicos, e épocas de semeadura, submetendo a cultura a diversas condições edafoclimáticas (PEREIRA et al., 2009).

A produção do feijoeiro comum tem passado por grandes modificações nos últimos anos, dentre os quais se destacam o surgimento de cultivares mais produtivas e adaptadas ao cultivo em segunda safra, melhorias no manejo de adubação e fitossanitário, além da disponibilização de máquinas com avançadas tecnologias para tratos culturais que vão desde a semeadura à colheita da cultura, diferente de quando a cultura era associada ao pouco investimento em insumos agrícolas (BARBOSA FILHO et al., 2005). Todos esses adventos permitiram o aumento da lucratividade das lavouras o que fez com que produtores de médio a grande porte passassem a se interessar pelo seu cultivo, além dos pequenos produtores que sempre cultivaram o feijoeiro (SANTOS; BRAGA, 1998).

Outra importante ferramenta disponível para o cultivo do feijão é o uso da agricultura de precisão, a qual possibilita um maior conhecimento das características de cada lavoura e das plantas, bem como o uso de equipamentos e técnicas que permitem realizar as práticas agrícolas com maior precisão. Dentre essas práticas, destaca-se a plantabilidade que para diversas culturas já se tem conhecimento da sua importância: Soja (BERTELLI et al., 2016) e Milho (MELO et al., 2013; HORBE, 2015). Tais técnicas passaram a ter mais atenção também na cultura do feijoeiro comum.

A determinação do coeficiente de variação (CV) na distribuição longitudinal das plantas é uma ferramenta importante, pois envolve a plantabilidade e sua magnitude pode representar maiores ou menores produtividades (HORBE, 2015), uma vez que existe uma

tendência de que quanto melhor distribuídas as plantas na linha de semeadura, menor será a competição entre plantas por água, luz e nutrientes, proporcionando maior rendimento por planta e conseqüentemente aumento na produtividade de grãos (HEIFFIG et al., 2006). Já para que a planta possa expressar seu máximo potencial produtivo deve-se garantir a ela condições de clima e solo suficientes para evitar competições (SCHUCH; PESKE, 2012).

A distribuição espacial de plantas na área é de grande importância sob várias estratégias de manejo na cultura do feijoeiro comum, como: controle de doenças, ervas daninhas, colheita, acamamento, aproveitamento de água e fertilizantes, gastos com sementes e tratos culturais (TEIXEIRA et al., 1999; COLLICCHIO et al., 1997). Essa temática é um desafio para os produtores, pois vários aspectos podem influenciar na semeadura com qualidade, tais como: velocidade de semeadura, regulagem inadequada, condições de solo inadequadas, má distribuição de palha na lavoura e irregularidades na superfície do solo (MARTIN et al., 2005).

As plantas de feijoeiro podem manifestar efeito compensatório nos componentes do rendimento de grãos quando submetidas a densidades populacionais menores que as recomendadas (RIBEIRO et al., 2004), porém, para situações de erro de distribuição de plantas o efeito compensatório pode não ser suficiente ser devido à alta exigência em nutrientes da cultura pelo sistema radicular superficial e ciclo curto (ROSOLEM; MARUBAYASHI, 1994), além do uso de cultivares com hábito de crescimento com caule pouco ramificado (GRAHAM; RANALLI, 1997).

Para algumas culturas, a recomendação atual é de que o CV de distribuição das sementes seja mantido com valores abaixo de 20% para que este fator não tenha grande influencia na produtividade das culturas (VIEIRA JUNIOR et al., 2006). Porém, para a cultura do feijoeiro comum essa informação ainda é desconhecida, justificando novos estudos com essa temática.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Avaliar a produtividade e parâmetros de planta do feijoeiro comum cultivado na segunda safra em função de diferentes coeficientes de variação na linha de semeadura em um Latossolo conduzido sob sistema de plantio direto.

1.1.2 Objetivos específicos

- Avaliar os componentes de rendimento da cultura do feijoeiro em função de diferentes coeficientes de variação na distribuição das sementes na linha de semeadura;
- Avaliar a produtividade e rentabilidade (R\$ ha⁻¹) da cultura do feijoeiro em função dos diferentes coeficientes de variação na linha de semeadura.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 A CULTURA DO FEIJOEIRO COMUM

O gênero *Phaseolus* oriundo da família Fabaceae é originário das Américas e possui cerca de 55 espécies, das quais cinco são cultivadas, onde a mais importante é *Phaseolus vulgaris*. Essa espécie tem grande destaque por ser a mais antiga em cultivo e também por estar presente nos cinco continentes (YOKOYAMA; STONE, 2000).

O feijoeiro é uma das leguminosas mais consumidas do mundo, rica em nutrientes essenciais para humanos, como proteínas, vitaminas, carboidratos e fibras. Esses fatores contribuem diretamente para o aumento do consumo, além do mais, o feijoeiro é importante cultura de subsistência, de fácil cultivo e uma das principais fontes nutricionais na dieta humana, principalmente para populações de baixa renda, especialmente na América Latina e África (BURATTO, 2012).

O Brasil está entre os três maiores produtores de feijão do mundo, atingindo uma área cultivada de aproximadamente 3 milhões de hectares, com produtividade média entorno de 1.070 Kg ha⁻¹ (CONAB, 2017). No Brasil, o consumo de feijão é de 19 kg/hab./ano e no Rio Grande do Sul é de 5,9 kg/hab./ano (IBGE, 2009).

As cultivares de feijão apresentam distintas classificações quanto ao hábito de crescimento. As de tipo I que são de hábito determinado são plantas eretas e de porte baixo; as do tipo II são plantas de hábito indeterminado, arbustivo, porte da planta ereto e caule pouco ramificado. O tipo III são plantas de hábito de crescimento indeterminado, prostrado ou semiprostrado, com ramificação bem desenvolvida e aberta, até chegar ao tipo IV que é uma planta de hábito indeterminado com crescimento contínuo (feijão trepador), porém com poucos ramos laterais (GRAHAM; RANALLI, 1997).

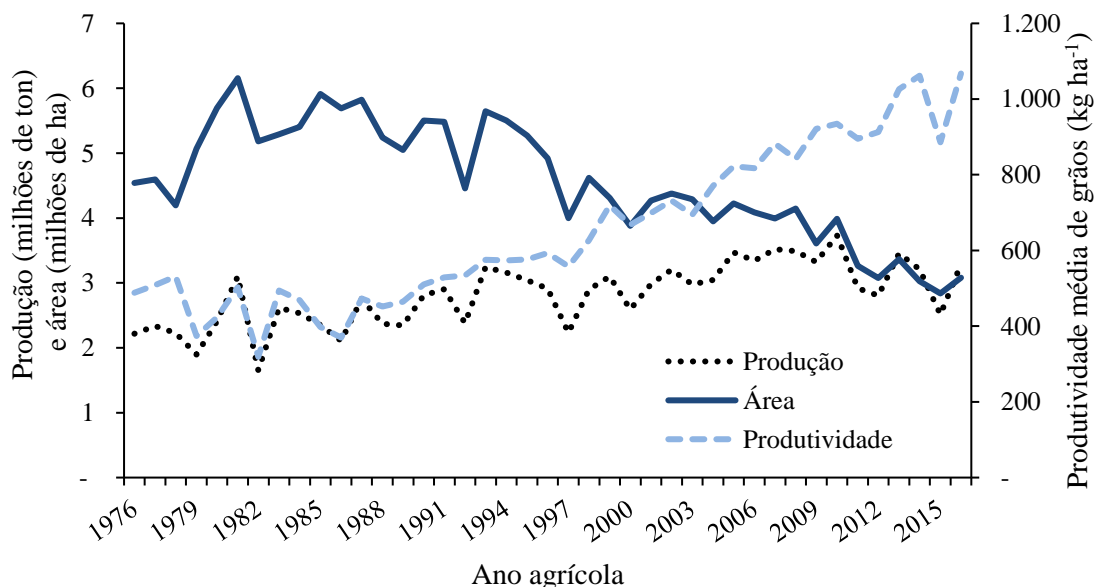
O feijoeiro-comum possui ciclo de vida curto, com duração média de 90 dias dependendo da cultivar e das condições ambientais (ALMEIDA; LEITÃO FILHO; MIYASAKA, 1971).

Para solos férteis pode-se optar por menor distribuição linear de plantas (10 plantas/m), devido à grande quantidade de área foliar, que aumenta a capacidade de compensação do feijoeiro, conforme citado por Kranz (1989) e Lollato (1997) para as cultivares da época. Porém deve-se levar sempre em consideração que a cultura apresente uma boa distribuição de sementes no momento da semeadura.

Segundo Bezerra et al. (2008), a cultura do feijão é explorada tradicionalmente por pequenos produtores e com baixo nível tecnológico, contudo têm sido pesquisadas intensamente melhorias técnicas, econômicas e estratégicas para a produção de feijão, juntamente com outros fatores que contribuí para o acréscimo da participação de administradores rurais de médio e grande porte (além dos pequenos produtores) na produção e comercialização de feijão, tornando-se assim mais uma alternativa de diversificação de renda dentro da propriedade.

Mudanças de cenário envolvendo área de plantio, produtividade e outros fatores podem ser analisados na figura 1. A cultura do feijão não tem se alterado muito no que diz respeito a produção, ficando dentro de uma faixa de 2 a 3 milhões de toneladas. Porém, o que tem modificado de forma notória são as áreas de plantio e as produtividades. Percebe-se que existe uma relação inversa entre as duas variáveis, sendo que, enquanto a área de plantio nas décadas de 80 e 90 variavam de 4 a 6 milhões de hectares atualmente (2010 em diante) ficam em torno de 3 milhões de hectares, já as produtividades médias que até os anos 2000 não eram superiores a 600 kg ha⁻¹, atualmente são superiores a 1000 kg ha⁻¹.

Figura 1 – Evolução da área de cultivo, produtividade e produção da cultura do feijoeiro comum no período de 1976 a 2016



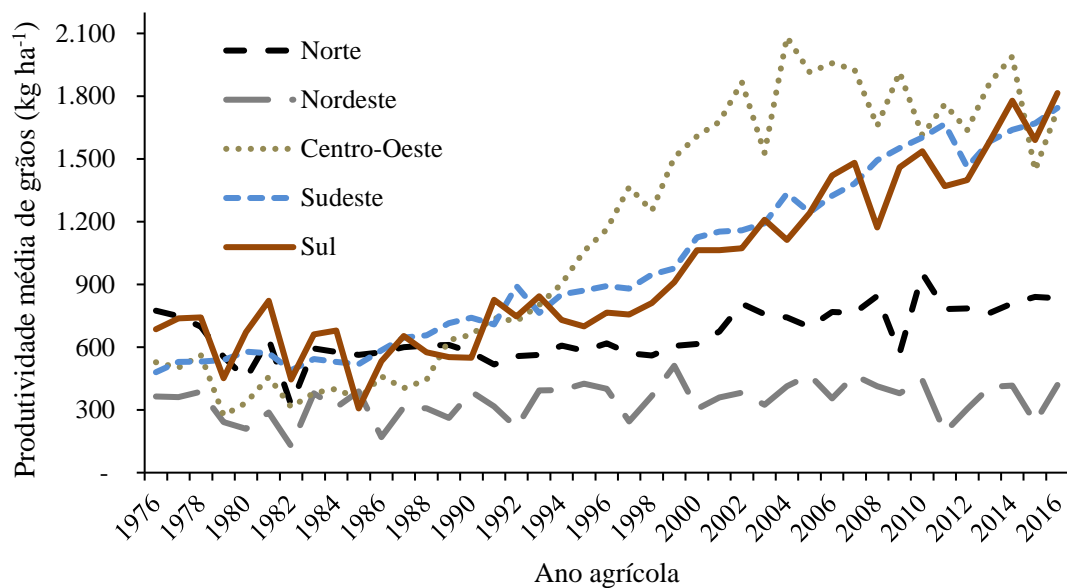
Fonte: Dados disponibilizados pela Conab (2017), gráfico elaborado pelo autor.

Este cenário de diminuição de área pode ser explicado pela preferência por parte dos agricultores em utilizar essas áreas para o cultivo de outras culturas, tendo em vista que o

feijoeiro não apresenta uma estabilidade de preços comparado com outras culturas e no caso do cultivo na segunda safra no Rio Grande do Sul ainda existe a probabilidade de intempéries climáticas atrapalharem a cultura (geada no período de floração e enchimento de grãos). Já o aumento da produtividade é claramente explicado pelo uso de cultivares mais produtivas e pelo uso de tecnologias e manejos que visam alcançar tetos produtivos elevados, mesmo sabendo que ainda existe espaço para alavancar ainda mais as produtividades médias atuais.

Percebe-se que de maneira geral a produtividade das regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul tem aumentado significativamente, com destaque para a região Centro-Oeste com produtividades que já ultrapassaram os 2000 kg ha⁻¹, enquanto as produtividades das regiões Norte e Nordeste tem se mantido em patamares inferiores (figura 2).

Figura 2 – Média de produtividade de grãos da cultura do feijoeiro comum nas diferentes regiões do Brasil durante o período de 1976 a 2016



Fonte: Dados disponibilizados pela Conab (2017), gráfico elaborado pelo autor.

Essa discrepância entre regiões do norte e centro-sul é explicada pelas características de produção que são realizadas em cada região de estudo, enquanto no norte e nordeste o feijão é em grande maioria cultivado por pequenos produtores, para subsistência e com menor uso de tecnologias e manejos para altas produtividades, nas demais regiões atualmente o cenário tem se alterado, tendo o feijão cultivado também por médios e grandes produtores, com o objetivo de comercialização e com uso de avançadas tecnologias e manejos para altas produtividades.

2.1.1 Características da cultivar IPR Tuiuiú

Originou-se do cruzamento realizado em casa de vegetação do IAPAR, em Londrina no ano de 1998, entre a linhagem melhorada LP96-72, desenvolvida pelo IAPAR e posteriormente registrada no ano de 2000 como o cultivar IPR Uirapuru, e a cultivar Xamengo.

Cultivar lançada em 2010 possui crescimento indeterminado (tipo II) e porte ereto, favorecendo a colheita mecanizada. Sua recomendação inicial foi para os Estados do Paraná e de São Paulo, com o passar dos anos, expandiu-se para Goiás e Rio Grande do Sul. Apresenta como pontos positivos, tolerância intermediária a altas temperaturas e à seca ocorridas durante a fase reprodutiva, tolerar baixos teores de fósforo e acidez no solo, ser resistente à murcha de fusarium e ao mosaico comum, moderadamente resistente à ferrugem, mancha angular e ao oídio. Como desvantagens, tem-se a suscetibilidade à antracnose e ao crestamento bacteriano comum (IAPAR, 2010). A cultura apresenta potencial produtivo de 3.900 kg ha⁻¹ e massa de mil grãos de aproximadamente 227 g (BARILI et al., 2015).

As sementes apresentam tempo médio de cozimento de 17 minutos (importante para a comercialização), teor médio de Zn de 4mg/100g, teor médio de proteína de 24% e teor médio de Fe de 7mg/100g (IAPAR, 2010), apresentam também baixo conteúdo de gordura e presença de compostos bioativos que apresentam efeitos benéficos na saúde, como o controle glicêmico e a possível redução de risco para alguns tipos de câncer (PEDROSA et al., 2015).

Analisando as principais características morfológicas da planta, observa-se que a planta apresenta hipocótilo roxo, em média 15 nós por planta, altura média de 60 cm, cor de flor roxa, altura média de inserção do primeiro legume de 16 cm e ciclo médio da emergência à maturação de colheita de 88 dias (IAPAR, 2010).

Quanto às características de fruto, observa-se que o legume apresenta perfil serriararquado, número médio de sementes por legume de 6 sementes e comprimento médio dos legumes de 10 cm (IAPAR, 2010).

2.2 IMPORTÂNCIA DA UNIFORMIDADE DE DISTRIBUIÇÃO DE PLANTAS NO RENDIMENTO DE GRÃOS

Em trabalhos conduzidos na década de 90 para a cultura do milho, por Sangoi (1990) e Rizzardí et al. (1994), não constataram efeitos negativos sobre o rendimento de grãos sob variações na distribuição espacial de plantas na linha, em relação ao arranjo equidistante.

Também analisando a cultura do milho, porém em diferentes países, as observações feitas por Lauer e Rankin (2004) nos Estados Unidos e por Liu et al. (2004) no Canadá, que não detectaram decréscimos no rendimento de grãos ocasionados pela irregularidade na distribuição espacial de plantas. Porém diversos avanços como o melhoramento genético, aumento significativo de produtividade, avanço tecnológico das máquinas e práticas culturais evoluídas fizeram com que esse contexto se modificasse. Ainda, é importante destacar que os híbridos de milho dessa época apresentavam grandes diferenças fisiológicas e de arquitetura em relação aos híbridos atuais.

Na semeadura se concentra grande parte dos custos de produção utilizados na condução da lavoura, por isso bons níveis de produtividade estão diretamente ligados à população final e a precisão na distribuição de plantas, porque diminuem a competição entre as plantas (HEIFFIG et al., 2006). O processo de semeadura é também uma das etapas que exige maior perfeição na execução, pois pode comprometer os recursos utilizados e a rentabilidade da atividade agrícola (ROS et al., 2011).

Diante disso, a AP que teve sua inserção no Brasil no final da década de 90, início dos anos 2000, a partir de iniciativas de universidades e de órgãos de pesquisa nas Regiões Sudeste e Sul (AMADO; SANTI, 2011) torna-se uma ferramenta importante no intuito de diminuir esses problemas com erro de distribuição de plantas, já que esse procedimento é um refinamento da AP, ou seja, uma prática que vem a complementar outras ferramentas da AP como amostragem georeferenciada e distribuição de corretivos, sementes e fertilizantes em taxa variável. Porém essas técnicas de AP podem apresentar algumas limitações como dificuldade de processamento de dados coletados e falta de mão-de-obra qualificada (PIRES et al., 2004; SILVA et al., 2010), que motivam preocupações acerca de sua eficácia agrônômica, além disso, essas tecnologias tendem a apresentarem custos aos produtores.

Copetti (2016) contempla em seu trabalho que grande parte dos custos de produção utilizados durante o ciclo total da cultura recai sobre o momento da semeadura. Ele cita ainda como exemplo a cultura da soja, com 69,6% do total dos insumos utilizados durante a semeadura; cita também que 41,9% da mão-de-obra necessária para conduzir a lavoura e 15,9% do custo operacional da lavoura também recai sobre a semeadura, concluindo assim que 47,7% do custo total da lavoura de soja é alocado durante a operação de semeadura. No caso do milho, os custos alocados durante a semeadura chegam a 49,6% do custo total da lavoura.

Assim, estudos relativos à precisão na distribuição de sementes como a distribuição de sementes em densidade variável e qualidade da semeadura do milho, avaliada por Pichinim

(2012) pelos métodos de coeficiente de variação (CV) e índice de precisão (I.P.), tornaram-se importantes ferramentas para acréscimo da produtividade. O CV permite quantificar o desempenho obtido, bem como identificar as causas das falhas na semeadura e o seu impacto sobre o rendimento da cultura. Para Nummer (2011), que classificou a qualidade de distribuição de plantas na linha segundo o CV, semeaduras com valores abaixo de 25 % são consideradas de boa qualidade, de 25 a 50 % como de média qualidade, e acima de 50 % como de péssima qualidade.

Nesse mesmo sentido, as semeadoras representam um importante papel dentro do processo de produção, pois a produtividade de uma cultura é afetada de modo significativo pelo estande de plantas, principalmente, pela variação da uniformidade de distribuição de sementes no sulco de semeadura (COPETTI, 2012). Devemos ainda analisar que a semeadora tem cinco principais funções: cortar a palha; abrir o sulco; distribuir as sementes; controlar a profundidade de semeadura e fechar o sulco de semeadura.

Estudos realizados pela Pioneer (2010), no Brasil mostram que em média, a porcentagem de CV das lavouras está acima dos 30%, podendo, em alguns casos, ser maior que 60%.

Relações entre o erro na distribuição de plantas e a produtividade de milho reportaram que para cada 10% no aumento no índice do CV da distribuição das plantas ocorreu uma redução na produtividade de 64 a 128 kg ha⁻¹ (HORN, 2011; SANGOI et al., 2012). Em estudo com a cultura do milho, observaram que a produtividade foi afetada negativamente pelo erro na distribuição de plantas, verificaram também que a produtividade reduzia em maior intensidade quando o CV entre plantas foi maior que 20% (VIEIRA JUNIOR et al., 2006). Já para Nummer (2011), para cada 10% de aumento no CV da distribuição longitudinal de sementes, ocorrem perdas de produtividade de 90 kg ha⁻¹.

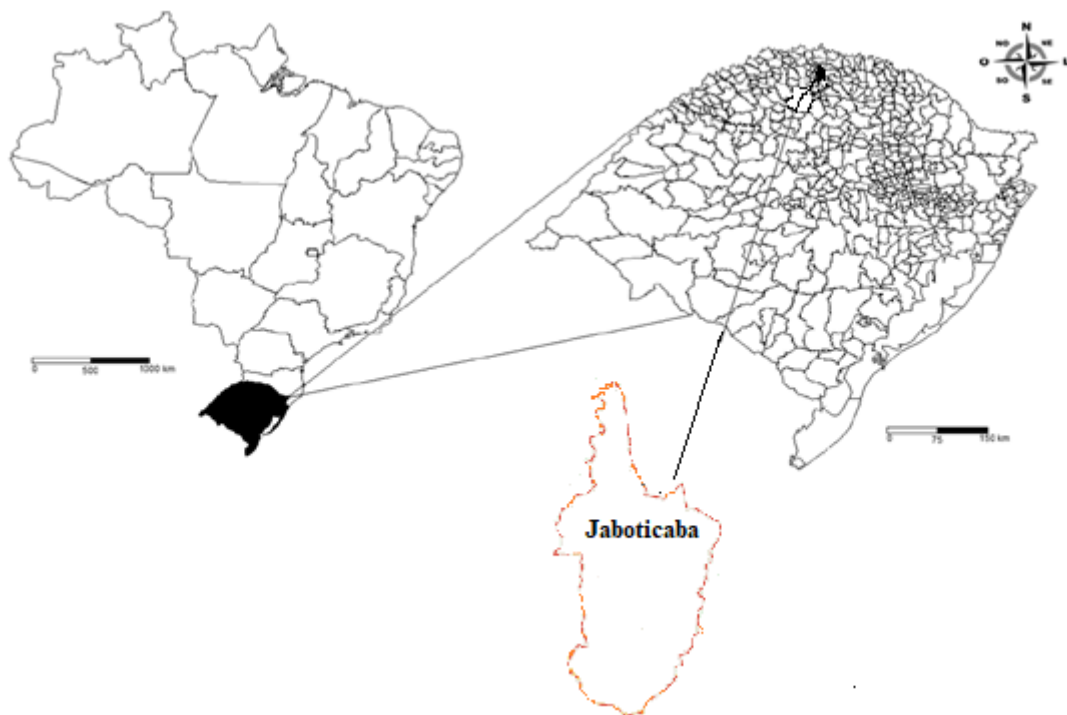
Sangoi et al. (2012) em estudo realizado com a cultura do milho na cidade de Lages (SC) em dois anos de pesquisa (2009/2010 e 2010/2011), avaliando cinco níveis de variabilidade na distribuição espacial de plantas na linha, equivalentes a 0, 25, 50, 75 e 100% do CV, mantendo-se constante a densidade de plantas, concluíram que o rendimento de grãos decresceu 83 kg ha⁻¹ e 64 kg ha⁻¹ para cada 10% de incremento no CV para as safras 2009/2010 e 2010/2011 respectivamente. Concluíram ainda que os decréscimos no rendimento de grãos foram ocasionados pela redução do número de grãos produzidos por metro quadrado.

Já o estudo planta a planta se torna de grande valia pelo fato de estar analisando uma micro variabilidade, que acontece nas fileiras de semeadura (MARTIN et al., 2005).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Jaboticaba, RS (Figura 3) durante o ano de 2017. As coordenadas geográficas centrais do local são 27°38'35'' de latitude Sul e 53°17'05'' de longitude Oeste, com altitude média de 560 m. O clima da região, segundo a classificação Köppen, é do tipo Cfa, ou seja, subtropical úmido. A precipitação média anual fica em torno de 2.100 mm, com temperatura média anual entre 17 e 18 °C, onde a temperatura do mês mais quente é superior a 22 °C e do mês mais frio varia de - 3 a 18 °C (MALUF, 2000).

Figura 3 – Descrição detalhada da localização de realização do experimento no município de Jaboticaba, estado do Rio Grande do Sul – RS, Brasil



Fonte: Elaborado pelo Autor (2017).

O relevo da área é suavemente ondulado, sendo o solo classificado como Latossolo Vermelho distrófico, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SANTOS et al., 2013). O resultado da análise química (0 – 0,10 m) do solo está apresentado na Tabela 1.

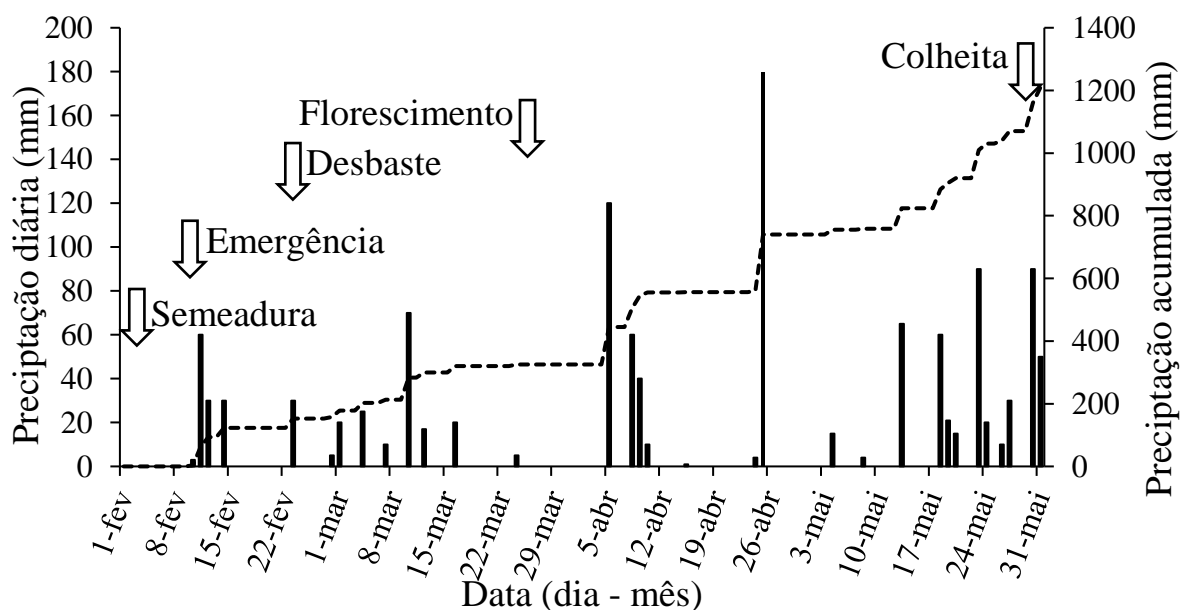
Tabela 1 – Valores médios dos atributos químicos na área do presente estudo. Jaboticaba –RS, 2017

Argila (%)	pH em H ₂ O (relação 1:1)	P (mg dm ⁻³)	K (mg dm ⁻³)	MO (%)	Ca (cmol _c dm ⁻³)	Mg (cmol _c dm ⁻³)	H+Al (cmol _c dm ⁻³)	CTC pH 7 (cmol _c dm ⁻³)	Saturação por Bases (%)
53	5,9	17	82,5	2,4	4,9	2,0	3,0	10,1	70,3

A área experimental vem sendo manejada sob sistema de plantio direto desde 2003 seguindo um sistema de rotação com soja (*Glycine max* L.) e milho (*Zea mays*) no verão e trigo (*Triticum aestivum* L.) e aveia no inverno. A cultura do feijoeiro comum foi semeada em 01 de fevereiro, logo após a colheita da cultura da soja.

Os dados de precipitação diária e acumuladas durante a condução do experimento são apresentados na Figura 4. De maneira geral, observa-se que houve a ocorrência de déficit hídrico no período entre março a abril o que conciliou com o período de florescimento da cultura, além disso, houve um período com excesso de chuvas durante a colheita. O acumulado de chuvas durante o desenvolvimento da cultura totalizou aproximadamente 1200 milímetros.

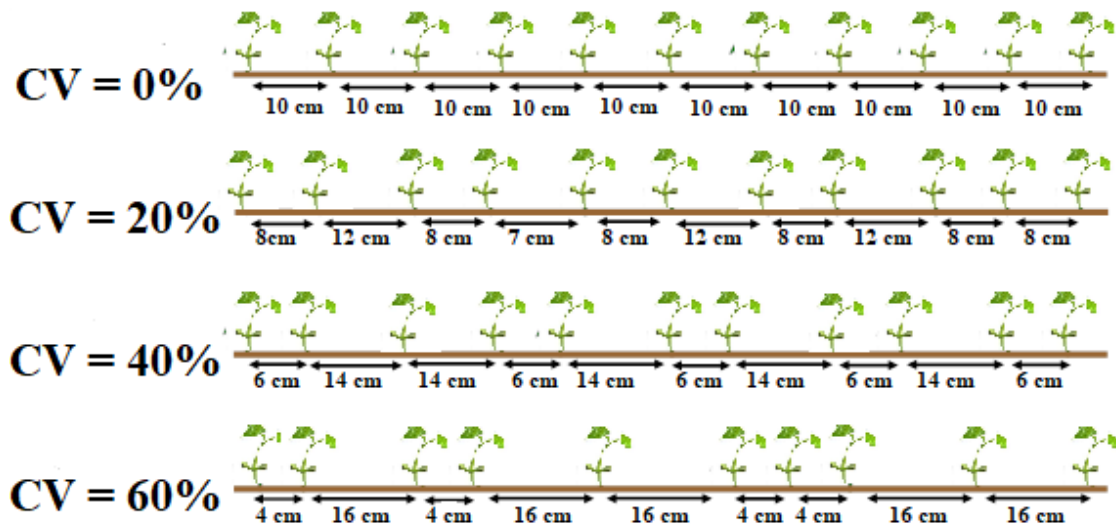
Figura 4 – Precipitação diária e acumulada ao longo do ciclo do feijão comum cultivado na segunda safra. Jaboticaba – RS, 2017



O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições sendo avaliados quatro níveis de variabilidade na distribuição espacial de sementes

na linha, equivalentes a 0, 20, 40 e 60% de Coeficiente de Variação (CV). O tratamento 0% de CV equivaleu à distribuição uniforme desejada das sementes, onde a distância entre plantas na linha de semeadura foi de 0,10 m em virtude da população desejada e do espaçamento entre linhas utilizados, os quais foram de 222.222 mil plantas por hectare (10 plantas por metro linear) e 0,45 m, respectivamente. Segundo Fancelli e Dourado Neto (2007) a densidade populacional indicada para cultivares de hábito de crescimento do tipo II, varia de 190 a 240 mil plantas ha⁻¹. Para os outros tratamentos com erro na distribuição (20, 40 e 60% de CV), o cálculo partiu através de distâncias entre plantas pré-determinadas, encontrando assim os devidos CV, conforme Figura 5.

Figura 5 – Distribuição espacial de plantas de feijão na linha de semeadura em função do coeficiente de variação. Jaboticaba – RS, 2017



Antes da semeadura, efetuou-se o controle preventivo de plantas invasoras na área, com a aplicação do herbicida paraquat (Gramoxone). As sementes foram previamente tratadas com os inseticidas imidacloprid e fipronil (Standak) e com o fungicida carbendazim + tiram (Derosal Plus) para controle de pragas e doenças na fase inicial do ciclo da cultura.

Para abertura do sulco de semeadura e adubação utilizou-se uma semeadora da marca Vence Tudo, com sistema de adubação fertisystem e sistema de deposição do adubo do tipo sulcador, utilizando a adubação determinada segundo recomendações oficiais para a cultura (CQFS RS/SC, 2016), aplicando 250 kg ha⁻¹ do formulado NPK 08-20-20, almejando tetos produtivos de 2.500 kg ha⁻¹. A semeadura foi realizada manualmente no dia 01/02/2017, utilizou-se a cultivar IPR Tuiuiú. Para atender ao padrão de erro de distribuição, utilizaram-se

barbantes marcados com as distâncias pré-determinadas. Foram semeadas manualmente duas sementes para cada distância pré-determinada na linha em função do tratamento.

A emergência das plantas se deu 10 dias após a semeadura e 13 dias após a emergência, efetuou-se o desbaste, deixando-se apenas uma planta por distância pré-determinada para alcançar a densidade de plantas desejada. A aplicação do N em cobertura (54 kg ha^{-1} na forma de ureia) foi realizada 25 dias após a emergência da cultura em apenas uma aplicação.

Durante o desenvolvimento da cultura utilizou-se três aplicações de fungicida e inseticida sendo assim descritas: primeira aplicação dia 22/03/2017 usando o fungicida tiofanato metílico + flutriafol (Celeiro) + mancozebe (Unizeb Gold) e o inseticida diflubenzuron (Dimilim). A segunda aplicação foi realizada dia 07/04/2017 usando o fungicida trifloxistrobina + tebuconazol (Nativo) e o inseticida acefato (Ortene) e a terceira aplicação realizada dia 19/04/2017 utilizando o fungicida Nativo e o inseticida triflumurom (Certero). Dia 09/05/2017 realizou-se a dessecação da cultura utilizando o herbicida diquate (Reglone).

As parcelas foram constituídas de cinco linhas de semeadura, com 3 m de comprimento, totalizando $6,75 \text{ m}^2$. As três linhas centrais de cada parcela, excluindo 0,5 m nas extremidades de cada linha, foram utilizadas como área útil para avaliação do rendimento de grãos e de seus componentes.

A colheita foi realizada no dia 29/05/2017, de forma manual tanto na colheita como na debulha, aonde se determinou a produtividade de grãos (PROD) e peso de 1000 grãos (PMG) (determinado por meio de contagem e pesagem 8 de repetições de 100 grãos). Para a determinação dos componentes de rendimento do feijoeiro realizou-se a coleta de 10 plantas na linha central da área útil, através da média dessas 10 plantas determinou-se os seguintes componentes de rendimento: altura de planta (Altura); altura da base do primeiro legume em relação ao solo ($AB1^\circ L$); altura da inserção do primeiro legume ($AI1^\circ L$); número de ramos (NR); número de nós nos ramos (NNR); número de nós na haste principal (NNH); número de legumes nos ramos (NLR); número de legumes na haste (NLH) e número de grãos por planta (NGPlanta).

Os dados foram inicialmente submetidos à análise de variância, pelo teste F, ao nível de significância de 5%. Quando o tratamento foi significativo efetuou-se análise de regressão polinomial ($p < 0.05\%$) para quantificar o efeito da variabilidade espacial sobre o rendimento de grãos e os componentes.

Realizou-se também, a análise de correlação linear de Pearson, com finalidade de identificar a tendência linear entre os caracteres, sendo expressa por coeficientes que compreendem magnitudes de 0 a 1, e sentidos positivos ou negativos. Estes coeficientes são classificados conforme classificação de Carvalho et al. (2004). As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa estatístico os SAS (SAS Institute Inc., USA).

Visando entender melhor quais fatores individuais levaram o trabalho em questão obter as suas devidas produtividades, realizou-se a confecção de gráficos de distribuição de frequência para os componentes de rendimento que influenciaram no resultado. Esse estudo é importante porque ajuda a explicar o comportamento individual de cada planta, uma vez que quando se trabalha com erros na distribuição de sementes, cada planta apresenta uma competição intraespecífica individual. Para tal, foi avaliado 10 plantas da linha central de cada parcela. Sabendo que o presente trabalho contempla 4 repetições, totalizou 40 plantas avaliadas por tratamento.

Para a realização do gráfico de produtividade e rentabilidade foi utilizado preço médio do feijão preto obtido nos 12 meses do ano de 2016 (CONAB, 2017) que correspondeu a R\$ 173,60 por saca de 60 kg.

Para a obtenção do lucro líquido foi aderido um custo de produção de R\$ 2579,00 por hectare (CONAB, 2017), baseado em custo de máquinas, mão de obra, administrador, sementes, fertilizantes, agrotóxicos, análise de solo, transporte, despesas administrativas, despesas de armazenagem e juros do financiamento, conforme metodologia da CONAB (2010).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Não se observou diferença significativa para as variáveis altura da base do primeiro legume em relação ao solo (AB1°L); número de nós nos ramos (NNR); número de nós na haste principal (NNH); número de legumes na haste (NLH) e peso de mil grãos (PMG) em função dos diferentes coeficientes de variação na distribuição das sementes (Tabela 2).

Os valores médios obtidos para estas variáveis foram de 11,72 cm; 2,94; 10,91; 7,70 e 219,93 gramas/mil grãos, respectivamente. Isso pode ser explicado por serem características mais afetadas pela genética (ARAÚJO et al., 2013) e condições ambientais (ARF et al., 1996) do que afetadas pelo manejo.

Tabela 2 – Análise de variância para as variáveis altura de planta (Altura); altura da base do primeiro legume em relação ao solo (AB1°L); altura da inserção do primeiro legume (AI1°L); número de ramos (NR); número de nós nos ramos (NNR); número de nós na haste principal (NNH); número de legumes nos ramos (NLR); número de legumes na haste (NLH); número de grãos por planta (NGPlanta); peso de mil grãos (PMG) e produtividade (PROD)

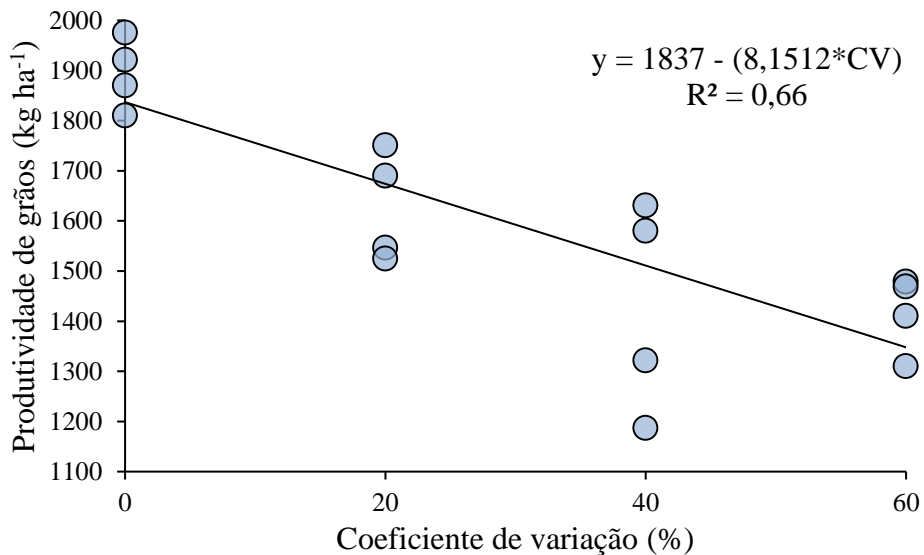
FV	GL	Altura	AB1°L	AI1°L	NR	NNR	NNH
Tratamento	3	91,23 *	8,23 ns	13,42 *	0,83 *	6,56 ns	1,50 ns
Bloco	3	24,90 ns	8,73 ns	6,41 ns	0,83 *	1,73 ns	0,83 ns
Erro	9	20,84	11,84	2,47	0,11	1,78	1,44
Média		51,40	11,72	17,55	0,99	2,94	10,91
CV (%)		8,88	29,44	8,92	33,33	43,62	10,93
		NLR	NLH	NGPlanta	PMG	PROD	
Tratamento	3	1,90 *	0,73 ns	165,42 *	31,33 ns	199548,40 *	
Bloco	3	2,40 *	0,23 ns	12,75 ns	141,67 ns	21139,51 ns	
Erro	9	0,23	0,28	21,69	121,67	15449,38	
Média		1,777	7,70	45,48	219,93	1592,45	
CV (%)		24,71	6,94	10,21	5,01	7,80	

ns Não significativo. * Significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

Hawerth et al., (2011) confirmam esse resultado, concluindo que o PMG tem uma correlação menor com a produtividade que outras variáveis, como o número de grãos por área, ainda, em um experimento que avaliou o desenvolvimento da cultivar de feijão IPR Tiziu sob diferentes densidades de semeadura, Silva et al., (2012) encontraram PMG entre 213 e 236 g, porém, não diferindo estatisticamente. Ramalho e Abreu (2006), estudando diferente cultivares de feijoeiro concluíram que os efeitos encontrados na literatura para massa de cem grãos são muito variáveis e bastante influenciados pela cultivar.

A produtividade de grãos foi afetada significativamente pelas simulações de coeficiente de variação na linha de semeadura (Figura 6), sendo a produtividade mínima e máxima de 1348 kg ha⁻¹ e 1837 kg ha⁻¹, respectivamente, o que representa uma redução de 26,6% na produtividade de grãos quando houve uma variação de 60% de CV para 0% de erro de distribuição das plantas. De maneira geral, as produtividades não foram muito elevadas devido às condições climáticas no decorrer da condução do campo experimental, uma vez que houve déficit hídrico no período de março a abril (florescimento da cultura) e depois um período com excesso de chuvas durante a colheita.

Figura 6 – Produtividade de grãos (PROD) em função do CV na distribuição espacial de plantas de feijão na linha de semeadura. Jaboticaba – RS, 2017



Conforme demonstrado na Figura 6, houve um decréscimo de aproximadamente 163 kg ha⁻¹ para cada 20% no aumento do coeficiente de variação na linha de semeadura, essa resposta encontrada na Figura 6 pode ser explicada pelo fato de que quando existe uma mesma população de plantas em um mesmo ambiente, se elas estiverem melhores distribuídas na linha de semeadura, as mesmas terão um melhor aproveitamento por água, luz e nutrientes, evitando o aparecimento de plantas dominantes e dominadas, podendo assim expressar melhor o seu potencial produtivo (MADDONNI; OTEGUI 2006).

Mesmo com as adversidades climáticas percebe-se na reta ajustada dos dados que a produtividade com CV 0% foi de 1837 kg ha⁻¹, 33,5% superior à média de produtividade para feijão segunda safra do Estado do Rio Grande do Sul no ano de 2017 e 21,7% superior à média nacional de feijão segunda safra (CONAB, 2017), isso possivelmente ocorreu devido a

manejos inapropriados que atualmente são utilizados pelos produtores. Quando se simulou um erro de distribuição com CV de 20%, distribuição considerada de boa qualidade segundo Nummer (2011), percebe-se que a produtividade foi de 1673 kg ha⁻¹. Analisando a distribuição com CV de 40%, percebe-se que a produtividade diminuiu ainda mais, produzindo 1511 kg ha⁻¹, só não sendo inferior a produtividade encontrada com a simulação de CV de 60% que produziu 1348 kg ha⁻¹.

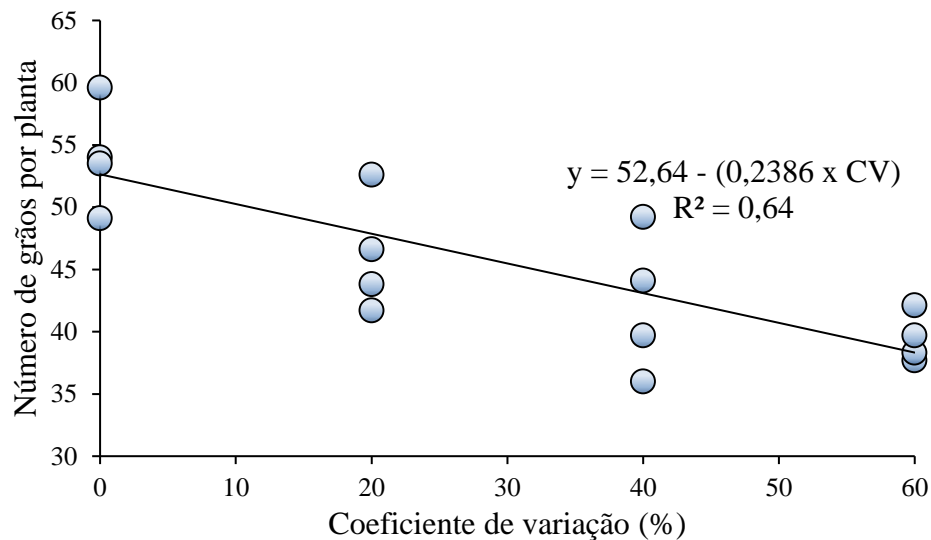
Schmitt (2014), em experimento testando cinco níveis de desuniformidade espacial na cultura do milho, equivalentes a 0, 25, 50, 75 e 100%, concluiu que o rendimento de grãos reduziu com o aumento do CV na distribuição espacial de plantas, apresentando uma amplitude de 2.900 kg ha⁻¹ entre a menor e maior produtividade média observada, corroborando com o presente trabalho. O autor ainda concluiu que a distribuição espacial irregular das sementes na linha pode comprometer a produtividade do milho, mesmo que a cultura não demonstre sintomas morfológicos e fenológicos que evidenciem claramente a presença de plantas dominadas.

Hörbe (2015), em um estudo de caso, utilizou na forma de transectos, 5 plantas onde investigou-se o efeito do erro de espaçamento entre plantas na fileira na produtividade do milho, encontrou redução de 1356 kg ha⁻¹ no ano agrícola 2012/13 e 815 kg ha⁻¹ no ano agrícola 2013/14 para cada 10% do aumento no CV.

Contudo, esse decréscimo na produtividade devido ao aumento do CV, principalmente acima de 20% pode ser facilmente encontrado, uma vez que é uma característica que ocorre nas lavouras e está relacionada com a qualidade da prática de semeadura, as condições do solo e do equipamento utilizado. Horn (2011) contempla a informação e comenta que tanto em estudos de algumas instituições de ensino e pesquisa brasileiros mostram que em média, o percentual de CV das lavouras de milho está acima dos 30% e podendo, em alguns casos, ser maior que 60%.

Um dos fatores que mais influenciam a produtividade é o número de grãos por planta (NGPlanta) (Figura 7). Para esse componente de rendimento, observou-se diferença significativa para as diferentes simulações de erros de distribuição de sementes (CV), sendo que o CV 0% o que apresentou o melhor comportamento com 53 grãos/planta. O menor NGPlanta foi obtido com o CV 60%, totalizando 38 grãos por planta. A redução na produção de grãos por planta é um comportamento esperado, devido ao nível de competição intraespecífica que se estabelece quando as plantas ficam mal distribuídas, afetando diretamente a capacidade produtiva das plantas, ou seja, diminuído o número de legumes por planta (BEZERRA et al., 2008).

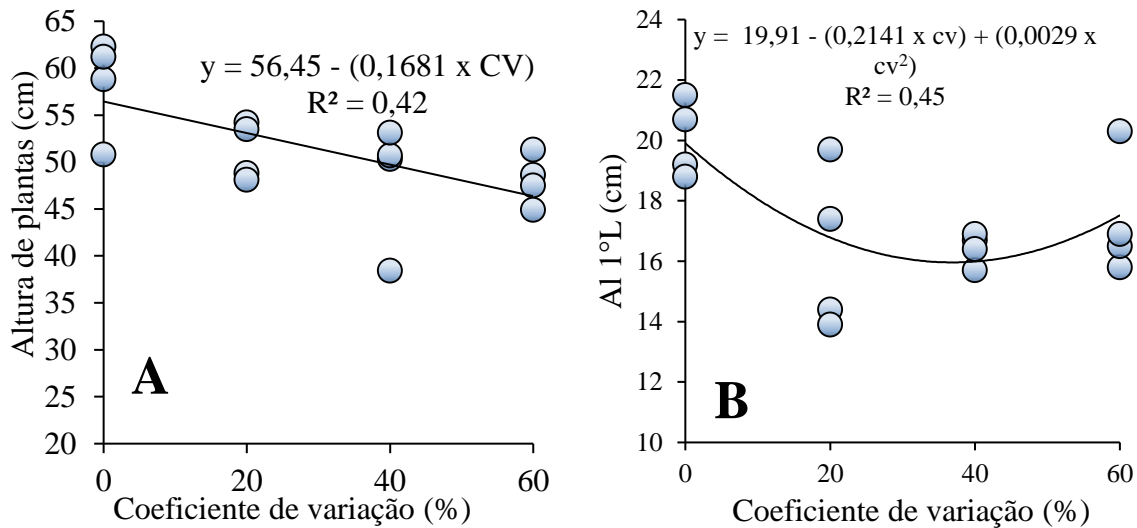
Figura 7 – Número de grãos por planta (NGPlanta) em função do CV na distribuição espacial de plantas de feijão na linha de semeadura. Jaboticaba – RS, 2017



Analisando a altura de planta (Figura 8a), pode-se analisar que na medida em que aumentou o CV, houve uma diminuição média da altura das plantas, obtendo-se alturas de 56, 53, 49 e 46 cm para os CVs de 0%, 20%, 40% e 60%, respectivamente. Simone et al. (1992) consideram que uma planta de feijão precisa de altura superior a 50 cm para colheita mecanizada. Um ponto importante a destacar da altura de planta é que normalmente plantas altas tendem a apresentar maior índice de acamamento, porém, mesmo onde o CV foi 0% (maior altura) ficou evidenciado que o resultado deste estudo se mostrou satisfatório para essa característica e ainda contribuiu para que pudesse haver uma altura de inserção do primeiro legume (AI1°L) mais adequada (Figura 8b).

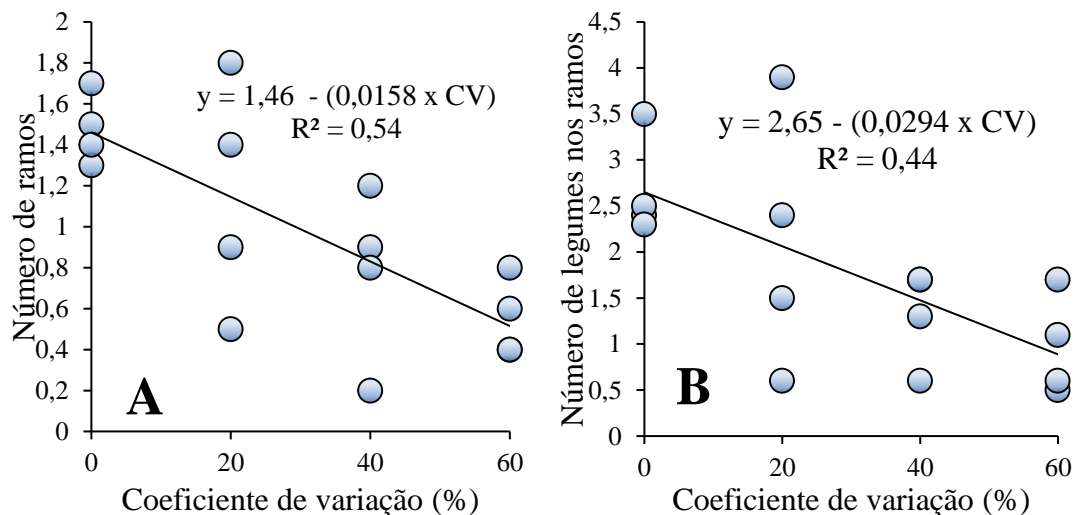
Observa-se que a AI1°L também é de grande relevância para a cultura do feijoeiro comum, tendo em vista, que quanto maior for, facilita os tratos culturais, além de ser um dos principais requisitos para minimizar perdas na colheita mecanizada, pois evita o contato direto dos legumes com o solo, promovendo assim melhor estado fitossanitário das sementes (SALGADO et al., 2012). De maneira geral os melhoristas buscam selecionar genótipos que apresentam essa característica em torno de 15 cm para colheita mecanizada. Carvalho et al. (2010) ainda relatam que a AI1°L não pode ser inferior a 10 cm, para facilitar a colheita e minimizar as perdas de grãos.

Figura 8 – (A) Altura de planta (ALTURA) e (B) Altura de inserção do primeiro legume (AI1°L) em função do CV na distribuição espacial de plantas de feijão na linha de semeadura. Jaboticaba – RS, 2017



Percebe-se na Figura 8b que quando não houve erro de distribuição de semente na linha de semeadura (CV 0%) a AI1°L foi de aproximadamente 20 cm, diminuindo para 16,5 cm e 16 cm com os CVs 20% e 40%, respectivamente. Nota-se também que para o CV 60% a AI1°L voltou a aumentar (17,5 cm) e isso pode ser explicado pela distribuição das plantas nesse manejo, uma vez que existe a tendência que as plantas que ficarem mais adensadas, serem mais altas e apresentarem maior AI1°L, mascarando assim as plantas que ficaram mais distantes umas das outras nesse manejo.

Figura 9 – (A) Número de ramos (NR) e (B) Número de legumes nos ramos (NLR) em função do CV na distribuição espacial de plantas de feijão na linha de semeadura. Jaboticaba – RS, 2017



Nota-se na reta ajustada (Figura 9a e 9b) que o número de ramos (NR) e número de legumes nos ramos (NLR) foram influenciados pelas simulações de CV. Houve um maior NR e NLR onde não houve erro de distribuição de sementes (CV 0%), obtendo-se valores aproximados de 1,5 e 2,6 respectivamente. Esses componentes de rendimento influenciam também a produtividade, pois quanto maior for sua quantidade maior será também o número de grãos por planta.

Quando se aumentou em 20% o erro de distribuição (CV 20%) percebe-se que houve um decréscimo de aproximadamente 0,4 ramos por planta e 0,6 legumes por ramos. Quando analisado o CV 40%, considerado médio por Nummer (2011), obteve-se valores de 0,8 legumes por ramo e 1,5 legumes por ramos. Já para uma simulação de CV 60%, caracterizada como alto CV obteve-se os menores resultados de NR e NLR, sendo eles 0,5 e 0,9 respectivamente.

Identificar os caracteres que evidenciem os maiores efeitos diretos sobre o rendimento de grãos é uma das prioridades da pesquisa da cultura do feijão (COIMBRA et al., 1999). Neste sentido a análise de correlação linear de Pearson (Tabela 3) é expressa por coeficientes que compreendem magnitudes de 0 a 1, e sentidos positivos ou negativos. Estes coeficientes são classificados como nulos ($r= 0,00$), baixos ou fracos ($r= 0,00$ a $r= 0,30$), intermediários ou médios ($r= 0,30$ a $r= 0,60$); altos ou fortes ($r= 0,60$ a $r= 1,00$) segundo classificação de Carvalho et al. (2004).

A altura de inserção do primeiro legume apresentou correlação intermediária e positiva com a ALT ($r=0,57$) e AB1°L ($r=0,52$), desta forma, plantas mais altas e com maior altura basal do legume tendem a apresentar maior altura de inserção do primeiro legume. Esta tendência é muito importante, pois um dos entraves para expansão da área de plantio e também da produtividade é a dificuldade de colheita da cultura devido ao seu hábito de crescimento. Isso acontece porque a maioria das cultivares de feijão existente possui baixa altura de inserção de legumes, concentradas nos 2/3 inferiores da planta, e também altos índices de acamamento (SILVA; BEVITORI, 1994). Entende-se também que o ambiente normalmente tem expressiva influência sobre a arquitetura das plantas, uma vez que quando a planta recebe boas condições de temperatura e umidade, tende a crescer mais do que em condições adversas (MORETO et al., 2007).

Tabela 3 – Correlação Linear de Pearson para onze caracteres de interesse agrônomo para a cultura do feijoeiro comum cultivado na segunda safra, Jaboticaba – RS, 2017

	ALT	AB1°L	AI1°L	NR	NNR	NNH	NLR	NLH	NGP	PMG	PROD
ALT	-	-0,16	0,57*	0,63*	0,65*	0,71*	0,49	0,71*	0,78*	-0,49	0,78*
AB1°L		-	0,52*	-0,36	-0,28	-0,08	-0,30	-0,01	-0,01	-0,34	-0,11
AI1°L			-	0,06	0,05	0,27	0,04	0,29	0,33	-0,12	0,50*
NR				-	0,97*	0,35	0,93*	0,54	0,90*	-0,30	0,79*
NNR					-	0,45	0,92*	0,64*	0,90*	-0,30	0,79*
NNH						-	0,20	0,55*	0,43	-0,52*	0,34
NLR							-	0,43	0,81*	-0,02	0,73*
NLH								-	0,74*	-0,37	0,67*
NGP									-	-0,22	0,94*
PMG										-	-0,20
PROD											-

*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste T.

ALT – (altura de planta); AB1°L – (altura da base do primeiro legume em relação ao solo); AI1°L – (altura da inserção do primeiro legume); NR – (número de ramos); NNR - (número de nós nos ramos); NNH – (número de nós na haste principal); NLR – (número de legumes nos ramos); NLH – (número de legumes na haste); NGP – (número de grãos por planta); PMG – (peso de mil grãos) e PROD – (produtividade).

O número de ramificações evidenciou correlação alta e positiva com a altura de planta ($r=0,63$), indicando que plantas mais altas tendem a incrementar o número de ramificações na planta. O número de grãos por planta apresentou alta e positiva correlação com ALT ($r=0,78$), NR ($r=0,90$), NNR ($r=0,90$), NLR ($r=0,81$) e NLH ($r=0,74$), demonstrando que plantas mais altas, com maior ramificação, mais nós e mais legumes tendem a apresentar maior NGP/planta.

O peso de mil (PMG) grãos revelou correlação intermediária e negativa com o NNH ($r=-0,52$), indicando que plantas com maior número de nós na haste tendem a produzir mais ramos aumentando assim seus drenos e fazendo com que a necessidade de fotoassimilados para o enchimento de todos os grãos, seja muitas vezes, insuficiente, desta forma, a planta tende a diminuir a massa dos grãos, o que confere menor peso de mil grãos (MUNDSTOCK; THOMAS, 2005).

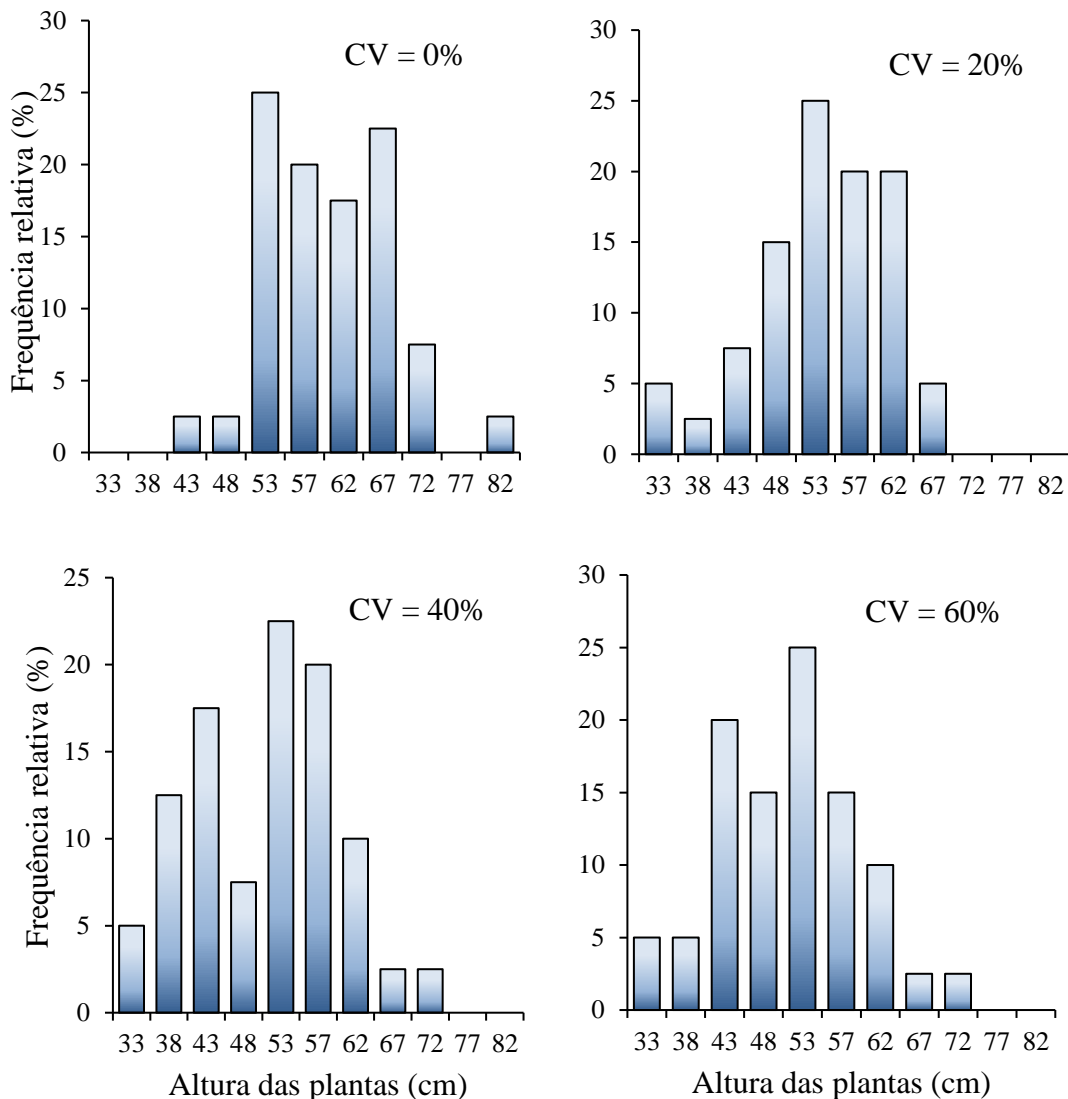
A produção de grãos (PROD) apresentou correlação forte e positiva com a ALT ($r=0,78$), NR ($r=0,79$), NNR ($r=0,79$), NLR ($r=0,73$), NLH ($r=0,67$) e NGP ($r=0,94$). Desta forma, pode-se inferir que plantas mais altas, com mais ramos, mais legumes e mais número de grãos tendem a incrementar a produção de grãos no feijão. Sousa et al. (2016) também encontraram correlação positiva entre os caracteres altura e produtividade.

Para o presente trabalho o NGPlanta foi o caractere que obteve a maior correlação com a produtividade. Teixeira et al. (2000) corroboram dizendo que o número de grãos por planta (NGPlanta) é um fator diretamente relacionado com a produtividade, assim como Hawerth et al. (2011) que observaram alta relação do NGPlanta com a produtividade de feijão.

De acordo com Kurek et al. (2001) e Coimbra et al. (1999) o número de legumes por planta está entre os maiores componentes do rendimento de grãos da cultura do feijão. Estes resultados também concordam com os obtidos por Zilio et al. (2011), porém, os mesmos alertam sobre a complexidade do caractere produtividade, dizendo que a mesma é fruto da ação conjunta de todos os componentes de produção e não somente da ação individual de cada um.

Analisando a distribuição de frequência em relação a cada planta avaliada, percebe-se que o componente de rendimento Altura de plantas (Figura 10) para o CV 0%, possui uma frequência maior de plantas com altura desejável (maior que 50 cm), conforme Simone et al. (1992). Nota-se também que existe uma maior uniformidade das plantas, com aproximadamente 85% das plantas com altura variando entre 50 e 70 cm, o que é importante para o processo de colheita mecanizada e para a diminuição da competição por sombreamento, tanto por luz como também quando se pensa em condições de aplicação de agroquímicos (SILVA et al., 2008). Alturas superiores a 70 cm não são desejadas, pois as plantas tendem a acamarem, dificultando colheita e diminuindo produtividade.

Figura 10 – Distribuição de frequência da altura de planta para diferentes níveis de CV entre plantas de feijoeiro comum cultivado na segunda safra. Jaboticaba – RS, 2017

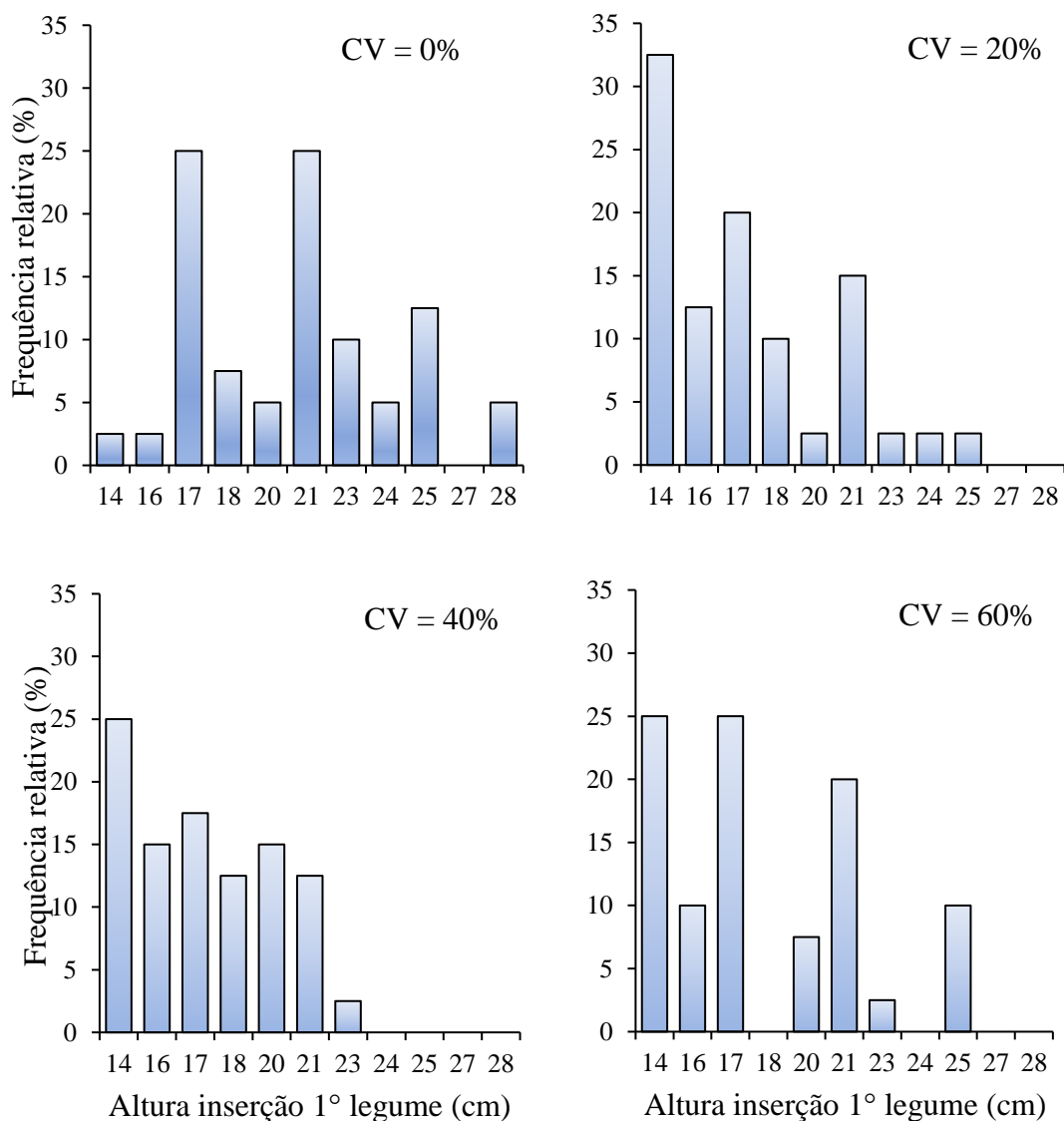


Já para os outros CVs, percebe-se uma maior discrepância entre as plantas estudadas. Para o CV 20%, a altura variou de 33 cm até 67 cm, porém, o percentual de plantas na altura ideal baixou para 70%. Para o CV 40 e 60%, esses percentuais foram de aproximadamente 55 e 52%, consecutivamente.

De acordo com Silva e Fonseca (1996) e Silva e Silveira (2004), em geral, o feijoeiro possui muitos legumes próximos do solo, fora do alcance das lâminas de corte das colhedoras, o que dificulta sobremaneira o uso de colhedoras. Para o componente de rendimento altura de inserção do 1º legume (AI1^oL), outro fator que é de fundamental importância para o processo de colheita mecanizada e diminuição das perdas decorrentes da plataforma da máquina na hora da colheita, que podem chegar a 60% das perdas totais (SILVA; BEVITORI, 1994),

percebe-se que para o CV 0%, 94% dos legumes tiveram inserção superior a 17 cm (Figura 11). Simone et al. (1992), comentam que feijão de porte ereto do tipo I ou II devem ter legumes concentrados sobre o ramo principal e sobre os 2/3 superiores da planta. Os CVs 20, 40 e 60% obtiveram percentual de AI¹L de 56, 60 e 65%, consecutivamente, para plantas com inserção superior a 17 cm.

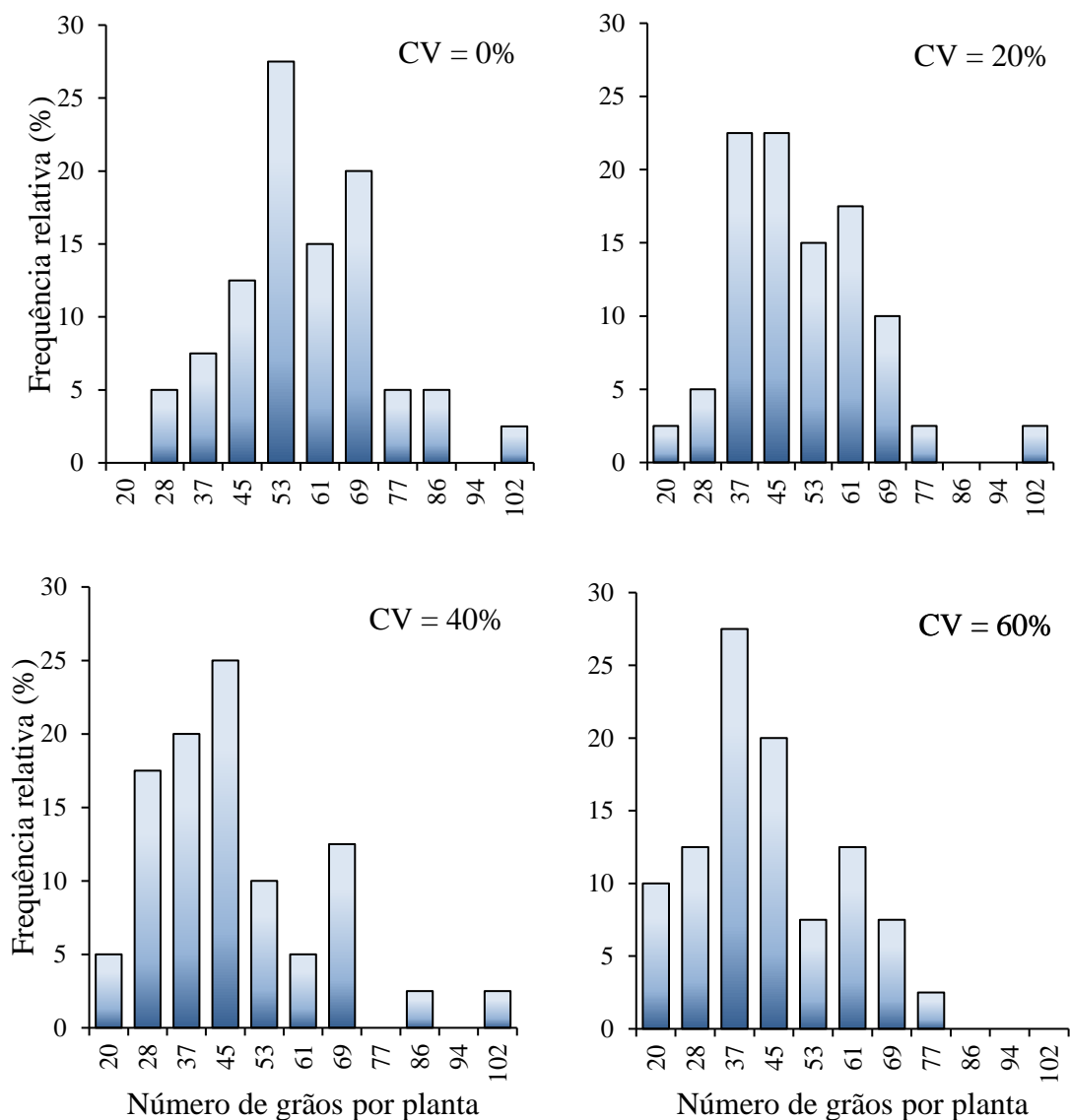
Figura 11 – Distribuição de frequência da altura de inserção do primeiro legume para diferentes níveis de CV entre plantas de feijão segunda safra. Jaboticaba – RS, 2017



Analisando o número de grãos por planta (NGPlanta), fator diretamente relacionado com a produtividade (TEIXEIRA et al., 2000), percebe-se que a frequência relativa de plantas com mais de 50 grãos por planta é muito maior onde o erro de distribuição foi de 0% em

relação aos demais erros (Figura 12). Para o CV 0% aproximadamente 76% das plantas individuais estudadas apresentaram mais que 50 grãos, justificando, conseqüentemente, a maior produtividade para esse CV no atual estudo. Para o CV 20%, 48% das plantas apresentaram mais que 50 grãos, diminuindo para 33% e 30% para os CVs 40% e 60%, consecutivamente.

Figura 12 – Distribuição de frequência do Número de grãos por planta para diferentes níveis de CV entre plantas de feijoeiro comum cultivado na segunda safra. Jaboticaba – RS, 2017



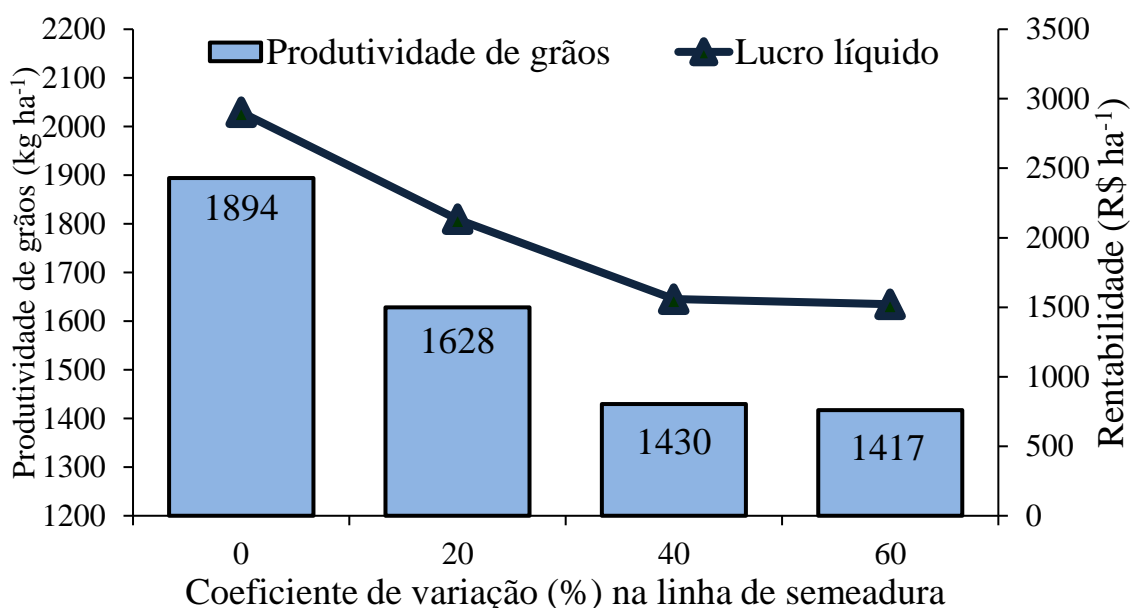
Mais importante que a produtividade por área, é a rentabilidade da mesma, pois, de nada adianta produzir muito se o custo de produção for muito elevado. Neste contexto, é importante a elaboração de estudos de viabilidade que disponibilizem informações relevantes

para a correta tomada de decisão dos produtores, diminuindo as condições de incertezas em relação ao retorno esperado de seu investimento. Informações sobre os custos de uma cultura são de fundamental importância para o agricultor, pois auxiliam na combinação dos recursos utilizados em sua produção, visando à obtenção de melhores resultados (CREPALDI, 1998), pois no momento da semeadura já pode haver o comprometimento da rentabilidade esperada (ROS et al., 2011).

Percebe-se na Figura 13 que existe uma grande discrepância na produtividade e consequentemente na rentabilidade quando se tem diferentes coeficientes de variação na linha de semeadura. Como o objetivo do estudo não era avaliar diferentes manejos com diferentes custos, fica claro que o lucro líquido obtido no presente trabalho foi apenas influenciado pelos diferentes CVs. A partir disso, podemos tirar diversas conclusões, uma vez que esses CVs podem ser controlados quando se realiza uma semeadura com qualidade, evitando assim futuros viés na lavoura.

Dentre as diversas técnicas que podem influenciar a qualidade da semeadura e consequentemente a diminuição do CV estão o controle de velocidade, a correta regulagem das semeadoras, condições de solo para a semeadura e diversas técnicas da agricultura de precisão, como o uso de piloto automático, uso de monitores de sementes, desligamento de seção para evitar transpasse e demais ferramentas que nos tragam informações antes, durante e depois da semeadura.

Figura 13 – Produtividade e rentabilidade do feijoeiro comum cultivado na segunda safra em função de diferentes níveis de CV entre plantas. Jaboticaba – RS, 2017



A figura demonstra que onde ocorreu uma semeadura sem variação na distribuição de plantas, a produtividade e rentabilidade tenderam a aumentar. A rentabilidade onde não houve erro de distribuição de sementes (CV 0%) que foi de aproximadamente 2.900,00 reais (conforme metodologia citada), valor elevado, levando em consideração que o cultivo foi na segunda safra (depois da cultura da soja). Quando a simulação de CV foi elevada para 20% a rentabilidade foi um pouco superior a 2.100,00 reais. Para os CVs 40 e 60% a rentabilidade foi de aproximadamente 1.500,00 reais, valor que corresponde a aproximadamente 50% da rentabilidade sem erro de distribuição de semente na linha de semeadura.

Essa tendência de aumento de rentabilidade torna-se muito importante para os produtores rurais, uma vez que as margens de lucro estão cada vez menores devido ao aumento dos custos dos insumos e o não acompanhamento dos preços. Então os produtores devem sempre objetivar o equilíbrio econômico e uma das alternativas é a oportunidade de realizar a semeadura com o menor grau de CV possível, já que essa prática não agrega em maiores custos do momento do plantio.

5 CONCLUSÕES

A produtividade de grãos reduz linearmente com o aumento dos CV na distribuição de sementes de feijoeiro, representando um decréscimo de aproximadamente 163 kg ha^{-1} para cada 20% no aumento do coeficiente de variação.

O componente que melhor explicou esse resultado foi o número de grãos por planta ($r = 0,94$).

Semeaduras de feijoeiro comum de segunda safra, que apresentam CV superior a 40% apresentaram rentabilidade que corresponde a 50% da rentabilidade comparado a distribuição sem erro na linha de semeadura.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, L. D.; LEITÃO FILHO, H. F.; MIYASAKA, S. Característica do feijão carioca no cultivar: um novo cultivar. **Bragantia**, v. 30, p. 33-38, 1971.
- AMADO, T. J. C.; SANTI, A. L. Using Precision Farming to Overcome Yield-Limiting Factors in Southern Brazil Oxisols: A Case Study. In: CLAY, D. E.; SHANAHAN, J. F. **GIS Applications in Agriculture** – v. 2 – Nutrients Management for Energy Efficiency, EUA: CRC Press, p. 31-60, 2011.
- ARAÚJO, A. P. et al. Produção de cultivares de feijoeiro sob sistema orgânico de produção. **XXXIV congresso brasileiro de ciência do solo**, Florianópolis – SC, 2013.
- ARF, O. et al. Efeito de diferentes espaçamentos e densidades de semeadura sobre o desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 31, n. 9, p. 629-634, 1996.
- BARBOSA FILHO, M. P.; FAGERIA, N. K.; ZIMMERMANN, F. J. P. Atributos de fertilidade do solo e produtividade do feijoeiro e da soja influenciados pela calagem em superfície e incorporada. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, p. 507-514, 2005.
- BARILI, L. D. et al. Adaptabilidade e estabilidade e a produtividade de grãos em cultivares de feijão preto recomendadas no Brasil nas últimas cinco décadas. **Ciência Rural**, v. 45, p. 1980-1986, 2015.
- BERTELLI et al. Desempenho da plantabilidade de semeadoras pneumática na implantação da cultura da soja no cerrado piauiense – Brasil. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, v. 9, n. 1, p. 91-103, 2016.
- BEZERRA, A. A. C.; TÁVORA, F. J. A.F.; FREIRE FILHO, F. R. Morfologia e produção de grãos em linhagens modernas de feijão-caupi submetidas a diferentes densidades populacionais. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 8, n. 1, p. 1-9, 2008.
- BURATTO, J. S. **Teores de Minerais e proteínas em grãos de feijão e estimativas de parâmetros genéticos**. 2012. 147p. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras-UFLA, Lavras, MG, 2012.
- CARVALHO, F. I. F.; LORENCETTI, C.; BENIN, G. **Estimativas e implicações da correlação no melhoramento vegetal**. Pelotas: UFPel, v. 142, 2004.
- CARVALHO, E. R. et al. Desempenho de cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] em cultivo de verão no sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, p. 892-899, 2010.
- COIMBRA, J. L. M. et al. Análise de trilha I: análise do rendimento de grãos e seus componentes. **Ciência Rural**, v. 29, n. 2, p. 213-218, 1999.
- COLLICCHIO, E., RAMALHO, M. A. P.; ABREU A. F. B. Associação entre o porte da planta do feijoeiro comum e o tamanho dos grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 3, p. 297-304, 1997.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO RS/SC. **Manual de calagem e adubação para estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 11. ed. Porto Alegre: SBCS/NRS, 2016. 376p.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Custos de produção agrícola: a metodologia da Conab**, 2010. 60 p. Acesso: outubro 2017.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Indicadores da Agropecuária 2017**. Observatório Agrícola, Ano XXVI, n. 11, p. 01-110, janeiro 2018.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Indicadores da Agropecuária 2017**. Observatório Agrícola, Safra 2016/17, n. 10, p. 01-171, abril 2018.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Planilhas de custo de produção – culturas de 1º safra**, 2017.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Preços Agropecuários**, 2017.

COPETTI, E. Os desafios da semeadura. **Revista SEEDnews**. 2016. Disponível em: <<https://pt.linkedin.com/pulse/os-desafios-da-semeadura-revista-seednews>>. Acesso em: 21 jan. 2018.

COPETTI, E. Qualidade na semeadura das culturas de inverno. **Revista Plantio Direto**, Passo Fundo, 2012.

CREPALDI S. A. **Contabilidade rural: uma abordagem decisorial**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1998.

FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Produção de feijão**. Piracicaba: Livroceres, 2007. 386p.

GRAHAM, P. H.; RANALLI, P. Common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Field Crops Research**, v. 53, p. 131-146, 1997.

HAWERROTH, F. J.; CRESTANI, M.; SANTOS, J. C. P. Desempenho de cultivares de feijoeiro sob inoculação com *Rhizobium* e relação entre os caracteres componentes do rendimento de grãos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 3, p. 897-908, 2011.

HEIFFIG, L. S. et al. Fechamento e índice de área foliar da cultura da soja em diferentes arranjos espaciais. **Bragantia**, v. 65, n. 2, p. 285-295, 2006.

HORBE, T. A. N. **Distribuição espacial de plantas na fileira e sua relação com a produtividade da cultura do milho**. 2015. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de pós-graduação em Ciência do Solo, 2015.

HORN, D. Qualidade de plantio: uma nova abordagem. **Boletim Informativo Pioneer**, v. 3, p. 17-19, 2011.

IAPAR. **Principais características das cultivares de feijão com sementes**. 2010. Disponível em: <<http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1363>>. Acesso em: 28 fev. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2002-2003 e 2008-2009**. Disponível em <<https://ww2.ibge.gov.br/home/>>. Acesso em: 19 mai. 2017.

KRANZ, W. M. População de plantas. In: FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **O feijão no Paraná**. Londrina. p. 115-125, Circular 63, 1989.

KUREK, A. J. et al. Análise de trilha como critério de seleção indireta para rendimento de grãos em feijão. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 7, n. 1, p. 29-32, 2001.

LAUER, J.; RANKIN, M. Corn response to within row plant spacing. **Agronomy Journal**, Madison, v. 96, n. 6, p. 1464-1468, 2004.

LOLLATO, M. A. Efeito de população de plantas e a colheita mecânica na cultura do feijão. In: FANCELLI, A. L.; DOURADO NETO, D. **Tecnologia da produção do feijão irrigado**. 2. ed. rev./aum. Piracicaba: ESALQ, 1997. p. 166-174.

MADDONNI, G. A.; OTEGUI, M. E. Intra-specific competition in maize: contribution of extreme plant hierarchies to grain yield, grain yield components and kernel composition. **Field Crops Research**, n. 97 p. 155-166, 2006. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.fcr.2005.09.013>>. Acesso em 12 jun. 2018.

MALUF, J. R. T. Nova classificação climática do Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 8, n. 1, p. 141-150, 2000.

MAPA - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Informe econômico da política agrícola**. Conjuntura, ano 3, n. 7, 2016.

MARTIN, K. L. et al. Plant to Plant variability in corn production. **Agronomy J.**, v. 97, 1603-1611, 2005. Disponível em: <http://digitalcommons.unl.edu/usdaarsfacpub/1344>.

MELO, R. F. et al. Qualidade da distribuição de milho em semeadoras em um solo Cearense. **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 1, p. 94-101, 2013.

MUNDSTOCK, C. M.; THOMAS, A. L. **Soja: fatores que afetam o crescimento e o rendimento de grãos**. Porto Alegre: Departamento de Plantas de Lavoura da Universidade Federal do Rio Grande do Sul: EVANGRAF, 2005. 30p.

MORETO, A. L. et al. Estimção dos componentes da variância fenotípica em feijoeiro utilizando o método genealógico. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, p. 1035-1042, 2007. DOI: 10.1590/S1413-70542007000400014.

NUMMER FILHO, I. **Precisão no plantio: sugestão de uma nova abordagem**. 2011. 64 slides. Disponível em: <<http://www.pioneersementes.com.br/palestrasonline>>. Acesso em: 15 jan. 2018.

OCDE / FAO (2015), **Perspectivas Agrícolas da OCDE-FAO 2015, Publicação da OCDE, Paris, 2015**. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1787/agroulook-2015-en>>. Acesso em: 25 nov. 2017.

PEDROSA, M. M. et al. Effects of industrial canning on the proximate composition, bioactive compounds contents and nutritional profile of two Spanish common dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Food Chemistry**, Reading, v. 166, n. 1, p. 68-75, 2015.

PEREIRA, H.S. et al. Comparação de métodos de análise de adaptabilidade e estabilidade fenotípica em feijoeiro comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 374-383, 2009. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v44n4/a07v44n4>>. Acesso em: 11 mar. 2018.

PICHINIM, N. R. M. A. **Qualidade de distribuição longitudinal de plantas de milho e sua produtividade: um estudo de caso**. 33p, 2012.

PIONEER. **Qualidade de plantio: uma nova abordagem**. Artigos. 2010.

PIRES, J. L. F. et al. **Discutindo agricultura de precisão: aspectos gerais**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2004. 18p. (Documentos Online; 42). Disponível em: <http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do42.htm>. Acesso em 17 mai. 2018.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Cultivares. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Ed.). **Feijão**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. p. 415-436.

RIBEIRO N. D. et al. Alterações em caracteres agromorfológicos em função da densidade de plantas em cultivares de feijão. **Revista brasileira Agrocência**, v. 10, n. 2, p. 167-173, 2004.

RIZZARDI, M.; BOLLER, W.; DALLOGLIO, R. Distribuição de plantas de milho na linha de semeadura e seus efeitos nos componentes de produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 29, n. 8, p. 1231-1236, 1994.

ROSOLEM, C.A.; MARUBAYASHI, O.M. Seja o doutor do seu feijoeiro. **Informações agronômicas**, Piracicaba, n. 68, p. 1-4, dez.1994.

ROS, V. V. et al. Oxisol resistense to penetration in no-till system after sowing. **Engenharia Agrícola**, v. 31, n. 6, p. 1104-1114, 2011.

SALGADO, F. H. M. et al. Efeito do nitrogênio em feijão cultivado em terras altas no sul do estado do Tocantins. **Ambiência**, v. 8, n. 1, p. 125- 136, 2012.

SANGOI, L. Efeitos do arranjo de plantas sobre características agronômicas de genótipos de milho em dois níveis de fertilidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 25, n. 7, p. 945-953, 1990.

SANGOI, L. et al. Variabilidade na distribuição espacial de plantas na linha e rendimento de grãos de milho. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 11, p. 268-277, 2012.

SANTOS, M. L.; BRAGA, M. J. Aspectos econômicos. In: VIEIRA, C. et al. **Feijão: aspectos gerais e cultura no estado de Minas Gerais**. Viçosa: UFV, 1998. p. 19-53.

SCHMITT, A. **Arranjo de plantas para maximizar o desempenho agrônômico do milho em ambientes de alto manejo**. Tese (Doutorado) – Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, Lages, SC, 2014.

SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Falhas e duplos na produtividade. **Revista SEED News**, n. 6, nov./dez. 2012.

SILVA, C. B.; MORAES, M. A. F. D.; MOLIN, J. P. Adoption and use of precision agriculture technologies in the sugarcane industry of São Paulo state, Brazil. **Prec. Agriculture**, p. 1-15, 2010.

SILVA, C. C.; BEVITORI, R. Colheita e beneficiamento de feijão. **Informe Agropecuário**, v. 17, n. 178, p. 63-65, 1994.

SILVA, J. G.; FONSECA, J. R. Colheita. In: ZIMMERMANN, M. J. O. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p. 523-541.

SILVA, J. G.; SILVEIRA, P. M. Colheita mecanizada do feijoeiro. **Informe Agropecuário**, v. 25, n. 223, p. 138-144, 2004.

SILVA, R. P. et al. Desempenho operacional do conjunto trator e colhedora de feijão. **Ciência Rural**, v. 38, n. 5, p. 1286-1291, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S010384782008000500013&script=sci_abstract&tlng=pt>. Acesso em: 16 fev. 2018.

SILVA, R. R. et al. Análise de crescimento em feijoeiro cultivado sob diferentes densidades de semeadura. **Scientia Agraria**, v. 13, p. 41-51, 2012.

SIMONE, M. et al. **Adaptación de variedades y líneas de judías secas (*Phaseolus vulgaris* L.) a La recolección mecánica directa**. Salta: INTA, 1992. 5p.

_____. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa Solos; 2013.

SOUSA, S. A. de et al. Comportamento de genótipos de feijão comum sob estresse de nitrogênio no cerrado. **Brazilian Journal of Applied Technology for Agricultural Science**, Guarapuava-PR, v. 9, n. 2, p. 53-62, 2016.

TEIXEIRA, I. R., M. S. B. et al. Resposta do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.cv. Pérola) a diferentes densidades de semeadura e doses de nitrogênio. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 24, n. 2, p. 399-408, 2000.

TEIXEIRA, F. F.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Genetic control of plant architecture in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Genetics and Molecular Biology**, v. 22, n. 4, p. 577-582, 1999.

VIEIRA JUNIOR, P. A. et al. População de plantas e alguns atributos do solo relacionados ao rendimento de grãos de milho. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, p. 483-492, 2006.

YOKOYAMA, P. L., STONE, F. L., **Cultura do Feijoeiro no Brasil: Características de Produção**. 1. ed. vol. Único pag. 08. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA, 2000.

ZILIO, M. et al. Contribuição dos componentes de rendimento na produtividade de genótipos crioulos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 429-438, 2011.