



RAFAEL PEREIRA

**REAÇÃO DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO E
AGRESSIVIDADE DE ISOLADOS DO AGENTE
CAUSAL DA MANCHA-ANGULAR**

LAVRAS - MG

2013

RAFAEL PEREIRA

**REAÇÃO DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO E AGRESSIVIDADE DE
ISOLADOS DO AGENTE CAUSAL DA MANCHA-ANGULAR**

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.

Orientadora

Dra. Elaine Aparecida de Souza

LAVRAS - MG

2013

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

Pereira, Rafael.

Reação de genótipos de feijão e virulência de isolados do agente causal da mancha-angular / Rafael Pereira. – Lavras: UFLA, 2013.
64 p.: il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2013.
Orientador: Elaine Aparecida de Souza.
Bibliografia.

1. *Pseudocercospora griseola*. 2. Melhoramento de plantas. 3. *Phaseolus vulgaris*. 4. Resistência genética. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD – 631.523

RAFAEL PEREIRA

**REAÇÃO DE GENÓTIPOS DE FEIJÃO E AGRESSIVIDADE DE
ISOLADOS DO AGENTE CAUSAL DA MANCHA-ANGULAR**

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 26 fevereiro de 2013.

Dra. Ângela de Fátima Barbosa Abreu EMBRAPA/UFLA

Dr. João Bosco dos Santos UFLA

Dr. Trazilbo José de Paula Júnior EPAMIG

Dra. Elaine Aparecida de Souza

Orientadora

LAVRAS – MG

2013

A DEUS, por sempre estar presente em minha vida, sendo provedor da saúde,
paz, alegrias e conquistas em toda minha vida. Muito obrigado meu PAI!

OFEREÇO

Aos meus pais, Dirlene e Aroldo; aos meus avós, José, Tonica, Samuel, Dalva
(*in memoriam*) e aos meus irmãos, Michel e Rafaela.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por estar sempre do meu lado, me iluminando e ajudando a vencer os obstáculos.

À Universidade Federal de Lavras e ao Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, pelos melhores anos de minha vida, ali vividos.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudos.

À professora e orientadora Dra. Elaine Aparecida de Souza pela disponibilidade, dedicação e ensinamentos transmitidos ao longo do curso.

Aos membros da banca examinadora, Dra. Ângela, Dr. Trazilbo e João Bosco.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas, César Brasil, João Bosco, Magno Ramalho, João Candido, José Airton, Elaine, Flávia e Lisete, pelos conhecimentos transmitidos.

Aos colegas de pós-graduação, pela convivência e amizade durante o melhor período da minha vida.

Aos companheiros de Laboratório da UFLA, Joyce, Francine, Quelén, Suelen, Larissa, Tânia, Jerônimo e Mariana, Lucas e Samira pelo apoio e amizade.

Aos amigos da pós-graduação, Paulo, Carlão, Renato, Zé Maria, Kaio, Luiz, Samira, Camila, Fernanda, Laiane, Amanda pela boa convivência e amizade.

Aos meus pais, Aroldo e Dirlene, por todo apoio e confiança em mim depositados em todos os momentos da minha vida, além dos muitos ensinamentos e exemplos de ética, humildade e honestidade.

Aos meus irmãos, Rafaela e Michel, pela boa convivência, companheirismo e amor.

A minha querida vó Dalva (*in memoriam*), pelo apoio e constante ajuda durante toda minha vida.

A minha tia, Marilene (Nena), pelo amor e carinho concedido a mim durante toda minha vida.

A minha namorada Kety, pelo companheirismo e amor.

Aos amigos de república, Andre, Lucas, Renato, Paulo, Cassuius, pelos vários momentos de descontração e alegrias.

A todos que de alguma forma fizeram parte de minha vida nesses últimos dois anos de intenso aprendizado.

RESUMO

O fungo *Pseudocercospora griseola*, agente causal da mancha-angular do feijoeiro, apresenta ampla variabilidade patogênica, o que tem dificultado o desenvolvimento de cultivares resistentes. Dessa forma, os objetivos deste trabalho foram estudar a variação dentro da raça 63-63 por meio da avaliação da agressividade entre os diferentes isolados e analisar a resistência genética (resistência vertical e horizontal) de cultivares do feijoeiro ao *P. griseola*. Foram utilizados quatro isolados, coletados em diferentes locais, que foram inoculados em três grupos de linhagens (cultivares diferenciadoras, cultivares comerciais e linhagens provenientes de um programa de seleção recorrente) em casa de vegetação e avaliados quanto à severidade da doença. As análises estatísticas foram efetuadas por meio do método do dialelo, o qual permite obter informações a respeito da resistência vertical e horizontal dos hospedeiros, além de informações sobre a agressividade dos patógenos. A partir das análises obtidas dos genótipos, constatou-se que o método do dialelo mostrou-se promissor na identificação de resistência horizontal e vertical no patossistema feijão-*Pseudocercospora griseola*, sendo predominante a resistência horizontal. Constatou-se diferença na agressividade dos isolados de *P. griseola* avaliados. O conjunto de cultivares diferenciadoras foi ineficiente para detectar a variação apresentada dentro da raça 63-63.

Palavras-chave: *Pseudocercospora griseola*. Resistência genética. *Phaseolus vulgaris*.

ABSTRACT

The fungi *Pseudocercospora griseola*, causal agent of angular leaf spot of bean, presents ample pathogenic variability that has hampered the development of resistant cultivars. Thus, the objectives of this research were to study the variation within the 63-63 breed through evaluation of the aggressiveness among the different isolates and analyze genetic resistance (vertical and horizontal resistance) of bean cultivars to *P. griseola*. Four isolates, collected from different regions, were inoculated into three lineages groups (differential cultivars, commercial cultivars and breeding lineages from a recurrent selection program) in the greenhouse and evaluated for disease severity. Statistical analyses were carried out using the diallel method, which allowed obtaining information concerning the vertical and horizontal resistance of the host, and information about the pathogens aggressiveness. From the genotypes analysis obtained, it was found that the diallel method showed promise for identifying horizontal and vertical resistance in pathosystem bean-*Pseudocercospora griseola*, with predominant horizontal resistance. It found differences in isolates aggressiveness *P. griseola* evaluated. The set of differential cultivars was inefficient to detect the variation presented in the 63-63 breed.

Keywords: *Pseudocercospora griseola*. Genetic resistance. *Phaseolus vulgaris*.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	A cultura do feijão	12
2.2	Mancha-angular do feijoeiro comum.....	13
2.3	Variabilidade patogênica em isolados de <i>Pseudocercospora griseola</i>	15
2.4	Resistência vertical e horizontal	20
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	25
3.1	Origem e manutenção dos isolados	25
3.2	Preparo das suspensões	25
3.3	Inoculação dos isolados.....	26
3.4	Identificação de raças	28
3.5	Análises estatísticas.....	28
3.6	Avaliação da resistência genética de <i>P. vulgaris</i> à <i>P. griseola</i>	30
4	RESULTADOS.....	32
4.1	Identificação das raças dos isolados de <i>P. griseola</i>	32
4.2	Avaliação da resistência genética das cultivares diferenciadoras de <i>P. vulgaris</i> à <i>P. griseola</i>	32
4.3	Avaliação da resistência genética de cultivares de <i>P.vulgaris</i> à <i>P.griseola</i>	36
4.4	Avaliação da resistência genética das linhagens de diferentes ciclos de um programa de seleção recorrente para mancha-angular à <i>P.griseola</i>	40
5	DISCUSSÃO.....	45
6	CONCLUSÕES	50
	REFERÊNCIAS	51
	ANEXOS.....	Erro! Indicador não definido.

1 INTRODUÇÃO

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma espécie amplamente cultivada, sobretudo nos países em desenvolvimento. No Brasil, a cultura tem grande importância, devido aos aspectos socioeconômicos, tais como, a geração de emprego no campo, e também pelo fato de ser um dos componentes básicos da alimentação da população brasileira. No entanto, essa cultura é acometida por vários fitopatógenos que causam redução expressiva na produtividade. A mancha-angular causada pelo fungo *Pseudocercospora griseola* (Sacc) Crus & U. Brown interfere na produção dessa cultura no Brasil, podendo causar perdas de até 80% (GARCIA; CARNEIRO; SARTORADO, 2006; SARTORATO, 2005; SINGH; SCHWARTZ, 2010).

Extensivos danos à cultura, ausência de altos níveis de resistência nos hospedeiros e a grande dificuldade de controle da doença causada por *P. griseola* nos últimos anos, têm impulsionado pesquisas a respeito desse fungo. Para que os programas de melhoramento tenham êxito na obtenção de cultivares de feijoeiro com resistência durável é fundamental o conhecimento da variabilidade patogênica entre os diferentes isolados, bem como, os mecanismos de resistência genética (vertical e horizontal) nas linhagens do feijoeiro. Essas informações poderão auxiliar os melhoristas na escolha de estratégias adequadas, contribuindo para o aumento da estabilidade e durabilidade da resistência das linhagens melhoradas.

A piramidação de genes tem como fundamento o acúmulo de vários alelos de interesse, nesse caso alelos de resistência, em uma única cultivar e é uma estratégia que vem sendo adotada em vários programas de melhoramento de plantas autógamas (COSTA et al., 2006; SANGLARD et al., 2006). No entanto, o uso de resistência vertical para o controle da mancha-angular tem se mostrado pouco durável.

Dessa forma, os objetivos deste trabalho foram estudar a variação dentro da raça 63-63 por meio da avaliação da agressividade entre os diferentes isolados e analisar a resistência genética (resistência vertical e horizontal) de linhagens do feijoeiro ao *P. griseola*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura do feijão

O feijoeiro é uma cultura de grande importância econômica e social para o Brasil e apesar das transformações no sistema de cultivo, a maioria, ainda é realizada por pequenos produtores, constituindo assim, fonte de renda para os mesmos. Seus grãos constituem uma das principais e mais acessíveis fontes de minerais, aminoácidos e fibras para os brasileiros, estando presente, diariamente, na dieta da população. Por essas e outras razões, o país é o maior produtor e consumidor mundial dessa leguminosa.

O feijão (*Phaseolus vulgaris*) é cultivado em praticamente todos os Estados brasileiros. Na safra 2011/2012 foram cultivados aproximadamente 3.262,1 mil hectares no país, sendo 158,5 mil ha na região Norte (com produção de 124,0 mil toneladas), 1.503,9 mil ha na região Nordeste (produzindo 298,3 mil toneladas), 342,1 mil ha na região Centro-Oeste (produzindo 603,0 mil toneladas), 608,1 mil ha na região Sudeste (produzindo 1.012,8 mil toneladas) e 649,5 mil ha na região Sul (com produção de 889,3mil toneladas). A produtividade média é muito variável de região para região, dependendo do clima, da época de plantio e do nível de tecnologia empregado, variando de 380 kg/ha, na região Nordeste a 1.914 kg/ha, na região Centro-Oeste, porém, com produtividades médias chegando próximas de 3.200kg/ha no Distrito Federal. No entanto, a produtividade média do feijoeiro, em todo o território nacional, ainda está em 895 kg/ha, o que está muito aquém de seu potencial produtivo (COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB, 2013).

Inúmeros fatores tornam limitante a produção de feijão no Brasil. Entre esses fatores, um dos que mais reduzem a produtividade da cultura e a qualidade dos grãos são as doenças (SARTORATO; RAVA, 1994). A importância de cada

doença varia segundo o ano, a época de cultivo, o local e a cultivar empregada (PAULA JÚNIOR et al., 2008).

2.2 Mancha-angular do feijoeiro comum

Dentre os vários patógenos que acometem a cultura do feijoeiro, o fungo *Pseudocercospora griseola* (Sacc.) Crous & U. Braun, agente etiológico da mancha-angular, é um dos mais importantes, pelo fato de ocorrer na maioria das regiões em que se cultiva essa espécie e também por apresentar grande variabilidade genética e patogênica (BOREL, 2011; DAMASCENO-SILVA et al., 2008; NIETSCHKE et al., 2001; PASTOR-CORRALES; JARA; SINGH, 1998; SANGLARD et al., 2006).

P. griseola é um fungo imperfeito (*Ascomycota*) da classe *Pezizomycotina*, ordem *Dothideomycetes*, família *Mycosphaerellaceae*, descrito originalmente como *Isariopsis griseola*, por Saccardo em 1878 (STENGLEIN; BALATTI, 2006). Posteriormente, em 1909 a espécie foi reclassificada por Ferraris com base em sua morfologia como *Phaeoisariopsis griseola*. Recentemente, foi classificada com base em análises moleculares como *Pseudocercospora griseola* (Sacc.) Crous & U. Braun (CROUS et al., 2006).

Em condições de campo, o patógeno produz, na porção abaxial da folha, sinêmios com diâmetro de 40 µm e comprimento de 500 µm e são compostos por conidióforos paralelos e escuros e forma tufo visíveis a olho nu. No ápice de cada conidióforo são produzidos os conídios hialinos, geralmente septados, com formato cilíndrico e ligeiramente curvo medindo 50 a 60 µm de comprimento e 5,5 a 8,0 µm de largura (CAMPOS-ÁVILA, 1987; LIEBENBERG; PRETORIUS, 1997; ZAUMEYER; THOMAS, 1957). Os conídios podem germinar em três horas, sob condições de umidade alta.

A germinação bipolar é mais comum, embora a germinação lateral, com três a quatro tubos germinativos pode ser observada. Os esporos infectam os tecidos das folhas, penetrando através dos estômatos. A penetração se completa em dois dias, em condições ótimas. O micélio se desenvolve na cavidade subestomatal e, depois de quatro dias, coloniza o espaço intercelular entre o parênquima paliçádico. Os cloroplastos apresentam sinais de degradação três dias após a inoculação, seguidos por necrose das células-guarda e das células do mesófilo adjacente; desintegração do parênquima paliçádico e, finalmente, a epiderme é destruída. Com aproximadamente 13 dias forma um estroma, do qual emergem os conidióforos que formam o sinêmio. As lesões foliares podem ser visualizadas a partir de 8 a 15 dias após a infecção (LIEBENBERG; PRETORIUS, 1997).

A principal forma de disseminação dos conídios ocorre pelo vento, entretanto, gotículas de água, implementos agrícolas e sementes contaminadas também transmitem o patógeno. Os sintomas da mancha-angular podem ocorrer em toda a parte aérea, especialmente nas folhas e vagens (BOREL 2011; LIEBENBERG; PRETORIUS, 1997). Lesões em menor proporção também podem ocorrer no caule. Nas folhas primárias, as lesões geralmente são circulares. Nas folhas trifolioladas, as lesões consistem de pequenas manchas que variam de cinza-escuro a marrom e, geralmente, são delimitadas pelas nervuras, o que proporciona o aspecto angular característico da doença. As lesões podem coalescer, causando a desfolha prematura, que compromete o enchimento das vagens, refletindo em perdas na produtividade. Nas vagens, as lesões apresentam-se na forma de manchas superficiais, geralmente circulares, de coloração castanho-avermelhada. A infecção pode avançar pelas sementes, as quais se tornam manchadas, mal desenvolvidas e enrugadas. As plantas podem apresentar no caule, ramos e pecíolos lesões alongadas de coloração castanho-escuro (BIANCHINI; MARINGONI; CARNEIRO, 1997; PAULA JÚNIOR;

VIEIRA; ZAMBOLIN, 2004; PEREIRA; ABREU; SOUZA, 2011). Na ausência de hospedeiros vivos, o fungo sobrevive em restos culturais por período superior a 19 meses e, nas sementes, por nove ou doze meses (LIEBENBERG; PRETORIUS, 1997).

2.3 Variabilidade patogênica em isolados de *Pseudocercospora griseola*

A variabilidade patogênica ou capacidade do patógeno de causar doenças em determinadas cultivares de um mesmo hospedeiro é definida como raça (SARTORATO, 2002). A existência de raças constitui uma complicação nos programas de melhoramento, pois as cultivares podem ser resistentes a certas raças e suscetíveis a outras. Dessa forma, a cada nova raça que surge, cultivares resistentes podem tornar-se suscetíveis (BORÉM, 2005).

O fungo *P. griseola* possui alta variabilidade de virulência, o que justifica o elevado número de raças existentes e uma enorme complexidade no emprego da resistência genética. Portanto, torna-se importante, o monitoramento constante desse patógeno e a busca de novas fontes de resistência que contribuirão para o desenvolvimento de novas cultivares resistentes de feijão à mancha-angular.

Em 1995, no Centro Internacional de Agricultura Tropical-CIAT, durante a I Reunião Internacional sobre a Mancha-Angular do Feijoeiro Comum, foi proposto um conjunto de doze cultivares diferenciadoras, sendo seis de origem andina e seis de origem mesoamericana. As cultivares foram selecionadas por meio de estudos no CIAT (PASTOR-CORRALES; JARA, 1995). Para a denominação da raça, foi proposta a utilização do método de Habgood (1970), que consiste no uso do grupo de cultivares em ordem pré-estabelecida, utilizando-se um método binário e obtido por expansão binomial, de tal forma que o nome da raça é um número. Esse sistema permite classificar

um total de $2^{di} \times 2^{dj} = 4096$ raças, em que “di” é o número de linhagens diferenciadoras andinas e “dj” é o número de linhagens diferenciadoras mesoamericanas. Esse fato contribuiu para a padronização das metodologias de identificação de raças, e facilitou o intercâmbio de informação entre pesquisadores de diversas partes do mundo.

A tabela 1 representa um exemplo, cujo isolado foi classificado como raça 31-23. Os números 31 e 23 representam o somatório dos valores binários referentes às cultivares andinas e mesoamericanas, respectivamente, com as quais o isolado apresentou reação de compatibilidade.

Tabela 1 Conjunto de cultivares diferenciadoras do feijoeiro para a caracterização de raças de *P. griseola*, conjunto gênico e seus valores binários

	Cultivares	Conjunto	Série	Valor	Reaçã
B	Dom Timóteo	Andino	2 ⁰	1	C
C	G 11796	Andino	2 ¹	2	C
D	Bolón Bayo	Andino	2 ²	4	C
E	Montcalm	Andino	2 ³	8	C
F	Amendoin	Andino	2 ⁴	16	C
G	G 5686	Andino	2 ⁵	32	I
H	Pan 72	Mesoamericano	2 ⁰	1	C
I	G 2858	Mesoamericano	2 ¹	2	C
J	Flor de Mayo	Mesoamericano	2 ²	4	C
K	México 54	Mesoamericano	2 ³	8	I
L	BAT 332	Mesoamericano	2 ⁴	16	C
M	Cornell- 49	Mesoamericano	2 ⁵	32	I
Raça			31-23 ^b		

^aC: reação é compatível; I: reação incompatível

^b Exemplo hipotético

Diversos trabalhos têm sido realizados a fim de conhecer a variabilidade patogênica em *P. griseola* (CORREA-VICTORIA, 1987; DAMASCENO-SILVA et al., 2008; NIETSCHE et al., 2001; PASTOR-CORRALES; JARRA,

1995; SARTORADO, 2002). Em levantamento realizado com 66 isolados oriundos de oito Estados do Brasil (Espírito Santo, Goiás, Minas Gerais, Paraíba, Paraná, Pernambuco, Rondônia e Santa Catarina) foi observada a ocorrência de 30 raças diferentes entre os isolados estudados, sendo as raças 15-39, 31-23, 63-23 e 63-63, as mais frequentes (APARÍCIO, 1998).

Jara, Castellano e Mahuku (2001) caracterizaram 419 isolados de *P. griseola* em 22 países do mundo e observaram a ocorrência de 120 raças distribuídas em dois grandes grupos, andino e mesoamericano. Foi observado que o Brasil, Colômbia, Costa Rica e Honduras apresentaram os mais altos índices de diversidade da América Latina. Verificou-se também que a cultivar diferenciadora G5686 (Andina) foi a mais resistente, portanto, ela deve ser considerada como fonte de resistência nos programas de melhoramento. Esses autores ressaltaram a importância do monitoramento constante da variabilidade do patógeno, devido à sua alta dinâmica populacional.

Damasceno-Silva et al. (2008), ao analisarem a variabilidade patogênica de isolados de *P. griseola* em dois municípios (Lavras e Ijaci) no Estado de Minas Gerais, verificou a ocorrência de 10 raças diferentes, entre os 48 isolados avaliados. As raças 55-15, 63-15, 63-25 e 63-27 não haviam sido detectadas nesse Estado. Todas as raças (63-7, 63-15, 63-23, 63-25, 63-27, 63-31, 63-47, 63-55 e 63-63) identificadas neste estudo, exceto a raça 55-15, induziram reações compatíveis com todas as cultivares andinas e foram classificadas como de origem mesoamericana. As raças 63-63(47,92%) e 63-31 (25%) foram identificadas em maior frequência, sendo a raça 63-63 amplamente distribuída entre os locais avaliados. Balbi et al. (2009) estudaram 17 isolados de *P. griseola* obtidos em campos experimentais do Triângulo Mineiro e Zona da Mata, Minas Gerais. Foram caracterizadas 12 raças distintas, sendo a raça 63-63 a de maior frequência (23,5%) (Tabela 2).

Dessa forma, fica evidente que o estudo da variabilidade entre raças fisiológicas desse patógeno torna-se importante, tanto para estudos genéticos como para facilitar a condução de trabalhos de melhoramento visando resistência a doenças, sendo importante para o desenvolvimento de cultivares resistentes (SARTORADO, 2004).

Tabela 2 Relatos, na literatura, que comprovam a variabilidade patogênica de *P. griseola*

Origem dos isolados	Raças diferentes	Principais raças	Referência
MG, ES, GO, PB, PR, PE, RO, SC	30	15-39, 31-23, 63-23, 63-31	Aparício (1998)
MG	13	63-63, 63-23	Nietsche et al. (2001)
Equador e Colômbia	50	31-47, 31-31, 31-43, 63-47	Mahuku et al. (2002)
MG	26	63-31, 63-23, 63-55, 63-39, 63-47	Nietsche et al. (2002)
SC, PR, GO, MG, PB	7	63-31, 63-23	Sartorado (2002)
GO	13	63-31, 63-63, 63-15, 63-23	Sartorado (2004)
Costa Rica	21	0-0, 0-53	Orozco e Araya (2005)
Argentina	12	63-15, 63-63	Stenglein et al. (2005)
GO	7	63-63	Garcia et al. (2006)
SP	6	16-4, 31-15, 31-47, 39-63, 63-15, 63-47	Vital (2006)
MG	10	63-63, 63-31	Damasceno-Silva et al. (2008)
MG	12	63-63	Balbi et al. (2009)

2.4 Resistência vertical e horizontal

Entre as diversas medidas de proteção da planta contra patógenos a resistência genética tem sido a forma mais eficiente, apresentando vantagens, tais como, a redução do uso de defensivos agrícolas, evitando a contaminação do ambiente, além de reduzir os custos de produção já que as sementes de uma cultivar resistente possuem o mesmo valor comercial de uma cultivar suscetível. No entanto, a obtenção de resistência durável, continua sendo na maioria dos patossistemas, um desafio para os melhoristas e fitopatologistas (MUNDT; LEONARD, 1985). Considera-se a resistência como durável, quando uma cultivar amplamente plantada em um ambiente favorável, mantém-se resistente a um determinado patógeno por um longo período de tempo (ADUGNA, 2004).

Para a resistência a um determinado patógeno ser durável ela dependerá de alguns fatores, tais como, o sistema de cultivo utilizado, a herança da resistência, a variabilidade na população do patógeno, o ciclo de vida do hospedeiro e do patógeno, o tamanho da população do patógeno e a forma de utilização dos alelos de resistência. Esses fatores podem influenciar na resistência e, portanto, devem ser levados em consideração pelos melhoristas (ADUGNA, 2004).

Segundo Vanderplank (1963), a resistência pode ser classificada, de acordo com sua efetividade contra raças, em resistência vertical e horizontal. A resistência vertical é específica às raças, sendo conferida por genes maiores que apresentam resistência a uma ou poucas raças fisiológicas do fungo, sendo pouco estáveis. A resistência horizontal, além de não ser específica às raças do patógeno, é conferida por genes menores que apresentam resistência uniforme contra todas as raças do fungo, sendo considerada durável por apresentar maior estabilidade.

Vanderplank (1963) observou que é possível identificar o tipo de resistência por meio da significância da interação cultivares x raças. Isso pode ser verificado quando uma série de diferentes isolados de um patógeno é inoculada em diferentes cultivares de um hospedeiro. Nesse caso, a interação cultivares x raças altamente significativa sugere que a reação de cada cultivar é específica a uma determinada raça, indicando que a resistência é do tipo vertical. Para interações não significativas, as cultivares comportam-se de forma semelhante a todas as raças; nesse caso infere-se que a resistência é do tipo horizontal.

A existência de dois tipos de resistência, vertical e horizontal, são reconhecidas em diversos patossistemas patógeno-hospedeiro (VANDERPLANK, 1963). Como a resistência vertical pode ser facilmente incorporada nas cultivares comerciais, o melhoramento de um grande número de espécies baseou-se nessa resistência.

Estudos sobre o controle genético da resistência do feijoeiro à mancha-angular têm sido realizados em algumas oportunidades (BOREL et al., 2011; CAIXETA et al., 2003; CARVALHO et al., 1998; CHATAIKA et al., 2010; CORRÊA et al., 2001; FERREIRA et al., 2000; MAHUKU et al., 2004; NIETSCHE et al., 2000; SARTORATO et al., 2000; VIDIGAL et al., 2010).

Ferreira et al. (2000), ao realizarem um estudo da herança genética da cultivar MAR 2, verificou que a resistência da cultivar a raça 63-39 de *P. griseola* é devido a um único gene, sendo a resistência devido a um alelo dominante (resistência vertical). Da mesma forma, Nietzsche et al. (2000) ao realizarem o estudo de herança da cultivar Cornell 49-242, cultivar resistente à raça 31-17, verificou tratar-se de herança monogênica sendo controlado por um alelo dominante. Resultados similares foram obtidos nas cultivares AND 277 (CARVALHO et al., 1998), Mexico 54 (SARTORATO et al., 2000), BAT 332 (CAIXETA et al., 2003), Ouro Negro (CORRÊA et al., 2001), G 10474

(MAHUKU et al., 2004), Esal-686 (BOREL et al., 2010) e CAL 143 (CHATAIKA et al., 2010). No entanto, alguns estudos também relatam a ocorrência de herança monogênica, em que a resistência é condicionada por alelos recessivos (CORRÊA et al., 2001; SANTOS FILHO; FERRAZ; VIEIRA, 1976).

Caixeta et al. (2005) realizaram testes de alelismo para verificar se os alelos de resistência presentes em cinco fontes de resistência estão presentes em um mesmo loco ou em locos distintos. Verificou-se que a cultivar Cornell 49-242 possui apenas um gene dominante (Phg-3); a cultivar AND 277 apresenta quatro genes para resistência, denominados Phg-1, Phg-22, Phg-32 e Phg-42; a cultivar México 54 apresenta três genes (Phg-2, Phg-5 e Phg-6); a cultivar MAR 2 possui dois genes, sendo que um apresenta 2 alelos (Phg-4, Phg-5 e Phg-5²) e a cultivar BAT 332 apresenta apenas o gene Phg-62. Namayanja et al. (2006) observaram que a resistência das cultivares México 54 e BAT 332 ao patótipo 63-39 é condicionada pelo mesmo gene e discutem que um dos genes de México 54 é o mesmo de BAT332. Mahuku, Iglesias e Jara (2009) observaram que a resistência da linhagem G5686 à raça 31-0 é condicionada por três genes complementares designados PhgG5686A, PhgG5686B e PhgG5686C, nos quais o alelo dominante é responsável pela resistência. Esses trabalhos sugerem a existência da resistência vertical no patossistema *P.griseola*-feijoeiro.

Amaro, Abreu e Ramalho (2007) avaliaram a variabilidade entre linhagens de feijão durante cinco ciclos de seleção recorrente, para resistência à mancha-angular e observaram uma graduação nos sintomas entre as linhagens consideradas resistentes, e atribuíram essa graduação ao efeito ambiental, enfatizando a possível existência de controle poligênico desse caráter. Arantes (2009) ao avaliar os três ciclos seguintes de seleção recorrente do mesmo programa, observou uma resposta contínua à seleção recorrente fenotípica

visando resistência à mancha-angular, não sendo observado ganho genético quanto à resistência para a doença. Logo, infere-se que, além de genes com grande efeito (resistência específica), estejam envolvidos genes de menor efeito ou modificadores, com influência do ambiente, o que dá ao caráter reação à mancha-angular aspecto de caráter quantitativo (MAHUKU; IGLESIAS; JARA, 2009; NELSON, 1978).

É importante mencionar que o fato de uma linhagem apresentar resistência vertical não exclui a possibilidade da presença da resistência horizontal ou vice-versa (VANDERPLANK, 1963). Melo e Santos (1999) realizaram um estudo de simulação do controle genético envolvendo as duas resistências com o objetivo principal de testar uma metodologia que conseguisse, de maneira simples, informar sobre a resistência vertical e horizontal do hospedeiro, assim como sobre a agressividade e virulência dos patógenos. Os dados foram avaliados pelo modelo IV de *Griffing*, usando um esquema de dialelo parcial. Para isso, foi realizada uma simulação contendo 20, 10 e 5 hospedeiros. Foram considerados 10 genes com três tipos de efeitos, principal, médio e pequeno, os quais equivalem à ocorrência conjunta da resistência vertical e resistência horizontal. A simulação teve como base a severidade da doença esperada com a inoculação de 20 genótipos do hospedeiro com 20 raças do patógeno. Uma alta correlação foi encontrada entre a capacidade geral de reação e a resistência horizontal do hospedeiro, assim como entre a capacidade geral de agressividade e a patogenicidade do isolado. A capacidade específica de interação se revelou um indicador da resistência vertical do hospedeiro e da virulência do patógeno.

Estudos utilizando essa metodologia têm sido realizados em algumas oportunidades (BUIATE et al., 2010; CORNÉLIO et al., 2001; DAVIDE; SOUZA, 2009; MARANHA; RAMALHO; FARIAS, 2002).

Cornélio et al. (2001) ao realizarem um estudo no patossistema *Pyricularia grisea*-arroz, verificaram a predominância de resistência vertical nas cultivares diferenciadoras e resistência horizontal nas cultivares comerciais. Já Maranhã, Ramalho e Farias (2002) observaram que no patossistema *Xanthomonas campestris* pv. *malvacearum* e *Ramularia areola*-algodão, a resistência, para ambos os patógenos é, principalmente horizontal, no entanto, a falta de uma testemunha suscetível dificultou as inferências. Davide e Souza (2009) verificaram que no patossistema *Colletotrichum lindemuthianum*-feijão não foi possível detectar a resistência horizontal devido à presença de alelos de resistência vertical nas cultivares avaliadas, que inflacionaram as estimativas de capacidade geral de reação (CGR), mas constataram-se diferenças na agressividade dos isolados utilizados e a existência de resistência vertical nos genótipos avaliados. Na avaliação do patossistema *Colletotrichum sublineolum*-sorgo Buiate et al. (2010) utilizaram 87 linhagens e 63 híbridos. Dessa forma, foi possível detectar a presença da resistência vertical em vários genótipos. Visando obter estimativas fidedignas da resistência horizontal, os autores propuseram uma modificação na metodologia de Melo e Santos (1999) que consiste no emprego do método, utilizando apenas os genótipos que não apresentam resistência vertical. Foi constatada a predominância de resistência horizontal tanto nas linhagens quanto nos híbridos de sorgo e também a diferenças na agressividade dos isolados utilizados de *C. sublineolum*.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Resistência de Plantas a Doenças, na câmara de nebulização e em casa de vegetação no Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras, no município de Lavras, MG.

3.1 Origem e manutenção dos isolados

Foram utilizados quatro isolados provenientes da micoteca do Laboratório de Resistência de Plantas a Doenças da UFLA (TABELA 3).

Os isolados foram selecionados de acordo com o local de origem, a cultivar hospedeira e a taxa de esporulação.

Tabela 3 Descrição dos isolados de *Pseudocercospora. griseola* coletados no ano de 2011

Isolados	Hospedeiro	Procedência
Psg-1	MAI -18-13	Patos de Minas
Psg-2	Carioca	Lambari
Psg-3	BRSMG-Talismã	Patos de Minas
Psg-4	BRSMG-Madrepérola	Lavras

3.2 Preparo das suspensões

Para obter altas taxas de esporulação, os isolados de *P.griseola* foram cultivados em meio folha-dextrose-água (SILVEIRA, 1967) e mantidos à temperatura de 24⁰C na incubadora (B.O.D) , por um período de 7 a 10 dias, com fotoperíodo de 12 horas. Posteriormente, o inóculo foi preparado pela adição de 5-10 ml de água destilada estéril em cada placa e procedendo a

raspagem da superfície da cultura com o auxílio de um pincel, para a liberação dos conídios. A suspensão de conídios foi obtida pela filtração, através de uma camada de gaze, para a remoção dos fragmentos miceliais. A contagem dos conídios foi realizada em câmara de *Neubauer* para padronizar a concentração de inóculo para 2×10^4 conídios/mL.

3.3 Inoculação dos isolados

As inoculações foram efetuadas em três grupos de linhagens distintas, em épocas diferentes, de acordo com as normas estabelecidas pelo Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT (1987). No conjunto de cultivares diferenciadoras, em linhagens comerciais incluindo duas testemunhas resistentes e em linhagens provenientes de diferentes ciclos de um programa de seleção recorrente para mancha-angular do Programa de Melhoramento Genético da UFLA/Embrapa (Tabela 4).

Tabela 4 Grupo de linhagens de feijoeiro inoculadas com os isolados de *P. griseola*

Cultivares Diferenciadoras	Cultivares Comerciais	Linhagens*
Dom Timóteo	Ouro Negro	MAI-8.9
G 11796	MAII-16	MAI 6.10
Bolón Bayo	Pérola	MAII-10
Montcalm	BRSMG-Madrepérola	MAII-8
Amendoin	BRSMG-Majestoso	MAIII-16.155
G 5686	Rosinha	MAIII-16.159
Pan 72	AND-277	MAIV-15.204
G 2858	Carioca-MG	MAIV-15.203
Flor de Mayo	Jalo	MAV-3.36
México 54	Cornell-49242	MAV-7.85
BAT 332	M-20	MAVI-24
Cornell- 49	BRSMG- Horizonte	MAVI-21
Rosinha	—	MAVII-34
—	—	MAVII-92
—	—	MAVIII-78
—	—	MAVIII- 94
—	—	Pérola
—	—	Carioca-MG

* Linhagens oriundas de diferentes ciclos de um programa de seleção recorrente visando resistência à mancha-angular

Para cada isolado foi conduzido um experimento em blocos casualizados (DBC), com três repetições. A parcela foi constituída por um vaso, contendo substrato *Plantmax*®, no qual foram semeadas quatro sementes.

As suspensões de esporos foram inoculadas após a expansão completa das folhas trifolioladas das plantas (estádio fenológico V3), sendo pulverizadas em ambas as faces das folhas até o ponto de escorrimento. Após as inoculações, as plantas foram mantidas em câmara úmida, com umidade relativa de 95%, temperatura em torno de 24°C e fotoperíodo de 12 horas, por aproximadamente 72 horas. Em seguida, as plantas foram transferidas para casa de vegetação, onde permaneceram por mais 16 dias até o momento da avaliação. A severidade da

doença foi avaliada visualmente aos 15 e 18 dias após a inoculação, utilizando-se uma escala com nove graus de severidade proposta por Pastor-Corrales e Jara (1995): 1 - plantas sem sintomas da doença; 2 - presença de até 3% de lesões; 3 - presença de até 5% de lesões foliares, sem esporulação do patógeno; 4 - presença de lesões esporuladas cobrindo 10% da área foliar; 5 - presença de várias lesões esporuladas entre 2 e 3 mm, cobrindo 10-15% da área foliar; 6 - presença de numerosas lesões esporuladas maiores que 3 mm, cobrindo entre 15-20% da área foliar; 7 - presença de numerosas lesões esporuladas maiores que 3 mm, cobrindo entre 20- 25% da área foliar; 8 - presença de numerosas lesões esporuladas maiores que 3 mm, que cobrem entre 25-30% da área foliar, associadas a tecidos; e 9 - sintomas severos da doença, resultando em queda prematura de folhas e morte da planta. Neste trabalho, as plantas que apresentaram graus 1 a 3 foram consideradas resistentes e as com grau 3,1 ou maior, suscetíveis.

3.4 Identificação de raças

Para identificação das raças dos isolados utilizados, o conjunto de doze cultivares diferenciadoras (PASTOR-CORRALES; JARA, 1995), mais a cultivar Rosinha (suscetível), foram inoculados com cada isolado de *P. griseola* (TABELA 3). A condução dos experimentos e inoculação dos isolados foram realizadas conforme o item 3.3.

3.5 Análises estatísticas

As análises de variância individuais das notas médias de todas as linhagens foram realizadas com auxílio do programa estatístico SAS® (SAS INSTITUTE, 2000) e obtidas separadamente para cada isolado, tanto para as

cultivares diferenciadoras como para as linhagens comerciais e as provenientes do programa de seleção recorrente. O modelo estatístico para análise individual foi:

$$Y_{ij} = \mu + b_i + c_j + e_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} : observação referente ao bloco i, com a linhagem j;

b_i : efeito de bloco i, sendo $i = 1, 2$ e 3 ;

c_j : efeito da linhagem, sendo $j = 1, 2, 3, \dots, n$;

e_{ij} : erro experimental associado à observação Y_{ij} , com $e_{ij} \cap N(0, \delta^2)$.

Posteriormente, foram realizadas análises conjuntas de cada grupo de linhagens, inoculadas com os quatro isolados, utilizando dados obtidos nas análises de variância individuais. Nesse caso, o modelo estatístico utilizado foi:

$$Y_{(ij)k} = \mu + b_{i(k)} + c_j + r_k + (cr)_{jk} + e_{ijk}$$

Em que:

$Y_{(ij)k}$: observação referente ao bloco i, com a cultivar j, dentro do isolado k;

$b_{i(k)}$: efeito de bloco i dentro do isolado k;

c_j : efeito da linhagem j, sendo $j = 1, 2, 3, \dots, n$;

r_k : efeito do isolado k, sendo $k = 1, 2, \dots, 4$;

$(cr)_{jk}$: efeito da interação entre a linhagem j e o isolado k;

e_{ijk} : erro experimental médio.

As médias foram comparadas pelo teste de Scott e Knott (1974), a 5% de probabilidade.

3.6 Avaliação da resistência genética de *P. vulgaris* à *P. griseola*

Foi utilizado o método do dialelo proposto por Melo e Santos (1999), o qual permite obter informações a respeito da resistência vertical e horizontal dos hospedeiros e também sobre a agressividade dos isolados do patógeno.

Foram utilizadas as médias, os graus de liberdade e os quadrados médios dos erros fornecidos pelos resultados obtidos da análise conjunta, os quais permitiram a obtenção do dialelo parcial e, conseqüentemente, das estimativas da capacidade geral de resistência (CGR), da capacidade geral de agressividade (CGA) e da capacidade específica de interação (CEI), por meio do modelo IV de Griffing (1956) realizado no programa estatístico SAS® (SAS INSTITUTE, 2000). Cada tratamento é uma combinação dos diferentes isolados e genótipos, conforme o modelo da tabela 5.

As análises dialélicas foram realizadas conforme o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + r_i + a_j + s_{ij} + e_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} : severidade da doença exibida pelo hospedeiro i quando inoculado com o isolado j;

r_i : efeito da capacidade geral de reação do hospedeiro i (RH);

a_j : efeito da capacidade geral de agressividade do isolado j (AH);

s_{ij} : efeito da capacidade específica de reação do hospedeiro i inoculado com o isolado j (RV);

e_{ij} : erro experimental médio.

A análise de variância para o modelo de dialelo parcial, envolvendo as combinações isolados x hospedeiros, é representada na Tabela 6. As estimativas da capacidade geral de reação, da capacidade geral de agressividade e da capacidade específica da interação foram testadas pelo teste de *t Student* ao nível de 1 e 5% de probabilidade, segundo as expressões apresentadas por Ramalho, Santos e Zimmermann (1993).

Tabela 5 Modelo do dialelo parcial proposto por Melo e Santos (1999)

Linhagens					
Isolados	Genotipo 1	Genotipo 2		Genotipo i	Media
Isolado 1	Y11	Y12	...	Y1i	Y1.
Isolado 2	Y21	Y22	...	Y2i	Y2.
.
.
.
Isolado j	Y.j1	Y.j2	...	Y.ji	Yj.
Média	Y.1	Y.2	...	Y.i	Y..

Tabela 6 Análise de variância para o modelo de dialelo parcial proposto por Melo e Santos (1999)

F.V	GL	QM	F
TRATAMENTOS	(cn -1)*	Q1	
CGR (RH)	c-1	Q2	Q2/Q5
CGA (AH)	n-1	Q3	Q3/Q5
CEI (RV)	(c-1)(n-1)	Q4	Q4/Q5
Erro Médio		Q5	

*c- número de linhagens; n- número de isolados

4 RESULTADOS

4.1 Identificação das raças dos isolados de *P. griseola*

Os quatro isolados foram virulentos as 12 cultivares diferenciadoras, caracterizando-os como raça 63-63 (Tabela 7).

4.2 Avaliação da resistência genética das cultivares diferenciadoras de *P. vulgaris* à *P. griseola*

Na Tabela 7 são representados os resultados obtidos na inoculação das cultivares diferenciadoras com os quatro isolados.

Tabela 7 Notas médias dos isolados de *P. griseola* inoculados no conjunto de cultivares diferenciadoras

Cultivares	Série Binomial	Isolados			
		Psg-1	Psg-2	Psg-3	Psg-4
Dom Timóteo	2 ⁰	5,22B*	4,64A	4,89B	5,34B
G 11796	2 ¹	3,75A	4,33A	3,34A	3,44A
Bolón Bayo	2 ²	4,72B	5,25B	5,00B	4,42A
Montcalm	2 ³	3,77A	4,00A	3,80A	4,00A
Amendoin 24	2 ⁴	3,83A	3,92A	3,42A	3,33A
G 5686	2 ⁵	3,75A	3,92A	3,75A	3,42A
Pan 72	2 ⁰	4,86B	5,94B	5,50B	5,19B
G 2858	2 ¹	4,58B	4,75A	5,50B	6,67C
Flor de Mayo	2 ²	4,08B	4,39A	4,58B	4,67A
México 54	2 ³	3,83A	3,83A	3,25A	4,06A
BAT 332	2 ⁴	4,00A	5,55B	4,00A	3,50A
Cornell- 49242	2 ⁵	3,86A	3,92A	4,00A	4,11A
Rosinha		5,17B	5,78B	5,75B	7,61C
Média do isolado		4,41	4,63	4,37	4,60
Raça		63-63	63-63	63-63	63-63

*Médias com a mesma letra não são significativamente diferentes, de acordo como o teste de Scott-Knott, a 5%

Os resumos das análises de variância individuais e conjuntas estão representados nas Tabelas 8 e 9. Constatou-se nas análises individuais, que houve diferenças significativas ($P < 0.01$) entre as cultivares diferenciadoras para severidade da doença em todos os isolados utilizados.

Tabela 8 Resumo da análise de variância individual para a severidade da mancha-angular do feijoeiro nas cultivares diferenciadoras inoculadas com os quatro isolados diferentes

Isolados	FV	QM	P- valor
Psg-1	Cultivares	0,950**	0,0051
	Erro	0,279	
Psg-2	Cultivares	1,574**	0,0001
	Erro	0,267	
Psg-3	Cultivares	2,403**	0,0004
	Erro	0,479	
Psg -4	Cultivares	5,013**	0,0001
	Erro	0,815	

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

A análise de variância conjunta das cultivares diferenciadoras foram realizadas a partir das estimativas obtidas das análises individuais, abrangendo todos os isolados de *P. griseola* (Tabela 9). Verificou-se que os efeitos das cultivares diferenciadoras e dos isolados foram estatisticamente significativos ($P < 0.005$).

Tabela 9 Resumo da análise conjunta para os dados de severidade da mancha- angular do feijoeiro nas cultivares diferenciadoras inoculadas com os diferentes isolados

FV	GL	QM	P-valor
Cultivares (C)	12	7,675**	<,0001
Isolados (I)	3	1,235*	0,0640
C X I	36	0,849**	0,0186
Erro	102	0,495	
Média	4,465		
C.V(%)	15,76%		

** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste de F

A diferença significativa entre os isolados sugeriu a ocorrência de diferentes graus de severidade quando foram inoculados nas cultivares diferenciadoras avaliadas. A diferença significativa entre as diferenciadoras sugeriu a ocorrência de diferentes níveis de reação das linhagens quando inoculadas com os quatro isolados. Já a interação cultivares diferenciadoras x isolados significativos indicou que as cultivares apresentaram comportamentos não coincidentes quando inoculadas com os diferentes isolados da raça 63-63 de *P. griseola*.

A análise dialélica foi efetuada conforme a metodologia proposta por Melo e Santos (1999), a qual utiliza o modelo IV de Griffing (1956). Para isso, foram utilizadas as médias da análise de variância conjunta (Tabela 10).

A partir dos resultados obtidos na análise dialélica, detectou-se que todas as fontes de variação, inclusive a Capacidade Específica de Interação (CEI), foram estatisticamente significativas ($P < 0,05$). Analisando os desdobramentos para a fonte de variação cruzamento, observa-se que 72.89% da soma de quadrados totais da variação observada foram devidos à capacidade geral de reação (CGR), o que indica predominância da resistência horizontal.

Tabela 10 Resumo da análise de variância do esquema de dialelo parcial para severidade das cultivares diferenciadoras, inoculadas com diferentes isolados de *P. griseola*

FV	GL	QM
Combinações	51	0,82595**
CGR (RH)	12	2,55876**
CGA(AH)	3	0,41462*
CEI (RV)	36	0,28263*
Erro	102	0,16500
Média	4,465	

** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Como pode ser verificado na Tabela 11, as cultivares diferenciadoras diferiram quanto às estimativas da capacidade geral de reação (CGR). As cultivares G 5686, Amendoin e México 54 apresentaram-se entre as mais resistentes. Já as cultivares Rosinha, Don Timóteo, Pan 72 e G2858 foram as mais suscetíveis, ou seja, apresentaram as maiores estimativas para a capacidade geral de reação (gi) (Tabela 11).

Tabela 11 Estimativas da capacidade geral de reação (gi) para severidade das cultivares diferenciadoras, inoculadas com diferentes isolados de *P. griseola*

Andinas	Estimativa (gi)	Mesoamericanas	Estimativa (gi)
Don Timóteo	0,5531**	Pan 72	0,9105**
G 11796	-0,7519**	G 2858	0,9106**
Bolón Bayo	0,3831*	Flor de Mayo	-0,0344
Montcalm	-0,5719**	México 54	-0,7219**
Amendoin	-0,8394**	BAT 332	-0,2019
G 5686	-0,7544**	Cornell49-242	-0,4919**
Rosinha	1,6105**		

** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t

As estimativas da capacidade geral de agressividade (Tabela 12) mostram a diferença na agressividade entre isolados da raça 63-63. O isolado Psg-2 foi considerado o mais agressivo enquanto a menor estimativa para agressividade foi obtida para o isolado Psg-1.

Tabela 12 Estimativas da capacidade geral de agressividade (gj) para severidade das cultivares diferenciadoras, inoculadas com diferentes isolados de *P. griseola*

Isolados	Estimativa (gj)
Psg-1	-0,20134615*
Psg-2	0,16711538*
Psg-3	-0,09826923
Psg-4	0,13250000

*significativo a 5% de probabilidade pelo teste de t

4.3 Avaliação da resistência genética de cultivares de *P. vulgaris* à *P. griseola*

Os resumos das análises de variância individuais e conjuntas estão representados nas Tabelas 13 e 14. Constatou-se nas análises individuais, que houve diferenças significativas ($P < 0.05$) entre as cultivares comerciais para severidade a doença em três dos quatro isolados utilizados.

Tabela 13 Resumo da análise de variância individual para os dados de severidade da mancha-angular do feijoeiro das cultivares inoculadas com os quatro isolados diferentes

Isolados	FV	QM	P- valor
Psg-1	Cultivares	2,471**	0,0095
	Erro	0,624	
Psg-2	Cultivares	3,283**	0,0029
	Erro	0,826	
Psg-3	Cultivares	3,718**	0,0453
	Erro	1,607	
Psg -4	Cultivares	2,343	0,1884
	Erro	1,525	

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

A partir da análise conjunta verificou-se que os efeitos das cultivares e dos isolados foram estatisticamente significativos (Tabela 14).

Tabela 14 Resumo da análise conjunta para os dados de severidade da mancha- angular do feijoeiro das cultivares comerciais inoculadas com os diferentes isolados

FV	GL	QM	P-valor
Cultivares (C)	11	7,724**	<,0001
Isolados (I)	3	18,342**	<,0001
C X I	33	1,363	0,5587
Erro	94	1,442	
Média	4,982		
C.V(%)	24,1		

** significativo a 1% pelo teste F

A diferença significativa entre os isolados sugeriu com a ocorrência de diferentes graus de severidade quando foram inoculados nas cultivares avaliadas. A diferença significativa entre as linhagens sugeriu a ocorrência de diferentes níveis de reação das linhagens quando inoculadas com os diferentes isolados. Já a interação - cultivares x isolados - não significativa, indicou que as cultivares

apresentaram comportamentos coincidentes quando inoculadas com os diferentes isolados testados, sugerindo a ocorrência da resistência horizontal, como relatado por Vanderplanck (1963).

A partir dos resultados obtidos na análise dialélica, detectou-se que todas as fontes de variação, exceto a Capacidade Específica de Interação, foram estatisticamente significativas ($P < 0,01$). Verifica-se que houve predomínio da capacidade geral de reação (CGR), correspondendo a 45.83% da soma de quadrados total da variação observada nos cruzamentos, o que indica a presença da resistência horizontal.

Tabela 15 Resumo da análise de variância do esquema de dialelo parcial para severidade das cultivares comerciais, inoculadas com diferentes isolados de *P. griseola*

FV	GL	QM
Combinações	47	1,31165**
CGR	11	2,56844**
CGA(AH)	3	6,12153**
CEI (RV)	33	0,45546
Erro	94	0,48060
Média	4,9808	

** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Como pode ser verificado na Tabela 15, as cultivares diferiram quanto às estimativas da capacidade geral de reação (CGR). As cultivares AND-277, Cornell 49242 e Majestoso apresentaram-se entre as mais resistentes, enquanto Carioca MG, Jalo, Rosinha e Madrepérola foram as mais suscetíveis, ou seja, apresentaram as maiores estimativas para a capacidade geral de reação (gi) (Tabela 16).

Tabela 16 Estimativas da capacidade geral de reação (gi) para severidade das cultivares comerciais, inoculadas com diferentes isolados de *P. griseola*

Cultivares	Estimativa (gi)	Cultivares	Estimativa (gi)
------------	-----------------	------------	-----------------

Ouro Negro	-0,1233	Carioca MG	1,1817**
M-20	-0,5183	Pérola	-0,0383
Jalo	1,0267**	Cornell 49242	-0,7658*
Madrepérola	0,9867**	AND-277	-1,0358**
Rosinha	0,8517**	MA-16	-0,2083
Majestoso	-0,7308*	Horizonte	-0,6258*

** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

As cultivares Cornell 49242 e AND 277, Majestoso e Ouro Negro se apresentaram como resistentes apenas com relação ao isolado Psg-1. (Tabela 17).

Tabela 17 Notas médias dos isolados de *P. griseola* inoculados no conjunto de cultivares comerciais

Cultivar	Psg-1	Psg- 2	Psg-3	Psg- 4	Média da cultivar
Ouro Negro	2,99A	4,33A	5,33B	6,77A	4,86A
M-20	4,33B	4,55A	4,33B	4,64A	4,46A
Jalo	4,89B	6,94B	5,55B	6,67A	6,01B
Madrepérola	4,33B	6,77B	6,11B	6,66A	5,97B
Rosinha	5,00B	6,22B	6,78B	5,33A	5,83B
Majestoso	2,89A	3,77A	4,44B	5,89A	4,24A
Carioca MG	5,33B	5,78B	7,11B	6,44A	6,16B
Pérola	4,11B	6,00B	5,33B	4,33A	4,94A
Cornell 49242	2,77A	4,42A	4,72B	4,94A	4,21A
AND-277	2,89A	4,83A	3,39A	4,67A	3,94A
MA-16	4,33B	4,78A	4,33B	5,66A	4,77A
Horizonte	3,50A	4,55A	4,22B	5,11A	4,36A
Média do isolado	3,9	5,24	5,13	5,59	

*Médias com a mesma letra não são significativamente diferentes, de acordo como o teste de Scott-Knott, a 5%

As estimativas da capacidade geral de agressividade (Tabela 18) mostram a diferença na agressividade entre isolados. O isolado Psg-3 foi

considerado o mais agressivo. A menor estimativa para agressividade foi obtida para o isolado Psg-1.

Tabela 18 Estimativas da capacidade geral de agressividade (gj) para severidade das cultivares comerciais, inoculadas com diferentes isolados de *P. griseola*

Isolados	Estimativa (gj)
Psg-1	-1,0308**
Psg-2	0,1558
Psg-3	0,6117**
Psg-4	0,2633

*significativo a 1% de probabilidade pelo teste de t

4.4 Avaliação da resistência genética das linhagens de diferentes ciclos de um programa de seleção recorrente para mancha-angular à *P.griseola*

Os resumos das análises de variância individuais e conjuntas estão representados nas Tabelas 19 e 20. Constatou-se nas análises individuais, que houve diferenças significativas ($P < 0.01$) entre as linhagens para severidade a doença em todos os isolados utilizados.

Tabela 19 Resumo da análise de variância individual para os dados de severidade da mancha-angular do feijoeiro das linhagens dos diferentes ciclos do programa de seleção recorrente para mancha- angular, inoculadas com os quatro isolados diferentes

Isolados	FV	QM	P- valor
Psg-1	Linhagens	1,520**	0,0196
	Erro	0,665	
Psg-2	Linhagens	2,657**	0,0072
	Erro	0,995	
Psg-3	Linhagens	1,407**	0,0015
	Erro	0,428	
Psg -4	Linhagens	1,385**	0,0067
	Erro	0,513	

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

A partir dos resultados obtidos das análises individuais foram realizadas análises conjuntas envolvendo todos os isolados (Tabela 20). Constatou-se que os efeitos das linhagens e dos isolados foram estatisticamente significativos ($P < 0.01$). Para a interação linhagens x isolados, observa-se que as linhagens apresentaram comportamentos não coincidentes quando inoculadas com os diferentes isolados.

Tabela 20 Resumo da análise conjunta para os dados de severidade da mancha- angular do feijoeiro das linhagens dos diferentes ciclos inoculadas com os diferentes isolados

FV	GL	QM	P-valor
Cultivares (C)	17	2,669**	<,0001
Isolados (I)	3	8,789**	<,0001
C X I	51	1,433**	0,0002
Erro	142	0,670	
Média	3,972		
C.V(%)	20,61		

** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

A diferença significativa entre os isolados utilizados sugeriu a ocorrência de diferentes graus de severidade quando foram inoculados no conjunto de linhagens, da mesma forma como ocorreu para as demais linhagens, como já mencionado.

O resumo dos resultados da análise dialélica envolvendo as linhagens dos diferentes ciclos e os isolados de *P.griseola* é representado na Tabela 21. Analisando os desdobramentos para a fonte de variação cruzamento, observa-se que 31,29% a soma de quadrados totais da variação observada foram devidos à capacidade geral de reação (CGR).

Tabela 21 Resumo da análise de variância do esquema de dialelo parcial para severidade das linhagens dos diferentes ciclos, inoculadas com diferentes isolados de *P. griseola*

FV	GL	QM
Combinações	71	0,67590**
CGR (RH)	17	0,87801**
CGA (AH)	3	2,89495**
CEI (RV)	51	0,47799**
Erro	142	0,22400
Média	3,972	

** significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Como pode ser verificado na Tabela 21, as linhagens dos diferentes ciclos diferiram quanto às estimativas da capacidade geral de reação (CGR). As linhagens do ciclo três e oito apresentaram menores estimativas para capacidade geral de reação e, portanto, mais resistentes (Tabela 22).

Tabela 22 Estimativas da capacidade geral de reação (gi) para severidade das linhagens dos diferentes ciclos, inoculadas com diferentes isolados de *P. griseola*

Cultivares	Estimativa (gi)	Cultivares	Estimativa (gi)
MAI-8.9	-0,07083333	MAI 6.10	-0,49583333*
MAII-10	-0,02083333	MAII-8	0,72916667**
MAIII-16.155	-0,59583333**	MAIII-16.159	-0,72083333**
MAIV-15.204	-0,22083333	MAIV-15.203	0,02916667
MAV-3.36	-0,04583333	MAV-7.85	0,27916667
MAVI-24	0,35416667	MAVI-21	0,35416667
MAVII-34	-0,44583333*	MAVII-92	0,07916667
MAVIII-78	-0,29583333	MAVIII- 94	-0,44583333*
Pérola	0,82916667**	Carioca MG	0,72916667**

** e * significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F

Tabela 23 Notas médias dos isolados de *P. griseola* inoculados no conjunto de linhagens de diferentes ciclos do programa de seleção recorrente para mancha-angular

Linhagens	Psg-1	Psg-2	Psg-3	Psg-4
MAI-8.9	4,233A	4,197A	3,230A	4,000A
MAI 6.10	3,627A	2,400A	4,483B	3,433A
MAII-10	4,000A	4,163A	3,887B	3,687A
MAII-8	4,967A	6,433B	3,433B	4,010A
MAIII-16.155	3,043A	3,750A	2,967A	3,677A
MAIII-16.159	2,377A	5,200B	1,917A	3,467A
MAIV-15.204	3,600A	3,737A	3,867B	3,767A
MAIV-15.203	3,533A	4,617B	3,817B	4,133A
MAV-3.36	4,000A	3,933A	3,667B	4,067A
MAV-7.85	3,033A	5,333B	4,167B	3,943A
MAVI-24	4,517A	5,067B	4,687B	2,983A
MAVI-21	4,000A	4,667B	4,300B	4,223A
MAVII-34	3,350A	4,400A	2,567A	3,820A
MAVII-92	3,110A	5,203B	3,833B	4,117A
MAVIII-78	4,000A	3,600A	3,450B	3,583A
MAVIII- 94	3,033A	3,733A	3,167A	4,183A
Pérola	3,710A	5,360B	3,883B	6,220C
Carioca-MG	5,330A	5,527B	3,167A	4,833B
Média do isolado	3,740	4,51	3,58	4,00

*Médias com a mesma letra não são significativamente diferentes, de acordo como o teste de Scott-Knott, a 5%

As estimativas da capacidade geral de agressividade (Tabela 24) mostram a diferença na agressividade entre isolados. O isolado Psg-2 foi considerado o mais agressivo, e o isolado Psg-1 e Psg-3 os de menor agressividade.

Tabela 24 Estimativas da capacidade geral de agressividade (gj) para severidade das linhagens do programa de seleção recorrente, inoculadas com diferentes isolados de *P. griseola*

Isolados	Estimativa (gj)
Psg-1	- 0,20416667*
Psg-2	0,54583333**
Psg-3	-0,37638889**
Psg-4	0,03472222

** e *significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente pelo teste de t

5 DISCUSSÃO

A significância da interação cultivares x isolados (CEI) (s_{ij}) para as cultivares diferenciadoras foi de baixa magnitude (Tabela 9), caracterizando apenas a resistência horizontal (PARLEVLIET, 1981). Portanto, é questionável o uso de cultivares diferenciadoras para mancha-angular, uma vez que seu uso se aplica principalmente para os patossistemas onde se predomina a resistência vertical. A diferença significativa entre os isolados da raça 63-63 sugere a ocorrência de diferentes graus de severidade quando foram inoculados no conjunto de cultivares diferenciadoras. No entanto, considerando o critério adotado para determinação de raças de *P. griseola* (HABGOOD, 1970), todos os isolados foram classificados como pertencentes à raça 63-63, como já mencionado.

A variabilidade patogênica de isolados de *P. griseola* tem sido relatada em algumas oportunidades (BALBI et al., 2009; DAMASCENO-SILVA et al., 2008). De forma análoga ao presente trabalho, nos últimos levantamentos tem sido relatado uma alta frequência de isolados pertencentes à raça 63-63. Dessa forma, fica evidenciado a limitação do atual conjunto de diferenciadoras para a detecção de variabilidade patogênica entre os isolados de *P. griseola*, principalmente aqueles coletados no Brasil. Devido à restrição do número de cultivares diferenciadoras, há a possibilidade de haver diferentes raças entre as classificadas como 63-63. Considerando essa possibilidade o isolado Psg-1 apresentou menor severidade (Tabela, 12 e 18), o que sugere a existência de um maior número de alelos de avirulência que os demais, conferindo menor agressividade a esse isolado.

A elevada frequência da raça 63-63, detectada neste trabalho, é preocupante, do ponto de vista de melhoramento genético. O amplo espectro de patogenicidade dessa raça sugere a necessidade de uma busca contínua por

novas fontes de resistência à mancha-angular (NIETSCHE et al., 2001; SARTORADO, 2004).

As cultivares diferenciadoras G5686, Amendoin e México 54 apresentaram as menores notas para severidade da mancha-angular. Esse resultado coincide com os relatos da literatura, em que são frequentemente citadas como possíveis fontes de resistência a serem utilizadas em programas de melhoramento visando resistência à mancha-angular (AMARO; ABREU; RAMALHO, 2007; ARANTES, 2009; JARA; CASTELLANO; MAHUKU, 2001; SARTORADO; ALZATE-MARIN 2004).

As cultivares comerciais apresentaram diferentes níveis de resistência ao patógeno, no entanto, não apresentaram resistência vertical. Os resultados confirmam a suscetibilidade já conhecida de algumas cultivares e demonstram o potencial para a utilização como testemunhas nos experimentos para avaliação da mancha-angular. É importante evitar o plantio das cultivares Carioca MG, Rosinha, e Madrepérola em áreas com ambiente favorável à disseminação do patógeno e/ou com histórico de mancha-angular, uma vez que as apresentam alta suscetibilidade aos diferentes isolados.

As cultivares Cornell 49242 e AND 277 apresentaram nível de resistência moderado, ao contrário de outros trabalhos já relatados na literatura, que apresentam um alto nível de resistência dessas cultivares (BALBI et al., 2008; BUSOGORO; JIJAKLI; LEPROIVE, 1999; MELO et al., 2004; SARTORADO, 2002; SARTORADO, 2005). Portanto, os resultados do presente trabalho demonstram a alta agressividade dos isolados utilizados, em comparação com os trabalhos citados anteriormente. Mais uma vez deve ser enfatizado a necessidade da incorporação de novas fontes de resistência à mancha-angular nos programas de melhoramento, uma vez que nenhuma das linhagens se mostrou resistente a todos os isolados utilizados.

As cultivares Ouro Negro e Majestoso são relatadas por muitos autores como boas fontes de resistência ao fungo *P. griseola* (RAMALHO; ABREU; SANTOS, 2007; SARTORADO, 2005; SARTORADO, 2007). No entanto, no presente trabalho essas duas linhagens apresentaram resistência a apenas um dos isolados utilizados.

A cultivar Pérola se mostrou suscetível a todos os isolados utilizados, corroborando com os dados existentes na literatura, que relataram suscetibilidade da cultivar a isolados de *P. griseola* (GARCIA; CARNEIRO; SARTORADO, 2006; MELO et al., 2004). Esses autores ainda comentam que a maioria das linhagens usadas no Brasil são suscetíveis ou mostram pouca resistência ao fungo *P. griseola*, principalmente devido à ampla variabilidade patogênica apresentada por esse patógeno.

As estimativas da capacidade geral de agressividade (Tabela 12, 18 e 24) mostram a diferença na agressividade entre os isolados. Esses dados estão de acordo com outros relatos da literatura que identificaram alta variabilidade patogênica em isolados de *P. griseola* (BALBI et al., 2009; CORREA-VICTORIA, 1987; DAMASCENO-SILVA et al., 2008; FIVAWO; MSOLLA 2007; NIETSCHKE et al., 2001; PASTOR-CORRALES; JARRA, 1995; SARTORADO, 2002). Deve-se ressaltar que esse é o primeiro relato da ocorrência de variação patogênica dentro da raça 63-63. Informações sobre a agressividade dos isolados são importantes, não apenas para conhecimento da variabilidade do patógeno, mas também para auxiliar o melhorista na seleção dos melhores genótipos para cada local.

Este é o primeiro trabalho para avaliação da resistência do feijoeiro comum à mancha-angular utilizando a metodologia proposta por Melo e Santos (1999). Anteriormente avaliada por Buiate et al. (2010), Cornélio et al. (2001), Davide e Souza (2009) e Maranha, Ramalho e Farias (2002), essa metodologia se mostrou promissora para identificar resistência em vários patossistemas, tanto

horizontal quanto vertical. Em alguns trabalhos onde esse método foi utilizado (CORNÉLIO et al., 2001; DAVIDE; SOUZA, 2009) não foi possível identificar a resistência horizontal, já que a presença de resistência vertical inflacionou as estimativas de capacidade geral de reação.

No presente trabalho, entre as linhagens comerciais avaliadas, não foi observada a presença de resistência vertical. Esses dados discordam dos resultados comumente encontrados na literatura (BOSOGORO et al., 1999; FIVAWO; MSOLLA 2007) e com os dados das linhagens do programa de seleção recorrente também obtidos neste estudo. Esses autores verificaram a existência de linhagens com resistência completa aos isolados, sugerindo a existência de resistência vertical para algumas linhagens avaliadas.

O Programa de seleção recorrente visando resistência à mancha-angular utilizou para a formação da população base 17 genótipos, entre os quais, dez são reconhecidamente, fontes de resistência (AN512561, AND-277, Ouro Negro, Campuesto Negro Chimaltengo, CAL143, MAR-2, MAR-1, G5686, MA4.137 e Jalo). Todas as linhagens provenientes do programa de seleção recorrente para mancha-angular, de um modo geral, apresentaram um bom nível de resistência aos isolados utilizados, independente do ciclo de seleção do programa (Tabela 23). Portanto, foi possível inferir que o nível de resistência da população original já era alto. O progresso a ser obtido por ciclo deve ser pequeno, pois a população de referência do C-0 já apresenta uma boa resistência. Esse fato justifica as pequenas diferenças nos níveis de resistência das linhagens oriundas dos diferentes ciclos seletivos.

A significância da interação linhagens x isolados para as linhagens oriundas do programa de seleção recorrente pode ser explicada pelos diferentes alelos de resistência que estão presentes em alguns dos genitores que deram origem a população-base, sendo que vários desses já foram descritos na literatura (BOREL et al., 2010; CARVALHO et al., 1998; CHATAIKA et al.,

2010; CORRÊA et al., 2001; FERREIRA et al., 2000; MAHUKU; IGLESIAS; JARA, 2009). Portanto, para esse conjunto de linhagens fica evidenciada a presença de resistência vertical e horizontal. A existência de dois tipos de resistência é reconhecida em diversos sistemas patógeno-hospedeiro (VANDERPLANK, 1963).

Algumas linhagens provenientes do programa de seleção recorrente para mancha-angular apresentaram resistência vertical a alguns isolados, (Tabela 23). As linhagens MAIII-16.159, MAI 6.10, MAVII-34 apresentaram resistência completa aos isolados Psg-3, Psg-2, e Psg-3, respectivamente, sugerindo a incorporação de alelos de resistência nessas linhagens, sendo provenientes dos genitores resistentes. Provavelmente, as cultivares que deram origem ao programa de seleção recorrente possuem alelos de resistência que não são vencidos pela raça 63-63 e, portanto, poderiam ser utilizadas para aumentar o conjunto das cultivares diferenciadoras.

6 CONCLUSÕES

- a) A Capacidade Geral de Reação (CGR) e a Capacidade Específica de interação (CEI) mostraram-se promissoras na identificação de resistência horizontal e vertical no patossistema feijão-*Pseudocercospora griseola*, sendo predominante a resistência horizontal.
- b) Constatou-se diferença na agressividade dos isolados da raça 63-63 de *Pseudocercospora griseola* avaliados.
- c) O conjunto de cultivares diferenciadoras para determinação de raças de *P. griseola* foi ineficiente para detectar a diferença apresentada dentro da raça 63-63; portanto, torna-se necessária a adição de novas cultivares diferenciadoras.

REFERÊNCIAS

- ADUGNA, A. Alternate approaches in deploying for disease resistance in crop plants. **Asian Journal of Plants Sciences**, Beijing, v. 3, n. 5, p. 618-623, Oct. 2004.
- AMARO, G. B.; ABREU, A. D. B.; RAMALHO, M. A. P. 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.
- APARÍCIO, B. H. E. **Caracterización de la diversidad molecular y la virulencia de aislamientos del hongo *Phaeoisariopsis griseola* de Brasil y Bolívia**. Cali: Universidad del Valle – Facultad de Ciencias, 1998. 120 p.
- ARANTES, L. O. **Oito ciclos de seleção recorrente visando resistência a mancha-angular no feijoeiro**. 2009. 54 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.
- BALBI, B. P. et al. Characterization of *Pseudocercospora griseola* isolates collected in the state of Minas Gerais, Brazil. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, Fort Collins, v. 52, p. 56-57, 2009.
- BALBI, B. P. et al. Phenotypical evaluation of resistance sources to common bean angular leaf spot by using races occurring in the state of Minas Gerais, Brazil. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, Fort Collins, v. 51, p. 196-197, 2008.
- BIANCHINI, A.; MARINGONI, A. C.; CARNEIRO, S. M. T. P. G. Doenças do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*). In: KIMATI, H. et al. (Ed.). **Manual de fitopatologia, doenças das plantas cultivadas**. 3. ed. São Paulo: Ceres, 1997. p. 376-399.
- BOREL, J. C. et al. Genetic control of the angular leaf spot reaction in common bean leaves and pods. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 68, p. 661-664, 2011.

BORÉM, A. **Melhoramento de espécies cultivadas**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2005. 969 p.

BUIATE, E. A. S. et al. Evaluation of resistance in sorghum genotypes to the causal agent of anthracnose. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, MG, v. 10, p. 166-172, 2010.

BUSOGORO, J. P.; JIJAKLI, M. H.; LEPROIVE, P. Virulence variation and RAPD polymorphism in African isolates of *Phaeoisariopsis griseola* (Sacc.) Ferr., the causal agent of angular leaf spot of common bean. **European Journal of Plant Pathology**, Dordrecht, v. 105, n. 6, p. 559-569, Sept. 1999.

CAIXETA, E. T. et al. Allelic relationships for genes that confer resistance to angular leaf spot in common bean. **Euphytica**, Wageningen, v. 145, n. 3, p. 237-245, Oct. 2005.

CAIXETA, E. T. et al. Inheritance of angular leaf spot resistance in common bean line BAT 332 and identification of RAPD markers linked to the resistance gene. **Euphytica**, Wageningen, v. 134, n. 3, p. 297-303, Dec. 2003.

CAMPOS-ÁVILA, J. **Enfermedades del frijol**. Mexico: Trillas, 1987. 132 p.

CARVALHO, G. A. et al. Herança da resistência da linhagem AND-277 de feijoeiro-comum à raça 63-23 de *Phaeoisariopsis griseola* e identificação de marcador RAPD ligado ao gene de resistência. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 4, p. 482-485, out./dez. 1998.

CHATAIKA, B. Y. E. et al. Performance of parental genotypes and inheritance of Angular Leaf Spot (*Phaeosariopsis griseola*) resistance in the common bean (*Phaseolus vulgaris*). **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v. 9, n. 28, p. 4398-4406, Jul. 2010.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira:** grãos, safra 2011/2012, quarto levantamento. Brasília, 2013. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_01_06_08_41_56_boletim_graos_4o_lev_safra_2012_2013.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2013.

CORNÉLIO, V. M. O. **Identificação de raças de *Pyricularia grisea* Sacc. no arroz de terras altas em Minas Gerais, incidência e severidade da Brusone e tipos de resistência.** 2001. 82 p. Tese (Doutorado em Fitopatologia)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2001.

CORREA-VICTORIA, F. J. **Pathogenic variation, production of toxic metabolites, and isoenzyme analysis in *Phaeoisariopsis griseola* (Sacc.) Ferr.** 1987. 154 p. Thesis (PhD) - Michigan State University, Michigan, 1987.

COSTA, M. R. et al. Pyramiding of anthracnose, angular leaf spot and rust resistance genes in black and red bean cultivars. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, Fort Collins, v. 49, p. 187-188, 2006.

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**, Utrecht, v. 55, n. 1, p. 163-173, Jan. 2006.

DAMASCENO-SILVA, K. J. 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, Oct. 2008.

DAVIDE, L. M.; SOUZA, E. A. Pathogenic variability within race 65 of *Colletotrichum lindemuthianum* and its implications for common bean breeding. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 9, n. 1, p. 23-30, Mar. 2009.

FERREIRA, C. F. et al. Inheritance of angular leaf spot resistance in common bean and identification of a RAPD marker linked to a resistance gene. **Crop Science**, Madison, v. 40, n. 4, p. 1130-1133, July/Aug. 2000.

FIVAWO, N. C.; MSOLLA, S. N. Virulence of 6 isolates of *Phaeoisariopsis griseola* (sacc) [ferr] upon 41 common bean landraces in tanzania. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, Fort Collins, v. 50, p. 95-96, 2007.

GARCIA, P. A. V.; CARNEIRO, M. S.; SARTORADO, A. *Phaeoisariopsis griseola* virulence pattern and rapd diversity. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, Fort Collins, v. 49, p. 209-210, 2006.

GRIFFING, B. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. **Australian Journal of Biological Science**, Melbourne, v. 9, n. 3, p. 463-493, Sept. 1956.

HABGOOD, H. Designation of physiological races of plant pathogens. **Nature**, London, v. 227, n. 5264, p. 1268-1269, Sept. 1970.

INTERNATIONAL CENTER FOR TROPICAL AGRICULTURE. **Standard system the evaluation of bean germoplasm**. Cali: CIAT, 1987. 54 p.

JARA, C.; CASTELLANO, G.; MAHUKU, G. Estado actual y proyección de la investigación relacionada com la mancha angular del frijol (*Phaeoisariopsis griseola*). **Fitopatología Colombiana**, Santa Fé Bogotá, v. 25, n. 1, p. 1-6, 2001.

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.

MARANHA, F. G. C. B.; RAMALHO, M. A. P.; FARIAS, F. J. C. Estratégias de análise da reação de cultivares de algodoeiro a patógenos. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 6, p. 565-575, 2002.

MAHUKU, G. S. et al. Genetic variability within *Phaeoisariopsis griseola* from Central America and its implications for resistance breeding of common bean. **Plant Pathology**, Oxford, v. 51, n. 5, p. 594-604, Oct. 2002.

MAHUKU, G. S. et al. Inheritance and characterization of angular leaf spot resistance gene present in common bean accession G 10474 and identification of an AFLP marker linked to the resistance gene. **Crop Science**, Madison, v. 44, n. 5, p. 1817-1824, Sept./Oct. 2004.

MAHUKU, G. S.; IGLESIAS, A. M.; JARA, C. Genetics of angular leaf spot resistance in the Andean common bean accession G5686 and identification of markers linked to the resistance genes. **Euphytica**, Wageningen, v. 167, n. 3, p. 381-396, June 2009.

MELO, C. L. P. et al. Evaluation of common bean elite lines developed in Brazil for angular leaf spot resistance. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, Fort Collins, v. 47, p. 231-232, 2004.

MELO, L. C.; SANTOS, J. B. Identification of resistant genotypes considering polygenic systems in host-pathogen interaction. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 22, n. 4, p. 601-608, Apr. 1999.

MUNDT, C. C.; LEONARD, K. J. Effect of host genotype unit area on epidemic development of crown rust following focal and general inoculations of mixtures of immune and susceptible oat plants. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 75, n. 10, p. 1141-1145, Oct. 1985.

NAMAYANJA, A. et al. Inheritance of resistance to angular leaf spot in common bean and validation of the utility of resistance linked markers for marker assisted selection out side the mapping population. **Euphytica**, Wageningen, v. 151, n. 3, p. 361-369, Oct. 2006.

NELSON, R. R. Genetics of horizontal resistance to plant diseases. **Annual Review Phytopathology**, Palo Alto, v. 16, p. 359-378, Sept. 1978.

NIETSCHE, S. et al. Genetic diversity of *Phaeoisariopsis griseola* in the state of Minas Gerais, Brazil. **Euphytica**, Wageningen, v. 117, n. 1, p. 77-84, Jan. 2001.

NIETSCHE, S. et al. RAPD and SCAR markers linked to a gene conferring resistance to angular leaf spot in common bean. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 148, n. 2, p. 117-121, Feb. 2000.

NIETSCHE, S. et al. Variabilidade genética da patogenicidade de *Phaeoisariopsis griseola* no Brasil. **Summa Phytopathologica**, São Paulo, v. 28, n. 4, p. 331-335, out./dez. 2002.

OROZCO, S.; ARAYA, C. M. Variabilidade patogênica de *Phaeoisariopsis griseola* na Costa Rica. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 6, p. 589-593, nov./dez. 2005.

PARLEVLIET, J. E. Disease resistance in plants and its consequences for plant breeding. In: FREY, K. J. (Ed.). **Plant breeding II**. Iowa: The Iowa State University, 1981.

PAULA JÚNIOR, T. J. et al. (Coord.). **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na região central brasileira: 2007-2009**. Viçosa, MG: EPAMIG/CTZM, 2008. 180 p.

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.

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

PASTOR-CORRALES, M. A.; JARA, C.; SINGH, S. P. Pathogenic variation in, sources of, and breeding for resistance to *Phaeoisariopsis griseola* causing angular leaf spot in common bean. **Euphytica**, Wageningen, v. 103, n. 2, p. 161-171, Sept. 1998.

PEREIRA, R.; ABREU, M. J.; SOUZA, E. A. Alternative method to assess the reaction of common bean strains to *Pseudocercospora griseola*. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, Fort Collins, v. 54, p. 230-231, 2011.

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

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. O. **Genética quantitativa em plantas autógamas**: aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia: UFG, 1993. 217 p.

SANGLARD, D. A. et al. Pyramiding angular leaf spot resistance genes in a “cariocatype” common bean. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, Fort Collins, v. 49, p. 197-198, 2006.

SANTOS FILHO, H. P.; FERRAZ, S.; VIEIRA, C. Resistência a mancha angular (*Isariopsis griseola* Sacc.) no feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 23, n. 127, p. 226-230, maio 1976.

SARTORADO, A. Common bean genotypes resistant to angular leaf spot. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, Fort Collins, v. 45, p. 144-145, 2002.

SARTORADO, A. Common bean genotypes resistant to angular leaf spot, rust and anthracnose. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, Fort Collins, v. 50, p. 103-104, 2007.

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

SARTORATO, A. et al. RAPD and SCAR markers linked to resistance gene to angular leaf spot in common beans. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 4, p. 637-642, Oct./Dec. 2000.

SARTORATO, A. Identification of *Phaeoisariopsis griseola* pathotypes from five states of Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 1, p. 78-81, Jan./Feb. 2002.

SARTORATO, A. Origem dos conídios de *Phaeoisariopsis griseola* para iniciar uma epidemia de mancha angular no feijoeiro comum. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 8., 2005, Goiânia. **Resumos...** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. p. 41-43.

SARTORATO, A.; RAVA, C. A. Mancha-angular. In: _____. **Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle**. Brasília: Embrapa/SPI, 1994. p. 41-68.

SAS INSTITUTE . **SAS language and procedures: usage**. Version 8.1. Cary, 2000. 1 CD ROM.

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.

SILVEIRA, G. A. **Evaluación de la resistencia de frijol a la mancha angular: algunos aspectos fisiológicos de *Isariopsis griseola* Sacc. y patogenicidad de**

algumas cepas coletadas en Costa Rica. 1967. 60 p. Tese (Mestrado em Fitopatologia) - Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas da OEA, Turrialba, 1967.

SINGH, S. P.; SCHWARTZ, H. F. Breeding common bean for resistance to diseases: a review. **Crop Science**, Madison, v. 50, p. 2200-2223, 2010.

STENGLEIN, S. A.; BALATTI, P. A. Genetic diversity of *Phaeoisariopsis griseola* in Argentina as revealed by pathogenic and molecular markers. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v. 68, n. 4/6, p. 158-167, Apr./June 2006.

STENGLEIN, S. A.; FERMOSELLE, G. E.; BALATTI, P. A. Pathogenic and molecular studies of *Phaeoisariopsis griseola* in Argentina. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, Fort Collins, v. 48, p. 92-93, 2005.

VANDERPLANK, J. E. **Plant disease: epidemics and control.** New York: Academic, 1963. 349 p.

VIDIGAL, P. S. et al. Molecular markers linked to angular leaf spot resistant genes in common bean accessions from eastern Africa and Brazil. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, Fort Collins, v. 53, p. 92-93, 2010.

VITAL, W. M. *Phaeoisariopsis griseola*: caracterização fisiológica, fontes de resistência e reação do feijoeiro. 2006. 49 p. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agronômico de Campinas, Campinas, 2006.

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

ANEXOS

Tabela 1A Estimativas da capacidade específica de combinação (sij) para severidade das cultivares diferenciadoras, inoculadas com diferentes isolados de *P. griseola*

Efeitos de CEC					
Cultivar	Isolado	VALOR	ERRO	T	PROB
Dom Timóteo	1	0.4038462	0.3379804	1.1948803	0.2349048
Dom Timóteo	2	-0.041538	0.3379804	-0.122902	0.9024266
Dom Timóteo	3	-0.543846	0.3379804	-1.609105	0.1106841
Dom Timóteo	4	0.1815385	0.3379804	0.5371271	0.5923496
G11796	1	0.2388462	0.3379804	0.7066863	0.4813727
G11796	2	-0.286538	0.3379804	-0.847796	0.3985366
G11796	3	0.4511538	0.3379804	1.334852	0.1848966
G11796	4	-0.403462	0.3379804	-1.193742	0.2353478
Bolón Bayo	1	0.0738462	0.3379804	0.2184924	0.827482
Bolón Bayo	2	0.2484615	0.3379804	0.7351359	0.4639437
Bolón Bayo	3	0.2361538	0.3379804	0.6987205	0.4863168
Bolón Bayo	4	-0.558462	0.3379804	-1.652349	0.1015386
Montcalm	1	0.0713462	0.3379804	0.2110955	0.8332339
Montcalm	2	0.0259615	0.3379804	0.0768137	0.9389222
Montcalm	3	-0.066346	0.3379804	-0.196302	0.8447646
Montcalm	4	-0.030962	0.3379804	-0.091607	0.9271896
Amendoin	1	0.4063462	0.3379804	1.2022772	0.2320398
Amendoin	2	-0.109038	0.3379804	-0.322618	0.7476452
Amendoin	3	0.1286538	0.3379804	0.3806547	0.7042511
Amendoin	4	-0.425962	0.3379804	-1.260314	0.2104317
G5686	1	0.2413462	0.3379804	0.7140832	0.4768066
G5686	2	0.1359615	0.3379804	0.4022764	0.6883224
G5686	3	0.0436538	0.3379804	0.1291609	0.8974847
G5686	4	-0.420962	0.3379804	-1.24552	0.2157941
Pan 72	1	-0.311154	0.3379804	-0.920627	0.3594175
Pan 72	2	0.2234615	0.3379804	0.6611671	0.5099958
Pan 72	3	0.4011538	0.3379804	1.1869144	0.2380184
Pan 72	4	-0.313462	0.3379804	-0.927455	0.3558799
G2858	1	-0.593654	0.3379804	-1.756474	0.0820087
G2858	2	0.2209615	0.3379804	0.6537702	0.514731
G2858	3	-0.791346	0.3379804	-2.341396	0.021156
G2858	4	1.1640385	0.3379804	3.4441002	0.0008327
Flor de Mayo	1	-0.146154	0.3379804	-0.432433	0.6663397
Flor de Mayo	2	0.2484615	0.3379804	0.7351359	0.4639437
Flor de Mayo	3	-0.213846	0.3379804	-0.632718	0.528334
Flor de Mayo	4	0.1115385	0.3379804	0.3300146	0.7420658
México 54	1	0.2913462	0.3379804	0.8620208	0.3906982

Tabela 1A, conclusão

Efeitos de CEC					
Cultivar	Isolado	VALOR	ERRO	T	PROB
México 54	2	-0.394038	0.3379804	-1.165862	0.2463893
México 54	3	-0.076346	0.3379804	-0.225889	0.8217396
México 54	4	0.1790385	0.3379804	0.5297303	0.5974501
BAT 332	1	-0.061154	0.3379804	-0.180939	0.8567745
BAT 332	2	-0.166538	0.3379804	-0.492746	0.6232512
BAT 332	3	1.1211538	0.3379804	3.3172153	0.0012607
BAT 332	4	-0.893462	0.3379804	-2.64353	0.0094996
Cornell-49	1	0.0888462	0.3379804	0.2628737	0.7931782
Cornell-49	2	0.1234615	0.3379804	0.365292	0.7156499
Cornell-49	3	-0.218846	0.3379804	-0.647511	0.5187558
Cornell-49	4	0.0065385	0.3379804	0.0193457	0.9846031
Rosinha	1	-0.703654	0.3379804	-2.081937	0.0398512
Rosinha	2	-0.229038	0.3379804	-0.677668	0.4995166
Rosinha	3	-0.471346	0.3379804	-1.394596	0.1661676
Rosinha	4	1.4040385	0.3379804	4.1542005	0.000068

Tabela 2A Estimativas da capacidade específica de combinação (s_{ij}) para severidade das linhagens do programa de seleção recorrente, inoculadas com diferentes isolados de *P. griseola*

Efeitos de CEC					
Linhagem	Isolado	VALOR	ERRO	T	PROB
MAI-8-9	1	0.5041667	0.3977367	1.2675892	0.2070194
MAI-8-9	2	-0.323611	0.3977367	-0.813632	0.4172182
MAI-8-9	3	-0.245833	0.3977367	-0.618081	0.5375122
MAI-8-9	4	0.0652778	0.3977367	0.1641231	0.8698676
MAI 6.10	1	0.3291667	0.3977367	0.8275995	0.409286
MAI 6.10	2	1.4013889	0.3977367	3.523409	0.0005736
MAI 6.10	3	-1.620833	0.3977367	-4.075142	0.0000762
MAI 6.10	4	-0.109722	0.3977367	-0.275867	0.7830517
MAII-10	1	0.2541667	0.3977367	0.6390325	0.5238312
MAII-10	2	0.3263889	0.3977367	0.8206156	0.4132407
MAII-10	3	-0.295833	0.3977367	-0.743792	0.4582313
MAII-10	4	-0.284722	0.3977367	-0.715856	0.4752557
MAII-8	1	0.5041667	0.3977367	1.2675892	0.2070194
MAII-8	2	-0.923611	0.3977367	-2.322167	0.0216456
MAII-8	3	1.1541667	0.3977367	2.9018363	0.0043018
MAII-8	4	-0.734722	0.3977367	-1.847258	0.0667909
MAIII-16155	1	-0.170833	0.3977367	-0.429514	0.6682005
MAIII-16155	2	0.0013889	0.3977367	0.003492	0.9972187
MAIII-16155	3	-0.120833	0.3977367	-0.303802	0.7617232
MAIII-16155	4	0.2902778	0.3977367	0.7298241	0.4667
MAIII-16159	1	-0.645833	0.3977367	-1.623771	0.1066425
MAIII-16159	2	-0.973611	0.3977367	-2.447879	0.0155897
MAIII-16159	3	1.4041667	0.3977367	3.5303929	0.0005598
MAIII-16159	4	0.2152778	0.3977367	0.5412571	0.5891785
MAIV-15204	1	0.0541667	0.3977367	0.1361873	0.8918661
MAIV-15204	2	0.5263889	0.3977367	1.3234609	0.187809
MAIV-15204	3	-0.595833	0.3977367	-1.49806	0.1363374
MAIV-15204	4	0.0152778	0.3977367	0.0384118	0.9694133
MAIV-15203	1	-0.295833	0.3977367	-0.743792	0.4582313
MAIV-15203	2	0.1763889	0.3977367	0.4434816	0.6580924
MAIV-15203	3	0.0541667	0.3977367	0.1361873	0.8918661
MAIV-15203	4	0.0652778	0.3977367	0.1641231	0.8698676
MAV-3.36	1	0.2791667	0.3977367	0.7018882	0.4838977
MAV-3.36	2	0.1513889	0.3977367	0.3806259	0.7040496
MAV-3.36	3	-0.570833	0.3977367	-1.435204	0.1534279
MAV-3.36	4	0.1402778	0.3977367	0.3526901	0.7248437
MAV-7.85	1	-0.445833	0.3977367	-1.120926	0.2642115
MAV-7.85	2	0.3263889	0.3977367	0.8206156	0.4132407
MAV-7.85	3	0.5041667	0.3977367	1.2675892	0.2070194
MAV-7.85	4	-0.384722	0.3977367	-0.967279	0.3350492

Tabela 2A, conclusão

Efeitos de CEC					
Linhagem	Isolado	VALOR	ERRO	T	PROB
MAVI-24	1	0.3791667	0.3977367	0.9533109	0.3420525
MAVI-24	2	0.7513889	0.3977367	1.8891618	0.0609091
MAVI-24	3	0.2291667	0.3977367	0.5761769	0.5654077
MAVI-24	4	-1.359722	0.3977367	-3.41865	0.0008216
MAVI-21	1	-0.095833	0.3977367	-0.240947	0.809944
MAVI-21	2	0.3763889	0.3977367	0.9463269	0.3455894
MAVI-21	3	-0.145833	0.3977367	-0.366658	0.7144199
MAVI-21	4	-0.134722	0.3977367	-0.338722	0.7353194
MAVII-34	1	-0.020833	0.3977367	-0.05238	0.9582997
MAVII-34	2	-0.548611	0.3977367	-1.379333	0.1699607
MAVII-34	3	0.3291667	0.3977367	0.8275995	0.409286
MAVII-34	4	0.2402778	0.3977367	0.6041127	0.5467326
MAVII-92	1	-0.745833	0.3977367	-1.875194	0.0628195
MAVII-92	2	0.1263889	0.3977367	0.3177703	0.751126
MAVII-92	3	0.6041667	0.3977367	1.5190118	0.1309829
MAVII-92	4	0.0152778	0.3977367	0.0384118	0.9694133
MAVIII-78	1	0.5291667	0.3977367	1.3304448	0.1855044
MAVIII-78	2	0.2013889	0.3977367	0.5063373	0.6134051
MAVIII-78	3	-0.620833	0.3977367	-1.560916	0.1207696
MAVIII-78	4	-0.109722	0.3977367	-0.275867	0.7830517
MAVIII- 94	1	-0.320833	0.3977367	-0.806648	0.4212185
MAVIII- 94	2	0.0513889	0.3977367	0.1292033	0.8973796
MAVIII- 94	3	-0.370833	0.3977367	-0.932359	0.3527336
MAVIII- 94	4	0.6402778	0.3977367	1.6098033	0.1096616
Pérola	1	-0.895833	0.3977367	-2.252328	0.0258355
Pérola	2	-0.523611	0.3977367	-1.316477	0.1901349
Pérola	3	0.0541667	0.3977367	0.1361873	0.8918661
Pérola	4	1.3652778	0.3977367	3.4326175	0.0007835
Carioca-MG	1	0.8041667	0.3977367	2.0218571	0.0450695
Carioca-MG	2	-1.123611	0.3977367	-2.825013	0.0054091
Carioca-MG	3	0.2541667	0.3977367	0.6390325	0.5238312
Carioca-MG	4	0.0652778	0.3977367	0.1641231	0.8698676