

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

JOSÉ DOMINGOS PEREIRA JÚNIOR

**EFEITOS DE DENSIDADES DE PLANTAS E CONTROLE DE DOENÇAS NA
PRODUTIVIDADE DE FEIJÕES DOS TIPOS II E III**

**VIÇOSA – MINAS GERAIS
2020**

JOSÉ DOMINGOS PEREIRA JÚNIOR

**EFEITOS DE DENSIDADES DE PLANTAS E CONTROLE DE DOENÇAS NA
PRODUTIVIDADE DE FEIJÕES DOS TIPOS II E III**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientador: José Eustáquio de Souza Carneiro

**VIÇOSA – MINAS GERAIS
2020**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

P436e
2020
Pereira Júnior, José Domingos, 1986-
Efeitos de densidades de plantas e controle de doenças na
produtividade de feijões dos tipos II e III / José Domingos
Pereira Júnior. – Viçosa, MG, 2020.
47 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: José Eustáquio de Souza Carneiro.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Referências bibliográficas: f. 42-47.

1. Feijão - Melhoramento genético. 2. Mancha-angular.
3. Feijão - Cultivo. 4. Produtividade agrícola. I. Universidade
Federal de Viçosa. Departamento de Agronomia. Programa de
Pós-Graduação em Fitotecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 635.652

JOSÉ DOMINGOS PEREIRA JÚNIOR

**EFEITOS DE DENSIDADES DE PLANTAS E CONTROLE DE DOENÇAS NA
PRODUTIVIDADE DE FEIJÕES DOS TIPOS II E III**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 29 de outubro de 2020

Assentimento:


José Domingos Pereira Júnior
Autor


José Eustáquio de Souza Carneiro
Orientador

*A meus Pais Sebastião e Ivone
pelas constantes lutas durante a vida
em prol de minha formação...*

Dedico!

AGRADECIMENTOS

A Deus por sempre conceder da forma mais adequada aquilo que lhe é suplicado.

A meus Pais exemplos de trabalho, fé e perseverança que me incentivaram a concluir esta etapa.

As minhas irmãs, sobrinhos e demais familiares que apoiaram e torceram por mim.

A Universidade Federal de Viçosa que por meio do Departamento de Agronomia e o Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia possibilitaram a realização deste curso.

A Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais - FAPEMIG - pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Professor José Eustáquio pela disponibilidade em me orientar, pelo compartilhamento de conhecimentos sobre a cultura do feijoeiro e melhoramento de plantas, e pelos exemplos de humanismo e humildade.

Ao Tiago Marçal pelo apoio fundamental na análise de dados.

Aos membros da banca pela disponibilidade em participar.

Aos amigos, colegas e funcionários do Programa Feijão e da Estação Experimental de Coimbra por toda a ajuda na condução e avaliação dos experimentos e pelos momentos de descontração.

Agradecimento especial a: José Maria; Fabiola Santos; Tiago Marçal; João Victor; Skarlet Stekling; Vinicius Lopes; Felipe Salvador e Gilberto, pelas palavras certas nos momentos incertos que fizeram a diferença.

A CAPES: O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.

Muito Obrigado!!!

*“Tudo tem seu tempo determinado,
e há tempo para todo propósito debaixo do céu.
Há tempo de nascer, e tempo de morrer;
tempo de plantar, e tempo de arrancar o que se plantou.”
(Eclesiastes 3: 1-2)*

RESUMO

PEREIRA JÚNIOR, José Domingos, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2020. **Efeitos de densidades de plantas e controle de doenças na produtividade de feijões dos tipos II e III.** Orientador: José Eustáquio de Souza Carneiro.

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é amplamente cultivado e consumido na maioria das regiões do Brasil. Fruto do trabalho de melhoramento da Universidade Federal de Viçosa (UFV), duas novas linhagens de feijão estão em fase de recomendação. Portanto, estudos sobre o melhor manejo cultural para que essas linhagens expressem ao máximo o seu potencial de produtividade são essenciais. Assim, o objetivo com este trabalho foi avaliar os efeitos de densidades de plantas e controle de doenças na produtividade de grãos de duas linhagens elites de feijão da UFV, uma de porte ereto do tipo II (VR20) e outra de porte prostrado do tipo III (VR22), em três épocas de cultivo (outono, águas e seca). VR20 ou VR22 foram avaliadas nas densidades de 6, 9, 12, 15, 18 ou 21 plantas por metro (esquema fatorial 2x6). O delineamento experimental foi em blocos casualizados completos com quatro repetições e parcelas de quatro linhas de 4,0 m, espaçadas em 0,50 m. Foram conduzidos dois experimentos contíguos em cada época, um com aplicação do fungicida fluazinan e outro sem aplicação do fungicida. Os experimentos foram analisados individualmente e conjuntamente, com o auxílio do software R[®]. No outono e nas águas o aumento da densidade de plantas não incrementou a produtividade. Na seca observou-se que o aumento da densidade resultou em incremento na produtividade. Na seca, sem aplicação de fungicida, apenas na linhagem VR20 o aumento da densidade de plantas elevou linearmente a produtividade. Com aplicação de fungicida, as duas linhagens apresentaram aumento linear da produtividade entre 18 e 21 plantas por metro. Na safra de outono ocorreu mofo-branco e sua severidade se intensificou com o aumento da densidade de plantas. A mancha-angular foi observada nas três safras, com maior severidade nas maiores densidades de plantas e nos experimentos sem aplicação de fungicida. Em conclusão, o feijoeiro responde a variações de densidade de plantas de maneira diversa para as diferentes épocas de cultivo e menores densidades de plantas reduz a severidade de mofo-branco e mancha-angular.

Palavras-chave: População de plantas de feijoeiro. Épocas de cultivo. Mancha-angular.

ABSTRACT

PEREIRA JÚNIOR, José Domingos, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, October, 2020.
Effects of plant densities and disease control on yield of type II and III common bean.
Adviser: José Eustáquio de Souza Carneiro.

The common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) is widely cultivated and consumed in most of the regions of Brazil. As a result of the breeding work in the Federal University of Viçosa (UFV), two new common bean inbred lines are in the recommendation phase. Therefore, studies on the best crop management for the maximum expression of the yield potential of these inbred lines are essential. Thus, the objective of this work was to evaluate the effect of plant densities and disease control in the yield of two UFV common bean elite inbred lines, one with upright plants from type II (VR20) and another with prostrate plants from type III (VR22) in three growing seasons (fall, rainy, dry). VR20 or VR22 were evaluated in the densities of 6, 9, 12, 15, 18 or 21 plants per meter (2x6 factorial scheme). The experimental design was in complete randomized blocks with four replications and plots consisted of four rows with 4.0 m, 0.50 m apart from each other. Two contiguous experiments were established in each growing season, one with application of fungicide fluazinan and another without fungicide application. The experiments were individually and jointly analyzed using the R[®] software. In fall and rainy growing seasons, the increase of plant density did not increase grain yield. In the dry growing season, it was observed that the increase in plant density resulted in increased grain yield. In the dry growing season, without fungicide control only for the VR20 line the increment in plant density linearly elevated the grain yield. With fungicide control, the two lines presented a linear increase in grain yield between 18 and 21 plants per meter. In the fall growing season, white mold occurred, and its severity intensified with the increase of plant density. The angular leaf spot was observed in the three seasons with higher severity in the highest densities of plants and in the experiments without fungicide control. In conclusion, the common bean responds to variations of density of plants in a different way for different growing seasons, and lower plant densities reduces the severity of white mold and angular leaf spot.

Keywords: Common bean population of plants. Growing seasons. Angular leaf spot.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	10
2.1 Contexto do feijão no Brasil	10
2.2 Arquitetura da planta de feijão-comum	11
2.3 Doenças que impactam a cultura do feijoeiro	13
2.3.1 Mofo-branco	13
2.3.2 Mancha-angular	15
2.4 Estudos sobre população de plantas de feijoeiro	17
3 OBJETIVOS	20
3.1 Objetivo Geral	20
3.2 Objetivos Específicos	20
4 MATERIAL E MÉTODOS	20
5 RESULTADOS	22
6 DISCUSSÃO	36
7 CONCLUSÕES	41
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	42

1 INTRODUÇÃO

O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma leguminosa com origem no continente americano, amplamente consumido e cultivado em todo o Brasil. Com ciclo de vida de 75 a 100 dias, a depender da cultivar e da época de plantio, pode ser plantado praticamente durante todo o ano no estado de Minas Gerais e em grande parte do território brasileiro (CARNEIRO, PAULA JÚNIOR, BORÉM, 2015).

Durante um longo período o cultivo do feijão ficou restrito à agricultura familiar, todavia nas últimas décadas tem despertado interesse também de grandes produtores, que viram na cultura uma boa oportunidade de aproveitamento de área em períodos de outono-inverno, sem concorrer com os plantios de primavera como do arroz e da soja (PAULA JÚNIOR *et al.*, 2010). A incorporação do feijão pelo agronegócio altamente tecnificado trouxe consigo a necessidade de cultivares de feijão de arquitetura ereta, as quais permitem a mecanização de todo o processo produtivo, inclusive da colheita, reduzindo perdas e proporcionando melhor qualidade de grãos (ABREU *et al.*, 2018; SILVA, ABREU, RAMALHO, 2009). Todavia a cultura ainda é muito afetada por doenças, em especial as de origem fúngicas, como mofo-branco (*Sclerotinia sclerotiorum*), murcha-de-fusário (*Fusarium oxysporum* f. sp. *phaseoli*), antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) e mancha-angular (*Pseudocercospora griseola*) (PAULA JÚNIOR *et al.*, 2006a; PAULA JÚNIOR *et al.*, 2015).

O mofo-branco é mais comum em épocas de cultivo coincidentes com temperaturas amenas e alta umidade. Portanto, qualquer manejo que propicie estas condições contribuirá para a intensificação da doença. Assim a utilização de cultivares eretas ao invés de prostradas promove maior circulação de ar entre plantas restringindo a formação de microclima favorável ao fungo (PAULA JÚNIOR *et al.*, 2015).

Ainda no caso do mofo-branco, o manejo da população de plantas com maior espaçamento e menor densidade de plantio, além do controle químico, também é uma prática importante no manejo integrado do mofo-branco (PAULA JÚNIOR *et al.*, 2006b). Vieira *et al.* (2010) e Vieira *et al.* (2012), observaram que, em áreas com histórico de ocorrência de mofo-branco e condições favoráveis, menores populações de plantas contribuem para menor severidade da doença. Nestes casos a utilização de menores populações além de reduzir a severidade pode inclusive aumentar o rendimento de grãos (VIEIRA *et al.*, 2010).

Outros patógenos, como os causadores da antracnose e da mancha-angular também são favorecidos por condições climáticas semelhantes às que favorecem o mofo-branco. A forma mais eficiente de controle desses patógenos é a utilização de cultivares resistentes, associado ao controle químico (PAULA JÚNIOR *et al.*, 2006a). Diferentemente do mofo-branco,

estudos relacionando severidade dessas doenças com o porte e população de plantas são escassos na literatura.

Independentemente dos efeitos da população de plantas sobre a severidade de doenças, na maioria dos estudos em que se avaliou densidade de plantas (número de plantas por metro), muitos autores têm reportado que alterações dentro de uma determinada faixa não influenciam significativamente o rendimento de grãos, uma vez que o feijoeiro é uma planta que apresenta alta plasticidade fenotípica, ou seja, tem a capacidade de compensar variações no estande (ARF *et al.*, 1992; GUIMARAES *et al.*, 2019; SANTOS *et al.*, 2014; SOUZA *et al.*, 2014). Todavia, em grande parte destes estudos não foram avaliados estandes acima de 16 plantas por metro (ARF *et al.*, 1992; ARF *et al.*, 1996; GUIMARAES *et al.*, 2019; LIMA, NASCIMENTO, ANDREANI JUNIOR, 2016) e, na maioria das vezes, utilizaram-se cultivares de porte prostrado (ARF *et al.*, 1992; GUIMARÃES *et al.*, 2019; SANTOS *et al.*, 2014). Logo, estudos envolvendo população de plantas e controle de doenças em novas cultivares a serem recomendadas, são importantes a fim de posicionar essas cultivares para os plantios comerciais, visando maximizar o seu potencial.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Contexto do feijão no Brasil

O feijão-comum (*P. vulgaris* L.) é constituinte básico da alimentação do brasileiro e importante fonte de proteína, em especial para parcelas da sociedade de menor poder aquisitivo. Devido ao grande consumo, o feijão é cultivado em praticamente todo o País, em diferentes épocas e níveis tecnológicos (BORÉM, CARNEIRO, 2015).

São realizadas no Brasil até quatro safras por ano de feijão, nomeadas de acordo com a época de cultivo. Assim temos o cultivo de primavera-verão, também denominado plantio das águas, com semeadura em plena primavera, é favorecido por precipitação adequada durante o desenvolvimento da planta, porém sua colheita ocorre em período chuvoso, o que é um risco à qualidade e produção de grãos. O cultivo de verão-outono, ou plantio da seca, pode ser prejudicado por déficit hídrico, no entanto não sofre com risco de chuvas durante a colheita, por isto é feito por muitos agricultores. O cultivo de outono-inverno, ou plantio do outono (terceira época), com semeadura entre abril e junho, por ser realizado em um período de seca requer irrigação, logo é utilizado por agricultores com alto nível tecnológico. E o cultivo de inverno-primavera, ou plantio de inverno, com semeadura em julho e agosto, é um cultivo que necessita de sistema de irrigação e sua colheita pode coincidir com o período chuvoso em novembro (VIEIRA, VIEIRA, 1995).

Devido a diferentes épocas de cultivo (safras) e variados níveis tecnológicos empregados, a produtividade do feijão no Brasil ainda é relativamente baixa (BORÉM, CARNEIRO, 2015). Assim em 2018/19 a média nacional de produtividade de feijão foi de apenas 1033 kg/ha. Número bem contrastante se considerarmos que em cultivos de outono-inverno (terceira safra) a média de produtividade em Goiás e no Distrito Federal supera os 2800 kg/ha. Todavia ao analisarmos a variação da produtividade desde a década de 1970 até o ano de 2019, percebemos que essa saiu de 488 kg/ha em 1976/77 para 1033 kg/ha em 2018/19, resultando em um incremento de aproximadamente 112%. Esse incremento permitiu que a produção de feijão saltasse de 2,2 milhões de toneladas em 1976/77 para 3 milhões de toneladas em 2018/19. Concomitantemente com o aumento da produção foi possível reduzir a área de plantio de 4,5 milhões de hectares em 1976/77 para 2,9 milhões de hectares em 2018/19. Atualmente os estados maiores produtores de feijão do Brasil são: Paraná, com 613,3 mil toneladas anuais; Minas Gerais, com 542,6 mil toneladas; e Mato Grosso, com 344,8 mil toneladas. Contudo, é importante mencionar que estes dados disponibilizados pela CONAB incluem além do feijão-comum também o feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) (CONAB, 2020).

Grande parte da produção de feijão é do grupo carioca, uma vez que esse tipo de grão é o mais consumido pelos brasileiros. Em seguida, a preferência do consumidor é pelos grãos pretos, principalmente no Rio de Janeiro e no sul do País. Além destes, há também os feijões de preferência regional; tal é o caso do feijão vermelho, muito consumido na região da Zona da Mata Mineira. Todavia, independentemente do tipo do grão, o feijão é amplamente cultivado no Brasil (BORÉM, CARNEIRO, 2015).

A partir de 1980, o cultivo deixou de ser majoritariamente praticado pela agricultura familiar para passar a ter cada vez mais participação de agricultores altamente tecnificados (PAULA JÚNIOR *et al.*, 2010). Esta mudança no nível tecnológico empregado na cultura resultou na demanda cada vez maior de cultivares com maior potencial de produção, e com arquitetura de plantas que permitam a mecanização dos processos de produção (SILVA, ABREU, RAMALHO, 2009).

2.2 Arquitetura da planta de feijão-comum

O feijoeiro (*P. vulgaris* L.) é uma planta herbácea que apresenta tanto hábito de crescimento determinado, com o caule e os ramos laterais terminando em uma inflorescência e o florescimento ocorrendo do ápice para a base, quanto indeterminado, no qual o florescimento ocorre da base para o ápice da planta (SANTOS *et al.*, 2015).

Levando-se em consideração o hábito de crescimento e o porte da planta, o feijoeiro pode ser classificado em quatro tipos principais: Tipo I - determinado, arbustivo de porte ereto; Tipo II - indeterminado, arbustivo com porte ereto, pouco ramificado; Tipo III - indeterminado, porte prostrado, bem ramificado; Tipo IV - indeterminado, trepador, forte dominância apical e número reduzido de ramos (SANTOS *et al.*, 2015; SILVA, 2019).

Dentre esses quatro principais tipos de planta os mais cultivados no Estado de Minas Gerais são os de tipo II (ereto) e III (prostrado) (SANTOS *et al.*, 2015).

Durante um longo período, quase a totalidade dos feijões cultivados eram do tipo III. No entanto, dada a necessidade de mecanização da colheita, o melhoramento genético a partir da década de 1970 começou a buscar cultivares de porte ereto do tipo II (RAMALHO, ABREU, CARNEIRO, 2004).

Alonço e Antunes (1997) já mencionavam, no final da década de 1990, a necessidade de mecanizar o processo de colheita de feijão, e o fato de 50% das cultivares utilizadas naquele momento possuir arquitetura prostrada, e baixa altura de inserção de vagem, dificultando a ação das máquinas e aumentando as perdas na colheita. Por isso, os autores enfatizavam a importância de se ter cultivares de arquitetura ereta, com inserção mais alta de vagem e resistência ao acamamento.

Plantas com esse porte facilitam o manejo da cultura, permitem o emprego de máquinas na colheita, contribuem para a redução das perdas nos períodos de chuvas e ajudam a promover o escape às doenças, uma vez que o porte mais ereto minimiza a formação de microclima que favoreça doenças como mofo-branco (RAMALHO, ABREU, CARNEIRO, 2004).

Embora apresentassem grandes vantagens, como permitir a mecanização e facilitar os tratos culturais (SILVA, ABREU, RAMALHO, 2009), a expectativa era que feijoeiros de arquitetura ereta produzissem menos em relação às plantas mais prostradas, uma vez que estas desenvolvem maior número de ramos, gemas e nós, e com isto dispõem de mais locais propícios ao desenvolvimento de vagens (NIENHUIS, SINGH, 1986).

Todavia, autores como Ziviani *et al.* (2009), sugerem que a menor produtividade por parte do feijoeiro mais ereto pode estar relacionada ao arranjo espacial de plantas em campo, pois as cultivares de porte ereto são cultivadas sob o mesmo espaçamento e densidade de plantio do feijão prostrado, o que resulta em uma menor ocupação da área devido a menor ramificação. Neste contexto, o potencial produtivo das cultivares de porte ereto é limitado, já que ocorre a exploração ineficiente de recursos como luz, água e nutrientes o que consequentemente resulta em uma menor produtividade.

Ademais, atualmente têm sido lançadas cultivares eretas com alta capacidade produtiva, tal é o caso da cultivar BRS Sublime, lançada pela Embrapa em 2018, que alia forte potencial produtivo e porte ereto, que permite a colheita mecanizada com redução de perdas, além de apresentar resistência a algumas doenças (WENDLAND *et al.*, 2018).

A severidade de algumas doenças fúngicas como mofo-branco (*S. sclerotiorum*) é mais intensa em plantas do tipo III de porte prostrado, uma vez que o acamamento delas cria um microclima favorável ao desenvolvimento do fungo (PAULA JÚNIOR *et al.*, 2015). Por outro lado, plantas do tipo II de porte ereto permitem maior circulação do ar e insolação entre plantas, o que contribui para a menor incidência de doenças (PAULA JÚNIOR *et al.*, 2006b; RAMALHO, ABREU, 2015).

2.3 Doenças que impactam a cultura do feijoeiro

O feijão comum é acometido por uma série de doenças, que podem ser causadas por vírus, bactérias, nematoides ou fungos. As doenças fúngicas que acometem o feijoeiro podem ser causadas por patógenos de parte aérea, como o fungo *P. griseola*, causador da mancha-angular, e por patógenos de solo, como o fungo *S. sclerotiorum*, causador do mofo-branco (PAULA JÚNIOR *et al.*, 2015).

2.3.1 Mofo-branco

O mofo-branco, causado pelo fungo *S. sclerotiorum* é uma das doenças que mais causam prejuízos à cultura do feijoeiro, além de infectar mais de 400 espécies de plantas, como soja, algodão e diversas plantas daninhas (PAULA JÚNIOR *et al.*, 2006b).

O início da doença ocorre pela disseminação de escleródios de resistência junto às sementes, pelo maquinário ou por meio da água de irrigação. Estes escleródios ao germinarem produzem os micélios ou os apotécios. Os apotécios ao atingirem a maturação sexual liberam no ar os ascósporos, que consistem nos esporos sexuais do fungo, os quais se propagam entre plantas do mesmo local de cultivo ou de áreas próximas. Juntamente com os micélios os ascósporos colonizam a planta (BIANCHINI, MARINGONI, CARNEIRO, 1997; PAULA JÚNIOR *et al.*, 2015).

A infecção ocorre no período de fechamento da cultura, quando as primeiras pétalas das flores do feijoeiro caem e são colonizadas pelos ascósporos. Em seguida, o fungo infecta outros órgãos da planta, desenvolvendo-se inter e intracelularmente, causando podridão dos tecidos vegetais e gerando novos escleródios de resistência, dando prosseguimento ao ciclo (BIANCHINI, MARINGONI, CARNEIRO, 1997).

As condições propícias para o desenvolvimento da doença são alta umidade e temperaturas amenas variando de 15 a 25°C. O surgimento da infecção ocorre em reboleiras nas lavouras, sendo os primeiros sintomas plantas com folhas ponteadas murchas. Posteriormente há formação nas hastes, folhas e vagens de estrutura branca cotonosa com semelhança a um mofo, o que originou o nome da doença. Quando as plantas infectadas entram em processo de senescência a parte da haste infectada fica com aspecto esbranquiçado e quebradiça e há formação de escleródios no interior e exterior das hastes e vagens, os quais contaminam sementes, solos e implementos e podem manter-se viáveis por até oito anos (BIANCHINI, MARINGONI, CARNEIRO, 1997; PAULA JÚNIOR *et al.*, 2015).

Em razão da sobrevivência do escleródio no solo durante um longo período e da vasta gama de hospedeiros a doença é de difícil manejo, e provoca grande impacto em áreas de agricultura irrigada (RAMALHO, ABREU, CARNEIRO, 2004). Esta situação se torna mais complexa quando a planta é do tipo III com arquitetura prostrada, o que propicia condições de microclima adequadas para o aumento da severidade do mofo-branco (VIEIRA *et al.*, 2010).

Paula Júnior *et al.* (2009), em estudo sobre estratégias de controle de mofo-branco em feijão comum, observaram que o fungicida fluazinan proporciona aumento de 32% a 41% no rendimento de grãos; esses autores também consideraram que, em situação de alta intensidade da doença, a redução de plantas por metro na linha de plantio contribui para amenizar a severidade da doença sem, contudo, afetar o rendimento da cultura.

Vieira *et al.* (2010), ao avaliarem a intensidade de mofo-branco em diferentes densidades de plantio para feijões do tipo III porte prostrado, observaram que a intensidade da doença reduz à medida que diminui o número de plantas por metro e, em condições de alta pressão da doença, a redução da população de plantas permite aumentar o rendimento de grãos.

Em outro trabalho, Vieira *et al.* (2012) observaram que a combinação de maior espaçamento de fileiras com menor densidade de plantio nas fileiras se torna uma opção promissora para situações de não utilização de fungicidas, reduzindo o custo de produção e os danos ambientais. Quando se considera, no entanto, a aplicação de fungicida, o espaçamento padrão de 0,50 m associado à baixa densidade de plantas é a combinação capaz de maximizar a produtividade (VIEIRA *et al.*, 2012). Em ambos os estudos, os autores salientam que suas considerações não são válidas para feijões do tipo I e do tipo II, uma vez que estes possuem baixa capacidade de compensação, podendo influenciar o rendimento.

A redução da população de plantas e a utilização de cultivares tolerantes são medidas que podem reduzir a severidade do mofo-branco (PAULA JÚNIOR *et al.*, 2006b). Schwartz,

Steadman e Coyne (1978), destacam que a estrutura de algumas cultivares permite que não sejam tão severamente afetadas pela doença. Coyne, Steadman e Anderson (1974), explicam que uma planta com arquitetura que facilite a circulação de ar e incidência de luz consegue reduzir a umidade no interior do seu dossel e com isto reduzir o microclima favorável. Lima *et al.* (2020), ao estudarem estratégias para seleção de genótipos de feijão com alta produtividade e resistência parcial ao mofo-branco, observaram que essa resistência estava associada às características morfológicas da planta.

Todavia a utilização de cultivares de feijão do tipo II (porte ereto) ainda é limitada no país, uma vez que até recentemente os programas de melhoramento não conseguiam colocar no mercado cultivares de feijão de arquitetura ereta, com qualidade de grão semelhante à dos feijões prostrados. Esta dificuldade está relacionada ao grande número de genes que controlam o caráter porte de planta, e a alta influência ambiental sobre este caráter (RAMALHO, ABREU, CARNEIRO, 2004). No entanto, nos últimos anos têm sido recomendadas cultivares de feijão do tipo II com potencial produtivo e qualidade de grão semelhante ao dos feijões do tipo III. É o caso das cultivares BRSMG UAI (RAMALHO *et al.*, 2016) e da BRS Sublime (WENDLAND *et al.*, 2018).

Saindon *et al.* (1993) afirmam que, cultivares de porte ereto podem ser uma boa alternativa para evitar perdas com o ataque do mofo-branco, já que o dossel aberto reduz consideravelmente a propagação do fungo, além de permitir utilização de menores espaçamentos.

Lima *et al.* (2019) em um trabalho sobre integração de resistência parcial ao mofo-branco, densidade de plantas e controle químico, concluíram que mesmo em áreas propícias ao desenvolvimento da doença, quando se utiliza feijões do tipo II com resistência parcial ao mofo-branco, é possível utilizar densidades de 11 a 13 plantas por metro, sem que isto concorra para a intensificação da doença e nem impacte na produtividade.

Desta forma além de permitir maior eficiência na mecanização da colheita, o cultivo de feijoeiros de arquitetura ereta permite maior circulação de ar entre plantas, contribuindo com a redução na severidade de doenças (RAMALHO *et al.*, 2016).

2.3.2 Mancha-angular

A mancha-angular (*P. griseola*), doença de parte aérea que atinge o feijoeiro, possui grande impacto na produção. Sua importância foi intensificada a partir da década de 1980 com o aumento dos cultivos irrigados, e da realização de safras em períodos de condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento da doença (PAULA JÚNIOR *et al.*, 2015).

A doença é causada pelo fungo *P. griseola* anteriormente denominado *Phaeoisariopsis griseola* (NAY *et al.*, 2019). O fungo desenvolve os conidióforos paralelos e escuros na face inferior das folhas, onde serão formados os conídios que podem ser dispersados pelo vento, pela água e sobreviver em restos culturais. A condição propícia de germinação é entre 8 e 32 °C e, para o desenvolvimento da doença, entre 16 e 28 °C. A penetração do fungo ocorre pelos estômatos, seguindo-se a colonização dos tecidos da planta, os sintomas da infecção surgem após 8 a 12 dias (BIANCHINI, MARINGONI, CARNEIRO, 1997).

Os sintomas se caracterizam por lesões nas folhas e nos entroncamentos das nervuras. Todavia, em alguns casos pode não apresentar a forma angular típica da doença, nesse caso ocorre manchas arredondadas. Em ambos os casos a coloração vai do cinza ao castanho de acordo com o tempo do aparecimento dos sinais da doença. Já nas vagens os sintomas incluem lesões superficiais castanho avermelhadas com bordos escuros. Tanto nas folhas quanto nas vagens o aumento do número de lesões pode resultar no coalescimento destas, cobrindo toda a superfície da folha ou da vagem. Nas folhas, quando as lesões coalescem, ocorre o amarelecimento e a queda, nas vagens resulta no subdesenvolvimento de sementes. Em todos os casos há o comprometimento da produção (PAULA JÚNIOR *et al.*, 2015; SARTORATO, RAVA, 1994).

Sartorato e Rava (2003) afirmam que, dentre os fatores que contribuem para a baixa produtividade do feijoeiro, estão as doenças, dessas a mancha-angular se caracteriza como uma das mais importantes. Os mesmos autores em 1992 observaram que cada 10% de aumento na severidade da mancha-angular resultava em redução da produção de até 11,5% (SARTORATO, RAVA, 1992), em algumas situações as perdas no rendimento de grãos podem chegar a 70% (SARTORATO, 2006). Todavia, as perdas causadas pela doença estão muito relacionadas ao período em que ocorre a infecção na lavoura. Assim, quanto mais precoce for o aparecimento da doença, maiores serão as perdas (SARTORATO, RAVA, 1994).

A ocorrência da mancha-angular causa diminuição da clorofila nas partes infectadas da planta e, por consequência, redução da fotossíntese, o que resulta em perda de rendimento de grãos (DEMANT, MARINGONI, 2012). Além das partes diretamente atingidas pela infecção, há indícios de que também ocorre uma redução da eficiência fotossintética da parte foliar sem infecção, contribuindo com a redução da produção do feijoeiro (CANTERI, GODOY, 2005).

Entre as formas de minimizar as perdas com a ocorrência da doença estão a utilização de métodos de controle químicos, genéticos e culturais (REIS-PRADO *et al.*, 2006). Existem no Brasil 175 produtos comerciais registrados para o controle da mancha-angular na cultura

do feijoeiro (BRASIL, 2019). A administração do produto para controle da mancha-angular deve ser feita de maneira preventiva, podendo ser realizadas duas (a primeira entre 30 e 35 dias após a emergência e a segunda entre 45 e 50 dias) ou três aplicações, (aos 30, 45 e 60 dias após a emergência). A aplicação ocorre por meio de pulverização foliar convencional ou por meio da distribuição pelo sistema de irrigação (SARTORATO, RAVA, 1994). Sartorato e Rava (2003), ao avaliarem a eficiência de produtos químicos em diferentes doses e misturas para o controle da mancha-angular, observaram que a média de produção entre os tratamentos que receberam aplicação de fungicida foi de 649 kg a mais, comparado aos tratamentos testemunhas, evidenciando a resposta do controle químico.

Embora o controle químico apresente grande eficiência, a forma mais prática para se evitar problemas com a doença é a utilização de cultivares resistentes (COUTO, SANTOS, FERREIRA, 2008). Portanto, a obtenção de cultivares resistentes é um dos desafios enfrentados na atualidade pelos programas de melhoramento (PAULA JÚNIOR *et al.*, 2006a). Todavia a utilização de cultivares resistentes quando obtidas acabam por exercer uma pressão de seleção sobre o fungo, o qual possui ampla variabilidade genética; consequentemente, a resistência, que na maioria das vezes é monogênica, acaba por ser quebrada, ficando a cultivar suscetível à infecção novamente (MELO *et al.*, 2008). Nay *et al.* (2019), no mesmo sentido, afirmam que, devido à alta diversidade do fungo, cultivares com resistência monogênica à doença poderão perder ao longo dos anos sua imunidade diante da doença. Logo, uma alternativa para a disponibilização de cultivares com resistência mais robusta seria a combinação de genes de resistências de diferentes plantas, feijões comuns selvagens e feijões de outras espécies (SINGH, SCHWARTZ, 2010).

Como alternativa ou mesmo complementação dos controles químicos e genéticos tem-se o controle cultural com a utilização de sementes com qualidade certificada, rotação de culturas e manejo adequado da nutrição de plantas (PAULA JÚNIOR *et al.*, 2015).

Durante esta revisão não se observou trabalhos relatando o manejo de população de plantas como uma das formas de se controlar a mancha-angular.

2.4 Estudos sobre população de plantas de feijoeiro

A população de plantas por hectare é o resultado da combinação do espaçamento entre fileiras e da densidade de plantio (número de plantas por metro). Esse arranjo de plantas permite uma melhor exploração de recursos como luz, água e nutrientes, além de auxiliar no manejo de plantas daninhas (ARAUJO, CAMELO, 2015).

Estudos sobre população de plantas ideal para o feijoeiro bem como o seu arranjo em espaçamento e densidade de semeadura são realizados já há muitos anos. Vieira e Almeida (1965), ao estudarem espaçamento e densidade de sementes em cinco diferentes épocas, concluíram que o espaçamento que promovia maior produtividade era o de 30 cm entre fileiras, e que a densidade de 10 sementes por metro era a mais adequada. Em outro trabalho Vieira (1968) encontrou a melhor produtividade quando se utilizava distância de 5 cm entre sementes em espaçamentos de 40 ou 50 cm.

Atualmente recomendam-se espaçamento entre fileiras de 40 a 50 cm e densidade de 10 a 15 sementes por metro para Minas Gerais (ARAUJO, CAMELO, 2015; PAULA JÚNIOR *et al.*, 2010). No entanto, o constante lançamento de cultivares de feijão para diversos ambientes e com variações na arquitetura de planta trazem a necessidade de novos estudos para determinação da população de plantas mais adequada a cada caso (SILVA *et al.*, 2008).

Os programas de melhoramento têm buscado constantemente cultivares que agreguem produtividade e características de planta que facilitem a mecanização, como o porte mais ereto. Todavia ao se avaliar essas cultivares ainda é comum utilizar o mesmo arranjo de plantas definido para cultivares mais prostradas. Logo o genótipo acaba por não explorar todo o seu potencial produtivo (ZIVIANI *et al.*, 2009).

No entanto, o feijoeiro é capaz de compensar variações na população de plantas por hectare, de forma que sua produtividade não sofra alterações (HORN *et al.*, 2000). Cobucci *et al.* (2008) mencionam que a densidade de plantio possui efeito direto sobre os componentes de produção: número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de cem grãos. A variação ou plasticidade desses componentes de acordo com o aumento ou redução da densidade é o que permite ao feijoeiro fazer essa compensação de modo a manter a produção estável (COSTA, KOHASHI-SHIBATA, COLIN, 1983; RIBEIRO *et al.*, 2004).

Costa, Kohashi-Shibata e Colin (1983), ao trabalharem com a plasticidade no feijoeiro comum observaram que em cultivar de hábito determinado verifica-se menor plasticidade do que nas cultivares de hábito indeterminado. Isto explicaria o aumento de rendimento de grãos nos materiais determinados quando se aumenta a densidade de plantio.

Dentre os feijoeiros de hábito indeterminado também já foram observadas variações de acordo com o tipo de planta. Arf *et al.* (1992) estudaram o efeito de espaçamento e densidade em cultivar Carioca de hábito indeterminado tipo III e não verificaram diferença significativa entre as densidades de 8, 12 e 16 plantas por metro. Porém, ao estudarem a cultivar Ouro, de hábito indeterminado tipo II, Arf *et al.* (1996) observaram que as maiores produtividades

foram obtidas com 12 e 16 plantas por metro. No mesmo estudo também se observou redução no número de vagens por planta e de sementes por planta com o incremento da densidade.

Shimada, Arf e Sá (2000), ao trabalharem com diferentes espaçamentos (0,30; 0,45 e 0,65 m) e densidades de semeadura (8, 12 e 16 plantas/metro), observaram que a combinação de 8 plantas por metro com o espaçamento de 0,30 m entre fileiras permitiu obter os maiores rendimentos de grãos quando se utilizava cultivares de porte ereto e semiereto. Esses autores também constataram que o aumento da população de plantas resultou na redução do número de vagens por plantas.

Ribeiro *et al.* (2004) também observaram alteração na quantidade de vagem e de sementes por planta em decorrência da variação da densidade, com aumento de acordo com a redução da densidade. Para os autores isto se explica pelo efeito de compensação que o feijoeiro possui, podendo variar conforme a cultivar trabalhada.

Souza *et al.* (2014) avaliaram doses de nitrogênio e populações de planta da cultivar IPR Tangará de hábito indeterminado e porte ereto. Verificaram também redução do número de vagens de acordo com o aumento da população, mas não observaram variação significativa de produção de grãos nas diferentes populações, fato também relacionado à capacidade de compensação do feijoeiro. Por outro lado, Lima, Nascimento e Andreani Junior (2016), na mesma linha de trabalho, porém utilizando cultivar indeterminado do tipo III prostrado, em densidades de 4, 6 e 8 plantas por metro, observaram incremento de 14% na produção de grãos na densidade de 8 plantas por metro em relação a 4 e 6 plantas por metro. Para os autores, estes resultados demonstram que para baixas densidades o efeito da compensação não ocorre. Mais contrastante foi o estudo realizado por Mondo e Nascente (2018), com a cultivar BRS Estilo, de hábito indeterminado e porte ereto (tipo II), em cinco densidades (4, 8, 12, 16 ou 20 plantas/metro). Esses autores observaram que os maiores rendimentos de grãos ocorreram na menor densidade. Já no trabalho realizado por Guimarães *et al.* (2019), com a cultivar superprecoce BRS FC104, em cinco diferentes densidades de plantas (6, 8, 10, 12 ou 14 plantas/metro) em quatro ambientes, verificou-se apenas em um ambiente a influência da densidade sobre a produtividade, em que o máximo foi alcançado com 14 plantas por metro. Nos demais ambientes não se observou efeito significativo de densidade, o que os autores atribuíram à plasticidade do feijoeiro, em função de compensação nos componentes de rendimento com a alteração das densidades.

Além da relação da população de plantas com a produtividade, também deve ser observada as implicações que diferentes arranjos têm na severidade de doenças do feijoeiro. Estudos sobre mofo-branco têm demonstrado que menores populações de plantas,

especialmente com redução na densidade de semeadura, contribuem para menor severidade da doença (VIEIRA *et al.*, 2010; VIEIRA *et al.*, 2012) e maximizam o rendimento de grãos (VIEIRA *et al.*, 2010). Em relação a outras doenças, não se observou relatos na literatura nesse sentido.

Diante do abordado torna-se claro a importância de estudos sobre populações de plantas para o feijoeiro, dado a sua relação com a produtividade e severidade de doenças. Fica explícito também as respostas contrastantes nos diferentes estudos. Estas diferenças reforçam a necessidade da realização de mais estudos desta natureza, a fim de se obter maior segurança para a recomendação do arranjo de plantas mais indicado ao produtor, em especial de feijoeiros de porte ereto tipo II, ainda pouco estudados.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar os efeitos de densidades de plantas e controle de doenças na produtividade de grãos de duas linhagens elites de feijoeiro dos tipos II e III, em três épocas de cultivo (outono, águas e seca).

3.2 Objetivos Específicos

Avaliar os efeitos de densidades de plantas e controle de doenças na severidade de doenças em duas linhagens elites de feijoeiro dos tipos II e III.

Avaliar os efeitos de densidades de plantas e controle de doenças na produtividade de grãos e seus componentes em duas linhagens elites de feijoeiro dos tipos II e III.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos na Unidade de Ensino Pesquisa e Extensão de Coimbra (UEPE-Coimbra), pertencente ao Departamento de Agronomia da Universidade Federal de Viçosa (DAA-UFV), localizada no Município de Coimbra na Zona da Mata de Minas Gerais (20°49'48.05''S; 42°45'50.65''O; 720 metros de altitude).

Utilizou-se o delineamento de blocos casualizados (DBC), com quatro repetições, dispostos em um fatorial simples. O fatorial envolveu duas linhagens elites do programa de melhoramento de feijão vermelho da UFV: VR20, de hábito de crescimento indeterminado e porte ereto do tipo II; e VR22, de hábito de crescimento indeterminado e porte prostrado do tipo III. As duas linhagens foram combinadas em seis diferentes densidades de plantas: 6, 9,

12, 15, 18 ou 21 plantas por metro. Os tratamentos foram constituídos de 4 linhas de 4 metros espaçadas em 0,50 m. As linhas centrais foram utilizadas para a coleta de dados.

A semeadura foi realizada com matraca. Semearam-se 50% mais sementes do que cada tratamento exigia de plantas e, após a emergência, foi realizado o desbaste manual para as densidades de plantas planejadas.

Os experimentos foram conduzidos em três safras (outono 2018, seca 2019 e águas 2019). Em cada safra foram semeados dois experimentos contíguos na área experimental. Em cada safra, o controle químico do mofo-branco (*S. sclerotiorum*) com a utilização do fungicida fluazinan foi feito em um experimento, enquanto no outro experimento não se realizou nenhum controle. A adubação e o manejo de pragas foram realizados de acordo com o recomendado para a cultura.

Avaliaram-se severidade de doenças e a produtividade de grãos e seus componentes (número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de cem grãos).

Das duas linhas centrais de cada parcela, uma foi usada para obtenção dos dados de produtividade de grãos e a outra para a obtenção dos componentes de produção (número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de cem grãos). Após a tomada desses dados, a produção de grãos nas duas linhas centrais foi somada e convertida em kg/ha.

Foram contabilizadas todas as vagens da linha central e posteriormente este valor dividido pelo número de plantas da respectiva linha, chegando-se assim ao número de vagens por planta. As vagens da linha central foram debulhadas e os grãos contabilizados e divididos pelo número de vagens resultando no número de grãos por vagem. Os grãos contabilizados de cada linha foram pesados e por meio da relação de número de grãos e peso foi obtida a massa de cem grãos.

A avaliação da severidade de mofo-branco foi realizada nas etapas R8 e R9 da cultura, utilizando a escala de notas de 1 a 9, em que: nota 1, refere-se à ausência de sintomas; nota 3, sintomas em torno de 5 a 10% da parcela avaliada; nota 5, sintomas em torno de 20 a 30% da parcela avaliada; nota 7, sintomas em torno de 40 a 60% da parcela avaliada; nota 9, sintomas em mais de 80% da parcela avaliada (SCHOONHOVEN, PASTOR CORRALES, 1987).

A avaliação da severidade de mancha-angular foi realizada nas etapas R6 a R8 da cultura, por meio também da escala de notas de 1 a 9. A nota 1 refere-se à ausência de sintomas; nota 3, ocorrência de pequenas lesões cobrindo em torno de 2% da área foliar ou das vagens, sem esporulação; nota 5, ocorrência de lesões cobrindo em torno de 5% da área foliar ou das vagens, com baixa esporulação; nota 7, ocorrência de várias lesões grandes cobrindo em torno de 10% da área foliar ou das vagens, coalescimento das lesões e clorose

dos tecidos, esporulação presente; nota 9, lesões em torno de 25% da área foliar ou das vagens, ocorre coalescimento das lesões e esporulação, clorose abundante e queda severa das folhas, as vagens têm seu desenvolvimento prejudicado (SCHOONHOVEN, PASTOR CORRALES, 1987).

Os dados foram analisados utilizando o software R® (R CORE TEAM, 2019). Inicialmente realizou-se uma análise de variância de cada experimento, conforme o seguinte modelo estatístico:

$$y_{ijk} = \mu + b_k + \gamma_i + \alpha_j + \gamma\alpha_{(ij)} + e_{ijk}$$

em que y_{ijk} é a observação da linhagem i e densidade j na repetição k ; μ é a média geral; b_k é o efeito aleatório da repetição k , com $b_k \sim N(0, \sigma_b^2)$; γ_i é o efeito fixo da linhagem i ; α_j é o efeito fixo da densidade j ; $\gamma\alpha_{(ij)}$ é o efeito fixo da interação entre o nível i de linhagem e j de densidade e e_{ijk} é o resíduo aleatório associado as parcelas ijk , com $e_{ijk} \sim N(0, \sigma_e^2)$.

Posteriormente realizou-se uma análise conjunta dos experimentos sem e com fungicida em cada safra, tendo como base o seguinte modelo estatístico:

$$y_{ijkl} = \mu + b_{k(l)} + \gamma_i + \alpha_j + \tau_l + \gamma\alpha_{(ij)} + \gamma\tau_{(il)} + \alpha\tau_{(jl)} + \gamma\alpha\tau_{(ijl)} + e_{ijkl}$$

em que y_{ijkl} é a observação da linhagem i e densidade j na repetição k para cada nível l do fator fungicida (experimento sem e com fungicida); μ é a média geral; $b_{k(l)}$ é o efeito aleatório da repetição k dentro do experimento, com $b_{k(l)} \sim N(0, \sigma_b^2)$; γ_i é o efeito fixo da linhagem i ; α_j é o efeito fixo da densidade j ; τ_l é o efeito fixo do nível l do fator fungicida; $\gamma\alpha_{(ij)}$ é o efeito fixo da interação entre o nível i de linhagem e j de densidade; $\gamma\tau_{(il)}$ é o efeito fixo da interação entre o nível i de linhagem e l de fungicida; $\alpha\tau_{(jl)}$ é o efeito fixo da interação entre o nível j de densidade e l de fungicida; $\gamma\alpha\tau_{(ijl)}$ é o efeito fixo da interação tripla entre o nível i de linhagem, j de densidade e l de fungicida; e e_{ijkl} é o resíduo aleatório associado as parcelas $ijkl$, com $e_{ijkl} \sim N(0, \sigma_e^2)$.

Para a análise dos dados da safra de outono de 2018 foi excluída uma repetição de cada experimento, em razão da desuniformidade provocada por falhas na irrigação.

5 RESULTADOS

Devido à grande variação das condições climáticas como temperatura, precipitação e luminosidade entre as três épocas de condução dos experimentos, assim como o não atendimento do preceito estatístico da homogeneidade das variâncias para a realização da

análise conjunta envolvendo as três safras, optou-se por apresentar os resultados por safras em que os experimentos foram conduzidos: outono, seca e águas. Para as três safras, as interações triplas, fungicida x linhagem x densidade, foram não significativas. Assim, procedeu-se à interpretação das interações simples e dos efeitos de cada fator isolado sobre as variáveis.

Considerando as interações simples para a variável produtividade de grãos (Tabela 1), observou-se efeito significativo apenas para a interação fungicida x linhagens nas três safras e efeito de densidade apenas para a safra da seca.

Tabela 1 – Resumo das análises de variância conjunta de produtividade de grãos dos experimentos sem e com aplicação de fungicida das safras de outono, seca e águas.

FV	GL	Quadrados Médios		
		OUTONO	SECA	ÁGUAS
Fungicida (F)	1	2837419,00*	908951,00 ^{ns}	2422272,00*
Linhagem (L)	1	189318,00 ^{ns}	1587225,00***	5451732,00**
Densidade (D)	5	47349,00 ^{ns}	270464,00***	107299,00 ^{ns}
L x D	5	72068,00 ^{ns}	17681,00 ^{ns}	16084,00 ^{ns}
F x L	1	461296,00*	2318845,00***	555043,00*
F x D	5	91829,00 ^{ns}	33617,00 ^{ns}	62750,00 ^{ns}
F x L x D	5	22041,00 ^{ns}	20082,00 ^{ns}	92940,00 ^{ns}
Resíduo	66 (44)	93580,00	40869,00	85223,00
CV (%)	-	15,33	6,52	10,47
Média	-	1995,43	3098,76	2788,53

^{ns} não significativo; * significativo a 0,05; ** significativo a 0,01; *** significativo a 0,001; Grau de Liberdade (GL) entre parêntese refere-se a safra de outono.

Verificando os desdobramentos da interação fungicida x linhagens (Tabela 2), observou-se que no experimento sem fungicida nas safras de outono e da seca as duas linhagens avaliadas não diferiram em produtividade; porém na safra das águas, a linhagem ereta VR20 apresentou produtividade superior à linhagem prostrada VR22, com incremento de 629 kg/ha (27%). Já no experimento com fungicida, verificou-se que nas safras de outono e seca a linhagem prostrada VR22 produziu 262 kg/ha (13%) e 568 kg/ha (19%) a mais que a linhagem ereta VR20, respectivamente. Por outro lado, na safra das águas a linhagem ereta VR20 superou a prostrada, VR22, em 324 kg/ha (12%).

Analisando-se a produtividade entre os experimentos sem e com fungicida, observa-se que para a linhagem ereta VR20, houve resposta à aplicação apenas na safra de outono, com incremento de 237 kg/ha (13%). Para a linhagem VR22, o incremento ocorreu para as três safras, 557 kg/ha (31%) no outono, 505 kg/ha (17%) na seca e 470 kg/ha (20%) nas águas (Tabela 2).

Tabela 2 – Produtividade de grãos das linhagens VR20 e VR22 em experimentos sem e com fungicida nas safras de outono, seca e águas.

Safras	Linhagens	Sem fungicida	Com fungicida
Outono	VR20 (ereto)	1826,00 aB ¹	2063,00 bA
	VR22 (prostrado)	1768,00 aB	2325,00 aA
Seca	VR20 (ereto)	3028,00 aA	2912,00 bA
	VR22 (prostrado)	2975,00 aB	3480,00 aA
Águas	VR20 (ereto)	2944,00 aA	3109,00 aA
	VR22 (prostrado)	2315,00 bB	2785,00 bA

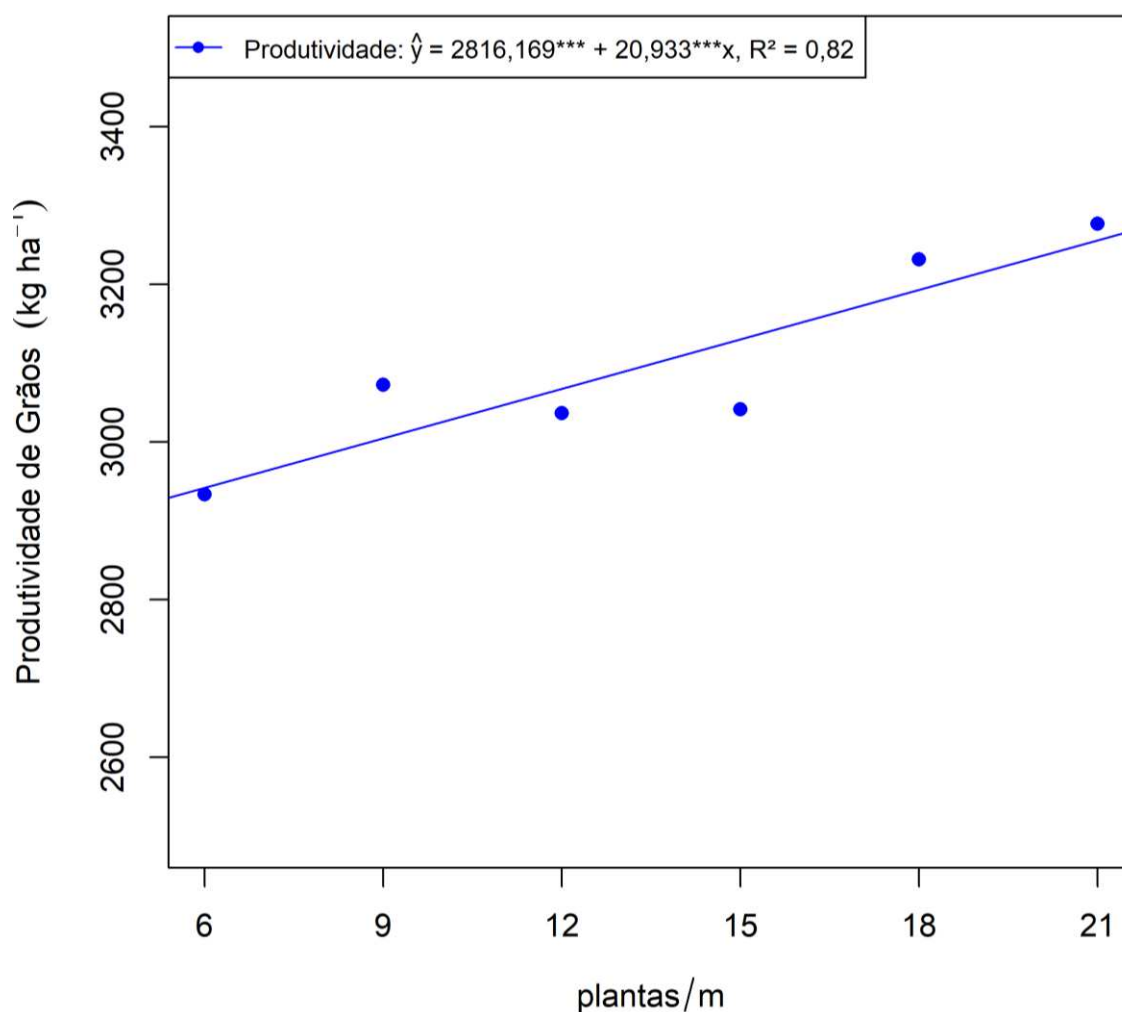
¹ Médias com a mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha na mesma safra, não diferem, respectivamente, pelo teste F a 5%.

O efeito de densidade de plantas na produtividade foi significativo apenas na safra da seca (Tabela 1), quando o aumento da densidade resultou no incremento linear de produtividade (Gráfico 1). Todavia, devido ao maior interesse no fator densidade, optou-se em analisá-lo por experimento (Tabela 3), e realizar o desdobramento da interação linhagem x densidade independentemente da significância quando o comportamento das linhagens for distinto em relação a produtividade.

O desdobramento da interação linhagem x densidade de plantas do experimento sem fungicida (SF) (Gráfico 2), revela que a produtividade da linhagem ereta VR20 cresceu linearmente com o aumento da densidade, a qual chegou a quase 3200 kg/ha com 21 plantas/metro. No entanto, a produtividade da linhagem VR22, de porte prostrado, se manteve próximo a 3000 kg/ha, independentemente da densidade.

No experimento com fungicida o desempenho das duas linhagens foi semelhante nas diferentes densidades. Para ambas as linhagens, houve incremento da produtividade entre 18 e 21 plantas/metro, ajustando-se um modelo linear platô (Gráfico 3).

Gráfico 1 – Efeito de densidades de plantas sobre a produtividade média de grãos das duas linhagens (VR20 e VR22) nos dois experimentos (sem e com fungicida) na safra da seca.



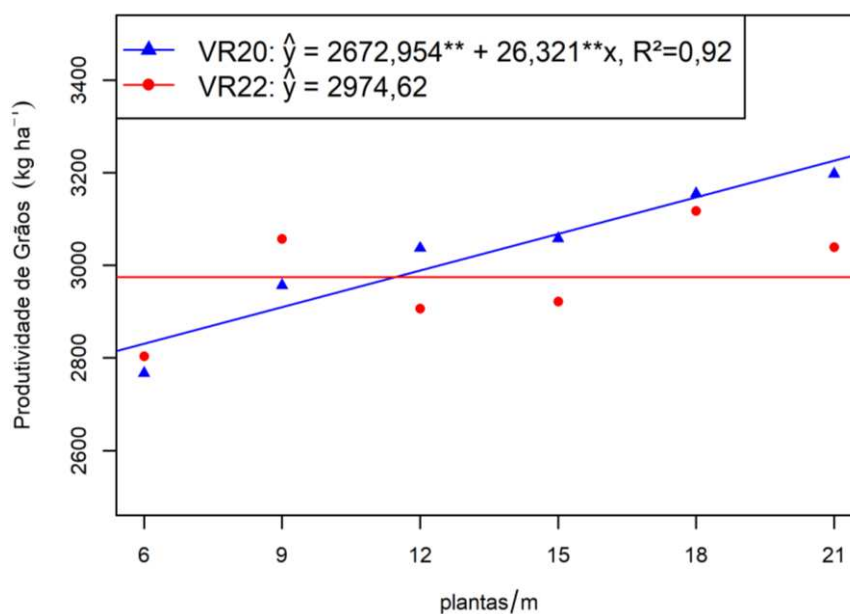
Fonte: O autor; *** significativo a 0,001.

Tabela 3 – Resumo das análises de variância referente à produtividade de grãos dos experimentos sem (SF) e com (CF) fungicida da safra da seca.

FV	GL	Quadrados Médios	
		SF	CF
Linhagem (L)	1	34565,00 ^{ns}	3871505,00 ^{**}
Densidade (D)	5	127116,00 ^{**}	176965,00 [*]
L x D	5	22190,00 ^{ns}	15573,00 ^{ns}
Resíduo	33	29997,00	51742,00
CV (%)	-	5,77	7,12

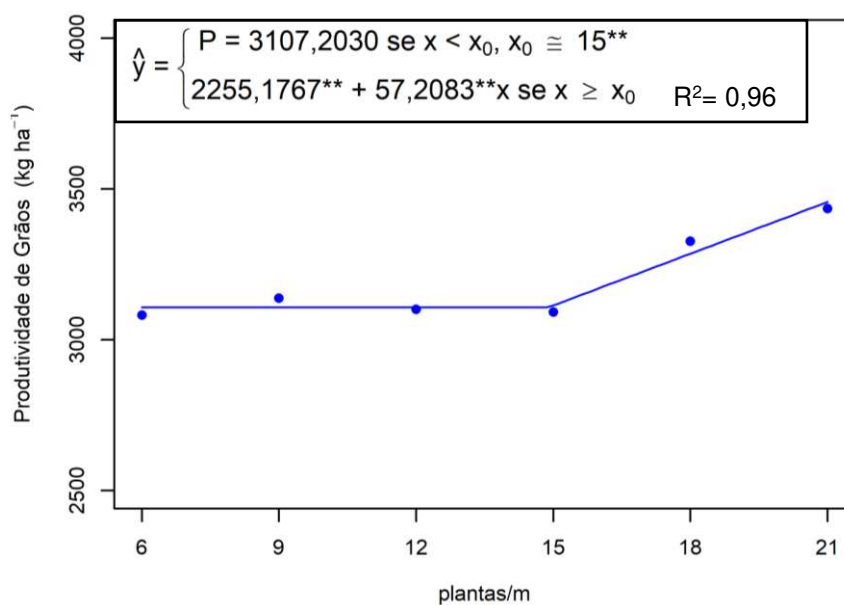
^{ns} não significativo; ^{*} significativo a 0,05; ^{**} significativo a 0,01.

Gráfico 2 – Efeito de densidades de plantas sobre a produtividade de grãos das linhagens VR20 e VR22 no experimento sem fungicida na safra da seca.



Fonte: O autor; ** significativo a 0,01.

Gráfico 3 – Efeito de densidades de plantas sobre a produtividade média de grãos das duas linhagens (VR20 e VR22) no experimento com fungicida na safra da seca.



Fonte: O autor; ** significativo a 0,01.

Em relação ao número de vagens por planta (Tabela 4), nas três safras realizadas não foi observada interação entre os fatores, ocorrendo efeito altamente significativo de densidade. Observou-se que o número de vagens reduziu com o aumento da densidade de plantas (Gráfico 4). Nas safras da seca e das águas verificou-se efeito de linhagem, indicando que independente de se usar ou não fungicida, a linhagem VR20 apresentou maior número de vagens por planta (Tabela 5). Não foi observado efeito da aplicação de fungicida no número de vagens por planta.

Tabela 4 – Resumo das análises de variância conjunta de número de vagens por planta dos experimentos sem e com aplicação de fungicida das safras de outono, seca e águas.

FV	GL	Quadrados Médios		
		OUTONO	SECA	ÁGUAS
Fungicida (F)	1	3,19 ^{ns}	3,95 ^{ns}	0,70 ^{ns}
Linhagem (L)	1	2,84 ^{ns}	44,81 ^{***}	31,51 ^{***}
Densidade (D)	5	76,19 ^{***}	230,87 ^{***}	435,13 ^{***}
L x D	5	1,48 ^{ns}	2,04 ^{ns}	2,25 ^{ns}
F x L	1	10,76 ^{ns}	2,20 ^{ns}	0,70 ^{ns}
F x D	5	8,88 ^{ns}	0,25 ^{ns}	1,05 ^{ns}
F x L x D	5	1,73 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,34 ^{ns}
Resíduo	66 (44)	3,86	1,08	1,79
CV (%)	-	18,40	10,48	12,15
Média	-	10,68	9,92	11,02

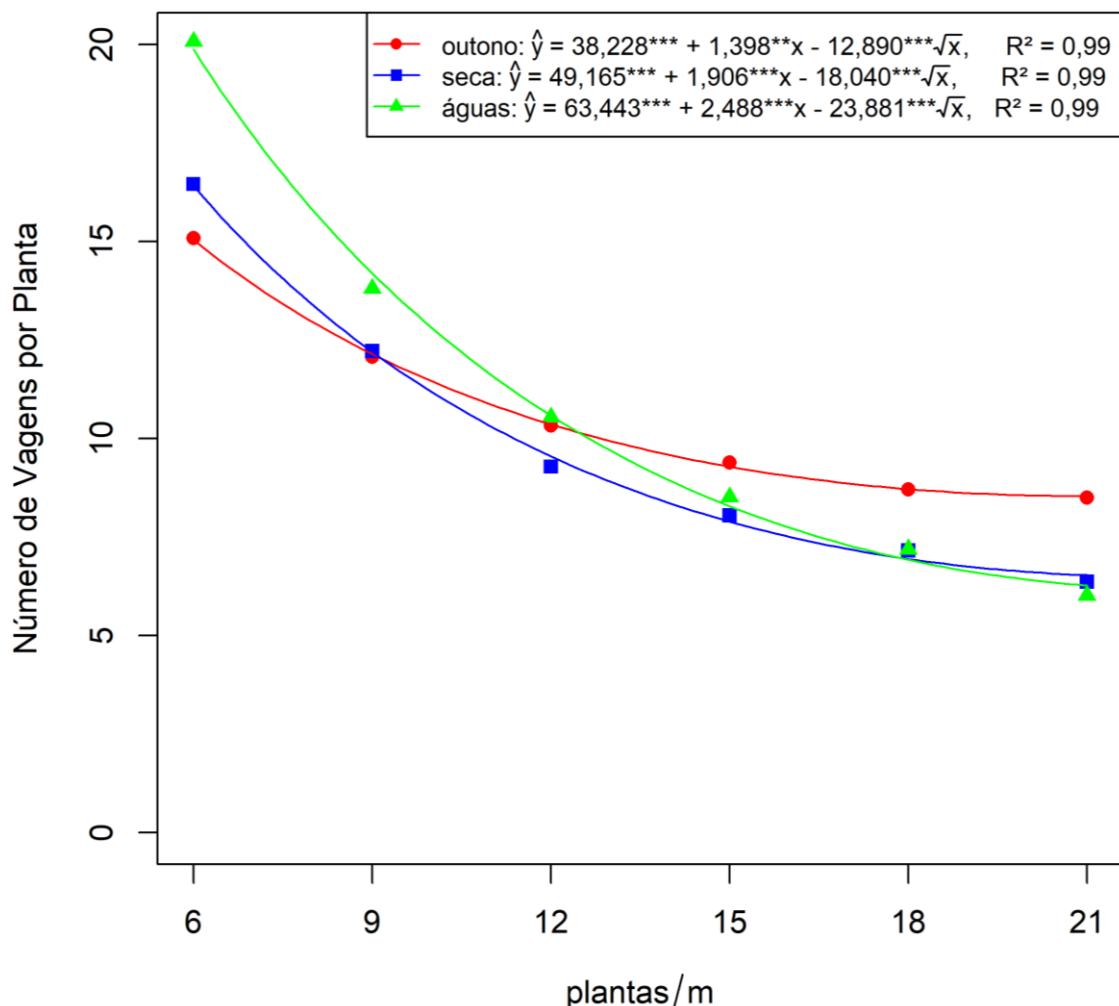
^{ns} não significativo; * significativo a 0,05; ** significativo a 0,01; *** significativo a 0,001; Grau de Liberdade (GL) entre parêntese refere-se a safra de outono.

Tabela 5 – Número de vagens por planta das linhagens VR20 e VR22 na média dos dois experimentos (sem e com fungicida) nas safras de seca e águas.

Linhagens	Número de vagens por planta	
	Seca	Águas
VR20 (ereto)	10,60 a ¹	11,60 a
VR22 (prostrado)	9,20 b	10,40 b

¹ Médias com a mesma letra, minúsculas na coluna, não diferem pelo teste F a 5%.

Gráfico 4 – Efeito de densidade no número de vagens por planta na média dos dois experimentos (sem e com fungicida) e das duas linhagens (VR20 e VR22) nas safras de outono, seca e águas.



Fonte: O autor; ** significativo a 0,01; *** significativo a 0,001.

Para o número de grãos por vagem (Tabela 6), observou-se interação apenas na safra das águas, para fungicida x linhagem. A linhagem VR22 apresentou maior número de grãos por vagem que a VR20 e o uso de fungicida proporcionou aumento do número de grãos por vagem na linhagem VR22, de porte prostrado (Tabela 7). Nas safras de outono e seca, observou-se maiores valores de número de grãos por vagem na linhagem prostrada VR22, independentemente do uso de fungicida (Tabela 8). Apenas na safra da seca foi verificado redução no número de grãos por vagem com aumento da densidade (Gráfico 5). Contudo, vale salientar que esta redução foi de pequena magnitude.

Tabela 6 – Resumo das análises de variância conjunta de número de grãos por vagem dos experimentos sem e com aplicação de fungicida das safras de outono, seca e águas.

FV	GL	Quadrados Médios		
		OUTONO	SECA	ÁGUAS
Fungicida (F)	1	0,26 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,01 ^{ns}
Linhagem (L)	1	26,78 ^{***}	70,28 ^{***}	21,75 ^{***}
Densidade (D)	5	0,46 ^{ns}	0,22 ^{***}	0,05 ^{ns}
L x D	5	0,36 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,03 ^{ns}
F x L	1	0,01 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,36 [*]
F x D	5	0,18 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,05 ^{ns}
F x L x D	5	0,24 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,03 ^{ns}
Resíduo	66 (44)	0,28	0,02	0,05
CV (%)	-	11,86	3,16	4,57
Média	-	4,48	4,83	5,17

^{ns} não significativo; ^{*} significativo a 0,05; ^{**} significativo a 0,01; ^{***} significativo a 0,001; Grau de Liberdade (GL) entre parêntese refere-se a safra de outono.

Tabela 7 – Número de grãos por vagem das linhagens VR20 e VR22 em experimentos sem e com aplicação de fungicida na safra das águas.

Linhagens	Número de Grãos por Vagem	
	Sem fungicida	Com fungicida
VR20 (ereto)	4,74 bA ¹	4,64 bA
VR22 (prostrado)	5,57 aB	5,72 aA

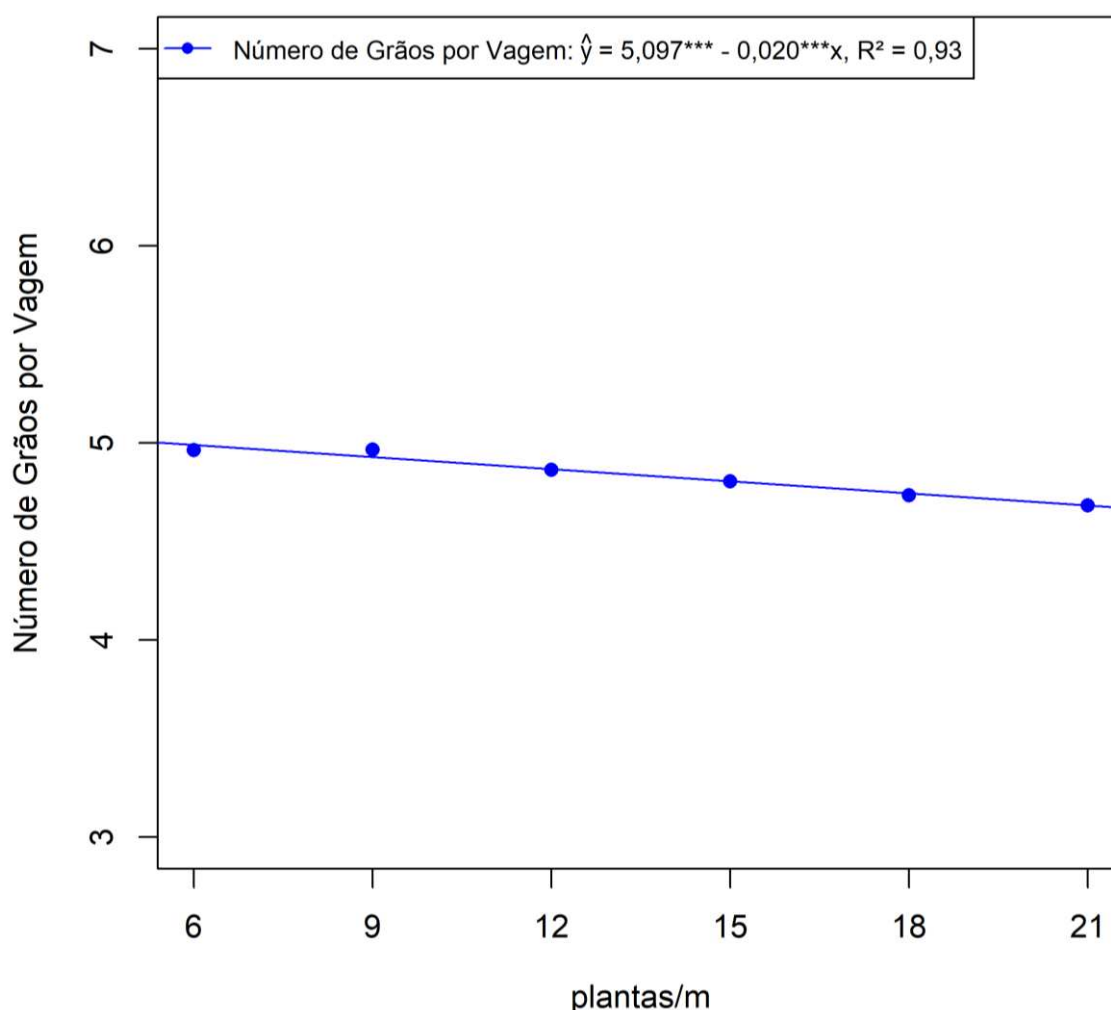
¹ Médias com a mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, não diferem, respectivamente, pelo teste F a 5%.

Tabela 8 – Número de grãos por vagem das linhagens VR20 e VR22 na média dos dois experimentos (sem e com fungicida) nas safras de outono e seca.

Linhagens	Número de Grãos por Vagem	
	Outono	Seca
VR20 (ereto)	3,87 b ¹	3,97 b
VR22 (prostrado)	5,28 a	5,68 a

¹ Médias com a mesma letra, minúsculas na coluna, não diferem pelo teste F a 5%.

Gráfico 5 – Efeito de densidade no número de grãos por vagem na média dos dois experimentos (sem e com fungicida) e das duas linhagens (VR20 e VR22) na safra da seca.



Fonte: O autor; *** significativo a 0,001.

Para massa de cem grãos (Tabela 9) observou-se interação fungicida x linhagem em todas as safras, e linhagem x densidade apenas na safra da seca. Houve efeito de densidade apenas na safra de outono. No desdobramento da interação fungicida x linhagem (Tabela 10) verifica-se que em todas as safras, independente do uso ou não de fungicida, a linhagem ereta VR20 apresentou maior massa de cem grãos que a VR22. Em todas as safras a linhagem prostrada VR22 apresentou acréscimo na massa de cem grãos com a utilização de fungicida. Já a linhagem VR20 respondeu à aplicação de fungicida apenas nas safras de outono e águas, com incremento na massa de cem grãos. Embora na safra da seca a interação linhagem x densidade tenha apresentado significância, assim como o efeito de densidade na safra de

outono, não foi possível ajustar nenhum modelo de regressão que explicasse estes comportamentos.

Tabela 9 – Resumo das análises de variância conjunta de massa de cem grãos dos experimentos sem e com aplicação de fungicida das safras de outono, seca e águas.

FV	GL	Quadrados Médios		
		OUTONO	SECA	ÁGUAS
Fungicida (F)	1	193,03**	54,72***	60,64*
Linhagem (L)	1	222,64***	437,68***	383,60***
Densidade (D)	5	4,81*	0,69 ^{ns}	0,72 ^{ns}
L x D	5	1,66 ^{ns}	1,42*	0,96 ^{ns}
F x L	1	29,55***	32,27***	14,96***
F x D	5	2,08 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,64 ^{ns}
F x L x D	5	2,70 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,49 ^{ns}
Resíduo	66 (44)	1,98	0,45	0,77
CV (%)	-	6,11	2,47	4,06
Média	-	23,00	27,26	21,59

^{ns} não significativo; * significativo a 0,05; ** significativo a 0,01; *** significativo a 0,001; Grau de Liberdade (GL) entre parêntese refere-se a safra de outono.

Tabela 10 – Massa de cem grãos das linhagens VR20 e VR22 em experimentos sem e com aplicação de fungicida nas safras de outono, seca e águas.

Safras	Linhagens	Sem fungicida	Com fungicida
Outono	VR20 (ereto)	23,76 aB ¹	25,76 aA
	VR22 (prostrado)	18,96 bB	23,52 bA
Seca	VR20 (ereto)	29,22 aA	29,57 aA
	VR22 (prostrado)	23,79 bB	26,46 bA
Águas	VR20 (ereto)	23,18 aB	23,99 aA
	VR22 (prostrado)	18,40 bB	20,78 bA

¹ Médias com a mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha na mesma safra, não diferem, respectivamente, pelo teste F a 5%.

O mofo-branco ocorreu apenas na safra de outono. Observou-se interação apenas para fungicida x densidade (Tabela 11). Desdobrando esta interação, observa-se que o incremento

de densidade de plantas resultou no aumento da severidade de mofo-branco, independente de aplicar ou não fungicida, porém a severidade foi maior quando não se aplicou fungicida (Gráfico 6).

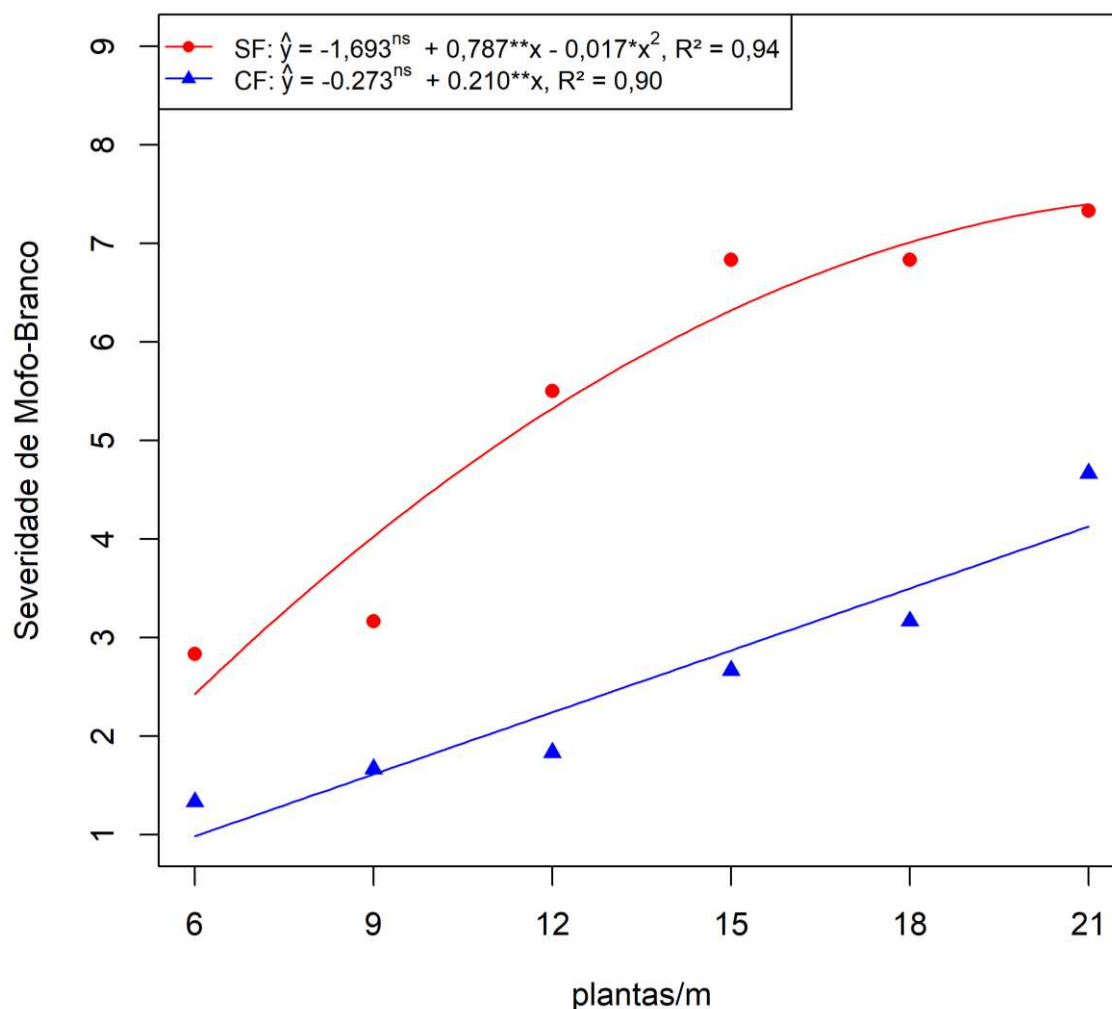
Tabela 11 – Resumo da análise de variância conjunta de severidade de mofo-branco dos experimentos sem e com aplicação de fungicida na safra de outono.

FV	GL	Quadrados Médios
		OUTONO
Fungicida (F)	1	147,35*
Linhagem (L)	1	1,12 ^{ns}
Densidade (D)	5	28,45***
L x D	5	0,89 ^{ns}
F x L	1	1,12 ^{ns}
F x D	5	4,05*
F x L x D	5	1,02 ^{ns}
Resíduo	44	1,19
CV (%)	-	27,39
Média	-	3,99

^{ns} não significativo; * significativo a 0,05; ** significativo a 0,01; *** significativo a 0,001.

A mancha-angular ocorreu em todas as safras, de forma bem distribuída e com uma severidade variável, em função da linhagem, da densidade de plantas e da aplicação ou não de fungicida. Em todas as safras observou-se interação significativa para fungicida x linhagem e linhagem x densidade para severidade de mancha-angular. Já a interação fungicida x densidade foi significativa apenas na safra da seca (Tabela 12). Em relação a interação fungicida x linhagem, constatou-se que em todas as safras, tanto no experimento sem, quanto no com fungicida, a linhagem VR22 (porte prostrado) apresentou maior severidade que a VR20 (porte ereto). Ocorreu redução da severidade com aplicação de fungicida nas duas linhagens, com exceção da safra das águas, em que a linhagem VR20 manteve a severidade estatisticamente igual, independentemente da aplicação de fungicida (Tabela 13).

Gráfico 6 – Efeito de densidades de plantas sobre a severidade de mofo-branco em experimentos sem (SF) e com (CF) aplicação de fungicida na média das duas linhagens (VR20 e VR22) na safra de outono.



Fonte: O autor; ^{ns} não significativo; * significativo a 0,05; ** significativo a 0,01.

O desdobramento da interação linhagem x densidade revela que com o aumento da densidade de plantas aumentou a severidade de mancha-angular na linhagem prostrada VR22, nas três safras, enquanto na VR20, a severidade manteve-se baixa, em torno de 3, em uma escala de 1 a 9 (Gráfico 7).

Desdobrando-se a interação fungicida x densidade, cujo efeito foi significativo apenas na safra da seca, fica claro que, em ambos os experimentos (sem e com fungicida), o incremento da densidade de plantas ocasionou maior severidade de mancha-angular. Todavia a severidade foi maior no experimento sem aplicação de fungicida (Gráfico 8).

Tabela 12 – Resumo das análises de variância conjunta para severidade de mancha-angular dos experimentos sem e com aplicação de fungicida das safras de outono, seca e águas.

FV	GL	Quadrados Médios		
		OUTONO	SECA	ÁGUAS
Fungicida (F)	1	55,12***	94,01***	119,26***
Linhagem (L)	1	276,12***	121,50***	78,84***
Densidade (D)	5	2,95***	9,67***	2,12***
L x D	5	4,19***	1,64***	0,67*
F x L	1	19,01***	37,50***	8,76***
F x D	5	0,46 ^{ns}	0,76***	0,28 ^{ns}
F x L x D	5	0,28 ^{ns}	0,25 ^{ns}	0,28 ^{ns}
Resíduo	66 (44)	0,35	0,16	0,28
CV (%)	-	16,93	13,67	13,41
Média	-	3,32	2,93	3,97

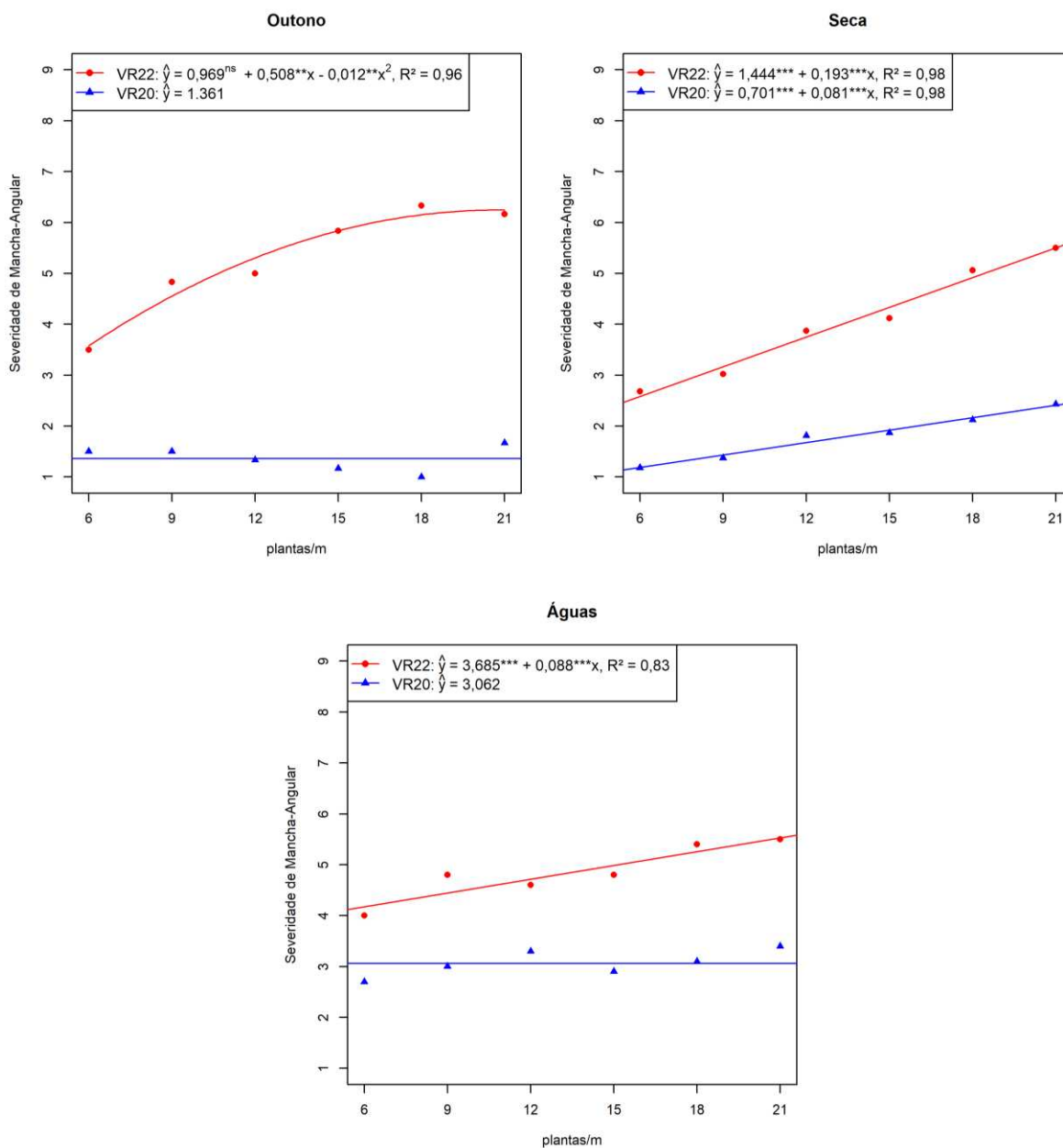
^{ns} não significativo; * significativo a 0,05; ** significativo a 0,01; *** significativo a 0,001; Grau de Liberdade (GL) entre parêntese refere-se a safra de outono.

Tabela 13 – Severidade de mancha-angular nas linhagens VR20 e VR22 em experimentos sem e com aplicação de fungicida nas safras de outono, seca e águas.

Safras	Linhagens	Sem fungicida	Com fungicida
Outono	VR20 (ereto)	1,72 bA ¹	1,00 bB
	VR22 (prostrado)	6,67 aA	3,89 aB
Seca	VR20 (ereto)	2,16 bA	1,43 bB
	VR22 (prostrado)	5,66 aA	2,43 aB
Águas	VR20 (ereto)	3,87 bA	2,25 bA
	VR22 (prostrado)	6,29 aA	3,46 aB

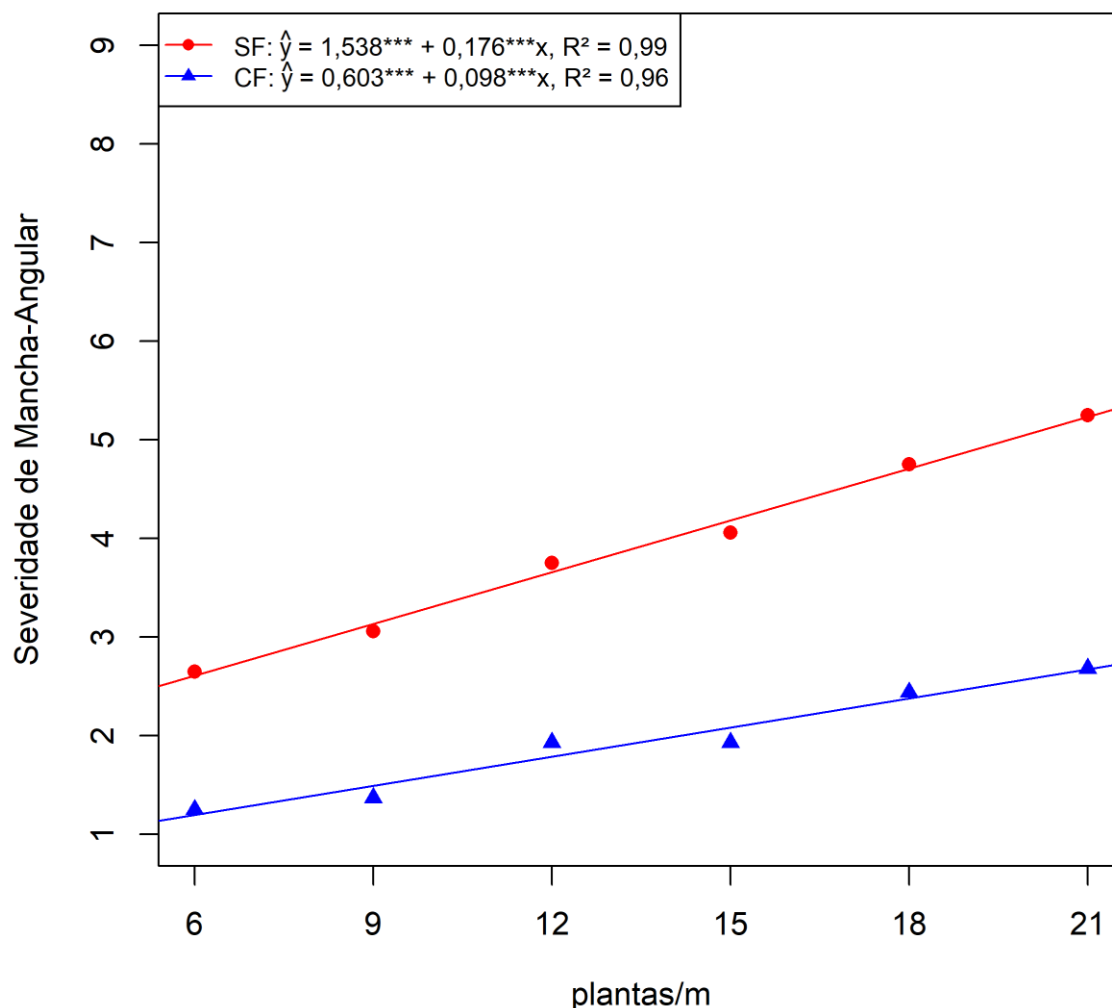
¹ Médias com a mesma letra, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha na mesma safra, não diferem, respectivamente, pelo teste F a 5%.

Gráfico 7 – Efeito de densidades de plantas sobre a severidade de mancha-angular nas linhagens VR20 e VR22 na média dos experimentos sem e com fungicida nas safras de outono, seca e águas.



Fonte: O autor; ^{ns} não significativo; ^{**} significativo a 0,01; ^{***} significativo a 0,001.

Gráfico 8 – Efeito de densidades de plantas sobre a severidade de mancha-angular em experimentos sem (SF) e com (CF) aplicação de fungicida na média das duas linhagens (VR20 e VR22) na safra da seca.



Fonte: O autor; *** significativo a 0,001.

6 DISCUSSÃO

De acordo com o observado nos resultados, a densidade de plantas não influenciou a produtividade de grãos em ambas as linhagens nos experimentos conduzidos nas safras de outono e águas (Tabela 1), corroborando o já observado por diversos estudos. Arf *et al.* (1992), por exemplo, não observaram diferença significativa para as densidades de 8, 12 e 16 plantas por metro. Santos *et al.* (2014), ao trabalharem com populações de 100, 200, 300, 400 e 500 mil plantas por hectare para quatro cultivares em duas safras, observaram que, com exceção de uma cultivar, a população de plantas não alterou a produtividade do feijoeiro. Guimaraes *et al.* (2019), ao trabalharem com densidades de 6, 8, 10, 12 e 14 plantas por

metro, em quatro locais, encontraram influência da população de plantas na produtividade em apenas um local, com a maior produtividade alcançada com 14 plantas por metro; nos demais, o efeito de compensação do feijoeiro foi capaz de manter estável a produtividade, independentemente da densidade adotada.

Na safra da seca (Tabela 1), observou-se efeito de densidade com base na análise conjunta dos experimentos sem e com fungicida (Gráfico 1). Analisando separadamente (Tabela 3), verificou-se que no experimento sem aplicação de fungicida (Gráfico 2), o aumento da densidade de plantas resultou em incremento linear de produtividade na linhagem ereta VR20, contrariando estudos desta natureza, como os de Arf *et al.* (1992), Guimarães *et al.* (2019), Mondo e Nascente (2018), Santos *et al.* (2014), e Souza *et al.* (2014). No entanto, esses autores utilizaram na maioria dos estudos cultivares de porte prostrado (ARF *et al.*, 1992; GUIMARÃES *et al.*, 2019; SANTOS *et al.*, 2014). No nosso estudo, a linhagem VR22, de porte prostrado, também não respondeu ao aumento de densidade de plantas com incremento de produtividade. Já no experimento com aplicação de fungicida as duas linhagens tiveram comportamento similar em relação à densidade, com maiores produtividades nas maiores densidades (Gráfico 3). Observou-se que nas densidades de 6, 9, 12 e 15 plantas por metro, a produtividade se manteve na casa dos 3100 kg/ha, enquanto nas densidades entre 18 e 21 plantas por metro, houve incremento linear na produtividade, chegando em torno de 3400 kg/ha na densidade de 21 plantas por metro.

Divergências de resultados dos nossos estudos em relação aos de outros autores (ARF *et al.*, 1992; GUIMARAES *et al.*, 2019; MONDO, NASCENTE, 2018; SANTOS *et al.*, 2014; SOUZA *et al.*, 2014), conforme relatado anteriormente, nos quais os autores concluíram que a produtividade não foi influenciada pelo incremento da densidade de plantas (ARF *et al.*, 1992; GUIMARAES *et al.*, 2019; SOUZA *et al.*, 2014), muito provavelmente está relacionado ao tipo de cultivar utilizada, e à faixa de densidade avaliada. Em alguns estudos, avaliaram-se densidades variando de 6 a 16 plantas por metro (ARF *et al.*, 1992; GUIMARAES *et al.*, 2019), enquanto no nosso trabalho foram acrescentadas as densidades de 18 e 21 plantas por metro. Sugere-se, desta forma, que a plasticidade fenotípica do feijoeiro, ou seja, sua capacidade de compensar variações na população de plantas, talvez seja eficiente apenas até densidades em torno de 15 plantas por metro. Acima disso, a capacidade de compensação pode ser praticamente nula, e o maior número de plantas por metro talvez possa fazer a diferença na produtividade.

O que este trabalho também evidencia é o comportamento distinto do efeito de densidade na produtividade em diferentes épocas de cultivo (seca, outono e águas). Santos *et*

al. (2014) explicam que a resposta diferenciada nas diferentes épocas está relacionada às condições ambientais particulares que cada safra apresenta. Assim, Miranda (2018), ao avaliar as mesmas linhagens utilizadas neste estudo, em densidades variando de 6 a 18 plantas por metro, sob controle de doenças, na safra de inverno de 2017, verificou maior produtividade nas maiores densidades (15 e 18 plantas/metro) para linhagem ereta, VR20, enquanto para a linhagem prostrada, VR22, não observou incremento na produtividade nas maiores densidades. Este resultado foi semelhante ao obtido no nosso estudo na safra da seca de 2019. As épocas de cultivo da seca e inverno constituem períodos de transição climática, do calor para o frio e do frio para o calor respectivamente; logo, essas safras usufruem de temperaturas mais amenas que são mais favoráveis ao desenvolvimento do feijoeiro. Barbosa e Gonzaga (2012) afirmam que a faixa de temperatura mais adequada ao desenvolvimento do feijoeiro fica entre 17 e 25°C, e o rendimento de grãos é reduzido quando na floração as temperaturas ficam acima de 35°C ou abaixo de 12°C, já que fora deste limite pode ocorrer o abortamento de flores.

Foi confirmado nas três safras analisadas que a utilização do fungicida fluazinan, para o controle do mofo-branco, proporcionou aumento de produtividade (Tabela 2). Paula Júnior *et al.* (2009), Sartorato e Rava (2003), e Vieira (2004) já relataram em seus estudos que o controle químico proporciona ganhos em rendimento de grãos. Neste estudo, estes ganhos foram bem maiores para a linhagem prostrada, VR22. Vale salientar que a linhagem de porte ereto, VR20, apresentou menores severidades tanto de mancha-angular quanto de mofo-branco, o que certamente fez com que o efeito do fungicida em sua produtividade fosse menos pronunciado.

Quanto aos componentes de produção, verificou-se para as três safras realizadas (outono, seca e águas), que o aumento da densidade de plantas reduziu o número de vagens por planta (Tabela 4) (Gráfico 4). Esse resultado é similar ao encontrado por Miranda (2018) com as mesmas linhagens na safra de inverno, e se assemelha também aos resultados de Arf *et al.* (1996), Guimarães *et al.* (2019), Santos *et al.* (2014), e Souza *et al.* (2014), os quais observaram em seus estudos, que este foi o componente de produção mais influenciado pela população de plantas. Para este componente também se constatou nas safras de seca e águas, efeito de linhagem, em que nas duas safras a linhagem ereta VR20 apresentou maior número de vagens por planta que a prostrada VR22 (Tabela 5), o que indica ser essa uma característica particular de cada linhagem.

Já para o número de grãos por vagem (Tabela 6) cuja interação fungicida x linhagem foi significativa na safra das águas (Tabela 7), a linhagem VR22 apresentou maior número de

grãos por vagem no experimento com aplicação de fungicida, provavelmente devido à menor severidade de mancha-angular. Independente do uso de fungicida, nas safras de outono e seca, a linhagem VR22 apresentou maior número de grãos por vagem que a VR20, evidenciando que este componente é característica própria de cada genótipo (Tabela 8). Não se observou influência da densidade de plantas nas safras de outono e águas, estando de acordo com os resultados de Miranda (2018) e de outros autores. No entanto, na safra da seca de 2019 observou-se que com o aumento da densidade de plantas ocorreu uma redução de pequena magnitude no número de grãos por vagem (Gráfico 5). Jadoski *et al.* (2000) e Mondo e Nascente (2018) também mostraram relação entre aumento da população de plantas e redução do número de grãos por vagem.

Em relação à massa de cem grãos (Tabela 9), embora tenha-se detectado significância para a densidade na safra de outono e para a interação linhagem x densidade na safra da seca, as variações foram de pequenas magnitudes e não se encontraram modelos adequados de ajuste que explicassem o comportamento. No entanto, este componente, de acordo com a literatura, está mais relacionado a características próprias dos genótipos (ARF *et al.* 1996; LIMA, NASCIMENTO, ANDREANI JUNIOR, 2016; SANTOS *et al.* 2014) e sofre influência da severidade de doenças (DEMANT, MARINGONI, 2012; SARTORATO, RAVA, 2003). Verificou-se que a massa de cem grãos apresentou maiores valores nos experimentos com aplicação de fungicida (Tabela 10), corroborando os resultados obtidos por Demant e Maringoni (2012), Gontijo Neto *et al.* (2016), Sartorato e Rava (2003), e Vieira (2004). Os valores maiores de massa de cem grãos nos experimentos em que foi aplicado fungicida foi mais evidente na linhagem VR22. Isto provavelmente está relacionado ao fato de esta linhagem ser mais suscetível à mancha-angular e ter porte prostrado, o que também propicia microclima favorável ao desenvolvimento de doenças fúngicas, como mofo-branco e mancha-angular. A linhagem VR20, por ser de porte ereto, sofreu menos danos devido ao mofo-branco e ainda apresentou resistência genética à mancha-angular.

Em relação às doenças, o mofo-branco ocorreu com maior severidade somente na safra de outono (Tabela 11). Observou-se que as duas linhagens tiveram comportamento similar nos dois experimentos; no experimento sem aplicação de fungicida a severidade foi maior do que no com aplicação de fungicida, como esperado. No entanto, nos dois experimentos, verificou-se que o incremento da densidade de plantas ocasionou aumento da severidade de mofo-branco (Gráfico 6). Esta relação de densidade de plantas com severidade de mofo-branco já é relatada na literatura por Vieira *et al.* (2010), que afirmam que o uso de menores densidades de plantas é uma maneira eficiente de se reduzir a severidade da doença, e por

Vieira *et al.* (2012), que relatam que a baixa densidade de plantas associada ao controle químico são medidas importantes no manejo do mofo-branco. A utilização de fungicida, assim como demonstrado neste trabalho, é descrito por Paula Júnior *et al.* (2009) como uma das medidas mais eficientes no manejo integrado do mofo-branco.

Já a mancha-angular ocorreu nas três safras (Tabela 12). Verificou-se interação fungicida x linhagem (Tabela 13), com a linhagem VR20 apresentando menor severidade que a VR22. Isso reflete o efeito de sua maior resistência genética à mancha-angular, conforme já relatado anteriormente. Entretanto, a aplicação de fungicida reduziu a severidade da mancha-angular para ambas as linhagens (Tabela 13). Vale ressaltar que no caso deste trabalho o fungicida utilizado foi o fluazinan, que possui recomendação apenas para controle do mofo-branco. Estudos publicados por Sartorato (2002) mostraram redução da intensidade de mancha-angular no feijoeiro com a utilização do fluazinan, embora este não tenha se mostrado o mais eficiente. Constatou-se também que o aumento da densidade de plantas resultou na maior severidade da mancha-angular, principalmente na linhagem VR22, devido a sua maior susceptibilidade. A VR20, embora sofresse alguma influência da densidade na severidade da mancha-angular, isso aconteceu apenas na safra da seca e com severidades baixas (Gráfico 7).

Na safra da seca também se verificou que, tanto no experimento sem fungicida quanto no com fungicida, o incremento da densidade de plantas resultou em aumento da severidade de mancha-angular (Gráfico 8). Esta relação direta do aumento da densidade de plantas com aumento da severidade de mancha-angular, sugere que talvez o manejo da população de plantas possa ser uma nova medida no manejo da mancha-angular no feijoeiro, assim como se tem recomendado para o mofo-branco. Não se observou ainda na literatura esta recomendação, que menciona como estratégias de controle da mancha-angular, o uso de cultivares resistentes, manejo cultural (rotação de culturas e adubação equilibrada) e controle químico (PAULA JÚNIOR *et al.*, 2006a; PAULA JÚNIOR *et al.*, 2015; REIS-PRADO *et al.*, 2006).

7 CONCLUSÕES

Nos plantios de outono (irrigado) e águas, linhagens de feijoeiro dos tipos II (ereto) e III (prostrado), independente de se controlar doenças, não responderam ao incremento na densidade de plantas; já no plantio da seca, quando se controlou doenças, as linhagens responderam de forma similar, com incremento significativo de produtividade nas maiores densidades (18 e 21 plantas/metro). Isto evidencia resposta diferenciada do feijoeiro à população de plantas nas diferentes épocas de cultivo, necessitando estudos adicionais.

O fungicida fluazinan mostrou-se eficiente no controle do mofo-branco e/ou da mancha-angular no feijoeiro, independente da época de cultivo.

Menores densidades de plantas contribuem para reduzir a severidade de mofo-branco e mancha-angular no feijoeiro.

O número de vagens por planta, independente do tipo de planta (tipo II - ereto ou III - prostrado), mostrou ser o componente principal da plasticidade fenotípica do feijoeiro.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, A. F. B.; RAMALHO, M. A. P.; CARNEIRO, J. E. S.; MELO, L. C.; PEREIRA, H. S.; SOUZA, T. L. P. O.; PAULA JÚNIOR, T. J.; SOUZA, E. A.; PEREIRA FILHO, I. A.; MARTINS, M.; DEL GIÚDICE, M. P.; VIEIRA, R. F. **BRSMG Uai: cultivar de feijão tipo carioca com planta de arquitetura ereta**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1103800/brsmg-uai-cultivar-de-feijao-tipo-carioca-com-planta-de-arquitetura-ereta>. Acesso em: 13 out. 2019.
- ALONÇO, A.; ANTUNES, I. F. Semeadura direta de feijão em resteva de trigo, visando a colheita mecanizada direta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 32, n. 9, p. 919-922, set. 1997.
- ARAÚJO, G. A. A.; CAMELO, G. N. Preparo do solo e plantio. In: CARNEIRO, J. E. S.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (ed.). **Feijão do plantio a colheita**. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2015. Cap. 6, p. 115-144.
- ARF, O.; BUZETTI, S.; SÁ, M. E.; TOLEDO, A. R. M.; OLIVEIRA, C. A. G.; FUJIWARA, R. H.; ROMEIRO, P. J. M.; GUERREIRO NETO, G. Efeito de diferentes espaçamentos e densidades sobre os componentes produtivos do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) adubado em função da área e do espaçamento entre linhas. **Cultura Agrônômica**. Ilha Solteira, v. 1, n. 1, p. 1-10, 1992.
- ARF, O.; SÁ, M. E.; OKITA, C. S.; TIBA, M. A.; GUERREIRO NETO, G.; OGASSAWARA, F. Y. Efeito de diferentes espaçamentos e densidades de semeadura sobre o desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 31, n. 9, p. 629-634, set. 1996.
- BARBOSA, F. R.; GONZAGA, A. C. O. **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central-Brasileira: 2012-2014**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, maio 2012. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/926285/informacoes-tecnicas-para-o-cultivo-do-feijoeiro-comum-na-regiao-central-brasileira-2012-2014>. Acesso em: 14 abr. 2020.
- BIANCHINI, A.; MARINGONI, A. C.; CARNEIRO, B. S. M. T. P. G. Doenças do feijoeiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. (ed.). **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. v. 2, cap. 34, p. 354-377.
- BORÉM, A.; CARNEIRO, J. E. S. A cultura. In: CARNEIRO, J. E. S.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (ed.). **Feijão do plantio a colheita**. 1.ed. Viçosa: Editora UFV, 2015. Cap. 1, p. 9-15.
- BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **AGROFIT**. Brasília, 2019. Disponível em: http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons. Acesso em: 18 set. 2019.

CANTERI, M. G.; GODOY, C. V. Influência da severidade de mancha angular na eficiência fotossintética da área foliar sadia de feijoeiro, sob condições de campo. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, v. 26, n. 2, p. 179-186, abr/jun. 2005.

CARNEIRO, J. E. S.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (ed.). **Feijão do plantio à colheita**. Viçosa: Editora UFV, 2015. 384 p.

COBUCCI, T.; NASCENTE, A. S.; MACHADO, A. A.; OLIVEIRA K. G. B.; FILHO, C. R. P.; CARVALHO, A. B. A. **Efeito da densidade de plantio na produtividade do feijoeiro comum, cultivares Pérola e BRS Horizonte**. Campinas: IAC, 2008. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/216176/efeito-da-densidade-de-plantio-na-produtividade-do-feijoeiro-comum-cultivares-perola-e-brs-horizonte>. Acesso em 26 set. 2019.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Séries históricas 2020**. Brasília, DF: CONAB, 2020. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/serie-historica-das-safras?start=20>. Acesso em: 18 maio 2020.

COSTA, J. G. C.; KOHASHI-SHIBATA, J.; COLIN, S. M. Plasticidade no feijoeiro comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v. 18, n. 2, p. 159-167, fev. 1983.

COUTO, M. A.; SANTOS, J. B.; FERREIRA, J. L. Melhoramento do feijoeiro comum com grão tipo carioca, visando resistência à antracnose e à mancha angular. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 32, n. 5, p. 1643-1648, set./out. 2008.

COYNE, D. P.; STEADMAN, J. R.; ANDERSON, F. N. Effect of modified plant architecture of great northern dry bean varieties (*Phaseolus vulgaris*) on white mold severity, and components of yield. **Plant Disease Reporter**, v. 58, n. 4, p. 379-382, 1974.

DEMANT, L. A. R.; MARINGONI, A. C. Controle da mancha angular do feijoeiro com uso de fungicidas e seu efeito na produção das plantas. **Idesia**, v. 30, n. 2, p. 93-100, maio/ago. 2012.

GONTIJO NETO, G. F.; ANDRADE, M. J. B.; POZZA, E. A.; MARTINS, F. A. D.; SOARES, B. L.; BELAN, L. L.; CARDILHO, B. E. S. Controle da antracnose e da mancha angular do feijoeiro comum com indutores de resistência. **Nucleus**, v. 13, n. 2, p.199-208, out. 2016.

GUIMARÃES, C. M.; STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M.; SARMENTO, P. H. L. Componentes agronômicos do feijoeiro superprecoce BRS FC104 em diferentes arranjos espaciais e adubações fosfatada. **Colloquium Agrariae**. v. 15, n. 3, p. 40-48, mai./jun. 2019.

HORN, F. L.; SCHUC, L. O. B.; SILVEIRA, E. P.; ANTUNES, I. F.; VIEIRA, J. C.; MARCHIORO, G.; MEDEIROS, D. F.; SCHWENGBER, J. E. Avaliação de espaçamentos e populações de plantas de feijão visando à colheita mecanizada direta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 1, p. 41-46, jan. 2000.

JADOSKI, S. O.; CARLESSO, R.; WOISCHICK, D.; PETRY, M. T.; FRIZZO, Z. Plant population and row spacing for irrigated drybean II: grain yield and yield components. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 4, p. 567-573, 2000.

LIMA, R. C.; TEIXEIRA, P. H.; SOUZA, A. F. F.; PAULA JÚNIOR, T. J.; TEIXEIRA, H.; LEHNER, M. S.; CARNEIRO, J. E. S.; MARÇAL, T. S.; VIEIRA, R. F. Strategy to identify resistance to white mould associated with high yield for irrigated common bean in Brazil. **Plant Pathology**, v. 69, p. 1172-1184, 2020.

LIMA, R. C.; TEIXEIRA, P. H.; SOUZA, L. R. V.; RODRIGUES, L. B.; CARNEIRO, J. E. S.; LEHNER, M. S.; PAULA JÚNIOR, T. J.; VIEIRA, R. F. Integration of partial resistance, plant density and use of fungicide for management of white mould in common bean. **Plant Pathology**, v. 68, n. 3, p. 481-491, 2019.

LIMA, R. T.; NASCIMENTO, V.; ANDREANI JUNIOR, R. Densidade de plantas e fontes de nitrogênio no cultivo de feijoeiro. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v. 10, n. 3, p. 327-338, 2016.

MELO, C. L. P.; RAGAGNIN, V. A.; ARRUDA, K. M. A.; BARROS, E. G.; CARNEIRO, P. C. S.; PAULA JÚNIOR, T. J.; MOREIRA, M. A.; CARNEIRO, J. E. S. Caracterização fenotípica e molecular de genitores de feijão tipo carioca quanto à resistência a patógenos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 43, n. 4, p. 495-504, 2008.

MIRANDA, I. R. **Efeitos densidade de plantas sobre a produtividade em feijoeiros de porte ereto e prostrado**. 2018. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2018.

MONDO, V. H. V.; NASCENTE, A. S. Produtividade do feijão-comum afetado por população de plantas. **Agrarian**, Dourados, v. 11, n. 39, p. 89-94, 2018.

NAY, M. M.; SOUZA, T. L. O.; RAATZ, B.; MUKANKUSI, C. M.; GONÇALVES-VIDIGAL, M. C.; ABREU, A. F. B.; MELO, L. C.; PASTOR-CORRALES, M. A. A review of angular leaf spot resistance in common bean. **Crop Science**, v. 59, p. 1376-1391, jul./aug. 2019.

NIENHUIS, J.; SINGH, S. P. Combining ability analyses and relationships among yield, yield components and architectural traits in dry bean. **Crop Science**, v. 26, p. 21-27, jan./feb. 1986.

PAULA JÚNIOR, T. J.; LOBO JÚNIOR, M.; SARTORATO, A.; VIEIRA, R. F.; CARNEIRO, J. E. S.; ZAMBOLI, L. **Manejo integrado de doenças do feijoeiro em áreas irrigadas Guia técnico**. 1.ed. Viçosa: EPAMIG CTZM, 2006a. 48 p.

PAULA JÚNIOR, T. J.; VIEIRA, R. F.; LOBO JÚNIOR, M.; MORANDI, M. A. B.; CARNEIRO, J. E. S.; ZAMBOLI, L. **Manejo integrado do mofo-branco do feijoeiro Guia técnico**. 1.ed. Viçosa: EPAMIG CTZM, 2006b. 48 p.

PAULA JÚNIOR, T. J.; VIEIRA, R. F.; ROCHA, P. R. R.; BERNARDES, A.; COSTA, E. L.; CARNEIRO, J. E. S.; VALE, F. X. R.; ZAMBOLI, L. White mold intensity on common bean in response to plant density, irrigation frequency, grass mulching, *Trichoderma* spp., and fungicide. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 35, n. 1, p. 44-48, 2009.

PAULA JÚNIOR, T. J.; VIEIRA, R. F.; TEIXEIRA, H.; CARNEIRO, J. E. S. **Guia técnico Produção de feijão**. 1.ed. Viçosa: EPAMIG CTZM, 2010. 52 p.

PAULA JÚNIOR, T. J.; VIEIRA, R. F.; TEIXEIRA, H.; LOBO JÚNIOR, M.; WENDLAND, A. Doenças do feijoeiro: estratégias integradas de manejo. *In*: CARNEIRO, J. E. S.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (ed.). **Feijão do plantio a colheita**. 1.ed. Viçosa: Editora UFV, 2015. Cap. 11, p. 270-299.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B.; CARNEIRO, J. E. S. Cultivares. *In*: **INFORME AGROPECUÁRIO**: Feijão de alta produtividade. Belo Horizonte: EPAMIG, 2004, v. 25, p. 21-32.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B.; CARNEIRO, J. E. S.; MELO, L. C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; PEREIRA, H. S.; DEL PELOSO, M. J.; PEREIRA FILHO, I. A.; MARTINS, M.; DEL GIÚDECE, M. P.; VIEIRA, R. F. BRSMG Uai: common bean cultivar with carioca grain type and upright plant architecture. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 16, n. 3, p. 261-264, 2016.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Obtenção de cultivares. *In*: CARNEIRO, J. E. S.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (ed.). **Feijão do plantio a colheita**. 1.ed. Viçosa: Editora UFV, 2015. Cap. 5, p. 96-114.

R CORE TEAM, 2019. **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Áustria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em: 13 out. 2019.

REIS-PRADO, F. G.; SARTORATO, A.; COSTA, J. G. C.; RAVA, C. A.; SIBOV, S. T.; PINHEIRO, J. B.; CARNEIRO, M. S. Reação de cultivares de feijoeiro comum à mancha angular em casa de vegetação. **Fitopatologia brasileira**, v. 31, n. 3, p. 306-309, 2006.

RIBEIRO, N. D.; CARGNELUTTI FILHO, A.; JOST, E.; POERSCH, N. L.; TRENTIN, M. Alterações em caracteres agromorfológicos em função da densidade de plantas em cultivares de feijão. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 10, n. 2, p. 167-163, abr./jun. 2004.

SAINDON, G.; HUANG, H. C.; KOZUB, G. C.; MÜNDEL, H. H.; KEMP, G. A.; Incidence of white mold and yield of upright bean grown in different planting patterns. **Journal of Phytopathology**, v. 137, n. 2, p. 118-124, 1993.

SANTOS, J. B.; GAVILANES, M. L.; VIEIRA, R. F.; PINHEIRO, L. R. Botânica. *In*: CARNEIRO, J. E. S.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (ed.). **Feijão do plantio a colheita**. 1.ed. Viçosa: Editora UFV, 2015. Cap. 3, p. 37-66.

SANTOS, M. G. P.; CARVALHO, A. J.; DAVID, A. M. S. S.; AMARO, H. T. R.; VIEIRA, N. M. B.; SOUZA, V. B.; CARNEIRO, J. E. S. Densidades de semeadura e safras de cultivo no desempenho produtivo de cultivares de feijoeiro-comum. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 5, p. 2309-2324, set./out. 2014.

SARTORATO, A. **Mancha-angular do feijoeiro comum: controle químico com mistura de fungicidas**. Santo Antônio de Goiás, Embrapa Arroz e Feijão, 2006. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/214885/mancha-angular-do-feijoeiro-comum-controle-quimico-com-mistura-de-fungicidas>. Acesso em: 18 set. 2019.

SARTORATO, A. Mancha Angular: Principais Resultados de Pesquisa Obtidos na Embrapa Arroz e Feijão no período de 1980 a 1995. In: SARTORATO, A.; THUNG, M. **Memoriais da participação brasileira no" I Taller Internacional sobre la Mancha Angular del Frijol"**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/210461>. Acesso em: 30 nov. 2020.

SARTORATO, A.; RAVA, C. A. Controle químico da mancha angular do feijoeiro comum. **Summa Phytopathologica**, v. 29, n. 2, p. 202-204, 2003.

SARTORATO, A.; RAVA, C. A. Influência da cultivar e do número de inoculações na severidade da mancha angular (*Isariopsis griseola*) e nas perdas na produção do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*). **Fitopatologia Brasileira**, v. 17, n. 3, p. 247-251, set. 1992.

SARTORATO, A.; RAVA, C. A. Mancha angular. In: SARTORATO, A.; RAVA, C. A. (Ed.). **Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle**. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI, 1994. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/199890>. Acesso em: 20 ago. 2020.

SCHOONHOVEN, A. V.; PASTOR-CORRALES, M. A. **Sistema Estándar para la evaluación de germoplasma de frijol**. Cali: CIAT, 1987. 56p.

SCHWARTZ, H. F.; STEADMAN, J. R.; COYNE, D. P. Influence of *Phaseolus vulgaris* blossoming characteristics and canopy structure upon reaction to *Sclerotinia sclerotiorum*. **Phytopathology**, v. 68, n. 3, p. 465-470, 1978.

SHIMADA, M. M.; ARF, O.; SÁ, M. E. Componentes do rendimento e desenvolvimento do feijoeiro de porte ereto sob diferentes densidades populacionais. **Bragantia**, Campinas, v. 59, n. 2, p. 181-187, 2000.

SILVA, C. A.; ABREU, A. F. B.; RAMALHO, M. A. P. Associação entre arquitetura de planta e produtividade de grãos em progênies de feijoeiro de porte ereto e prostrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 12, p. 1647-1652, dez. 2009.

SILVA, C. C.; MELO, L. C.; DEL PELOSO, M. J.; DIAZ, J. L. C.; FARIA, L. C.; COSTA, J. G. C.; PEREIRA, H. S.; DI STÉFANO, J. G. **Arranjos Espaciais de Plantas de Feijoeiro Comum de Diferentes Tipos de Crescimento**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2008. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/216597/arranjos-espaciais-de-plantas-de-feijoeiro-comum-de-diferentes-tipos-de-crescimento>. Acesso em: 25 set. 2019.

SILVA, H. T. **Morfologia**. Agência de informação Embrapa. 2019. Disponível em: https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/AG01_9_1311200215101.html. Acesso em: 19 ago. 2019.

SINGH, S. P.; SCHWARTZ, H. F. Breeding common bean for resistance to diseases: a review. **Crop Science**, v. 50, n. 6, p. 2199-2223, nov./dez. 2010.

SOUZA, A. B.; OLIVEIRA, D. P.; SILVA, C.A.; ANDRADE, M. J. B. Populações de plantas e doses de nitrogênio para o feijoeiro em sistema convencional. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 30, n. 4, p. 998-1006, jul./ago. 2014.

VIEIRA, C.; ALMEIDA, L. A. Experimentos de espaçamento de semeadura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ceres**, v. 12, p. 219-228, 1965.

VIEIRA, C. Efeito da densidade de plantio sobre a cultura do feijoeiro. **Ceres**, v. 15, p. 44-53, 1968.

VIEIRA, C.; VIEIRA, R. F. Épocas de plantio de feijão e proposta de nomenclatura para designá-las. **Ceres**, v. 42, p. 685-688, 1995.

VIEIRA, R. F. Ganhos de produtividade com aplicação de fungicidas em feijões com diferentes graus de resistência a doenças. **Ceres**, v. 51, n. 295, p. 355-366, 2004.

VIEIRA, R. F.; PAULA JÚNIOR, T. J.; CARNEIRO, J. E. S.; TEIXEIRA, H.; QUEIROZ, T. F. N. Management of white mold in type III common bean with plant spacing and fungicide. **Tropical Plant Pathology**, v. 37, n. 2, p. 95-101, mar./abr. 2012.

VIEIRA, R. F.; PAULA JÚNIOR, T. J.; TEIXEIRA, H.; CARNEIRO, J. E. S. White mold management in common bean by increasing within-row distance between plants. **Plant Disease**, v. 94, n. 3, p. 361-367, mar. 2010.

WENDLAND, A.; PEREIRA, H. S.; FARIA, L. C.; SOUZA, T. L. P. O.; DEL PELOSO, M. J.; COSTA, J. G. C.; DIAZ, J. L. C.; MAGALDI, M. C. S.; ALMEIDA, V. M.; CARVALHO, H. W. L.; MELO, C. L. P.; COSTA, A. F.; ABREU, A. F. B.; MELO, L. C. **BRS Sublime: cultivar de feijoeiro-comum de grão tipo comercial carioca resistente à mancha-angular, alto potencial produtivo e porte ereto**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1100188/brs-sublime-cultivar-de-feijoeiro-comum-de-grao-tipo-comercial-carioca-resistente-a-mancha-angular-alto-potencial-produtivo-e-porte-ereto>. Acesso em: 22 ago. 2019.

ZIVIANI, A. C.; RIBEIRO JÚNIOR, W. Q.; RAMOS, M. L. G.; BARBOSA, M. A. A. F.; CORDEIRO, A.; FRANÇA, L. V. Arranjos espaciais de feijoeiro de portes contrastantes e seus efeitos na produtividade e cobertura vegetativa. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 25, n. 2, p. 1-9, mar./abr. 2009.