



FERNANDA KEIKO IWANO

**ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO DA
SEVERIDADE DA MANCHA-ANGULAR NO
FEIJOEIRO**

LAVRAS - MG

2013

FERNANDA KEIKO IWANO

**ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO DA SEVERIDADE DA MANCHA-
ANGULAR NO FEJJOEIRO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para a obtenção do título de Mestre.

Orientador

Dr. Magno Antonio Patto Ramalho

LAVRAS - MG

2013

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Iwano, Fernanda Keiko.

Estratégias de avaliação da severidade da mancha-angular no feijoeiro / Fernanda Keiko Iwano. – Lavras : UFLA, 2013.

77 p. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.

Orientador: Magno Antonio Patto Ramalho.

Bibliografia.

1. *Phaseolus vulgaris*. 2. *Pseudocercospora griseola*. 3. Melhoramento genético de plantas. 4. Fungo fitopatogênico. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 631.523

FERNANDA KEIKO IWANO

**ESTRATÉGIAS DE AVALIAÇÃO DA SEVERIDADE DA MANCHA-
ANGULAR NO FEJJOEIRO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, área de concentração em Genética e Melhoramento de Plantas, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 25 de fevereiro de 2013

Augusto Ramalho de Moraes	Universidade Federal de Lavras
João Bosco dos Santos	Universidade Federal de Lavras
Magno Antonio Patto Ramalho	Universidade Federal de Lavras

Dr. Magno Antonio Patto Ramalho
Orientador

LAVRAS - MG

2013

Aos meus inesquecíveis avôs Alderico Corrêa (*in memorian*) e Teruo Iwano (*in memorian*) que sempre me apoiaram.

Ofereço

Aos meu pais Lauro e Madalena, aos meus irmãos Aline, Rafael e Felipe, as minhas avós Eunice e Conceição e meu noivo pelo amor e constante apoio.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Aos meu pais, Lauro Kaoru e Maria Madalena por todo incentivo e por acreditarem no meu sonho de ser Mestre.

À Universidade Federal de Lavras e ao Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento de plantas, pela oportunidade concedida.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Magno Ramalho por todo conhecimento repassado a mim, pela agradável convivência e pela excelente orientação.

À Doutora Ângela por todo auxílio prestado e pela amizade.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas em especial ao César, João Bosco, João Cândido, Elaine, José Airton pelos ensinamentos transmitidos.

Aos membros da banca, Augusto Ramalho e João Bosco dos Santos pelas valiosas contribuições.

Ao meu noivo Lucas, pelo amor, companheirismo, incentivo e paciência.

A minha família, pelo apoio e compreensão da minha ausência.

Aos amigos do GEN pelo incentivo, pelas contribuições e pelos momentos de alegria, em especial aos amigos Kaio, Luiz Paulo, Renato, Samira, Camila, José Maria, Paulo Henrique, Rafael, Laiane, Carlos.

Aos colegas do “feijão” pela colaboração na execução do trabalho e pela agradável convivência.

Aos funcionários do Departamento de Biologia.

A todos que de alguma forma me ajudaram e me apoiaram, muito obrigada por tudo!

RESUMO

Devido à desuniformidade da ocorrência dos patógenos e a segregação dentro das progênies, a avaliação da severidade da doença por meio da escala de nota, especialmente da mancha-angular é dificultada nos experimentos de avaliação de progênies e/ou linhagens. Este trabalho teve como objetivo estimar a eficiência do emprego de uma planta por parcela na avaliação da severidade da mancha-angular em experimentos de avaliação de progênies e/ou linhagens na cultura do feijoeiro. Para isso, foram utilizadas duas estratégias experimentais: uma delas utilizando uma planta por parcela e outra parcela de tamanho padrão (2 linhas de 4 metros de comprimento). Os experimentos foram conduzidos no período de novembro de 2011 a maio de 2012, nos municípios de Lavras e Lambari, no Estado de Minas Gerais. Foram avaliadas 41 linhagens do programa de melhoramento da UFLA que diferiam quanto ao grau de suscetibilidade ao *P. griseola*. As linhagens foram avaliadas quanto à severidade do referido patógeno utilizando uma escala diagramática de cinco graus. Em todos os experimentos, de uma planta por parcela, foram obtidas notas de severidade da doença do início de sua ocorrência e posteriormente em intervalos variando de 7 a 12 dias. Com essas notas foi estimada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). No experimento com parcela de tamanho padrão a avaliação foi efetuada poucos dias antecedendo a colheita de grãos. Procedeu-se as análises de variância por ambiente e conjunta e adicionalmente foi empregado no experimento de uma planta por parcela o método de médias móveis. Constatou-se que a precisão das estratégias experimentais avaliadas foi equivalente. Foi possível classificar as plantas com relação à severidade ao *P. griseola* nas duas estratégias. Contudo, as estimativas da correlação de Spearman da nota média de severidade das linhagens nos diferentes experimentos foram quase sempre baixas. Também as correlações entre notas de severidade e produtividade de grãos foram na sua maioria de pequena magnitude. O uso do método de médias móveis não melhorou a precisão experimental.

Palavras-chave: Melhoramento Genético de Plantas. *Phaseolus vulgaris*. *Pseudocercospora griseola*.

ABSTRACT

Due to disuniformity occurrence of the pathogens and segregation in the progenies, the assessment of disease severity using the scale of note, especially the angular leaf spot is hampered in the evaluation experiments of progenies and/or strains. This study had as objective to estimate the use efficiency of a plant per plot in assessing of the angular leaf spot severity in evaluation experiments of progenies and/or strains of bean. For this, were used two experimental strategies: one of them using a plant per plot and other plot of standard size (2 rows of 4 meters in length). The experiments were conducted from november 2011 to may 2012, in Lavras and Lambari municipality, Minas Gerais state. Forty-one strains of the breeding program of UFLA were evaluated that differed as susceptibility degree to *P. griseola*. The strains were evaluated as the severity of this pathogen using a diagrammatic scale of five degrees. In all experiments, of a plant per plot were obtained severity grades of disease the beginning of its occurrence and at intervals thereafter ranging from 7 to 12 days. With these notes were estimated the area under the disease progress curve (AUDPC). In the experiment with plot size standard the evaluation was performed a few days preceding the grains harvest. The variance analyzes was carried out for environment and joint and additionally was used in the experiment of a plant per plot the method moving averages. It was found that the accuracy of experimental strategies evaluated were equivalent. It was possible to classify the plants with relation to severity *P. griseola* in two strategies. However, Spearman correlation estimates of the average grade strains of severity from strains in the different experiments were almost always low. Also the correlations among severity grades and grain yield were mostly of small magnitude. The averages moving method used did not improve the experimental accuracy.

Keywords: Plant Breeding. *Phaseolus vulgaris*. *Pseudocercospora griseola*.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	9
2	REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1	Mancha-angular do feijoeiro comum.....	11
2.1.1	Importância	11
2.1.2	Etiologia e epidemiologia.....	11
2.1.3	Sintomatologia e controle da doença.....	13
2.2	Variabilidade patogênica em <i>P. griseola</i>	14
2.3	Métodos de quantificação de doenças em plantas.....	16
2.4	Estimativa dos danos provocados por <i>P. griseola</i>	19
2.5	Métodos de condução das populações segregantes e a avaliação dos patógenos.....	20
2.6	Estratégias experimentais que podem ser utilizadas na seleção visando resistência aos patógenos.....	21
2.7	Modelagem espacial.....	22
2.7.1	Análise de vizinhança: uso de médias móveis.....	24
3	MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1	Locais e épocas de semeadura.....	28
3.2	Linhagens utilizadas	29
3.3	Experimento de uma planta por parcela	30
3.4	Experimento com parcela de tamanho padrão	30
3.5	Tratos culturais	30
3.6	Caracteres avaliados.....	31
3.7	Análise dos dados	32
3.8	Comparação da eficiência das estratégias:.....	34
4	RESULTADOS	35
5	DISCUSSÃO.....	53
6	CONCLUSÃO	59
	REFERÊNCIAS.....	60
	ANEXOS.....	71

1 INTRODUÇÃO

Um dos fatores limitantes no cultivo de feijão é a ocorrência de doenças, entre elas a mancha-angular, causada pelo fungo *Pseudocercospora griseola* (Sacc.) Crous & Braun. Até o final da década de 1980, era reconhecida como doença de pequena importância econômica (VIEIRA, 1988), mas hoje é considerada a doença mais comum da parte aérea do feijoeiro (PAULA JÚNIOR et al., 2006). Distribuída em todas as regiões produtoras, a doença ocorre com maior frequência na “safra da seca” (BIANCHINI; CARNEIRO; LEITE JÚNIOR, 2000; PAULA JÚNIOR; ZAMBOLIM, 2006), atribuindo-se a ela a redução acentuada na produtividade de grãos (SARTORATO; RAVA; RIOS, 1996).

Várias estratégias estão sendo utilizadas no controle da mancha-angular, como uso de sementes sadias, rotação de cultura, eliminação de restos culturais, aplicação de fungicidas e o uso de cultivares resistentes, o uso dessas cultivares consiste na forma mais racional de controle da doença de plantas por não aumentar os custos de produção, pois reduz os gastos com a aplicação de fungicidas. Porém, o melhoramento visando à obtenção de cultivares resistentes é dificultado pela ampla variabilidade do patógeno (NIETSCHKE; BOREM; ALZATE-MARIN, 2002; SARTORATO, 2004; SILVA et al., 2008).

A avaliação da resistência das linhagens e/ou progênes tem sido realizada predominantemente no campo por meio de uma escala diagramática (GODOY et al., 1997) ou pela avaliação de imagem dos folíolos com sintomas da doença (VALE; FERNANDES FILHO; LIBERATO, 2003). Como a incidência do patógeno nem sempre é uniforme, a avaliação poderá ter baixa precisão. Isso porque na avaliação, especialmente de progênes, em que poucas repetições são utilizadas, certamente alguns tratamentos poderão ficar prejudicados e outros beneficiados. Outra grande dificuldade, sobretudo quando

se avalia progênies segregantes, é que ocorrem plantas resistentes e suscetíveis dentro da parcela e normalmente é atribuída uma nota média que não reflete a variação existente dentro da mesma. Para outros caracteres com problemas experimentais semelhantes, tem sido utilizadas parcelas de uma planta, aliado ao maior número de repetições (FASOULAS, 1973; MENDES; RAMALHO; ABREU, 2011). Contudo, no caso de patógeno e especialmente da avaliação da severidade *P. griseola* não foi encontrado nenhum relato na literatura a esse respeito.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi estimar a eficiência do emprego de uma planta por parcela na avaliação da severidade da mancha-angular e do emprego de outras metodologias de análises que possam melhorar a eficiência dos experimentos de avaliação de progênies e/ou linhagens na cultura do feijoeiro.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Mancha-angular do feijoeiro comum

2.1.1 Importância

Entre as principais doenças do feijoeiro, a mancha-angular destaca-se como uma das mais importantes do ponto de vista econômico, haja vista que sua ocorrência está em todas as regiões onde se cultiva essa leguminosa. No Brasil a doença já foi considerada como secundária (COSTA, 1972; VIEIRA, 1988), entretanto vêm se tornando importante devido à ocorrência cada vez mais precoce e frequente, que resulta em grandes perdas na produção. As razões para essa mudança são ainda desconhecidas, acreditando-se que a semeadura de cultivares suscetíveis aliada a um ambiente favorável tenham proporcionado condições ideais ao seu desenvolvimento (SARTORATO, 1988) e provavelmente responsáveis pelo aumento nos danos causados por essa doença (GODOY, 1995).

A mancha-angular é de ocorrência mundial tanto em regiões tropicais como subtropicais, entretanto possui características mais próximas do patossistema tropical (CANTERI, 1998). Cita-se como países de ocorrência a Colômbia, Argentina, Brasil, Costa Rica, Guatemala, México, Peru, Venezuela, Estados Unidos, Austrália, Índia, Irã, Japão, Israel, além de países da África e Europa (ELLIS; GALVEZ; SINCLAIR, 1976; FERRAZ, 1980).

2.1.2 Etiologia e epidemiologia

O patógeno causador da doença é um fungo mitospórico da classe *Hyphomycete*, pertencente à ordem *Moniliales* e à família *Stilbaceae*. A espécie

passou por várias mudanças em sua nomenclatura. Foi descrita, primeiramente, por Saccardo, em 1878, como *Isariopsis griseola*. Em 1909, Ferraris a reclassificou, baseado em sua morfologia, como *Phaeoisariopsis griseola*, até que Crous et al. (2006), por meio de análises moleculares, propuseram uma nova classificação: *Pseudocercospora griseola* (Sacc.) Crous & U. Braun.

O fungo *P. griseola* apresenta vários hospedeiros e é muito comum em *P. vulgaris*, tanto em formas cultivadas quanto em silvestres. A doença pode ser observada também em *Phaseolus lunatus* L. (CAMPOS-ÁVILA; FUCIKOVSKY, 1981). Cardona-Avarez e Walker (1956) identificaram esse fungo na cultura da soja (*Glycinemax*) e Diaz, Armas e Barros (1965) detectaram níveis baixos a moderados de infecção em folhas de caupi (*Vignaunguiculata*). Existem também relatos de lesões provocadas por *P. griseola* em *Phaseolusacutifolius*, *Phaseolus angularis*, *Phaseolus calcarutuse* *Phaseolus coccineus* (CAMPOS-ÁVILA; FUCIKOVSKY, 1980).

A doença pode ocorrer no estágio inicial de desenvolvimento da plântula, dependendo da disponibilidade de inóculo. Para iniciar uma epidemia de mancha-angular, são necessários esporos advindos de fora da lavoura/área experimental (SARTORATO, 2005). Como inóculo primário podem atuar as sementes primárias, os restos de cultura e as lavouras também contaminadas. As próprias lesões que se desenvolvem nas plantas atuam como inóculo secundário (LIEBENBERG; PRETORIUS, 1997).

Em condições de campo, o fungo produz, na face inferior da folha, estruturas denominadas de sinêmios, que são formados por conidióforos paralelos e escuros em forma de tufos, visíveis ao olho nu. No ápice de cada conidióforo são produzidos conídios hialinos, geralmente septados, com formato cilíndrico a fusiforme e ligeiramente curvos (CAMPOS-ÁVILA, 1987; ZAUMEYER; THOMAS, 1957).

Os conídios de *P. griseola* germinam sobre a superfície das folhas sob condições de alta umidade e, três dias após a inoculação, as hifas penetram pelos estômatos, crescendo entre as células. De três a sete dias após a inoculação, as membranas das células infectadas se desintegram, o citoplasma celular se desorganiza e as células são destruídas com a proliferação do fungo. Assim, o patógeno coloniza extensivamente os tecidos, causando as lesões necróticas e a posterior esporulação (MONDA; SANDERS; HICK, 2001).

2.1.3 Sintomatologia e controle da doença

Os sintomas da mancha-angular podem ocorrer em toda a parte aérea, especialmente nas folhas e vagens (LIEBENBERG; PRETORIUS, 1997). Nas folhas primárias, as lesões castanho-acinzentadas não possuem formato bem característico. O sintoma típico de mancha-angular pode ser observado nas folhas trifolioladas, na forma de lesões angulares, em razão da limitação do desenvolvimento do patógeno pelas nervuras das folhas. É possível visualizar, na face inferior das folhas, as estruturas reprodutivas do patógeno (sinêmios) projetando-se do tecido lesionado na forma de pequenos filamentos pretos, nas quais são formados os conídios. É comum a união de várias lesões numa mesma folha, o que causa necrose parcial, amarelecimento das folhas e, por fim sua queda prematura (PAULA JÚNIOR; ZAMBOLIM, 2006).

O controle da doença pode ser feito por meio da utilização de sementes saudáveis e tratadas com fungicidas, rotação de culturas, adubação equilibrada, eliminação de restos culturais contaminados, controle químico e cultivares resistentes ao fungo. Têm sido recomendados diferentes produtos químicos para o controle da mancha-angular (ROCHA; SANTOS; BEGLIOMINI, 1998; SARTORATO; RAVA, 1999). No entanto, na América Latina, a maior parte da produção do feijão está nas mãos da agricultura familiar, que não possuem

condições econômicas de sustentar um programa de controle químico. Por isso, a melhor opção de controle da enfermidade, nessas condições, é o uso de cultivares resistentes ao patógeno. Com esse propósito, desde a metade da década de 90, foi intensificada a avaliação de diferentes fontes de resistência e a identificação de potenciais doadoras de alelos (PASTOR-CORRALES; JARA; SINGH, 1998; ARAYA; ARAYA, 2000). A eficiência no uso de resistência à mancha-angular depende do conhecimento sobre a variabilidade patogênica do agente causal e sua distribuição geográfica.

2.2 Variabilidade patogênica em *P. griseola*

Informações sobre a variabilidade de um patógeno é essencial para um programa de melhoramento, pois sempre há preocupação de quebra de resistência e, sobretudo da dificuldade de se obter cultivares com resistência a todas às raças. Além disso, essas informações auxiliam na tomadas de decisões e qual a melhor estratégia a ser utilizada.

Vários pesquisadores descreveram a variabilidade entre isolados de *P. griseola* de diferentes áreas ao redor do mundo. Brock (1951), ao estudar a resistência à mancha-angular das cultivares de feijão ‘*Brown Beauty*’, ‘*Stringless Black Calentine*’, ‘*Pinto*’ e ‘*Red Mexican*’, observou que treze isolados australianos apresentaram diferentes padrões de virulência. Embora tais resultados tenham sido questionados, pois os autores não utilizaram cultura monospórica, eles ressaltaram pioneiramente, a ocorrência de variabilidade entre os isolados, alertando para o perigo de utilização de apenas uma cultivar em um dado campo de produção.

Os isolados de *P. griseola* podem ser agrupados em dois conjuntos gênicos: andino e mesoamericano. Guzmán et al. (1995), Pastor-Corrales e Jara (1995) foram os pioneiros em revelar o processo de coevolução entre o patógeno

e o conjunto gênico hospedeiro de acordo com o centro de origem, ou seja, isolados de origem andina infectam cultivares do conjunto gênico andino e isolados de origem mesoamericana infectam cultivares do conjunto gênico mesoamericano, mas possuem capacidade de infectar também cultivares de origem andina. O processo de coevolução entre patógeno e hospedeiro relaciona-se diretamente com as estratégias de melhoramento a serem usadas para a obtenção de cultivares resistentes ao patógeno (MIKLAS et al., 2006).

Na caracterização de 316 isolados de *P. griseola* oriundos de 11 países da América Latina e 10 países da África e utilizando o conjunto de 12 diferenciadoras, Pastor-Corrales, Jara e Singh (1998) observaram que 82 são andinos, 193 mesoamericanos e 41 são de origem desconhecida. Apesar da variação entre e dentro dos países, foi possível classificá-los em dois grupos principais: andino e mesoamericano.

No estudo da variabilidade genética da patogenicidade de *P. griseola* no Brasil, foram identificados 26 patótipos entre 72 isolados estudados. Os mais frequentes foram: 63-31, 63-23, 63-55, 63-39 e 63-47. Entre os isolados ocorridos no município de Lavras, MG, foram observados os patótipos 31-7, 31-33, 31-39, 63-7, 63-23, 63-31, 63-39, 63-47, 63-55 e 63-33. Constatou-se a predominância de isolados pertencentes ao conjunto gênico mesoamericano (NIETSCHKE; BOREM; ALZATE-MARIN, 2002).

Em levantamento feito no Estado de Minas Gerais, foi avaliada a diversidade de 30 isolados de *P. griseola*. Treze patótipos foram identificados, o que demonstra alta variabilidade do fungo nas regiões amostradas nesse Estado. Dois isolados coletados em Lavras, região Sul do Estado, infectaram todas as cultivares da série diferenciadora, classificada como patótipo 63-63. O patótipo 63-23 foi o mais frequente (dez isolados), estando amplamente distribuído nas regiões estudadas, devendo ser, portanto, incluído no processo de seleção para identificação de fontes de resistência (NIETSCHKE et al., 2001).

A ampla variabilidade de *P. griseola* no Brasil tem sido um desafio aos programas de melhoramento do feijoeiro para resistência ao fungo. Mesmo assim, algumas cultivares tem sido relatadas como resistentes (PAULA JÚNIOR; VIEIRA; ZAMBOLIN, 2004). Algumas linhagens ‘México 54’, ‘AND 277’, ‘Cornell 49-242’, ‘MAR-2’, ‘G 5686’ e ‘BAT 332’ têm sobressaído como importantes fontes de resistência para uso em programas de melhoramento (ABREU et al., 2002; NIETSCHKE et al., 2000; SARTORATO, 2001). A cultivar que tem apresentado maior tolerância é a ‘Pérola’ (RAMALHO; ABREU; CARNEIRO, 2004).

2.3 Métodos de quantificação de doenças em plantas

Como já mencionado, um dos maiores desafios dos programas de melhoramento visando à resistência aos patógenos é quantificar a sua ocorrência em um determinado momento da vida do hospedeiro. Os principais objetivos da quantificação dos danos nas plantas são:

- a) estudar a prevalência e a importância das doenças na cultura;
- b) estimar danos ou perdas de rendimento;
- c) estimar a época de aplicação de fungicidas;
- d) comparar a eficiência de fungicidas;
- e) verificar o efeito de práticas agrícolas no controle;
- f) estudar o progresso da doença ou de epidemias;
- g) elaborar modelos de previsão de doenças
- h) avaliar a resistência de linhagens aos patógenos no melhoramento (MORAES, 2007).

Existem duas formas de quantificar as doenças em plantas, pelo método direto e indireto. A avaliação de sinais e sintomas presentes nos órgãos vegetais, incidência de plantas doentes e severidade da doença são consideradas métodos diretos. Dentre as formas indiretas de quantificação da doença encontra-se a estimação da população do patógeno, sua distribuição espacial e os efeitos causados na produção (danos e/ou perdas).

A incidência é o método mais comum e simples, por ser de fácil execução. Consiste na contagem de plantas ou órgãos doentes e na estimação da frequência na população, sem levar em consideração a intensidade de doença por indivíduo. Já a severidade é um método quantitativo e qualitativo que visa estimar a intensidade da doença nos órgãos ou na própria planta. Apresenta vantagens de ser mais preciso, caracteriza melhor o nível de resistência do hospedeiro e expressa com maior fidelidade a intensidade da doença no campo e os danos causados pelo patógeno. Como desvantagem, destaca-se o fato de ser mais trabalhoso e demorado, além do fato de algumas formas de avaliação da severidade serem subjetivas e dependentes da acuidade visual do avaliador, o que pode conduzir a erros elevados (VALE et al., 2004).

Para a quantificação da severidade de doenças com precisão, várias estratégias têm sido propostas entre as quais, destacam-se as escalas diagramáticas, que são representações ilustradas de uma série de plantas, folhas ou partes de plantas com sintomas em diferentes níveis de severidade (BERGAMIN FILHO; AMORIM, 1996). Atualmente, as escalas diagramáticas têm constituído a principal ferramenta de avaliação de severidade para muitas doenças. As escalas devem ser de fácil uso, aplicáveis a uma grande faixa de diferentes condições, como ter resultados reproduzíveis, possuir intervalo suficiente para representar todos os estágios de desenvolvimento da doença e permitir uma avaliação imediata (BERGER, 1980).

Outro problema da quantificação da severidade é identificar qual a melhor época de avaliação. Ele pode ser solucionado por meio da estimativa da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Essa pode ser obtida por meio de avaliações repetidas das parcelas em um certo intervalo de tempo, dentro do qual há uma chance muito maior de ocorrer época ideal. Além disso, com esse procedimento, mede-se a evolução da doença nesse intervalo, o que pode ser mais eficiente do que realizar a avaliação em apenas uma época. De posse das avaliações nesse tempo, procede-se à estimativa da AACPD, como proposto por Campbell e Maden (1990), por meio da seguinte expressão:

$$\text{AACPD} = \sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{y_i + y_{(i+1)}}{2} \right) \cdot (t_{(i+1)} - t_i)$$

Em que:

n: número avaliações;

y_i : severidade da doença na época de avaliação i ($i=1, \dots, n$);

$y_{(i+1)}$: severidade da doença na época de avaliação $i + 1$;

t : época da avaliação i , em número de dias após a semeadura (DAS);

$t_{(i+1)}$: época da avaliação $i + 1$.

Outra forma de quantificar a severidade é por meio da medição direta dos sintomas da doença ou sinais do patógeno. Isso pode ser feito por meio da contagem do número de lesões, medição de seu diâmetro e estimativa da porcentagem da área infectada. Esta, por sua vez, pode ser eficientemente obtida por meio de *softwares* específicos, como o *Quant*® (VALE; FERNANDES FILHO; LIBERATO, 2003). Esses programas analisam fotografias ou imagens obtidas por *scanner* e fornecem a porcentagem de área sadia e doente.

Parrella (2008) comparou alternativas de avaliação de mancha-angular em feijoeiro. Observou-se que avaliações feitas por escala diagramática e por meio da medição da área foliar sadia e doente apresentaram a mesma eficiência, desde que os avaliadores sejam treinados. O autor sugere o uso de escalas diagramáticas em experimentos contendo grande número de amostras, devido à maior facilidade de execução.

2.4 Estimativa dos danos provocados por *P. griseola*

Um dos métodos indiretos mais utilizados é o uso da produção para quantificar os danos causados pela doença. O dano é definido como qualquer redução na qualidade e/ou quantidade da produção (BERGAMIN FILHO; KIMATI; AMORIM, 1995). Os danos causados por organismos fitopatogênicos relacionam-se diretamente com a densidade populacional do patógeno ou, indiretamente com a quantidade ou intensidade dos sintomas (ou injúria) causados às plantas (ASMUS, 2001).

Com a expansão de áreas irrigadas, o feijão vem sendo cultivado durante todo o ano, inclusive em épocas de ocorrência das principais doenças e pragas que atacam essa cultura. Isso tem aumentado os riscos de danos à produção, bem como o custo de produção dessa leguminosa.

Na cultura do feijão, a estimativa dos danos tem sido obtida pela simples diferença entre a produção de parcelas ou plantas sadias e a produção de parcelas ou plantas doentes (AMORIM et al., 1995). Estimativas confiáveis dos prejuízos causados pelos patógenos são pré-requisitos para o desenvolvimento de qualquer programa bem sucedido de controle de doenças. A quantificação de danos é, portanto, um ponto-chave na definição de qualquer estratégia de controle (BERGAMIN FILHO; AMORIM, 1996).

Em estudo realizado no Estado de Minas Gerais, com objetivo de estimar os danos causados por *P. griseola* em linhagens de feijoeiro com diferentes níveis de resistência, foram avaliados quinze experimentos no Estado, em 2005 e 2006. Em seis dos quinze experimentos, a ocorrência do patógeno foi mais severa e a produtividade reduziu em média 130,9 kg ha⁻¹ para o aumento de cada grau de severidade (RAMALHO; ABREU; SANTOS, 2007). Nesses experimentos, as estimativas do coeficiente de regressão linear e correlação entre a severidade e a produtividade de grãos foram diferentes de zero e negativa, indicando que quanto maior a severidade, maior a perda na produtividade de grãos. Esses resultados confirmam que o patógeno pode causar danos apreciáveis e que podem chegar à ordem de 70% como relatados por Jesus Júnior et al. (2001).

A ocorrência dessa doença já foi relatada em mais de 78 países, em todos os continentes (LIEBENBERG; PRETORIUS, 1997), com danos expressivos. Na Índia, foram detectadas perdas de produtividade maiores que 50% (SINGH; SHARMA, 1976), 80% na Colômbia (SCHWARTZ et al., 1981), 82% na Costa Rica (WANG; VARGAS; MORA BRENES, 1985), de 51% a 70% no Brasil (MORA BRENES, CHAVES; ZAMBOLIM, 1983; RAVA; SARTORATO; CARVALHO, 1985; SARTORATO; RAVA, 1992), 80% no México (CRISPIN; SIFUENTES; AVILA, 1976), 50% no Estados Unidos (CARDONA-ALVAREZ; WALKER, 1956), entre outros.

2.5 Métodos de condução das populações segregantes e a avaliação dos patógenos

A ocorrência do patógeno nem sempre é uniforme na área, sobretudo em grandes experimentos (SANTOS, 2009) e os melhoristas/fitopatologistas têm encontrado dificuldade em proceder às inoculações no campo com *P. griseola*.

Nessa condição toda a seleção de indivíduos e/ou progênies ou linhagens é realizada por meio da infestação natural. Esse fato, evidentemente diminui a eficiência do programa.

Nos programas de melhoramento do feijoeiro, os métodos de condução de populações segregantes mais utilizados são *Bulk* Entre e Dentro de progênies e o método Genealógico. A avaliação convencional da mancha-angular de uma população segregante é feita na maioria das vezes, por meio da utilização de uma escala diagramática como já mencionado. Nesse caso, é conferida uma única nota de severidade para toda a parcela. Dentro de cada progênie, existem plantas com diferentes níveis de suscetibilidade e como normalmente é dada somente uma nota para parcela, plantas com bons níveis de resistência dentro de uma parcela com nota ruim, seriam descartadas. Assim, quando é conferida apenas uma nota por parcela, toda variabilidade dentro de cada progênie não é aproveitada. Para contornar esse problema, uma opção é avaliar planta a planta, ou seja, parcelas com apenas uma planta. Então, é necessário desenvolver estratégias para tornar a seleção visando resistência à *P. griseola* mais eficiente no campo.

2.6 Estratégias experimentais que podem ser utilizadas na seleção visando resistência aos patógenos

Uma alternativa interessante é o emprego de um método denominado *honeycomb* proposto por Fasoulas (1973). Nesse sistema, as plantas são arranjadas num padrão hexagonal e o espaçamento entre as plantas é sempre o mesmo. Cada planta é cercada aleatoriamente por outras plantas distribuídas em anéis concêntricos e a produtividade de suas plantas vizinhas pode servir como uma testemunha comum. Esse recurso transmite confiabilidade para a seleção dentro porque a expressão de cada planta para o caráter de interesse pode ser

expressa em porcentagem em relação à média de produtividade de suas plantas vizinhas e os efeitos confundidos da heterogeneidade espacial sobre a produtividade de uma planta podem ser efetivamente eliminados (MENDES; RAMALHO; ABREU, 2011). Esse tipo de arranjo visa avaliar as plantas sob as mesmas condições de competição e possibilita a análise espacial dos dados (BOS, 1983; FASOULA; FASOULA, 2000; KEMPTON; GLEESON, 1997).

No feijoeiro o sistema de nove covas, semelhante ao *honeycomb*, já foi utilizado com sucesso para avaliar progênies com relação à arquitetura da planta (MENDES; RAMALHO; ABREU, 2011). Os autores mostraram que com essa metodologia foi possível obter uma herdabilidade ao nível de indivíduo superior a 70%.

No que se refere a delineamentos experimentais visando à avaliação de caracteres, especialmente produtividade de grãos, a literatura é vasta (BANZATTO; KRONKA, 2006; PIMENTEL-GOMES, 2009; RAMALHO; FERREIRA; OLIVEIRA, 2012). Entretanto, com relação à avaliação de patógenos as informações são restritas e assim deve-se procurar novas alternativas de análise dos dados.

Além dos delineamentos experimentais, outras formas de controle local e aumento da precisão experimental referem-se às análises que levam em conta a posição das parcelas na área experimental, chamados métodos espaciais.

2.7 Modelagem espacial

A precisão experimental é fundamental para se ter sucesso em qualquer pesquisa de campo. Algumas alternativas são normalmente empregadas visando à melhoria da precisão. Uma delas é o controle local por meio dos delineamentos. Um dos delineamentos mais utilizados é o blocos casualizados. Ele parte do pressuposto que a variação ambiental ocorre apenas entre os blocos

e assim a análise pode retirar o seu efeito. Contudo, é praticamente impossível imaginar que o bloco, sobretudo quando o número de tratamentos é grande, é homogêneo em toda sua extensão. Essas diferenças irão para o erro, reduzindo a precisão.

A aleatorização dos tratamentos é outro princípio básico da experimentação. O objetivo da aleatorização é que os tratamentos não sejam correlacionados. Na prática, contudo, devido à heterogeneidade ambiental, a aleatorização não elimina a correlação dos tratamentos adjacentes. E assim a pressuposição que os erros são aleatórios e independentes nem sempre ocorre.

Uma das alternativas para mitigar os efeitos dessa variação ambiental é por meio do que se denomina modelagem espacial. Nesse caso a posição dos tratamentos no campo é anotada. E a partir de algumas estratégias pode-se utilizar a covariância entre tratamentos adjacentes devido à heterogeneidade ambiental, nas estimativas das médias.

Entre os métodos mais citados em modelagem espacial destacam-se os métodos de análise de vizinhança: *Papadakis* (PAPADAKIS, 1937) e médias móveis (RICKEY, 1924), que consideram a dependência espacial na forma de análise de covariância. Outra estratégia que tem merecido atenção é a análise espacial, em que a dependência espacial é modelada na forma de matriz de variâncias e covariâncias residuais, considerando-se a distância entre parcelas no campo experimental (COSTA; BUENO FILHO; RAMALHO, 2005). No método de *Papadakis*, calcula-se o índice ambiental como a média dos resíduos das parcelas vizinhas e na metodologia de médias móveis (MM) esse índice é estimado como a média simples dos valores observados nas parcelas adjacentes.

Vale ressaltar que, para o método de *Papadakis*, a análise de diferentes formas de cálculo do índice ambiental mostrou que o número e a localização das parcelas vizinhas interferem na eficiência do método (CARGNELUTTI FILHO; STORCK; LÚCIO, 2003). No modelo de análise espacial, utiliza-se uma matriz

de variâncias e covariâncias residuais, não diagonal, definida a partir de uma função de distância entre as parcelas. Para o ajuste das covariâncias residuais diferentes modelos geoestatísticos têm sido avaliados.

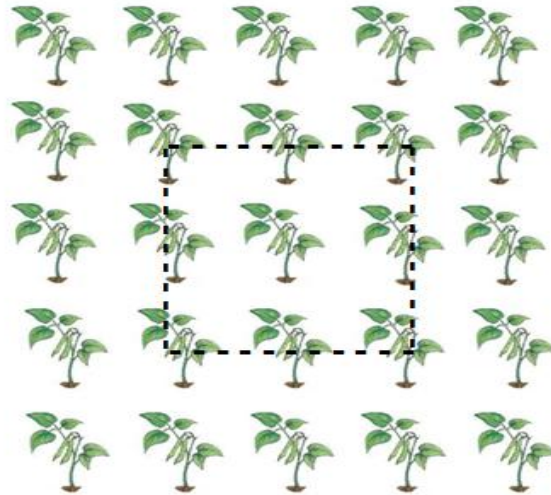
Alguns trabalhos têm sido realizados no Brasil, com relação à melhoria na eficiência das análises por meio do emprego da modelagem espacial. Souza, Geraldi e Ramalho (2000), trabalhando com a cultura do feijão, compararam algumas metodologias de análises de experimentos de avaliação de progênies. Evidenciaram que as metodologias de modelagem espacial utilizadas foram eficientes no controle da heterogeneidade do bloco, sendo essa eficiência semelhante ao emprego de blocos incompletos (látice). Costa, Bueno Filho e Ramalho (2005), trabalhando com progênies de milho e feijão, concluíram também que a metodologia de modelagem espacial foi eficiente em relação à análise em látice.

Existem várias alternativas de modelagem espacial. Uma das mais utilizadas é denominada método das médias móveis.

2.7.1 Análise de vizinhança: uso de médias móveis

Um experimento pode ser dividido em grupos, tais que as plantas de cada grupo estejam submetidas às condições de crescimento semelhantes. Assim, as plantas que teoricamente estão sob mesmas condições de crescimento podem ser utilizadas para estimar o valor fenotípico de uma determinada planta corrigido pela média das plantas vizinhas. Esse é o princípio do método de médias móveis. Nesse método de análise espacial, o valor fenotípico da planta central é ajustado pela média de K plantas vizinhas, como representado na figura abaixo.

Figura 2 Esquema das posições das plantas vizinhas que são utilizadas para prever o valor fenotípico ajustado da planta central, pelo método de médias móveis



Segundo Bos e Caligari (1995), a observação obtida da planta p_{ij} , é provável que contenha uma contribuição devido à tendência da qualidade das condições de crescimento das plantas vizinhas. Uma maneira de eliminar essa contribuição é pelo ajustamento do valor fenotípico por meio da equação:

$$p'_{ij} = p_{ij} - \bar{p}_{.j}$$

Em que:

p'_{ij} : valor fenotípico estimado da i -ésima planta circunvizinhas pelos j -ésimos vizinhos;

p_{ij} : valor fenotípico da planta candidata i ;

$\bar{p}_{.j}$: valor fenotípico médio dos j -ésimos vizinhos, ou seja, média das plantas em volta da planta considerada.

Pode-se questionar que o valor de \bar{p}_i deve ser estimado utilizando todas as plantas K ou através dos $K' = K - 1$ vizinhos da planta central. A relação $\frac{K'}{K}$ é próxima de 1, então as duas formas de calcular \hat{p} , com K ou K', são equivalentes. A equação anterior implica:

$$p' = p - \frac{S}{K} = \frac{Kp - S}{K} = \frac{K'p - (S - p)}{K} = \frac{K'p - S'}{K} = \frac{K'}{K} \left(p - \frac{S'}{K'} \right)$$

Em que:

S: somatório do valor fenotípico de K plantas vizinhas;

S': S - p, ou seja, o somatório do valor fenotípico de K' plantas vizinhos da planta central.

Uma alternativa de ajustamento do valor fenotípico é por meio da regressão linear entre p_{ij} e \bar{p}_i . O valor fenotípico ajustado pode ser obtido pela equação:

$$\hat{p}_i = a + b\bar{p}_i$$

Onde:

a: intercepto;

b: coeficiente de regressão linear.

O ajustamento do valor fenotípico da planta i pode ser estimado como:

$$p_i' = p_i - \hat{p}_i = p_i - (a + b\bar{p}_i)$$

Como o intercepto é uma constante, então:

$$p_i' = p_i - b\bar{p}_i$$

O ajustamento por meio da regressão linear consiste em eliminar a contribuição do valor fenotípico que é devido à heterogeneidade solo.

Essa heterogeneidade pode-se tornar aparente a partir das estimativas da correlação entre p_{ij} e $\bar{p}_{.j}$. Abreu (2010) comenta que na ausência de competição entre plantas, ou seja, baixa densidade de plantas, a correlação pode ser positiva se, na verdade, há uma heterogeneidade na fertilidade do solo. Em alta densidade de plantas, o real valor do coeficiente de correlação indica o balanço entre o efeito da heterogeneidade e o efeito da competição entre plantas. Com o intuito de contornar o problema de competição entre plantas, o método *honeycomb* tem sido utilizado por muitos pesquisadores.

Vários trabalhos foram realizados com o objetivo de verificar a eficiência do uso de médias móveis. Abreu et al. (2010) constataram que o uso de médias móveis não aumentou a eficiência da seleção massal em milho. Esse método também foi testado com a cultura da cana-de-açúcar por Candido et al. (2009). Os autores do trabalho verificaram que o uso de médias móveis não alterou a precisão experimental, bem como o ordenamento dos genótipos em comparação da análise convencional.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Locais e épocas de semeadura

Os experimentos foram conduzidos em três locais na região Sul de Minas Gerais, no Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Agropecuária da Universidade Federal de Lavras (UFLA) e na área experimental do Departamento de Biologia da UFLA que está situada no município de Lavras a 915m de altitude, a 44° 58' longitude Oeste e 21° 13' latitude Sul. O terceiro local foi na fazenda experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), situada no município de Lambari a 887m de altitude, a 45°21' longitude Oeste e 21°50' latitude Sul. Os experimentos foram conduzidos no período de novembro de 2011 a maio de 2012.

No total foram conduzidos nove experimentos em locais e época diferentes de semeadura. Na tabela 1, estão representadas as épocas de semeadura e o local de cada experimento.

Tabela 1 Locais e épocas de semeadura dos experimentos conduzidos no presente trabalho

Locais	Novembro/2011	Março/2012
Experimento com parcela de uma planta		
Lavras (A) ¹	X	X
Lavras (B) ²		X
Epamig	X	X
Experimento com parcelapadrão		
Lavras	X	X
Epamig	X	X

¹Experimento realizado no Centro de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Agropecuária da UFLA; ²Experimento realizado no Departamento de Biologia da UFLA

3.2 Linhagens utilizadas

Avaliaram-se 41 linhagens em fase final do programa de seleção que é conduzido na UFLA. As linhagens utilizadas eram de diferentes origens e diferindo no grau de suscetibilidade ao *P. griseola* (tabela 2).

Tabela 2 Nome e instituição de origem das linhagens utilizadas em ambas as estratégias experimentais

	Linhagens	Programa	Origem
1	RP-CV-1	S.R. ¹ para porte do ciclo V	UFLA
2	RP-CV-3	S.R. para porte do ciclo V	UFLA
3	RP-CV-7	S.R. para porte do ciclo V	UFLA
4	RP-CV-8	S.R. para porte do ciclo V	UFLA
5	RP-CV-14	S.R. para porte do ciclo V	UFLA
6	CA-NE-2	Seleção para arquitetura de plantas	UFLA
7	CA-E-45	Seleção para arquitetura de plantas	UFLA
8	CA-E-40	Seleção para arquitetura de plantas	UFLA
9	CA-E-38	Seleção para arquitetura de plantas	UFLA
10	CA-NE-17	Seleção para arquitetura de plantas	UFLA
11	MAVII-127	S.R. para resistência àMA do ciclo VII	UFLA
12	MAVII-244	S.R. para resistência àMA do ciclo VII	UFLA
13	MAVII-129	S.R. para resistência àMA do ciclo VII	UFLA
14	MAVII-34	S.R. para resistência àMA do ciclo VII	UFLA
15	MAVII-92	S.R. para resistência àMA do ciclo VII	UFLA
16	MAVIII-5	S.R. para resistência àMA do ciclo VIII	UFLA
17	MAVIII-78	S.R. para resistência àMA do ciclo VIII	UFLA
18	MAVIII-94	S.R. para resistência àMA do ciclo VIII	UFLA
19	MAVIII-89	S.R. para resistência a MA do ciclo VIII	UFLA
20	MAVIII-128	S.R. para resistência àMA do ciclo VIII	UFLA
21	CX-5	S.R. para prod. ² de grãos e tipo de grão	UFLA
22	CX-16	S.R. para prod. de grãos e tipo de grão	UFLA
23	CX-3	S.R. para prod. de grãos e tipo de grão	UFLA
24	CX-1	S.R. para prod. de grãos e tipo de grão	UFLA
25	CX-9	S.R. para prod. de grãos e tipo de grão	UFLA
26	CX-23	S.R. para prod. de grãos e tipo de grão	UFLA
27	M-32	Seleção para porte	UFLA
28	M-77	Seleção para porte	UFLA
29	M-11	Seleção para porte	UFLA
30	M-36	Seleção para porte	UFLA
31	M-4	Seleção para porte	UFLA
32	BRSMGTALISMA	Testemunha	UFLA/Embrapa/ UFV/EPAMIG
33	CARIOCA	Testemunha	Embrapa

Tabela 2, conclusão

	Linhas	Programa	Origem
34	PEROLA	Testemunha	Embrapa
35	CARIOCA-MG	Testemunha	UFLA
36	OURO NEGRO	Testemunha – Feijão preto	Honduras
37	IAC FORMOSO	Testemunha	IAC
38	IAC ALVORADA	Testemunha	IAC
39	IAC P5-4-3-1	Testemunha	IAC
40	BOLA CHEIA	Testemunha	TAA ³
41	BRANQUINHO	Testemunha	-

¹ Seleção Recorrente; ²Produtividade; ³Agropecuária Terra Alta.

3.3 Experimento de uma planta por parcela

O delineamento experimental utilizado neste experimento foi o de blocos casualizados com nove repetições. As parcelas eram constituídas de apenas uma planta, com espaçamento entre covas de 30 cm e entre linhas 60 cm. Foram semeadas 4 sementes por cova e alguns dias após a semeadura, foi feito o desbaste, deixando apenas uma planta por cova.

3.4 Experimento com parcela de tamanho padrão

No experimento com parcela de tamanho padrão, o delineamento também foi o de blocos casualizados com três repetições, com espaçamento entre linhas de 60 cm, com 15 sementes por metro.

3.5 Tratos culturais

As operações de manejos realizadas foram as recomendadas para a cultura do feijoeiro na região. A adubação utilizada na semeadura foi o equivalente a 400 kg ha⁻¹ do formulado 8-28-16 de N, P₂O₅ e K₂O, respectivamente. Com 20 dias após a emergência foi realizada a adubação de

cobertura, utilizando o equivalente a 200 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio. O controle de plantas daninhas foi feito com herbicidas pós-emergentes com os seguintes ingredientes ativos: Fluazifop- P- Butil e Fomesafen. Quando necessário, a cultura foi submetida à irrigação por aspersão.

3.6 Caracteres avaliados

Os seguintes caracteres foram considerados:

a) Severidade da mancha-angular

As plantas foram avaliadas quanto à severidade da mancha-angular utilizando uma escala diagramática de cinco graus, sendo nota 1 para a planta sem sintomas de doença e 5 para planta totalmente infectada. As avaliações da severidade no experimento de uma planta por parcela foram iniciadas após o surgimento dos primeiros sintomas da doença. No total foram feitas cinco avaliações no experimento de uma planta por parcela com intervalo de aproximadamente sete dias, exceto nos experimentos conduzidos na área experimental da EPAMIG, em que foram realizadas apenas três avaliações com intervalo de aproximadamente doze dias. No experimento com parcela de tamanho padrão, as notas de severidade do patógeno só foram obtidas próximas à colheita de grãos. As notas de severidade média dos ambientes foram comparadas por meio do teste Scott e Knott (1974).

b) Produtividade de grãos

Com relação à produtividade de grãos no experimento de uma planta por parcela, as plantas foram colhidas individualmente e foi obtido o peso grãos de cada planta (g planta⁻¹). No outro experimento, com parcela padrão foram obtidas as produtividade de grãos de cada parcela em kg ha⁻¹. As produtividades

de grãos médias dos ambientes também foram comparadas por meio do teste Scotte e Knott (1974).

3.7 Análise dos dados

No experimento com parcela de uma planta foi estimada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) por meio da equação proposta por Campbell e Madden (1990):

$$AACPD = \sum_{i=1}^{n-1} \left(\frac{y_i + y_{(i+1)}}{2} \right) \cdot (t_{(i+1)} - t_i)$$

Em que:

n: número de avaliações;

y_i : severidade da doença na época de avaliação i ($i=1, \dots, 5$);

$y_{(i+1)}$: severidade da doença observada na época de avaliação $i + 1$;

t_i : época da avaliação i , em número de dias após a semeadura (DAS);

$t_{(i+1)}$: época da avaliação $i + 1$.

Os dados da severidade de cada avaliação, da AACPD e da produtividade de grãos foram submetidos às análises de variância por local de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = m + t_i + b_j + e_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} : observação referente à linhagem i , no bloco j ;

m : média geral;

t_i : efeito da linhagem i ($i = 1, 2, 3, \dots, 41$);

b_j : efeito do bloco j ($j = 1,2,3,\dots,9$);

e_{ij} : erro experimental associado à observação Y_{ij} .

Posteriormente foi efetuada a análise conjunta dos ambientes, considerando todos os efeitos como fixo, exceto o erro experimental, utilizando o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = m + t_i + a_j + (ta)_{ij} + e_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} : observação referente à linhagem i , no ambiente j ;

m : média geral;

t_i : efeito da linhagem i ($i = 1,2,3,\dots,41$);

a_j : efeito do ambiente j ($j=1,2,3,4,5$);

$(ta)_{ij}$: efeito da interação linhagem por ambiente;

e_{ij} : erro experimental médio.

Adicionalmente, foi empregado nos experimentos de uma planta por parcela o método de médias móveis (BOS, 1981). Os valores de cada observação das notas de severidade foram ajustados de acordo com o seguinte estimador:

$$p'_{ij} = p_i - b\bar{p}_i$$

Em que:

p'_{ij} : valor fenotípico estimado da i -ésima planta circunvizinhas pelos j -ésimos vizinhos;

p_i : valor fenotípico da planta candidata i ;

b : coeficiente de regressão linear;

\bar{p}_j : valor fenotípico médio dos j-ésimos vizinhos, ou seja, média das plantas em volta da planta considerada.

3.8 Comparação da eficiência das estratégias

A eficiência das estratégias experimentais utilizadas foi comparada pelas seguintes estimativas:

a) Acurácia

A acurácia de todos os experimentos foi estimada pelo seguinte estimador (RESENDE; DUARTE, 2007):

$$r_{\hat{g}g} = \sqrt{1 - \frac{1}{F}}$$

b) Correlação de *Spearman* (STEEL; TORRIE; DICKEY, 1997)

Foram estimados também os coeficientes de correlação de *Spearman* entre os diferentes caracteres avaliados.

4 RESULTADOS

Os resumos das análises de variância das notas de severidade do *P. griseola* nos diferentes ambientes e nas diferentes épocas de avaliação do experimento com uma planta por parcela, estão representados nas tabelas 1A a 5A. Verifica-se que a precisão experimental avaliada pelo coeficiente de variação ou pela acurácia foi muito semelhante entre os ambientes. A concordância também foi relativamente boa entre os experimentos no que se refere à melhoria da precisão com o avanço da idade das plantas.

Coerente com o que foi relatado anteriormente, a ocorrência de diferença significativa entre as linhagens ($P \leq 0,05$) foi muito semelhante entre os locais e com tendência das diferenças se acentuarem à medida que as plantas foram se tornando mais velhas.

Quando se considera uma planta por parcela, qualquer flutuação na área experimental certamente irá refletir na precisão. Especialmente no caso de patógeno, é esperado que esse fato seja mais evidente, pois a ocorrência nem sempre é uniforme. Para mitigar esse problema, foi avaliado nas análises o procedimento de médias móveis. Os resumos das análises de variância individuais utilizando os valores das parcelas ajustadas pelas médias móveis estão representados nas tabelas 4A a 8A. Tendo como referência a acurácia, o que se constata é que as estimativas utilizando as médias móveis e a parcela de uma planta foram praticamente as mesmas (Tabelas de 1A a 8A).

O progresso da doença com a idade da planta foi avaliado por meio da estimativa da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). O resumo das análises de variâncias nos cinco ambientes, considerando parcela de uma planta, é representado na tabela 9A. Observe que as estimativas da acurácia foram todas superiores a 80%, indicando que a precisão experimental na

avaliação desse caráter foi boa. A fonte de variação de linhagens foi significativa ($P \leq 0,01$) em todos os ambientes.

As análises de variância conjunta da nota de severidade dos ambientes com os dados do experimento de uma planta por parcela e também ajustados pelo método de médias móveis está representada na tabela 3. A estimativa da acurácia foi muito alta e praticamente a mesma nos dois procedimentos de análise. O efeito de linhagens e a interação linhagens x ambientes foram significativos ($P \leq 0,01$). Vale salientar que embora a interação tenha sido significativa a contribuição da soma de quadrados da interação para a soma de quadrado total desconsiderando o erro foi de apenas 13%.

Tabela 3 Resumo da análise de variância conjunta da nota da severidade de mancha-angular das linhagens de feijão dos dados originais e dos dados preditos pelo método de médias móveis (MM). Dados obtidos no experimento de uma planta por parcela, conduzidos em alguns ambientes

F.V.	G.L.	Severidade	Severidade (MM)
		Q.M.	Q.M.
Ambiente	4	124,50**	129,51**
Linhagens	40	3,78**	2,46**
Linhagens x Ambientes	160	0,61**	0,61**
Erro	1347	0,03	0,03
C.V. (%)		9,33	9,86
Média		2,81	2,72
Acurácia (%)		99,60	99,39

¹ A época de avaliação foi escolhida em função da maior estimativa da correlação entre os dois tipos de parcelas.

² Escala de nota da severidade de mancha-angular, variou de 1 a 5, sendo nota 1 para a planta sem sintomas de doença e 5 para planta totalmente infectada.

Os resultados médios obtidos da nota de severidade (tabela 10A) evidenciaram a existência de variação entre os ambientes e também entre as linhagens. Veja, contudo, que em todos os ambientes a ocorrência do patógeno foi relativamente expressiva e apenas em um deles a estimativa da média foi inferior a 2,5. Deve ser salientado que em todos os ambientes foi possível

agrupar as médias das linhagens em alguns graus de severidade da doença. Considerando a média dos cinco ambientes foi possível agrupar níveis de resistência das linhagens ao *P. griseola* em cinco grupos pelo teste de Scott e Knott (1974). Lembrando que quanto menor a nota maior a resistência. As linhagens mais resistentes foram 11, 12, 13, 18, 19 e 20. Entre as mais suscetíveis estão as linhagens 39 e 41.

A análise conjunta para AACPD dos cinco ambientes do experimento utilizando uma planta por parcela é representada na tabela 4. A precisão experimental foi alta sendo a acurácia superior a 99%, assim como ocorreu nas análises individuais (tabela 9A). Como eram esperados, os resultados em termos de significância das fontes de variação foram muito semelhantes ao discutido anteriormente para a nota média de severidade. Nesse caso, embora a interação linhagens x ambientes tenha sido significativa a sua contribuição para a variação total foi pequena.

As médias das linhagens em relação à AACPD nos cinco ambientes é representada na tabela 11A. Independente do ambiente foi possível agrupar as linhagens com relação à resistência à *P. griseola* pelo teste de Scott e Knott (1974) em quatro grupos. Novamente as linhagens 11, 12, 18, 19 e 20 se destacaram como sendo as mais resistentes, com menor progresso da doença com a idade da planta. Já entre as mais suscetíveis foram incluídas nove linhagens, entre elas as de número 39 e 41, comentadas anteriormente com relação à nota de severidade da doença. Elas inclusive tiveram os dois maiores valores absolutos da AACPD.

A produtividade de grãos também foi avaliada em todos os ambientes estudados no experimento de uma planta por parcela. Como se pode observar no resumo da análise de variância conjunta desse caráter na tabela 4, a precisão experimental foi muito boa, a estimativa da acurácia foi superior a 98%. A fonte de variação linhagens foi significativa ($P \leq 0,01$) e a interação linhagem x

ambiente também foi significativa ($P \leq 0,01$) indicando que o comportamento das linhagens não foi coincidente nos cinco ambientes.

As estimativas da produtividade média de grãos das linhagens de feijão estão representadas na tabela 10A. As linhagens foram agrupadas em três grupos quanto à produtividade média de grãos pelo teste de Scott e Knott (1974). De acordo com a média dos cinco ambientes, as linhagens mais produtivas foram 1, 2, 6, 8, 10, 16 e 23. Doze linhagens estão no grupo das menos produtivas, dentre elas estão as linhagens menos resistentes, 39 e 41, citadas anteriormente.

Tabela 4 Resumo da análise de variância conjunta da produtividade de grãos (g planta^{-1}) e da área abaixo da curva de progresso da doença das linhagens de feijão do experimento utilizando uma planta por parcela, conduzidos em alguns ambientes

F.V.	G.L.	Produtividade	
		Q.M.	AACPD Q.M.
Ambiente	4	15797,33**	43930,91**
Linhagens	40	624,87**	1601,30**
Linhagens x Ambientes	160	281,31**	291,23**
Erro		16,41	14,13
GLerro		1373	1298
C.V. (%)		22,78	7,75
Média		24,84	74,26
Acurácia (%)		98,68	99,55

** Significativo ao nível de 1%, pelo teste F; * significativo ao nível de 5%, pelo teste F.

No experimento com parcela de tamanho padrão, realizou-se apenas uma avaliação da severidade do patógeno causador da mancha-angular em feijão comum. Essa avaliação foi feita próxima a colheita e o resumo das análises de variância individuais para nota da severidade do *P. griseola* de cada ambiente está representado na tabela 10A. Apesar de ter feito apenas uma única avaliação, a acurácia seletiva dos diferentes ambientes foi superior a 74%, indicando boa precisão experimental. Verificou-se diferença significativa entre linhagens ($P \leq 0,01$) em todos ambientes. Na análise de variância conjunta dos ambientes para nota de severidade do patógeno (tabela 5), os efeitos de linhagens e da

interação linhagens x ambientes foram significativos ($P \leq 0,01$). Nesse caso, a contribuição da interação para soma de quadrado total foi de 32%, sendo maior que a do experimento utilizando uma planta por parcela.

Na tabela 11 encontram-se os resultados obtidos da nota média de severidade da doença nos diferentes ambientes. Nota-se que a ocorrência do patógeno foi mais expressiva que no experimento de uma planta por parcela. Porém, deve-se ressaltar que no experimento com parcelas de tamanho padrão foi feita apenas uma avaliação que foi realizada próximo à colheita, ou seja, em um estágio avançado da doença. Com base na média geral, agruparam-se em quatro grupos as notas médias de severidade da doença das linhagens, sendo que as mais resistentes foram as linhagens 9, 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19 e 20. Vale destacar que a maioria dessas linhagens coincidiu com as linhagens mais resistentes do experimento de uma planta por parcela.

A produtividade de grãos também foi avaliada no experimento com parcela de tamanho padrão nos quatro ambientes e o resumo da análise de variância conjunta está representado na tabela 5. Observou-se que a fonte de variação linhagens foi significativa ($P \leq 0,05$) e a interação linhagens x ambientes não apresentou diferença significativa, ou seja, o comportamento das linhagens foi coincidente nos quatro ambientes. Os resultados de produtividade média de grãos das linhagens estão representados na tabela 12. Observou-se que na “Safrá das águas” a produtividade de grãos foi bem menor que na “Safrá da seca” e que na média geral dos ambientes, as linhagens foram agrupadas pelo teste de Scott e Knott (1974) em apenas dois grupos. Destacaram-se 27 linhagens como as mais produtivas. Dentre essas linhagens está incluída a maioria das linhagens mais produtivas do experimento de uma planta por parcela, evidenciando certa coincidência dos resultados dos dois experimentos.

Tabela 5 Análise conjunta da produtividade (kg ha^{-1}) e da nota da severidade de mancha-angular (*P. griseola*) das linhagens de feijão do experimento utilizando parcela de tamanho padrão, conduzidos em alguns ambientes

F.V.	G.L.	Produtividade	Severidade
		Q.M.	Q.M.
Ambiente	3	32808948,56**	7,66**
Linhagens	40	594557,66*	2,76**
Linhagens x Ambientes	120	137678,0	0,53**
Erro		247217,42	0,16
GLerro		314	240
C.V. (%)		14,83	14,54
Média		2501,12	3,24
Acurácia (%)		76,43	97,05

** Significativo ao nível de 1%, pelo teste F; * significativo ao nível de 5%, pelo teste F.

¹ Escala de nota da severidade de mancha-angular, variou de 1 a 5, sendo nota 1 para a planta sem sintomas de doença e 5 para planta totalmente infectada.

Foram obtidas as estimativas das correlações de *Spearman* entre nota de severidade da mancha-angular (*P. griseola*) e produtividade de grãos das linhagens de feijão do experimento utilizando uma planta por parcela, com o objetivo de verificar se há associação entre essas duas variáveis (Tabela 6). Verificou-se que a maioria das estimativas das correlações foi negativa, de baixa magnitude e não significativas. Evidenciando que o grau de associação entre essas duas variáveis é baixo. Portanto, a variação da nota de severidade da mancha-angular (*P. griseola*) não explicou a variação na produtividade de grãos. Foi também obtida essa mesma estimativa considerando a média geral de todos os ambientes. Quando se utilizou uma planta por parcela a correlação entre as notas de severidade, na época em que mais variação ocorreu entre linhagens e a produtividade de grãos foi de $r = -0,22^{\text{NS}}$. Essa mesma estimativa do experimento de parcela de tamanho padrão foi muito semelhante, confirmando o resultado obtido anteriormente.

Com o objetivo de verificar qual a época de avaliação do experimento de uma planta por parcela, tem maior associação com a avaliação da severidade do patógeno no experimento de parcela de tamanho padrão, foram estimadas as

correlações de *Spearman* entre as notas de severidade dessas duas condições. Verificou-se que as correlações foram na maioria de baixa magnitude, embora a maioria fosse até significativa. Entretanto, mesmo que as estimativas não tenham sido elevadas pode-se inferir que, como eram esperadas, as avaliações mais tardias foram as que apresentaram maior associação com o experimento com parcela de tamanho padrão, que foi efetuada no final do ciclo da cultura (tabela 7).

Tabela 6 Estimativas dos coeficientes de correlação de *Spearman* entre nota da severidade de mancha-angular (*P. griseola*) das avaliações realizadas (aval) e produtividade (Prod) das linhagens de feijão. Dados obtidos do experimento utilizando uma planta por parcela, conduzido em alguns ambientes

	Lavras “Safr das águas”	Lavras (A) “Safr da seca”	Lavras (B) “Safr da seca”	Lambari “Safr das águas”	Lambari “Safr da seca”
1ª aval x Prod	0,22	-0,10	-0,14	-0,41**	-0,12
2ª aval x Prod	0,21	-0,22	-0,12	-0,39**	0,13
3ª aval x Prod	0,16	-0,25	0,08	-0,13	-0,24
4ª aval x Prod	-0,019	-0,16	-0,02	-	-
5ª aval x Prod	0,079	-0,15	-0,04	-	-

** Significativo ao nível de 1%, pelo teste t.

Tabela 7 Estimativas dos coeficientes de correlação de *Spearman* entre nota da severidade de mancha-angular (*P. griseola*) das avaliações (aval) do experimento utilizando uma planta por parcela e a nota da severidade de mancha-angular das linhagens de feijão do experimento utilizando parcela de tamanho padrão (PP), conduzidos em alguns ambientes

	Lavras “Safr das águas”	Lavras (A) “Safr da seca”	Lavras (B) “Safr da seca”	Lambari “Safr das águas”	Lambari “Safr da seca”
1ª aval x PP	0,21 (40) ¹	0,59**(52)	0,40**(59)	0,56**(57)	0,51**(64)
2ª aval x PP	0,27 (45)	0,47**(59)	0,31* (66)	0,70** (69)	0,73**(79)
3ª aval x PP	0,24 (55)	0,55**(66)	0,42**(77)	0,37* (82)	0,19**(92)
4ª aval x PP	0,60**(65)	0,65**(73)	0,37* (84)	-	-
5ª aval x PP	0,56**(75)	0,42**(80)	0,43**(91)	-	-

** Significativo ao nível de 1%, pelo teste t; * significativo ao nível de 5%, pelo teste t.

¹Número de dias após a semeadura da avaliação.

Tabela 8 Nota da severidade média de mancha-angular (*P. griseola*) das linhagens de feijão. Dados obtidos no experimento de uma planta por parcela, conduzidos em alguns ambientes

Linhagens	Lavras ¹	Lavras (A)	Lavras (B)	Lambari	Lambari	Média Geral
	“Safradas águas”	“Safrada seca”	“Safrada seca”	“Safradas águas”	“Safrada seca”	
1	2,8 a ²	3,7 a	1,8 b	2,3 c	3,4 b	2,8 c
2	2,6 a	3,3 b	2,1 a	2,3 c	3,1 c	2,7 d
3	2,6 a	3,6 a	2,3 a	2,6 b	3,3 b	2,9 c
4	2,8 a	3,7 a	2,3 a	2,7 b	3,8 a	3,1 b
5	3,1 a	4,0 a	2,1 a	2,5 c	3,4 b	3,0 c
6	2,9 a	3,6 a	1,9 b	2,4 c	2,9 c	2,7 d
7	2,2 b	3,4 b	2,2 a	2,6 b	3,2 b	2,7 d
8	2,6 a	3,4 b	2,0 b	2,4 c	3,3 b	2,8 c
9	2,3 b	2,9 b	2,2 a	2,1 d	2,8 c	2,5 d
10	2,6 a	3,8 a	2,4 a	2,7 b	3,4 b	3,0 c
11	2,3 b	2,8 b	1,8 b	1,8 d	2,4 d	2,2 e
12	2,8 a	3,1 b	1,5 b	2,1 d	2,4 d	2,4 e
13	2,2 b	3,3 b	1,8 b	2,1 d	2,9 c	2,4 e
14	2,2 b	3,3 b	2,1 a	2,0 d	3,3 b	2,6 d
15	2,0 b	3,3 b	1,9 b	2,2 d	2,9 c	2,5 d
16	2,9 a	3,7 a	1,9 b	2,1 d	3,3 b	2,8 c
17	2,7 a	3,5 b	1,7 b	2,6 b	2,7 c	2,6 d
18	2,1 b	3,1 b	1,7 b	2,3 c	2,6 d	2,4 e
19	2,0 b	3,1 b	1,7 b	2,1 d	2,3 d	2,2 e
20	2,1 b	3,0 b	2,3 a	2,0 d	2,3 d	2,3 e
21	3,0 a	3,8 a	2,1 a	2,4 c	3,3 b	2,9 c
22	2,7 a	3,7 a	1,8 b	2,4 c	2,9 c	2,7 d
23	2,9 a	3,2 b	2,6 a	2,7 b	3,7 a	3,0 c
24	2,7 a	3,5 b	1,8 b	2,6 b	3,3 b	2,8 c
25	3,0 a	4,0 a	1,8 b	2,5 c	3,4 b	2,9 c
26	3,0 a	3,9 a	2,2 a	2,6 b	3,0 c	2,9 c

Tabela 8, conclusão

Linhagens	Lavras ¹	Lavras (A)	Lavras (B)	Lambari	Lambari	MédiaGeral
	“Safra das águas”	“Safra da seca”	“Safra da seca”	“Safra das águas”	“Safra da seca”	
27	2,9 a	4,0 a	2,3 a	2,4 c	2,9 c	2,9 c
28	2,4 b	3,4 b	2,4 a	2,6 b	3,9 a	2,9 c
29	2,4 b	3,7 a	2,3 a	2,4 c	3,6 b	2,9 c
30	2,7 a	3,8 a	2,9 a	2,9 a	3,4 b	3,1 b
31	2,6 a	3,8 a	2,6 a	3,0 a	4,1 a	3,2 b
32	2,9 a	3,6 a	2,4 a	2,9 a	3,6 b	3,1 b
33	2,6 a	3,5 b	2,2 a	2,9 a	3,9 a	3,0 c
34	2,5 b	4,1 a	2,3 a	2,8 b	3,4 b	3,0 c
35	2,9 a	3,5 b	1,3 b	2,5 c	3,1 c	2,7 d
36	2,9 a	4,2 a	2,3 a	2,3 c	3,8 a	3,1 b
37	2,6 a	3,3 b	1,8 b	2,6 b	2,9 c	2,6 d
38	2,9 a	3,5 b	2,0 b	3,1 a	3,6 b	3,0 c
39	3,0 a	3,7 a	2,2 a	3,2 a	4,3 a	3,3 a
40	3,1 a	3,8 a	2,6 a	2,8 b	3,6 b	3,2 b
41	2,8 a	4,4 a	2,6 a	3,3 a	4,1 a	3,4 a
Média	2,6	3,5	2,1	2,5	3,2	2,8

*Médias seguidas de mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott e Knott (1974), a 5% de probabilidade;¹ A época de avaliação foi escolhida em função da maior estimativa da correlação entre os dois tipos de parcelas; ² Escala de nota da severidade de mancha-angular, variou de 1 a 5, sendo nota 1 para a planta sem sintomas de doença e 5 para planta totalmente infectada.

Tabela 9 Média da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) das linhagens feijão do experimento utilizando uma planta por parcela, conduzidos em alguns ambientes

Linhagens	Lavras	Lavras (A)	Lavras (B)	Lambari	Lambari	Média Geral
	“Safradas águas”	“Safrada seca”	“Safrada seca”	“Safradas águas”	“Safrada seca”	
1	94,5 a	83,3 a	59,4 c	54,8 c	83,6 c	75,1 b
2	83,4 a	72,4 b	59,1 c	57,4 c	83,3 c	71,1 c
3	97,6 a	78,1 a	72,6 b	61,8 b	89,2 b	79,9 a
4	90,3 a	87,2 a	71,2 b	63,5 b	93,0 b	81,0 a
5	88,9 a	89,3 a	67,2 b	59,3 c	83,5 c	77,6 b
6	88,1 a	74,8 b	61,3 c	55,4 c	77,5 c	71,4 c
7	75,6 b	75,0 b	65,3 c	60,1 c	89,2 b	73,0 b
8	86,6 a	78,3 a	66,6 b	56,6 c	83,3 c	74,3 b
9	73,6 b	65,8 b	66,2 b	54,6 c	81,4 c	68,3 c
10	83,4 a	81,4 a	68,5 b	63,8 b	81,7 c	75,8 b
11	74,6 b	59,5 b	58,8 c	48,3 c	68,1 d	61,8 d
12	81,9 a	63,7 b	55,5 c	55,5 c	71,0 d	65,5 d
13	77,5 b	72,3 b	58,2 c	50,7 c	77,2 c	67,2 c
14	79,2 b	74,6 b	63,6 c	50,3 c	81,0 c	69,7 c
15	68,3 b	77,0 a	64,8 c	53,8 c	77,3 c	68,3 c
16	97,2 a	78,0 a	64,3 c	52,8 c	78,8 c	74,2 b
17	75,8 b	78,3 a	56,6 c	53,5 c	73,1 d	67,5 c
18	67,1 b	69,3 b	56,7 c	58,4 c	67,9 d	63,9 d
19	70,4 b	70,3 b	55,8 c	53,4 c	62,3 d	62,4 d
20	69,3 b	60,8 b	68,7 b	53,1 c	60,9 d	62,6 d
21	90,9 a	81,4 a	65,7 c	56,9 c	91,1 b	77,2 b
22	84,4 a	79,6 a	59,1 c	59,8 c	76,3 c	71,8 c
23	81,7 a	70,5 b	76,1 a	63,2 b	93,6 b	77,0 b
24	90,0 a	79,0 a	60,7 c	63,4 b	84,5 c	75,5 b
25	91,3 a	91,8 a	54,9 c	58,7 c	89,3 b	77,2 b

Tabela 9, conclusão

Linhagens	Lavras	Lavras (A)	Lavras (B)	Lambari	Lambari	Média Geral
	“Safradas águas”	“Safrada seca”	“Safrada seca”	“Safradas águas”	“Safrada seca”	
26	90,0 a	86,0 a	64,7 c	62,8 b	81,8 c	77,1 b
27	85,3 a	91,0 a	68,8 b	59,3 c	79,9 c	76,9 b
28	77,5 b	79,8 a	74,6 a	61,3 b	95,8 b	77,8 b
29	85,0 a	80,8 a	66,9 b	56,5 c	95,0 b	76,8 b
30	84,3 a	86,0 a	81,4 a	64,6 b	84,4 b	80,2 a
31	82,8 a	82,0 a	78,8 a	69,1 a	98,5 a	82,2 a
32	90,0 a	80,9 a	70,8 b	67,6 a	91,0 b	80,0 a
33	80,9 a	72,8 b	64,8 c	66,9 b	101,1 a	77,3 b
34	81,3 a	88,3 a	69,7 b	65,5 b	88,2 b	78,6 b
35	85,4 a	70,3 b	52,4 c	62,4 b	82,9 c	70,7 c
36	86,3 a	92,1 a	69,2 b	56,5 c	93,0 b	79,4 a
37	81,6 a	76,5 b	56,4 c	60,6 c	79,3 c	70,9 c
38	85,3 a	76,1 b	62,6 c	70,6 a	91,9 b	77,3 b
39	88,8 a	81,5 a	69,9 b	72,2 a	103,9 a	83,2 a
40	97,5 a	81,6 a	75,0 a	64,9 b	88,8 b	81,6 a
41	88,1 a	84,0a	80,2 a	74,7 a	100,1 a	85,4 a
Média	83,2	78,1	65,4	59,9	84,2	74,3

*Médias seguidas de mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott e Knott (1974), a 5% de probabilidade.

Tabela 10 Produtividade média de grãos (g/planta) das linhagens de feijão. Dados obtidos do experimento utilizando uma planta por parcela, conduzidos em alguns ambientes

Linhagens	Lavras	Lavras (A)	Lavras (B)	Lambari	Lambari	Média Geral
	“Safrá das águas”	“Safrá da seca”	“Safrá da seca”	“Safrá das águas”	“Safrá da seca”	
1	36,3 a	27,5 a	32,5 a	27,8 a	40,6 a	32,9 a
2	28,3 a	35,6 a	33,9 a	23,6 a	35,0 a	31,3 a
3	19,2 b	29,4 a	21,1 b	20,7 a	21,1 b	22,3 c
4	30,8 a	20,0 b	32,2 a	17,5 b	26,9 b	25,5 b
5	34,1 a	28,1 a	26,4 b	24,0 a	24,3 b	27,4 b
6	29,8 a	27,9 a	33,1 a	17,2 b	40,6 a	29,7 a
7	20,4 b	19,3 b	23,8 b	14,1 b	32,8 a	22,1 c
8	40,2 a	35,7 a	30,0 b	27,3 a	18,6 b	30,4 a
9	9,3 b	17,1 a	37,2 a	13,2 b	23,8 b	20,1 c
10	30,4 a	30,0 b	36,5 a	22,6 a	36,9 a	31,3 a
11	25,7 b	29,4 a	28,9 b	23,1 a	15,0 b	24,4 c
12	23,9 b	28,1 a	36,9 a	15,5 b	23,3 b	25,5 b
13	24,4 b	38,6 a	34,4 a	16,3 b	29,4 b	28,6 b
14	32,4 a	23,8 b	28,9 b	21,9 a	31,9 a	27,8 b
15	34,0 a	20,7 b	33,1 a	22,9 a	30,0 b	28,1 b
16	38,6 a	27,1 a	28,8 b	29,0 a	37,5 a	32,2 a
17	21,5 b	25,0 b	22,8 b	18,4 b	31,3 a	23,8 c
18	31,3 a	29,4 a	25,0 b	8,8 b	40,6 a	27,0 b
19	28,7 a	36,7 a	26,3 b	11,8 b	29,4 b	26,6 b
20	26,7 b	23,6 b	36,1 a	11,6 b	40,7 a	27,7 b
21	31,7 a	27,1 a	22,2 b	5,7 b	34,4 a	24,2 c
22	31,8 a	23,1 b	35,6 a	7,6 b	41,1 a	27,8 b
23	26,7 b	25,0 b	44,4 a	11,7 b	43,6 a	30,3 a
24	20,4 b	22,1 b	34,4 a	5,8 b	41,7 a	24,9 c
25	25,8 b	19,2 b	28,3 b	6,5 b	34,4 a	22,8 c
26	24,1 b	25,6 b	33,3 a	13,0 b	38,3 a	26,9 b

Tabela 10, conclusão

Linhagens	Lavras “Safradas águas”	Lavras (A) “Safrada seca”	Lavras (B) “Safrada seca”	Lambari “Safradas águas”	Lambari “Safrada seca”	Média Geral
27	25,5 b	20,0 b	31,1 a	7,3 b	33,8 a	23,5 c
28	28,6 a	20,8 b	33,9 a	7,3 b	19,3 b	22,0 c
29	28,2 a	22,1b	23,3 b	9,2 b	31,3 a	22,8 c
30	31,8 a	24,4 b	26,7 b	10,3 b	41,1 a	26,9 b
31	33,2 a	27,5 a	24,4 b	7,6 b	22,1 b	23,0 c
32	23,3 b	26,0 a	30,0 b	7,8 b	41,7 a	25,8 b
33	34,0 a	23,8b	41,3 a	8,7 b	25,0 b	26,6 b
34	37,0 a	26,3 a	32,8 a	5,8 b	28,3 b	26,0 b
35	34,0 a	27,1 a	27,8 b	6,5 b	33,8 a	25,8 b
36	23,1 b	29,3 a	41,1 a	8,6 b	37,1 a	27,8 b
37	27,8 b	27,1 a	24,4 b	5,8 b	18,3 b	20,7 c
38	28,3 a	17,9 b	25,0 b	8,8 b	23,1 b	20,6 c
39	29,0 a	23,6 b	22,5 b	9,9 b	23,8 b	21,8 c
40	22,6 b	23,3 b	34,4 a	7,6 b	26,4 b	22,9 c
41	21,6 b	20,7 b	18,9 b	10,5 b	21,3 b	18,6 c
Média	28,1	25,7	30,3	13,6	31,0	25,8

*Médias seguidas de mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott e Knott (1974), a 5% de probabilidade.

Tabela 11 Nota da severidade média de mancha-angular (*P. griseola*) das linhagens de feijão, obtida no experimento utilizando parcela de tamanho padrão, conduzidos em alguns ambientes

Linhagens	Lavras		Lambari		Média Geral
	“Safrada águas”	“Safrada seca”	“Safrada águas”	“Safrada seca”	
1	4,3 a	3,8 a	3,2 b	4,3 a	3,9 a
2	2,3 b	3,0 a	3,7 b	3,5 b	3,1 c
3	2,3 b	3,5 a	3,2 b	2,5 b	2,9 c
4	3,7 a	3,5 a	4,2 a	5,0 a	4,1 a
5	3,8 a	3,0 a	3,2 b	3,8 a	3,4 b
6	4,3 a	2,8 a	2,8 c	3,0 b	3,2 b
7	3,2 a	3,5 a	2,8 c	3,0 b	3,1 c
8	3,7 a	3,3 a	2,7 c	3,5 b	3,3 b
9	2,0 b	2,3 a	2,0 c	2,3 b	2,1 d
10	3,7 a	3,0 a	3,8 b	3,8 a	3,6 b
11	2,5 b	3,0 a	2,0 c	2,8 b	2,6 d
12	2,2 b	2,8 a	2,2 c	3,3 b	2,6 d
13	2,2 b	3,0 a	2,3 c	3,0 b	2,6 d
14	2,8 b	2,3 a	2,2 c	2,3 b	2,4 d
15	2,0 b	2,3 a	2,3 c	3,0 b	2,4 d
16	3,2 a	2,8 a	2,2 c	3,8 a	3,0 c
17	3,7 a	2,5 a	2,8 c	2,0 b	2,8 c
18	2,8 b	2,5 a	2,2 c	3,0 b	2,6 d
19	2,5 b	2,8 a	2,2 c	3,0 b	2,6 d
20	2,5 b	2,5 a	2,3 c	3,0 b	2,6 d
21	4,5 a	3,8 a	3,0 c	3,3 b	3,6 b
22	2,7 b	3,5 a	2,5 c	2,5 b	2,8 c
23	3,3 a	3,0 a	2,5 c	4,3 a	3,3 b
24	2,2 b	3,3 a	2,5 c	3,5 b	2,9 c
25	3,2 a	3,3 a	2,8 c	3,3 b	3,1 c
26	3,7 a	3,3 a	2,5 c	3,3 b	3,2 b

Tabela 11, conclusão

Linhagens	Lavras “Safrá das águas”	Lavras “Safrá da seca”	Lambari “Safrá das águas”	Lambari “Safrá da seca”	Média Geral
27	3,2 a	3,0 a	3,5 b	4,3 a	3,5 b
28	3,2 a	3,0 a	3,7 b	4,3 a	3,5 b
29	3,3 a	3,3 a	2,7 c	4,5 a	3,4 b
30	4,3 a	3,8 a	3,5 b	4,5 a	4,0 a
31	3,3 a	3,3 a	3,7 b	4,5 a	3,7 a
32	4,5 a	3,5 a	3,3 b	4,3 a	3,9 a
33	3,3 a	2,8 a	3,3 b	4,0 a	3,4 b
34	4,0 a	4,0 a	3,0 c	3,0 b	3,5 b
35	3,5 a	3,0 a	2,8 c	4,3 a	3,4 b
36	3,0 b	4,3 a	2,5 c	3,3 b	3,3 b
37	3,3 a	3,0 a	2,7 c	3,5 b	3,1 c
38	4,0 a	3,8 a	3,2 b	4,3 a	3,8 a
39	4,8 a	3,5 a	4,8 a	4,8 a	4,5 a
40	4,2 a	4,0 a	3,2 b	4,0 a	3,8 a
41	3,8 a	4,0 a	2,8 c	4,8 a	3,9 a
Média	3,3	3,2	2,9	3,5	3,2

*Médias seguidas de mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott e Knott (1974), a 5% de probabilidade.

¹Escala de nota da severidade de mancha-angular, variou de 1 a 5, sendo nota 1 para a planta sem sintomas de doença e 5 para planta totalmente infectada.

Tabela 12 Produtividade média de grãos (kg ha⁻¹) das linhagens de feijão do experimento utilizando parcela de tamanho padrão, conduzidos em alguns ambientes

Linhagens	Lavras		Lambari		Média Geral
	“Safradas águas”	“Safrada seca”	“Safradas águas”	“Safrada seca”	
1	2576,4 a	4273,1 a	2007,0 a	3833,3 a	3172,4 a
2	2166,7 a	3491,7 b	2097,2 a	3333,3 a	2772,2 a
3	1100,7 c	3395,8 b	1479,2 a	3033,3 a	2252,3 b
4	2222,2 a	3004,2 b	1989,6 a	3175,0 a	2597,8 a
5	2545,2 a	3445,8 b	1882,0 a	3133,3 a	2751,6 a
6	1083,4 c	3004,2 b	1458,3a	3216,7 a	2190,6 b
7	1534,7 b	3129,2 b	1368,1 b	4016,7 a	2512,2 a
8	1743,1 b	3270,8 b	1770,8 a	3125,0 a	2477,4 a
9	163,2 d	2645,8 b	444,4 c	2841,7 b	1523,8 b
10	2177,1 a	2787,5 b	1430,6 a	2283,3 b	2169,6 b
11	2500,0 a	4429,2 a	2132,0 a	3766,7 a	3207,0 a
12	2513,9 a	3825,0 a	1909,7 a	3350,0 a	2899,7 a
13	2156,3 a	3879,2 a	1965,3 a	2325,0 b	2581,4 a
14	2520,8 a	3762,5 a	2069,4 a	3016,7 a	2842,4 a
15	2371,5 a	4162,5 a	1326,4 b	3291,7 a	2788,0 a
16	2048,6 b	3583,3 b	2069,4 a	3283,3 a	2746,2 a
17	2756,9 a	4179,2 a	2090,3 a	3566,7 a	3148,3 a
18	2361,1 a	3200,0 b	1284,7 b	3333,3 a	2544,8 a
19	2218,8 a	3495,8 b	1583,4 a	3125,0 a	2605,7 a
20	2642,3 a	3500,0 b	1958,3 a	3050,0 a	2787,7 a
21	1798,6 b	2845,8 b	1757,0 a	2491,7 b	2223,3 b
22	2472,2 a	3308,3 b	1708,3 a	3675,0 a	2791,0 a
23	1378,5 c	3504,2 b	625,0 c	2925,0 b	2108,2 b
24	2375,0 a	3783,3 a	1631,9 a	3491,7 a	2820,5 a
25	1583,3 b	3595,8 b	819,5 c	2575,0 b	2143,4 b
26	1958,3 b	3729,2 a	979,2 b	3700,0 a	2591,7 a

Tabela 12, conclusão

Linhagens	Lavras “Safrá das águas”	Lavras “Safrá da seca”	Lambari “Safrá das águas”	Lambari “Safrá da seca”	Média Geral
27	2010,4 b	3312,5 b	1743,1 a	3500,0 a	2641,5 a
28	2201,4 a	2964,2 b	1763,9 a	3400,0 a	2582,4 a
29	1062,5 c	3341,7 b	1007,0 b	2250,0 b	1915,3 b
30	2708,3 a	3520,8 b	2312,5 a	3416,7 a	2989,6 a
31	1593,8 b	2991,7 b	1965,3 a	2866,7 b	2354,4 b
32	1951,4 b	3529,2 b	1298,6 b	2266,7 b	2261,5 b
33	1822,9 b	2900,0 b	1527,8 a	2583,3 b	2208,5 b
34	1829,9 b	3519,0 b	2048,6 a	3108,3 a	2626,4 a
35	1927,1 b	3458,3 b	1576,4 a	2850,0 b	2453,0 a
36	559,0 d	3345,8 b	694,4 c	2500,0 b	1774,8 b
37	1746,6 b	3625,0 b	1493,0 a	3133,3 a	2499,5 a
38	2045,2 b	2966,7 b	1111,1 b	2341,7 b	2116,2 b
39	2402,8 a	4095,8 a	1819,4 a	2641,7 b	2739,9 a
40	2177,1 a	3308,3 b	1097,2 b	3058,3 a	2410,2 a
41	413,2 d	3379,2 b	854,2 c	2250,0 b	1724,1 b
Média	1937,1	3451,0	1564,6	3051,8	2501,1

*Médias seguidas de mesma letra pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott e Knott (1974), a 10% de probabilidade.

5 DISCUSSÃO

Para se atingir os objetivos da pesquisa era necessário que as linhagens avaliadas diferissem na reação ao patógeno e também na produtividade de grãos. Entre as 41 linhagens avaliadas algumas, as que possuem a sigla MA, são oriundas de um programa de seleção recorrente para a resistência ao *P. griseola*, que têm sido eficientes (AMARO et al., 2007; REZENDE, 2012). Outro grupo é de linhagens selecionadas em programa de seleção recorrente para planta ereta (sigla RP) e outro para produtividade e tipo de grãos (sigla CX), nos quais as avaliações da severidade ao *P. griseola* não era considerada. As linhagens avaliadas com sigla CA, são provenientes de um trabalho de seleção para arquitetura de planta, as linhagens com sigla M são de um programa de seleção visando à obtenção de plantas mais eretas e produtivas, que também não são avaliadas para o referido patógeno. As outras linhagens são introduzidas de outros programas e não se tem informação de resistência a esse patógeno. Adicionalmente foram incluídas cinco testemunhas (Talismã, Carioca, Ouro Negro, Pérola e Carioca-MG) que diferem na suscetibilidade ao *P. griseola* (RAMALHO; ABREU; SANTOS, 2007). Essa variação entre as linhagens com relação ao grau de suscetibilidade ao *P. griseola* e a produtividade de grãos foi confirmada, pois na maioria dos casos foram observadas diferenças significativas entre as linhagens.

Os experimentos foram realizados em algumas condições ambientais envolvendo época de semeadura e locais. Tal estratégia foi utilizada visando possibilitar a generalização dos resultados uma vez que ocorre ampla variação nas raças do patógeno (PASTOR-CORRALES; JARA, 1995; SILVA et al., 2008). Adicionalmente, sabe-se que a incidência do *P. griseola* é maior em períodos seco/úmidos intermitentes e temperatura amena (BIANCHINI; CARNEIRO; LEITE JÚNIOR, 2000; PAULA JÚNIOR; VIEIRA; ZAMBOLIN,

2004). Essa condição é mais frequente na denominada “safra da seca”, com semeadura em fevereiro ou março (BOREL, 2009). De modo geral, os resultados obtidos comprovam esse fato, a severidade média foi ligeiramente maior nos experimentos conduzidos nessa época (tabelas 8 e 11).

A avaliação da ocorrência dos patógenos pode ser efetuada por algumas metodologias, tais como o uso de escala de nota visualmente atribuída (GODOY et al., 1997) e por meio da avaliação por imagem de folíolos com sintomas da doença (VALE; FERNANDES FILHO; LIBERATO, 2003). A comparação entre esses métodos já foram realizadas, inclusive para *P. griseola*, e mostraram que a escala de nota visualmente atribuída fornece informação comparável a avaliação por imagem (PARRELA, 2008). Pela facilidade do trabalho, o uso de escala diagramática foi recomendado.

Quando se usa escala de notas visualmente atribuída, um questionamento que surge é se os dados possibilitam que sejam efetuadas as análises de variância. Marques Júnior et al. (1997) mostraram que a avaliação de linhagens por meio de notas tem boa precisão, sem maiores restrições às pressuposições da análise de variância, indicando que esse procedimento frequentemente adotado pelos melhoristas é eficiente.

A comparação de estratégias experimentais nem sempre é fácil, sobretudo, porque é difícil identificar o parâmetro estatístico que permita inferir a respeito da estratégia utilizada. Um dos parâmetros empregados são medidas de precisão experimental. O coeficiente de variação experimental foi por muito tempo utilizado com essa finalidade. Mais recentemente o seu uso tem sido questionado (CARGNELUTTI FILHO; STORCK, 2009). Resende e Duarte (2007) propuseram o emprego da estimativa da acurácia (r_{gg}) como medida de precisão. Em realidade a acurácia estima o grau de coincidência no desempenho de uma dada linhagem ou progênie nas diferentes repetições. Ela é obtida pela

expressão $r\hat{g}g = \sqrt{1 - \frac{1}{F}}$. Veja que, ela é função direta da magnitude do teste F, que é uma medida de variação entre os tratamentos. Embora não fosse discutida pelos autores, uma estimativa de acurácia pequena, não necessariamente indica baixa precisão, pois pode ser que os tratamentos, linhagens e/ou progênies, não apresentem variação. Contudo, se a estimativa é alta, não há dúvida que a precisão é boa, pois, proporcionalmente, a variação genética foi bem superior a variação do erro experimental.

A precisão dos experimentos utilizando uma planta por parcela, considerando o caráter nota da severidade da mancha-angular, é semelhante nos diferentes ambientes e nas diferentes épocas de avaliação. Porém, a magnitude da acurácia das primeiras avaliações foi menor na maioria dos ambientes, indicando que a distribuição do patógeno na área experimental no início é mais desuniforme, refletindo na precisão. Essa observação é confirmada pelo fato que quanto maior a nota de severidade do patógeno, maior foi a acurácia das avaliações e, portanto melhor discriminação das linhagens. Esse resultado também foi observado por Parrela (2008). Comparando o experimento de uma planta por parcela com o experimento de parcela de tamanho padrão, verificou-se na análise conjunta, que ambos apresentaram acurácia para nota de severidade da mancha-angular muito altas e de magnitude semelhante (tabelas 3 e 5). Depreende-se que o emprego de uma planta por parcela apresentou precisão semelhante ao do procedimento padrão na avaliação da severidade.

A estimativa da AACPD pode ser utilizada para conhecer a evolução do patógeno na cultura e principalmente para avaliar a resistência das linhagens ao progresso da doença. Verificou-se que as estimativas da acurácia de todos os ambientes foram superiores a 80%. Com isso, foi possível discriminar bem as linhagens e agrupá-las em quatro grupos, quando se considerou a média geral de todos os ambientes (tabela 9). Vale lembrar que quanto maior valor absoluto da

AACPD, maior a ação do patógeno sobre o hospedeiro. Na análise conjunta da AACPD nos cinco ambientes avaliados, a acurácia também foi alta, próxima de 100%.

Os resumos das análises de variância conjunta dos ambientes para produtividade de grãos estão representados nas tabelas 4 e 5. No experimento com uma planta por parcela, como é esperado, ocorreu perdas de plantas/parcelas. Mesmo assim, verificou-se alta precisão experimental na avaliação desse caráter, com acurácia superior a 98%. As perdas de parcelas foram compensadas pelo elevado número de repetições e ambientes. Já no experimento com parcelas de tamanho padrão, a acurácia foi superior a 70%. Como se observa, para esse caráter, os experimentos também apresentaram precisão semelhante como ocorreu para a avaliação da ocorrência do patógeno. Na literatura não existe relatos a esse respeito. O que recebeu ênfase em um passado recente foi o emprego do sistema *honeycomb* (BOS, 1981; MITCHEL; BAKER; KNOTT, 1982). Para muitos ele é eficiente, porém outros questionam o seu emprego (DE PAUW; SHEBESKI, 1973). Deve-se ressaltar que no caso do *honeycomb*, na literatura não foram encontrados relatos do emprego de análise de variância e conseqüentemente da precisão experimental.

O método de médias móveis foi utilizado neste trabalho com o objetivo de ajustar as médias dos tratamentos por meio do uso de uma covariável, a média das parcelas vizinhas. A razão para utilizar esse método alternativo de análise estatística é que maiores ganhos na precisão podem ser obtidos quando comparados à análise convencional (BROWNIE; BOWMAN; BURTON, 1993). A eficiência do uso de médias móveis tem sido relatada em experimentos conduzidos na região (COSTA; BUENO FILHO; RAMALHO, 2005; SOUZA; GERALDI; RAMALHO, 2000). Procurou-se melhorar ainda mais a precisão experimental por meio do emprego de uma análise espacial, o método de médias móveis (tabelas de 4A a 8A). Contudo, não foi constatada nenhuma mudança

expressiva pelo seu emprego. Em outros experimentos conduzidos na região o emprego de médias móveis apresentou resultados não concordantes, em alguns deles, utilizando a cultura do milho (COSTA; BUENO FILHO; RAMALHO, 2005) e com a cultura do feijão (COSTA; BUENO FILHO; RAMALHO, 2005; SOUZA; GERALDI; RAMALHO, 2000) ele foi eficiente. Já Cândido et al. (2009) com a cultura da cana-de-açúcar e Abreu et al. (2010) com a do milho, apresentaram resultados coincidentes ao obtido na presente pesquisa, a análise espacial não proporcionou melhoria na precisão experimental.

Uma alternativa para avaliar a eficiência de procedimentos experimentais é comparar a classificação das linhagens nas diferentes condições. As estimativas de correlação de *Spearman* das notas de severidade do patógeno nos experimentos com parcela padrão e de parcela de uma planta possibilitaram inferir que a coincidência na classificação não foi boa (tabela 7). Vale salientar que a estimativa da correlação de *Spearman* é influenciada por todas as linhagens. Qualquer flutuação na classificação reduz a magnitude da correlação. Contudo, em experimento dessa natureza o que interessa é identificar as melhores ou piores linhagens. Nesse caso a coincidência melhora. Observou-se que a maioria das linhagens oriundas do programa de seleção recorrente visando resistência à mancha-angular, sigla MA, foram incluídas no grupo das mais resistentes nas duas condições. Novamente, pode-se inferir que os dois procedimentos foram eficientes.

Uma informação fundamental para os melhoristas é quanto da variação na produtividade de grãos pode ser explicada pela diferença na ocorrência do patógeno entre as linhagens. Essa indagação foi respondida por meio da estimativa da correlação entre as notas de severidade do patógeno e a produtividade de grãos (tabela 6). Em todos os casos, as estimativas de correlação foram de pequena magnitude. Em princípio, pode-se inferir que independente da época de avaliação a nota de severidade do *P. griseola* não

explica de modo expressivo a variação observada na produtividade de grãos. Se for considerado o grupo de linhagens com maior produtividade de grãos (tabelas 10 e 12) e o das linhagens mais resistentes (tabelas 8 e 11), a concordância não é boa, confirmando a pequena influência da nota de severidade para explicar a produtividade de grãos, corroborando com resultados encontrados na literatura (COUTO, 2005; PARRELA, 2008; REZENDE, 2012). É oportuno enfatizar que como a correlação não foi alta, nas diferentes épocas de avaliação fica difícil também inferir qual a melhor época em que a nota de severidade explica mais a variação na produtividade de grãos.

O uso de parcela de uma planta é evidentemente mais trabalhoso que o sistema padrão, porém permite ocupar menor espaço mesmo utilizando grande número de repetições. Em se tratando de progênies, a primeira geração, após a sua obtenção, o número de semente pode ser uma restrição ao usar parcela padrão e então o emprego de uma planta por parcela tornaria viável a condução do experimento. Adicionalmente, poder-se-ia identificar com mais segurança a variação entre plantas dentro das progênies, o que no sistema padrão é difícil. Como foi visto a precisão experimental é equivalente a do procedimento padrão. A principal restrição, que deve ser inerente ao *P. griseola*, é a pequena influência da variação da nota de severidade em explicar a variação na produtividade de grãos.

6 CONCLUSÃO

É possível identificar plantas resistentes à mancha-angular pelo sistema de nove covas em populações segregantes de feijoeiro, porém esse sistema é mais trabalhoso que o sistema convencional.

Independente da época de avaliação da severidade da mancha-angular, a nota de severidade da doença não explica a variação observada na produtividade de grãos.

O uso do método de médias móveis não melhorou a precisão experimental.

REFERÊNCIAS

- ABREU, A. F. B. et al. Seleção recorrente fenotípica no melhoramento do feijoeiro visando a resistência a *Phaeoisariopsis griseola*. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 7., 2002, Viçosa, MG. **Resumos expandidos...** Viçosa, MG: UFV, 2002. p. 233-235.
- ABREU, G. B. **Estratégias visando à melhoria da seleção massal**. 2010. 67 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.
- ABREU, G. B. et al. Strategies to improve mass selection in maize. **Maydica**, Bergamo, v. 55, p. 219, 2010.
- AMARO, G. B. et al. Phenotypic recurrent selection in the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) with carioca-type grains for resistance to the fungi *Phaeoisariopsis griseola*. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 30, n. 3, p. 584-588, Sept. 2007.
- AMORIM, L. et al. Avaliação de danos na cultura do feijão. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 21, n. 1, p. 82-84, 1995.
- ARAYA, C. M.; ARAYA, R. Avances en la selección de fuentes de resistencia a las principales enfermedades del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) en Costa Rica. **Agronomía Mesoamericana**, Alajuela, v. 11, p. 25-29. 2000.
- ASMUS, G. L. Danos causados à cultura da soja por nematóides do gênero *Meloidogyne*. In: SILVA, J. F. V. (Org.). **Relações parasito-hospedeiro nas Meloidogynoses da soja**. Londrina: Embrapa Soja/Sociedade Brasileira de Nematologia, 2001.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 237.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. **Doenças de plantas tropicais, epidemiologia e controle econômico**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1996.

BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM L. **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. 3. ed. São Paulo: Ceres, 1995. v. 1.

BERGER, R. D. Measuring disease intensity. In: TENG, P. S.; KRUPA, S. V. (Ed.). **Crop loss assessment**. St. Paul. University of Minnesota, 1980. p. 28-31.

BIANCHINI, A.; CARNEIRO, S. M. T. P. G.; LEITE JÚNIOR, R. P. Doenças do feijoeiro e seu controle. In: INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. **Feijão: tecnologia de produção**. Londrina: IAPAR, 2000. p. 55-75. (Informe da Pesquisa, 135).

BOREL, J. C. **Controle Genético da reação do feijoeiro nas folhas e nas vagens à mancha-angular**. 2009. 97 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

BOS, I.; CALIGARI, P. **Selection methods in plant breeding**. London: Chapman & Hall, 1995. 342 p.

BOS, I. Some remarks on honeycomb selection. **Euphytica**, Wageningen, v. 32, p. 329-334, 1983.

BOS, I. **The relative efficiency of honeycomb selection and other procedures for mass selection in winter rye (*Secale cereale* L.)**. 1981. 172 p. Thesis (Ph.D) - Wageningen Agricultural University, Wageningen, 1981.

BROCK, R. D. Resistance to angular leaf spot among varieties of beans. **Journal of the Australian Institute of Agricultural Science**, Collingwood, v. 3, n. 1, p. 25-30, 1951.

BROWNIE, C.; BOWMAN, D. T.; BURTON, J. W. Estimating spatial variation in analysis of data from yield trials: a comparison of methods. **Agronomy Journal**, Madison, v. 85, n. 6, p. 1244-1253, Nov./Dec. 1993.

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: J. Wiley, 1990.

CAMPOS-AVILA, J. **Enfermidades delfrijol**. Mexico: Trillas, 1987. p. 132.

CAMPOS-AVILA, L.; FUCIKOVSKY, Z. L. Estudio de algunos aspectos de la mancha-angular causada por *Isariopsis griseola*Sacc. Em cultivo delfrijol. **Patologia**, Brasília, v. 16, n. 1, p. 16-19, fev. 1981.

CAMPOS-ÁVILA, J.; FUCIKOVSKY, Z. L. Estudios de algunos características de *Isariopsis griseola*Sacc. agente causal de la mancha-angular delfrijol. **Agrociência**, México, n. 39, p. 41-48, 1980.

CANDIDO, L. S. et al. Análise de vizinhança na avaliação de genótipos de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 10, 2009.

CANTERI, M. G. **Uso de medidas de área foliar sadia e refletância no manejo da mancha-angular do feijoeiro**. 1998. 83 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

CARDONA-ALVAREZ, C. W.; ALKER, J. C. Angular leaf spot of bean. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 16, n. 11, p. 610-615, Nov. 1956.

CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L. Medidas do grau de precisão experimental em ensaios de competição de cultivares de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 2, p. 111-117, 2009.

CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L.; LÚCIO, A. D. Ajustes de quadrado médio do erro em ensaios de competição de cultivares de milho pelo método de Papadakis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 4, p. 467-473, 2003.

COSTA, A. S. Investigações do sobre moléstias do feijoeiro no Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DO FEIJÃO 1., 1971, Campinas. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 1972. p. 305-311.

COSTA, J. R.; BUENO FILHO, J. S.; RAMALHO, M. A. P. Análise espacial e de vizinhança no melhoramento genético de plantas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 40, n. 11, p. 1073-1079, 2005.

COUTO, M. A. **Seleção de linhagens de feijão tipo Carioca com resistência à antracnose e à mancha-angular**. 2005. 74 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2005.

CRISPIN, A.; SIFUENTES, J. A.; AVILA, J. C. **Enfermedades y plagas del frijol em México**. México: Instituto Investigación Agraria, 1976. p. 15-16. (Folleto de Divulgación, 39).

CROUS, P. W. et al. Re-evaluating the taxonomic status of *Phaeoisariopsis griseola*, the causal agent of angular leaf spot of bean. **Studies in Mycology**, Stanford, v. 55, p. 163-173, 2006.

DE PAUW, R. M.; SHEBESKI, L. H. An evaluation of an early generation yield testing procedure in *Triticumaestivum*. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 53, p. 465-470, 1973.

DIAZ, P. C.; ARMAS, E. D.; BARROS, A. La mancha-angular de la Caraotaproducida por *Isariopsis griseola*Sacc. emlucuenca dei lago de Valencia. **Agronomia Tropical**, Maracay, v. 14, n. 4, p. 261-267, 1965.

ELLIS, M. A.; GALVEZ, G. E.; SINCLAIR, J. B. Efecto de tres fungicidas sobre la germinación de semilla infectada de frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.). **Turrialba**, San Jose, v. 26, p. 399-402, 1976.

FASOULA, S. A. **A new approach to breeding superior yielding varieties**. Thessaloniki: Aristotelian University of Thessaloniki, 1973. p. 42.

FASOULA, V. A.; FASOULA, D. A. Honeycomb breeding: principles and applications. **Plant Breeding Reviews**, Westport, v. 18, p. 177-250, 2000.

FERRAZ, S. La mancha foliar angular. In: SCWARTZ, H. P.; GÁLVEZ, G. E. (Ed.). **Problemas de producción del frijól**: enfermedades, insectos, limitaciones edáficas y climáticas de *Phaseolus vulgaris*. Cali: CIAT, 1980.

GODOY, C. V. **Danos causados pela mancha angular em feijoeiro, no município de Piracicaba**. 1995. 72 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1995.

GODOY, C. V. et al. Diagrammatic scales for bean diseases: development and validation. **Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz**, Stuttgart, v. 104, n. 4, p. 336-345, 1997.

GUZMÁN, P. et al. Characterization of variability in the fungus *Phaeoisariopsis griseola* suggests coevolution with the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Phytopathology**, Saint Paul, v. 85, p. 600-607, 1995.

JESUS JÚNIOR, W. C. Effects of angular leaf spot and rust on yield loss of *Phaseolus vulgaris*. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 92, n. 11, p. 1045-1053, 2001.

KEMPTON, R. A.; GLEESON, R. A. Unreplicated trials. In: KEMPTON, R. A.; FOX, P. N. (Ed.). **Statistical methods for plant variety evaluation**. London: Chapman and Hall, 1997. p. 86-100.

LIEBENBERG, M. M.; PRETORIUS, Z. A. A review of angular leaf spot of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **African Plant Protection**, Queenswood, v. 3, n. 2, p. 81-106, Aug. 1997.

MARQUES JÚNIOR, O. G. et al. Efeito de parcelas adjacentes na avaliação de alguns caracteres em cultivares de feijão. **Bragantia**, Campinas, v. 56, n. 1, p. 11-23, jun. 1997.

MENDES, F. F.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Eficiência do sistema de nove covas na seleção de progênies de feijoeiro tipo carioca para arquitetura ereta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 9, p. 1029-1034, 2011.

MIKLAS, P. N. et al. Common bean breeding for resistance against biotic and abiotic stresses: from classical to MAS breeding. **Euphytica**, Wageningen, v. 147, n. 1, p. 105-131, 2006.

MITCHELL, J. W.; BAKER, R. J.; KNOTT, D. R. Evaluation of honeycomb selection for single plant in durum wheat. **Crop Science**, Madison, v. 22, p. 840-843, 1982.

MONDA, E. O.; SANDERS, F. E.; HICK, A. Infection and colonization of bean leaf by *Phaseoropsis griseola*. **Plant Pathology**, Osney Mead, v. 50, n. 1, p. 103-110, 2001.

MORA BRENES, B.; CHAVES, G.M.; ZAMBOLIM, L. Estimativas de perdas no rendimento do feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) causadas pela mancha-angular (*Isariopsis griseola* Sacc.). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.8, p.599, 1983.

MORAES, S. A. **Quantificação de doenças de plantas**. 2007. Disponível em: <http://www.infobibos.com/Artigos/2007_1/doencas/index.htm>. Acesso em: 26 ago. 2012.

NIETSCHE, S.; BOREM, A.; ALZATE-MARIN, A. Variabilidade genética da patogenicidade de *Phaeoisariopsis griseola* no Brasil. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 28, n. 4, p. 331-335, 2002.

NIETSCHE, S. et al. Fontes de resistência à mancha-angular do feijoeiro-comum no Brasil. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 47, n. 273, p. 567-571, set./out. 2000.

NIETSCHE, S. et al. Genetic diversity of *Phaeoisariopsis griseola* in the state of Minas Gerais. **Euphytica**, Wageningen, v. 117, p. 77-84, 2001.

PAPADAKIS, J. S. **Method statistique puor des experiences sur champ**. Thessalonikes: Institut d'Amélioration de Plantes à Salonique, 1937. 30 p.

PARRELLA, R. A. C. **Alternativas para avaliação de severidade da mancha-angular no feijoeiro comum**. 2008. 90 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

PASTOR-CORRALES, M. A.; JARA, C. La evolucion de *Phaeoisariopsis griseola* com el frijol comum en America Latina. **Fitopatologia Colombiana**, Santa Fe de Bogota, v. 19, n. 1, p. 15-22, 1995.

PASTOR-CORRALES, M. A.; JARA, C. E.; SINGH, S. P. Pathogenic variation in, sourcess of and breeding for resistance to *Phaeoisariopsis griseola* Causing the Angular Leaf Spot in Common Beans. **Euphytica**, Wageningen, v. 103, p. 161-171, 1998.

PAULA JÚNIOR, T. J.; VIEIRA, R. F.; ZAMBOLIN, L. Manejo integrado de doenças do feijoeiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 25, n. 223, p. 99-103, jul. 2004.

PAULA JÚNIOR, T. J.; ZAMBOLIN, L. Doenças. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BOREM, A. (Ed.). **Feijão**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 359-414.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: FEALQ, 2009. v. 15.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B.; CARNEIRO, J. E. **Cultivares**: feijão de alta produtividade. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 25, n. 223, p. 21-32, 2004.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B.; DOS SANTOS, J. B. Impact of angular leaf spot on grain yield of common bean lines. **Annual Report Bean Improvement Cooperative**, Urbana, v. 50, p. 97-98, 2007.

RAMALHO, M. A. P.; FERREIRA, D. F.; OLIVEIRA, A. C. **Experimentação em genética e melhoramento de plantas**. 3. ed. Lavras: UFLA, 2012.

RAVA, S. C. A.; SARTORATO, A.; CARVALHO, J. R. P. Yield losses in dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) caused by angular leaf spot (*Isariopsis griseola* Sacc.). **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, Fort Collins, v. 28, p. 5-6, 1985.

RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 1, p. 182-194, jan./jul. 2007.

REZENDE, B. A. **Implicações do método de avaliação da mancha angular no feijoeiro na eficiência de um programa de seleção recorrente**. 2012. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.

RICKEY, F. D. Adjusting yields to their regression on a moving average, as a means of correcting for soil heterogeneity. **Journal of Agricultural Research**, Lahore, v. 27, p. 79-90, 1924.

ROCHA, C. L.; SANTOS, J. M. D. F.; BEGLIOMINI, E. Avaliação do fungicida Epoxiconazol o controle da mancha-angular (*Phaeoisariopsis griseola*). **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 23, p. 276, 1998.

SANTOS, J. B. **Melhoramento de plantas visando resistência a doenças**. Lavras: UFLA, 2009. 138 p. Notas de Aula.

SARTORATO, A. Mancha-angular. In: ZIMMERMANN, M. J. O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do feijoeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Potafós, 1988. p. 491-501.

SARTORATO, A. Pathogenic variability and genetic diversity of *Phaeoisariopsis griseola* isolates from two counties in the State of Goiás, Brazil. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 152, n. 7, p. 385-390, Aug. 2004.

SARTORATO, A.; RAVA, C. A. Controle da mancha-angular do feijoeiro comum pelo método de aplicação convencional de fungicidas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 24, p. 70-72, 1999.

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**, Brasília, v. 17, p. 247-251, 1992.

SARTORATO, A.; RAVA, C. A.; RIOS, G. P. Doenças fúngicas e bacterianas da parte aérea. In: ARAÚJO, R. S. et al. (Ed.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFÓS, 1996. p. 669-700.

SARTORATO, A. Resistance of andean and mesoamerican common bean genotypes to *Phaeoisariopsisgriseola*. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, Fort Collins, v. 48, n. 1, p. 88-89, 2005.

SARTORATO, A. Variabilidade de *Phaeoisariopsis griseola* no feijoeiro comum. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE

PLANTAS, 1., 2001, Goiânia. **Anais...** Goiânia: UFG/Embrapa Arroz e Feijão, 2001. 1 CD ROM.

SCHWARTZ, H. F. Dry bean yields losses caused by *Ascochyta*, angular and white leaf spots in Colombia. **Plant Disease**, St. Paul, v. 65, n. 6, p. 494-496, June 1981.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. Cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, p. 507-512, 1974.

SILVA, K. J. D. et al. Pathogenic variability of isolates of *Pseudocercospora griseola*, the cause of common bean angular leaf spot, and its implications for resistance breeding. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 156, n. 10, p. 602-606, 2008.

SINGH, B. M.; SHARMA, Y. R. Screening of fungicides to control angular and floury leaf spots of beans. **Indian Journal of Mycology and Plant Pathology**, Calcutta, v. 6, p. 148-151, 1976.

SOUZA, E. A.; GERALDI, I. O.; RAMALHO, M. A. P. Alternativas experimentais na avaliação de famílias em programas de melhoramento genético do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 9, p. 1765-1771, 2000.

STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H.; DICKEY, D. A. **Principles and procedures of statistics**. 3rd ed. New York: McGraw Hill, 1997.

VALE, F. X. R. et al. Quantificação de doenças e do crescimento hospedeiro. In: VALE, F. X. R.; JESUS JÚNIOR, W. C.; ZAMBOLIM, L. (Ed.). **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte: Perfil, 2004. p. 91-123.

VALE, F. X. R.; FERNANDES FILHO, E. I.; LIBERATO, J. R. Quant: a software for plant disease severity assessment. In: INTERNACIONAL

CONGRESS OF PLANT PATHOLOGY, 8., 2003, Christchurch. **Proceedings...**
Christchurch: [s. n.], 2003. p. 105.

VIEIRA, C. **Doenças e pragas do feijoeiro**. Viçosa, MG: UFV, 1988. 231 p.

WANG, A.; VARGAS, E.; MORA BRENES, B. Evaluation of the resistance of French bean cultivars to angular leaf spots (*Isariopsis griseola*Sacc.) by three methods, and estimation of yield losses. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 75, n. 10, p. 1180, Oct. 1985.

ZAUMEYER, W. J.; THOMAS, H. R. New snap and pinto beans resistant to several disease. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 47, n. 7, p. 454, July 1957.

ANEXOS

Tabela 1A Resumo da análise de variância da nota da severidade de mancha-angular (*P. griseola*) das linhagens de feijão com dados originais. Dados obtidos do experimento utilizando uma planta por parcela, conduzido na “Safr das águas” em Lavras (A)

F.V.	G.L.	Dados originais				
		Q.M.				
		1ª aval.	2ª aval.	3ª aval.	4ª aval.	5ª aval.
Bloco	8	0,48	0,27	0,63	1,88	3,44
Linhagens	40	0,26 ^{NS}	0,37*	0,28	0,69**	1,02**
Erro		0,28	0,24	0,20	0,28	0,40
G.L.erro		268	267	267	267	262
C.V.(%)		35,33	26,55	20,73	20,05	17,60
Média geral		1,49	1,86	2,16	2,65	3,58
Acurácia (%)			59,27	53,45	77,08	77,96

** Significativo ao nível de 1%, pelo teste F; * significativo ao nível de 5%, pelo teste. F; NS: não significativo.

¹Escala de nota da severidade de mancha-angular, variou de 1 a 5, sendo nota 1 para a planta sem sintomas de doença e 5 para planta totalmente infectada.

Tabela 2A Resumo da análise de variância da nota da severidade de mancha-angular (*P. griseola*) das linhagens de feijão com dados originais. Dados obtidos do experimento utilizando uma planta por parcela, conduzido na “Safr da seca” em Lavras (A)

F.V.	G.L.	Dados originais				
		Q.M.				
		1ª aval.	2ª aval.	3ª aval.	4ª aval.	5ª aval.
Bloco	7	0,52	0,99	0,46	0,99	0,57
Linhagens	40	0,31 ^{NS}	0,88**	0,97**	0,92**	0,37**
Erro		0,26	0,37	0,32	0,41	0,16
GLerro		259	256	251	250	249
CV(%)		37,41	29,74	22,00	17,93	8,84
Média geral		1,36	2,05	2,56	3,56	4,60
Acurácia (%)		40,16	76,13	81,86	74,45	75,34

** Significativo ao nível de 1%, pelo teste F; NS: não significativo.

¹Escala de nota da severidade de mancha-angular, variou de 1 a 5, sendo nota 1 para a planta sem sintomas de doença e 5 para planta totalmente infectada.

Tabela 3A Resumo da análise de variância da nota da severidade de mancha-angular (*P. griseola*) das linhagens de feijão com dados originais. Dados obtidos do experimento utilizando uma planta por parcela, conduzido na “Safrá da seca” em Lavras (B)

F.V.	G.L.	Dados originais				
		Q.M.				
		1ª aval.	2ª aval.	3ª aval.	4ª aval.	5ª aval.
Bloco	8	0,13	0,917	1,23	0,68	0,42
Linhagens	40	0,14 ^{NS}	0,26**	0,84**	0,60**	0,58**
Erro		0,11	0,15	0,28	0,31	0,24
G.L.erro		312	309	297	260	257
C.V.(%)		29,34	32,36	25,00	19,91	13,86
Média geral		1,13	1,21	2,11	2,79	3,56
Acurácia (%)		46,29	65,04	81,65	69,52	76,56

** Significativo ao nível de 1%, pelo teste F; NS: não significativo.

¹Escala de nota da severidade de mancha-angular, variou de 1 a 5, sendo nota 1 para a planta sem sintomas de doença e 5 para planta totalmente infectada.

Tabela 4A Resumo da análise de variância da nota da severidade de mancha-angular (*P. griseola*) das linhagens de feijão com dados originais e com dados preditos pelo método de médias móveis. Dados obtidos do experimento utilizando uma planta por parcela, conduzido na “Safrá das águas” em Lambari

FV	GL	Dados originais			Médias Móveis		
		QM			QM		
		1ªaval	2ª aval	3ª aval	1ª aval	2ªaval	3ªaval
Bloco	8	0,82	0,64	0,41	0,77	0,25	0,37
Linhagens	40	0,35**	1,01**	0,36**	0,34*	0,09*	0,35*
Erro		0,21	0,16	0,17	0,21	0,06	0,17
GLerro		318	300	293	318	300	293
CV(%)		28,26	16,14	14,30	30,91	9,60	15,48
Média geral		1,62	2,52	2,92	1,48	2,52	2,70
Acurácia (%)		63,20	91,40	71,72	62,49	60,06	70,70

**Significativo ao nível de 1%, pelo teste F; *significativo ao nível de 5%, pelo teste F.

¹Escala de nota da severidade de mancha-angular, variou de 1 a 5, sendo nota 1 para a planta sem sintomas de doença e 5 para planta totalmente infectada.

Tabela 5A Resumo da análise de variância da nota da severidade de mancha-angular (*P. griseola*) das linhagens de feijão com dados originais e com dados preditos pelo método de médias móveis. Dados obtidos do experimento utilizando uma planta por parcela, conduzido na “Safrada seca” em Lambari

	Dados originais					Médias Móveis		
	GL	QM			QM			
		1ª aval	2ª aval	3ª aval	1ª aval	2ª aval	3ª aval	
FV	8	1,06	1,17	0,65	0,96	1,22	0,65	
Bloco	40	0,70**	1,46**	0,94**	0,70**	1,45**	0,94**	
Erro		0,19	0,30	0,36	0,18	0,30	0,36	
GLerro		282	233	230	282	233	230	
CV(%)		24,18	16,93	15,50	26,47	16,34	15,52	
Média geral		1,78	3,25	3,87	1,63	3,36	3,86	
Acurácia (%)		85,58	89,02	78,64	85,47	89,02	78,64	

** Significativo ao nível de 1%, pelo teste F.

¹Escala de nota da severidade de mancha-angular, variou de 1 a 5, sendo nota 1 para a planta sem sintomas de doença e 5 para planta totalmente infectada.

Tabela 6A Resumo da análise de variância para nota da severidade de mancha-angular (*P. griseola*) das linhagens de feijão predita pelo método de médias móveis. Dados obtidos do experimento utilizando uma planta por parcela, conduzido na “Safrada das águas” em Lavras (A)

F.V.	G.L.	Médias Móveis				
		Q.M.				
		1ª aval.	2ª aval.	3ª aval.	4ª aval.	5ª aval.
Bloco	8	0,45	0,27	0,57	1,73	2,93
Linhagens	40	0,26 ^{NS}	0,37*	0,27**	0,65**	1,01**
Erro		0,28	0,24	0,20	0,28	0,38
GLerro		268	267	267	267	262
CV(%)		36,69	28,28	22,91	23,25	20,81
Média geral		1,44	1,74	1,94	2,26	2,97
Acurácia (%)			59,27	50,92	75,44	78,97

** Significativo ao nível de 1%, pelo teste F; * significativo ao nível de 5%, pelo teste F; NS: não significativo.

¹Escala de nota da severidade de mancha-angular, variou de 1 a 5, sendo nota 1 para a planta sem sintomas de doença e 5 para planta totalmente infectada.

Tabela 7A Resumo da análise de variância para nota da severidade de mancha-angular (*P. griseola*) das linhagens de feijão predita pelo método de médias móveis. Dados obtidos do experimento utilizando uma planta por parcela, conduzido na “Safra da seca” em Lavras (A)

F.V.	G.L.	Médias Móveis				
		1ª aval.	2ª aval.	3ª aval.	4ª aval.	5ª aval.
		Q.M.				
Bloco	7	0,51	0,90	0,44	0,92	0,53
Linhagens	40	0,31 ^{NS}	0,88**	0,96**	0,90**	0,37**
Erro		0,26	0,37	0,32	0,41	0,17
GLerro		259	256	251	250	249
CV(%)		38,09	31,44	22,61	19,06	9,24
Média geral		1,33	1,95	2,50	3,35	4,41
Acurácia (%)		40,16	76,13	81,65	73,79	73,52

** Significativo ao nível de 1%, pelo teste F; NS: não significativo.

¹Escala de nota da severidade de mancha-angular, variou de 1 a 5, sendo nota 1 para a planta sem sintomas de doença e 5 para planta totalmente infectada.

Tabela 8A Resumo da análise de variância para nota da severidade de mancha-angular (*P. griseola*) das linhagens de feijão predita pelo método de médias móveis. Dados obtidos do experimento utilizando uma planta por parcela, conduzido na “Safra da seca” em Lavras (B)

F.V.	G.L.	Médias Móveis				
		1ª aval.	2ª aval.	3ª aval.	4ª aval.	5ª aval.
		Q.M.				
Bloco	8	0,13	0,29	1,23	0,75	0,43
Linhagens	40	0,14 ^{NS}	0,26**	0,84**	0,59**	0,58**
Erro		0,11	0,15	0,28	0,31	0,24
GLerro		312	309	297	260	257
CV(%)		29,40	33,23	25,03	18,77	13,72
Média geral		1,13	1,18	2,11	2,94	3,60
Acurácia (%)		46,29	65,04	81,64	68,89	76,56

** Significativo ao nível de 1%, pelo teste F; NS: não significativo.

¹Escala de nota da severidade de mancha-angular, variou de 1 a 5, sendo nota 1 para a planta sem sintomas de doença e 5 para planta totalmente infectada.

Tabela 9A Resumo da análise de variância da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) das linhagens de feijão do experimento utilizando uma planta por parcela, conduzido em cinco ambientes.

F.V.	G.L.	“Safrá das águas”		“Safrá da seca”			
		Lavras	Lambari	Lambari	Lavras (B)	Lavras (A)	
		Q.M.		Q.M.		G.L.	Q.M.
Bloco	8	449,97	177,29	572,16	365,90	7	106,62
Linhagens	40	413,88**	320,88**	627,55**	420,06**	40	467,11**
Erro		143,24	71,83	124,25	114,30		166,87
G.L.erro		266	292	227	265		248
C.V.(%)		14,37	14,14	13,25	16,34		16,57
Média geral		83,30	59,93	84,10	65,42		77,94
Acurácia (%)		80,86	88,10	89,55	85,31		80,17

** Significativo ao nível de 1%, pelo teste F.

Tabela 10A Resumo da análise de variância da nota da severidade de mancha-angular (*P. griseola*) das linhagens de feijão, do experimento utilizando parcela de tamanho padrão, conduzidos em alguns ambientes

F.V.	G.L.	“Safr das águas”		G.L.	“Safr da seca”	
		Lavras	Lambari		Lavras	Lambari
		Q.M.			Q.M.	
Bloco	2	2,05	0,40	1	0,15	0,60
Linhagens	40	1,85**	1,18**	40	0,52**	1,16**
Erro	80	0,62	0,29	40	0,15	0,51
C.V.(%)		24,04	18,60		12,47	20,12
Média geral		3,27	2,89		3,16	3,55
Acurácia (%)		81,54	86,85		84,35	74,86

** Significativo ao nível de 1%, pelo teste F.

¹Escala de nota da severidade de mancha-angular, variou de 1 a 5, sendo nota 1 para a planta sem sintomas de doença e 5 para planta totalmente infectada.

Tabela 11A Resumo da análise de variância da produtividade de grãos (kg ha⁻¹) das linhagens de feijão do experimento utilizando parcela de tamanho padrão, conduzidos em alguns ambientes

F.V.	G.L.	“Safr das águas”		“Safr da seca”	
		Lavras	Lambari	Lavras	Lambari
		Q.M.		Q.M.	
Bloco	2	128339,64	1026666,48	94286,97	691875
Linhagens	40	1160252,88**	656098,42**	518742,80**	682401,17**
Erro		223026,21	157899,41	264876,36	343067,71
G.L.erro		79	78	77	80
CV(%)		24,37	25,51	14,91	19,19
Média geral		1938,02	1557,85	3450,96	3051,83
Acurácia (%)		89,88	87,13	69,95	70,51

** Significativo ao nível de 1%, pelo teste F.