

HUDSON DO VALE DE OLIVEIRA

**GANHO GENÉTICO E REAÇÃO À ANTRACNOSE
EM FEIJOEIRO COMUM (*Phaseolus vulgaris* L.)**

**MARINGÁ
PARANÁ – BRASIL
FEVEREIRO – 2011**

HUDSON DO VALE DE OLIVEIRA

**GANHO GENÉTICO E REAÇÃO À ANTRACNOSE EM
FEIJOEIRO COMUM (*Phaseolus vulgaris* L.)**

Dissertação apresentada à
Universidade Estadual de Maringá -
UEM, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Agronomia, Área de concentração
em Produção Vegetal, para
obtenção do título de Mestre.

**MARINGÁ
PARANÁ - BRASIL
FEVEREIRO - 2011**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá PR., Brasil)

Oliveira, Hudson do Vale de
O48g Ganho genético e reação à antracnose em feijoeiro
comum (*Phaseolus vulgaris* L.) / Hudson do Vale de
Oliveira. -- Maringá, 2011.

71f. , tabs., figs. Color.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Celeste Gonçalves- Vidigal.

Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade
Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Programa
de Pós-Graduação em Agronomia, Departamento de Agronomia, 2011.

1. Ganho genético 2. Produtividade 3. *Colletotrichum*
lindemuthianum I. Gonçalves-Vidigal, Maria Celeste,
orient. II. Universidade Estadual de Maringá. III.

Título

CDD. 21.ed. 633.372

JLM0 00 133

*Ao Deus da minha vida por me conceder essa rica
oportunidade e por sempre estar ao meu lado;
A toda minha família, especialmente, aos meus pais,
Manoel e Sebastiana, por todo amor, carinho e confiança
que depositam em mim;
A minha namorada Andréia por fazer parte da minha vida,
fazer de mim alguém melhor e, principalmente, por me
mostrar e ensinar o verdadeiro amor.*

Dedico e ofereço.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado o dom da vida e guiar-me pelos caminhos com todo cuidado e zelo. Sem Ele com certeza minha vida não teria sentido e nada seria possível.

À Universidade Estadual de Maringá, pela oportunidade de realizar o mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia – PGA.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes, pela concessão da bolsa de estudos.

À Professora Dra. Maria Celeste Gonçalves Vidigal, pela orientação no decorrer do curso e do trabalho.

Ao Professor Dr. Pedro Soares Vidigal Filho, pela orientação em práticas culturais durante a condução dos experimentos de campo.

Ao Dr. Marcus Vinícius Kvitschal e a Dra. Claudete Rosa Silva, pelas contribuições para a melhoria desse trabalho.

A todos que compõem o Programa de Pós-Graduação em Agronomia – PGA, especialmente aos professores por todos os ensinamentos transmitidos ao longo do curso.

A todos os colegas do Laboratório de Biotecnologia do Núcleo de Pesquisa Aplicado à Agricultura – Nupagri, especialmente Anelise da Silva Cruz e Lorena Lopes de Sousa por todo apoio.

Aos funcionários Érica Cristina Sato e Reinaldo Bernardo pelo excelente trabalho que desenvolvem no PGA e, principalmente, por toda a atenção dispensada a mim.

Por fim, a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que este trabalho fosse realizado.

Muito Obrigado.

BIOGRAFIA

Hudson do Vale de Oliveira, filho de Manoel Severo de Oliveira e Sebastiana do Vale de Oliveira nasceu em 04 de abril de 1986, na cidade de Natal - Rio Grande do Norte.

Cursou o ensino fundamental em Natal, RN, na Escola Municipal Genésio Cabral de Macedo e o ensino médio parte na cidade de Natal - RN na Escola Estadual Padre Miguelinho e parte na cidade de Macaíba - RN na Escola Agrícola de Jundiá - EAJ.

Em janeiro de 2004, formou-se Técnico em Agropecuária na Escola Agrícola de Jundiá - EAJ, na cidade de Macaíba - RN.

Em janeiro de 2009, diplomou-se em Agronomia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFRSA.

Em março de 2009 deu início ao curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, pelo Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá - UEM.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	4
2.1. A cultura do feijoeiro comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	4
2.2 Antracnose do feijoeiro comum (<i>Colletotrichum lindemuthianum</i>)	9
3. MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1. Experimentos de campo.....	17
3.1.1. Linhagens avaliadas	17
3.1.2. Delineamento experimental.....	18
3.1.3. Características a serem avaliadas	18
3.1.4. Análises estatísticas.....	18
3.2. Reação à antracnose	19
3.2.1. Linhagens avaliadas	19
3.2.2. Raças de <i>C. lindemuthianum</i> utilizadas.....	19
3.2.3. Produção do inóculo, inoculação e avaliação dos sintomas	20
3.2.4. Análise de reação à antracnose	21
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1. Experimento 1	23
4.2. Experimento 2.....	29
4.3. Análise conjunta.....	34
4.4. Caracterização da reação à antracnose	39
5. CONCLUSÕES	45
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

RESUMO

OLIVEIRA, Hudson do Vale de, M.Sc., Universidade Estadual de Maringá – UEM, fevereiro de 2011. **Ganho genético e reação à antracnose em feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Professora Orientadora: Dra. Maria Celeste Gonçalves Vidigal. Professor Conselheiro: Dr. Marcus Vinícius Kvitschal e Dra. Giselly Figueiredo Lacanallo.

Este estudo teve como objetivo avaliar o desempenho agrônômico de e reação à antracnose de linhagens elites de grãos carioca de feijoeiro comum em Maringá, Paraná. Os experimentos de campo foram conduzidos durante os anos agrícolas 2008 e 2010 na área experimental do Centro Tecnológico de Irrigação – CTI. Os tratamentos utilizados constituíram-se de 5 cultivares e 31 linhagens elite de grãos tipo carioca de feijoeiro comum, em delineamento látice 6 x 6, com as unidades experimentais constituídas de duas linhas de 4,0m de comprimento, espaçadas a 0,50m com três repetições. Os testes de reação à antracnose (raças 65, 89 e 2047) foram conduzidos em condições de casa de vegetação e em câmara de crescimento do Laboratório de Melhoramento do Feijoeiro e Biotecnologia do Núcleo de Pesquisas Aplicada à Agricultura. As características avaliadas foram: produtividade de grãos (Kg ha^{-1}), número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de 100 grãos. No experimento 1, a análise de variância evidenciou a presença de efeito significativo na produtividade de grãos ($P \leq 0,01$), no número de vagens por planta ($P \leq 0,01$) e no número de grãos por vagem ($P \leq 0,05$), enquanto que no experimento 2, todas as características apresentaram efeito significativo ($P \leq 0,01$). Na análise conjunta, com exceção da massa de 100 grãos, todas as características apresentaram efeito significativo ($P \leq 0,01$). Quanto à reação a antracnose, verificou-se que a maioria das linhagens apresentou um Índice Resistência de 66,7%. O menor índice de virulência apresentado foi o da raça 65 (16,7%). Os resultados permitiram concluir que a combinações entre as linhagens BGF-UEM 6, BGF-UEM 11, BGF-UEM 12, BGF-UEM 16, BGF-UEM 18 e BGF-UEM 31 são indicadas para programas de melhoramento visando aumento de produtividade e resistência à antracnose.

Palavras-chave: Ganho genético, Produtividade, *Colletotrichum lindemuthianum*.

ABSTRACT

OLIVEIRA, Hudson do Vale de, M.Sc., Universidade Estadual de Maringá – UEM, February 2011. **Genetic gain and reaction to anthracnose in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Adviser: Professor Dr. Maria Celeste Gonçalves-Vidigal. Committee members: Dr. Marcus Vinícius Kvitschal and Dr. Giselly Figueiredo Lacanallo.

This study had the objective to evaluate the agronomic characteristics and reactions to anthracnose from elite lines of “Carioca” common bean grains in Maringá, Paraná. The experiments were conducted during the agricultural years of 2008 and 2010 at experimental area of Irrigation technology Center – CTI. The traits used were composed by 5 cultivars and 31 elite lines of “Carioca” common bean, designed in lattice 6 x 6, with experimental units formed by two lines of 4.0m of length, spaced with 0.50m. The reaction tests to anthracnose (races 65, 89 and 2047) were carried out under greenhouse conditions and also in a mist chamber for two days at Laboratory Improvement and Bean Research Center of Biotechnology Applied to Agriculture. The following characteristics were evaluated: grain yield (Kg ha^{-1}), number of pods per plant, number of grains per pod and mass of 100 grains. In experiment 1, analysis of variance revealed the presence of significant effect on grain yield ($P \leq 0.01$), number of pods per plant ($P \leq 0.01$) and the number of grains per pod ($P \leq 0.05$), while in experiment 2, all characteristics showed a significant effect ($P \leq 0.01$). In the joint analysis, except for the mass of 100 grains, features all the significant effect ($P \leq 0.01$). As for reaction to anthracnose, it was found that most strains showed a resistance index of 66.7%. The smaller index of virulence was shown the race 65 (16.7%). Therefore, this study found that the combination of strains BGF-UEM 6, BGF-UEM 11, BGF-UEM 12, BGF-UEM 16, BGF-UEM 18 and BGF-UEM 31 is indicated for the implementation of a breeding program aimed the increase in grain production and resistance to anthracnose.

Keywords: Genetic gain, Yield, *Colletotrichum lindemuthianum*.

1. INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é um dos alimentos que apresenta relevada importância na alimentação da população brasileira, independente da classe social. É uma excelente fonte de proteínas, bem como de outros compostos relevantes para o desenvolvimento humano, inclusive de base energética (RAMALHO et al., 1993).

Além de sua relevância na dieta de milhões de pessoas, o feijão também possui uma considerável importância econômico-social, sendo responsável pela absorção de mão-de-obra agrícola, especialmente familiar, principalmente em pequenas propriedades onde há predominância da produção (VIEIRA et al., 1999).

Dentro do cenário mundial, os maiores produtores de feijão são: Índia, Brasil, Myanmar, Estados Unidos, México e China. Juntos, esses países são responsáveis por 65% da produção mundial de feijão. Neste cenário, o Brasil encontra-se em segundo lugar na produção de feijão, sendo responsável por 17% da produção mundial, atrás apenas da Índia, responsável por 19% dessa produção (FAO, 2009).

Dentre os Estados brasileiros, o Paraná é o maior produtor de feijão com produção anual em torno de 845,5 mil toneladas o que representa aproximadamente 22% da produção nacional, que é de 3.796,9 mil toneladas (CONAB, 2011).

Apesar da grande importância do feijão na dieta do brasileiro, a produtividade nacional da cultura tem sido considerada baixa, em torno de 848 kg ha⁻¹, sendo inferior a produtividade média mundial (IBGE, 2009). No Paraná, essa produtividade é de 1.966 kg ha⁻¹ (SEAB, 2009), ou seja, pouco mais que o dobro da produtividade nacional.

O desenvolvimento de novas cultivares por instituições e empresas de pesquisa como por exemplo a Embrapa, tem possibilitado um aumento significativo na produtividade da cultura a nível nacional. Esse aumento pode estar relacionado aos vários estudos que têm sido desenvolvidos para a avaliação de cultivares de feijão no Brasil e, principalmente, pode ser atribuído ao sucesso

do melhoramento genético (RAMALHO, 2001). De acordo com o autor, têm-se observado uma grande variabilidade dessas cultivares. Essa variabilidade está relacionada aos parâmetros genéticos e ao desempenho agrônomico dessas cultivares, bem como a reação dessas aos vários patógenos que prejudicam significativamente o desenvolvimento da cultura.

Entre os principais fatores que contribuem para a baixa produtividade do feijoeiro está a alta incidência de doenças na cultura. Dentre essas doenças, destaca-se a antracnose, que pode ocasionar perdas de até 100% (RAVA et al., 1994) da produção. Esse percentual varia de acordo com as condições ambientais e outros fatores ligados diretamente às linhagens utilizadas como, por exemplo, o grau de resistência/suscetibilidade (PELOSO, 1992).

A antracnose provoca sérios danos à cultura do feijoeiro afetando, consideravelmente, o seu estabelecimento. Em condições ambientais favoráveis torna-se ainda mais severa e, com isso, além de provocar uma grande redução no rendimento de grãos, também contribui para a desvalorização do produto, em virtude da baixa qualidade dos grãos (VIEIRA, 1967).

Devido à grande relevância econômico-social da cultura do feijão e sendo o Brasil o segundo maior produtor mundial (FAO, 2009), deve-se buscar alternativas que viabilizem o controle dessa doença, promovendo o aumento da produção. Para o controle faz-se necessário à obtenção e a utilização de cultivares que apresentem resistência genética às raças do fungo causador da doença. O uso de cultivares resistentes é a alternativa e/ou estratégia de controle mais eficaz e econômica (MAHUKU e RIASCOS, 2004), uma vez que a utilização desse método possibilita uma redução nos custos de produção da cultura, bem como a diminuição dos danos causados ao ambiente, por restringir o uso de produtos químicos. Além disso, esse método apresenta bons resultados no controle da antracnose, pois já se conhecem várias fontes de resistência (BASSETT, 1996).

Por meio dos programas de melhoramento genético podem-se desenvolver estudos que busquem a identificação e a utilização de fontes de resistência às principais raças do patógeno causador da antracnose, visando a piramidação dos genes e a obtenção de variedades comerciais de feijão que

apresentem um amplo espectro de resistência, assim como duradoura (KELLY et al., 2003).

Ciente do desempenho das cultivares de feijoeiro comum em diferentes ambientes, bem como do comportamento dessas frente a uma das principais doenças que afetam a cultura (antracnose), pode-se contribuir na busca por novas alternativas que possibilitem a definição de estratégias de produção, resultando no aumento da produtividade da cultura e, paralelamente, na melhoria da qualidade dos grãos.

Sendo assim, o presente estudo teve como objetivo avaliar o desempenho agrônômico de linhagens elite de grãos tipo carioca de feijoeiro comum no município de Maringá, Paraná, e a reação dessas linhagens a diferentes raças de *C. lindemuthianum*.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.)

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é um dos principais alimentos presentes na mesa da população brasileira, independente da classe social e, especialmente, na classe com um poder aquisitivo mais baixo (BORÉM, 2005).

Essa cultura apresenta uma elevada importância econômico-social. Tal importância está relacionada a vários aspectos, dentre eles, a geração de empregos e a absorção de mão de obra agrícola, principalmente nas regiões onde há predominância do cultivo – área com produção familiar (ELIAS et al., 2007).

O feijoeiro comum é uma leguminosa predominantemente autógama, que tem como centros de origem e de domesticação a América Central (Mesoamericano), possivelmente o México e os Andes (Andino), provavelmente a Colômbia, Peru e Equador (BARROS et al., 2000). Porém, a definição precisa de um centro de domesticação do feijão tem sido por meio de diferentes metodologias, objeto de vários estudos (SINGH et al., 1991). Essa imprecisão ocorre em virtude da grande distribuição do ancestral selvagem do feijão comum, que vai desde o norte do México até o norte da Argentina (DELGADO et al., 1988).

A espécie de feijão mais difundida no mundo é a *Phaseolus vulgaris* L (ELIAS et al., 2007). A cultura pertence à classe Dicotyledoneae, à família Fabaceae (Leguminosae) e ao gênero *Phaseolus* (RIOS et al., 2003). De acordo com Thung et al. (2005), o gênero *Phaseolus* movimenta o volume de um bilhão de dólares por ano.

A planta é considerada herbácea, com hábito de crescimento determinado ou indeterminado. No primeiro caso, a planta é ereta, terminando em uma inflorescência. Além disso, apresenta um número limitado de nós e a floração inicia-se do ápice para a base da planta. No segundo, a planta nunca termina em uma inflorescência. Apresenta um caule principal com crescimento contínuo, em

uma sucessão de nós e entrenós. A floração, nesse caso, inicia-se da base para o ápice da planta (CIAT, 1974; VIEIRA et al., 2006).

O caule do feijoeiro é fino e ereto podendo atingir até 65 centímetros de altura. As folhas primárias são simples e opostas; posteriormente, elas são compostas, apresentando três folíolos peciolados. As flores de feijoeiro podem apresentar diferentes colorações, tais como: branca, branco-amarelada, lilacínea ou roxa. Essas flores são dispostas em ramos axilares. O fruto é uma vagem linear podendo ser reta ou curvada, contendo sementes reniformes com colorações diferenciadas (VIEIRA et al., 2006).

Os grãos são considerados um dos principais produtos agrícolas no Brasil e no mundo, apresentando grande importância econômica, principalmente por se caracterizarem como fonte protéica e energética, especialmente para as classes sociais mais baixas (BORÉM e CARNEIRO, 1998).

O sistema radicular do feijoeiro é composto por uma raiz principal e por ramificações laterais. Por apresentar um sistema radicular superficial pouco desenvolvido, a planta é considerada uma espécie que apresenta reduzida tolerância à deficiência hídrica (FANCELLI, 2001).

O feijão é cultivado praticamente em todo o país nas mais diferentes épocas e safras sendo, portanto, submetido a diferentes condições edafoclimáticas (IWANO et al., 2011; MINETTO et al., 2011). O cultivo é, geralmente, dividido em três safras ao longo do ano: a safra das águas, a safra da seca e a safra outono-inverno. A cultura apresentou uma área plantada na safra de 2009/2010 de 3.576,9 mil hectares, sendo que a safra da seca apresentou a maior área plantada com 1.444,9 mil hectares, enquanto que a safra das águas apresentou uma área plantada de 1.410,1 mil hectares e a safra outono-inverno uma área de 721,9 mil hectares plantados (CONAB, 2010).

O desenvolvimento de novas cultivares na cultura do feijão tem-se apresentado de maneira associada à geração de novas tecnologias. Essas novas tecnologias tornaram possível a expansão da cultura do feijoeiro e a sua produção em diferentes épocas de cultivo, nas várias regiões produtoras do Brasil, propiciando consideráveis aumentos da produtividade (YOKOYAMA et al., 1996; VIEIRA et al., 1999).

Segundo Elias et al. (2007), a geração e a adaptação de tecnologias alternativas que sejam apropriadas a diferentes escalas produtivas devem ser intensificadas procurando enfatizar as escalas que apresentam um baixo custo e que sejam voltadas às pequenas áreas. A partir dessa perspectiva, o resgate e a caracterização de cultivares tradicionais de feijão, associada ao melhoramento genético da cultura, poderá promover a disponibilização de novas cultivares com melhor adaptação às diversas regiões específicas de cultivo.

No passado a cultura do feijoeiro comum era caracterizada como uma cultura unicamente de subsistência. Atualmente, ela se encontra em grande expansão no Brasil, com um aumento da área de cultivo, principalmente devido ao uso de alta tecnologia nos processos de produção e beneficiamento do produto (AIDAR et al., 2002).

Segundo Rocha et al. (2010), a cultura do feijoeiro comum pode ser altamente influenciada pelas condições ambientais causando, dessa forma, a diminuição da produção, mediante a presença de fatores adversos.

Dentre as várias cultivares de feijoeiro comum que são recomendadas para o cultivo no Brasil destaca-se, principalmente, as cultivares do tipo carioca. Essas cultivares apresentam grãos de cor creme e rajados de coloração marrom (MAPA, 2010). Além disso, muitas dessas cultivares apresentam boa qualidade como, por exemplo, nutricional. Mas, por outro lado, apresentam uma baixa resistência aos patógenos que atacam a cultura constituindo-se, portanto, em um adequado alvo para os programas de melhoramento genético (MELO et al., 2006).

A cultivar Pérola, por exemplo, é uma das cultivares amplamente utilizada em todo o território brasileiro. Essa cultivar ainda é referência em termos de produtividade e qualidade dos grãos, mas é suscetível às principais raças de *C. lindemuthianum* (FALEIRO et al., 1999).

No Brasil, o melhoramento genético do feijoeiro é realizado principalmente por instituições pertencentes ao setor público. Dentre essas instituições destacam o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), a Embrapa Arroz e Feijão e, no caso específico do Paraná, o Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) (OLIVEIRA, 2008). Além disso, as universidades também apresentam um papel muito importante no melhoramento dessa cultura com o desenvolvimento de várias pesquisas na área.

Ao longo dos anos, vários estudos são desenvolvidos buscando avaliar novas cultivares para futuros lançamentos no mercado (RAMALHO, 2001). Essas cultivares devem apresentar, além de uma boa produtividade, excelentes qualidades nutricionais e uma adequada resistência aos patógenos que prejudicam o desenvolvimento da cultura, comprometendo o seu rendimento. Quando uma cultivar é desenvolvida com uma adequada relação e, principalmente, interação desses caracteres considerados, ela pode ser recomendada para utilização nos ambientes aos quais foi submetida à avaliação (RAMALHO, 2001).

Borém (1997) ressalta que cada ambiente distinto pode ser definido como condições edafoclimáticas que estão associadas a práticas culturais, à ocorrência de patógenos e outras variáveis que afetam o desenvolvimento das plantas, ou seja, cada ambiente compreende todos os fatores que não sejam de origem genética, mas que interferem de alguma forma no crescimento e no desenvolvimento das plantas.

No desenvolvimento de novas cultivares, os programas de melhoramento genético apresentam-se como elos essenciais. Os principais objetivos dos programas de melhoramento genético do feijoeiro comum, no Brasil, estão relacionados à qualidade comercial e culinária dos grãos, à resistência dos cultivares aos patógenos, ao porte ereto apresentado pelas plantas e ao elevado potencial produtivo (VIEIRA et al., 1999).

As pesquisas em melhoramento genético da cultura do feijoeiro estão relacionadas a diferentes segmentos, dentre eles a obtenção e a avaliação de novas linhagens. Vários estudos desenvolvidos em todo o território brasileiro têm tido por objetivo avaliar diferentes linhagens de feijoeiro comum buscando, com isso, selecionar linhagens com ampla adaptabilidade, estáveis e com potencial produtivo (RAMALHO et al., 1993; IWANO et al., 2011). Segundo Farias et al. (1997), esse segmento constitui-se na etapa principal de qualquer programa de melhoramento genético visando a identificação e a indicação daqueles considerados superiores.

Vários atributos agronômicos podem ser considerados durante a avaliação dos diferentes linhagens nos mais diversos ambientes aos quais são submetidos. Ramalho (2005) ressalta que alguns desses atributos são

indispensáveis para que uma nova cultivar seja recomendada tais como: a cor, o tamanho dos grãos e as suas qualidades culinárias e nutritivas.

Conforme a região específica de cultivo, o ciclo produtivo também se constitui em uma característica importante que deve ser considerada ao se recomendar uma nova cultivar. Segundo Elias et al. (2007), essa importância está associada ao adequado planejamento da época de semeadura, assim como a eficiente utilização da área de produção. Embora a maioria das cultivares de feijão que estão disponíveis no mercado apresente um ciclo de 90 dias, existe cultivares precoces disponíveis com ciclo de até 70 dias da semeadura à colheita (ZIMMERMANN et al., 1996). Além disso, tal importância se justifica porque essas cultivares precoces apresentam tipos de grãos com baixa aceitabilidade no mercado e, também, por serem normalmente muito suscetíveis aos patógenos que afetam a cultura, assim como a outras condições adversas que comprometem o seu potencial produtivo restringindo, portanto, a sua recomendação (RAMALHO et al., 2004).

Segundo Rocha et al. (2010), as diferenças ambientais promovem comportamento diferenciado dos linhagens. O fenótipo é, portanto, resultado do genótipo, das condições ambientais e da interação genótipo x ambiente.

O cultivo do feijoeiro comum em diferentes condições reflete diretamente no desempenho agrônomico das linhagens utilizadas. Essa alteração no desempenho em virtude dos diferentes ambientes aos quais as linhagens são submetidas denomina-se de interação genótipo x ambiente (BORÉM, 1997). Essa interação tem um papel muito importante no grupo de linhagens que está sendo avaliado. Observa-se a interação do genótipo com o ambiente na expressão do fenótipo através do seu potencial produtivo (DALLA CORTE et al., 2002).

Ramalho et al. (1993) ressalta que a interação genótipo x ambiente apresenta uma interferência direta na indicação de novas cultivares. Tal interferência está relacionada principalmente ao fato desta interação dificultar o trabalho do melhorista. De acordo com Pereira et al. (2010), entre os fatores que afetam a interação linhagens x ambientes nas condições de cultivo de feijoeiro comum, merecem destaque a variação existente entre anos, entre locais e entre as épocas de semeadura.

Duas condições específicas que contribuem para a interação genótipo x ambiente são consideradas por Allard e Bradshaw (1964), uma previsível e outra imprevisível. A primeira condição está relacionada às variações ambientais que ocorrem de local para local como, por exemplo, o clima e o solo. Neste caso, o pesquisador tem conhecimento do padrão de resposta do ambiente às linhagens. A segunda, por sua vez, refere-se às variações imprevisíveis ou, até mesmo, que flutuam aleatoriamente (umidade relativa do ar e frequência e distribuição das chuvas).

De acordo com Vencovsky e BARRIGA (1992) não basta simplesmente detectar a presença, ou não, da interação entre as linhagens e os ambientes, mas deve-se também considerar qual é a natureza desta. Sendo assim, eles ressaltam que a interação G x A pode ser simples, ou seja, não causa mudanças na classificação das linhagens entre ambientes, ou complexa, isto é, altera a classificação das linhagens entre ambientes. A interação simples indica a presença de linhagens adaptadas a uma ampla faixa de ambientes, permitindo a indicação de cultivares de forma generalizada a um amplo espectro de ambientes. A interação complexa, por sua vez, indica a presença de linhagens adaptadas a ambientes específicos, tornando a indicação restrita a ambientes particulares (RAMALHO et al., 1993).

Levando-se em consideração que a interação entre as linhagens e os ambientes é de fundamental importância na manifestação fenotípica das características destas, torna-se relevante o desenvolvimento de estudos para a avaliação do desempenho de linhagens em regiões em que elas ainda não foram submetidas (RAMALHO et al., 1993), uma vez que a introdução e a avaliação de germoplasma consiste em um método mais rápido e mais econômico de melhoramento.

2.2 Antracnose do feijoeiro comum (*Colletotrichum lindemuthianum*)

A antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum* – Saccardo e Magnus; Lams - Scribner) é considerada uma das principais doenças fúngicas que afetam a cultura do feijão. Essa doença está presente, no Brasil, nos principais estados produtores: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais e

Bahia (DI PIERO e GARDA, 2008). Associada a outros fatores, como a utilização de sementes de origem desconhecida e a aplicação de fertilizantes em quantidades insuficientes, é responsável pela baixa produtividade apresentada pela cultura (SARTORATO e RAVA, 1994).

A antracnose do feijoeiro é uma das doenças que apresentam maior importância em todo o mundo, causando grandes perdas na cultura, principalmente quando em condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento do patógeno (SILVA e SANTOS, 2001). Quando essas condições ambientais estão associadas a outros fatores (cultivar suscetível e sementes infectadas, por exemplo) a ação do fungo é devastadora, com perdas de até 100% (GONZÁLEZ et al., 1998).

O fungo consegue sobreviver de uma estação a outra, ou de um cultivo a outro, na forma de micélio dormente no interior do tegumento da semente, nas células dos cotilédones ou em restos culturais, na forma de esporos. A transmissão a longas distâncias é realizada pela semente contaminada, que é considerada fonte primária do patógeno; a curtas distâncias a transmissão ocorre pelos respingos da água de chuva, projetando os esporos do fungo a certas distâncias, bem como por meio de insetos, animais, homens e/ou implementos agrícolas, que entram em contato com as plantas infectadas (KIMATI, 1980; VIEIRA et al., 1993; MEDEIROS et al., 2008).

Essa doença apresenta um caráter cosmopolita, com ampla distribuição no Brasil, especialmente nos principais estados produtores: Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Minas Gerais, Bahia, Pernambuco, Espírito Santo, Alagoas, Sergipe e Paraíba (RAVA et al., 1994; PRIA et al., 2003).

As condições meteorológicas adequadas para o desenvolvimento da doença são: umidade relativa do ar acima de 95% (chuvas frequentes e de baixa intensidade) e temperatura variando entre 18°C e 22°C, sendo o ideal 17°C (WALKER, 1952; VIEIRA, 1967; GUZMÁN et al., 1979). As temperaturas superiores a 30°C e/ou inferiores a 13°C são limitantes tanto a infecção quanto ao crescimento do fungo (CRISPIN et al., 1976). Em condições de temperaturas entre 14°C e 18°C, tem-se observado esporulação abundante nas vagens (ZAUMEYER e MEINERS, 1975).

Em plantas suscetíveis os sintomas podem aparecer em toda parte aérea, especialmente nas vagens (PARRELLA et al., 2008), onde as lesões são arredondadas, de coloração escura, deprimidas, de tamanho variável e com o centro claro sendo delimitadas por um anel negro, pouco saliente, circundada por um bordo de cor café avermelhado (CHAVES, 1980). Esses sintomas podem ser facilmente visualizados na Figura 1.



Fonte: Nupagri, 2010

Figura 1 – Sintomas de antracnose nas vagens

Nas folhas, os sintomas são visualizados inicialmente na face abaxial, apresentando necroses nas nervuras centrais e secundárias. Posteriormente, essas necroses tornam-se manchas cloróticas que promovem o ressecamento total das folhas (KIMATI, 1980).

Quando os sintomas estão presentes no caule e nos pecíolos, as lesões são alongadas, apresentando coloração escura, em alguns casos deprimidas, e à medida que a lesão se desenvolve ocorre a formação de cancrios na planta (ABREU, 2007). Essas lesões na base do caule podem, ainda, se desenvolver causando podridão de coloração escura, promovendo o enfraquecimento do caule tornando-o incapaz de suportar a copa da planta (ZAMBOLIN e CHAVES, 1978).

As sementes infectadas podem apresentar lesões levemente deprimidas, de coloração marrom com bordos escuros que são facilmente observáveis nas sementes que apresentam tegumentos mais claros (ZAUMEYER e THOMAS, 1957).

Além de diminuir o rendimento da cultura, os sintomas da antracnose depreciam a qualidade do produto por ocasionar manchas nos grãos, tornando-os impróprios para o mercado e, mais especificamente, para o consumo humano (VIEIRA, 1967).

Como o feijão é cultivado durante todo o ano, nos mais diferentes tipos de ecossistemas, as doenças, especialmente a antracnose, promovem uma redução da sua qualidade fisiológica, sanitária, nutricional e, principalmente, comercial, uma vez que o produto final apresenta características inadequadas para a comercialização (SARTORATO, 2003).

O controle da antracnose pode ser obtido por meio de um conjunto de medidas culturais, químicas e genéticas, executadas de forma integrada e com caráter preventivo, de forma a evitar antecipadamente o estabelecimento da doença na cultura (REY et al., 2005). Porém, a obtenção e a utilização de cultivares que apresentam resistência genética às diversas raças do patógeno é o método mais efetivo e econômico para o controle desta doença (YOUNG e KELLY, 1996; MAHUKU et al., 2002), tanto pela redução nos custos de produção, como pela diminuição dos danos causados ao ambiente, devido a diminuição no uso de produtos químicos para o controle da doença (ABUD et al., 2011).

Existem, porém, alguns aspectos que dificultam o controle dessa doença na cultura do feijão, tais como: eficiente transmissão do patógeno pelas sementes, elevada capacidade de sobrevivência do patógeno em restos culturais, formação de estruturas de resistência do fungo e, principalmente, a ampla variabilidade patogênica do *Colletotrichum lindemuthianum* (DILLARD e COBB, 1993). Esse último aspecto constitui-se no principal fator limitante na utilização de cultivares que apresentam resistência genética às diversas raças do patógeno (SOMAVILLA e PRESTES, 1998).

O fungo *C. lindemuthianum* caracteriza-se por apresentar uma grande variabilidade patogênica, com aproximadamente 114 raças identificadas no mundo (MAHUKU e RIASCOS, 2004; GONÇALVES-VIDIGAL et al., 2008a) e

mais de 50 raças identificadas no Brasil (RAVA et al., 1994; THOMAZELLA et al., 2002; DAMASCENO e SILVA et al., 2007).

De acordo com Thomazella et al. (2002) a ampla distribuição de raças do fungo *C. lindemuthianum*, no Brasil, é facilitada por dois fatores: pelo livre comércio de grãos entre os estados produtores e pela reutilização desses mesmos grãos nos próximos plantios em uma mesma área. Essa reutilização possibilita um aumento no potencial de inóculo do patógeno de uma safra para outra.

Os estudos desenvolvidos buscando avaliar a resistência das linhagens às raças 65 e 89 de *C. lindemuthianum* apresentam uma importância elevada para os programas de melhoramento genético, principalmente por essas raças apresentarem uma alta frequência no Brasil (THOMAZELLA et al., 2002). Por outro lado, o mesmo estudo voltado para a raça 2047 também tem merecido considerável importância por ser tratar de uma raça que apresenta um elevado índice de virulência (REY et al., 2005; GONÇALVES et al., 2010), embora ainda não tenha sido detectada no Brasil.

As raças 5, 23, 64, 65, 67, 73, 81, 83, 87, 89 e 321 foram identificadas por Somavilla e Prestes (1999) em estudos desenvolvidos com 105 isolados coletados nas regiões do Planalto Médio, do Médio Alto Uruguai e do Centro do Rio Grande do Sul. Os autores verificaram a ocorrência de mais de uma raça por cultivar, bem como puderam comprovar uma maior distribuição das raças pertencentes ao grupo alfa (65, 73, 81, 89 e 321).

Quarenta e três isolados foram coletados por Talamini et al. (2004) nas regiões do Sul de Minas Gerais, Alto do Paranaíba, Zona da Mata, Triângulo Mineiro, Goiás, Paraná e São Paulo identificando 11 raças de *C. lindemuthianum*. Os autores verificaram que no Sul de Minas Gerais predominavam as raças 65 e 89; na Zona da Mata houve predominância das raças 65, 81, 87 e 337; na região do Alto do Paranaíba a única raça identificada foi a 65. De acordo com os autores, as raças 65, 69, 73 e 81 apresentaram uma maior distribuição geográfica no Brasil.

Rava et al. (1994) identificaram, no Estado do Paraná, diferentes raças do fungo *C. lindemuthianum* evidenciando, portanto, que o Paraná tem se destacado quanto à variabilidade desse patógeno. As raças identificadas pelos autores

foram: 55, 64, 65, 81, 89, 95, 102 e 453. Essa ampla variabilidade reforça a necessidade da obtenção de cultivares que apresentem uma adequada resistência genética as diferentes raças do fungo (GONÇALVES-VIDIGAL et al. 2008a).

A resistência genética tem merecido especial destaque dentro de um sistema integrado de controle a doenças, especialmente a antracnose. Porém, em consequência da alta variabilidade apresentada pelo patógeno, as cultivares resistentes tornam-se suscetíveis, o que implica na necessidade constante de introdução de novos alelos de resistência, (PASTOR-CORRALES et al., 1995). Essa necessidade existe porque a resistência conferida inicialmente não é durável.

A resistência genética ao *C. lindemuthianum* foi verificada pela primeira vez por Barrus (1911) na cultivar Wells Red Kidney, a qual era governada pelo gene andino dominante denominado inicialmente como gene *A*. Esse gene conferia resistência às raças alfa e beta, sendo o primeiro gene, portanto, utilizado no desenvolvimento de cultivares de feijoeiro comum resistentes à antracnose (BURKHOLDER, 1918).

Posteriormente, o gene *Are* foi caracterizado na Venezuela por Mastenbroek (1960). O gene *Are*, caracterizado em germoplasma de feijão preto, tornou-se a principal fonte de resistência à antracnose em virtude do surgimento da raça delta em 1978 (TU, 1988). Essa raça, ao contrário das raças inicialmente identificadas (alfa e beta), era virulenta ao gene *A*. O gene *Are* tornou-se, portanto, a principal fonte de resistência utilizada em todo o mundo até o aparecimento de novas raças do patógeno (MASTENBROEK, 1960; TU, 1988) evidenciando, dessa forma, a necessidade da caracterização de novos genes de resistência.

Estudos conduzidos para permitiram caracterizar novos genes de resistência, tais como o *Mexique I, II e III*. Esses genes de resistência foram caracterizados na França a partir de germoplasma Mexicano (FOUILLLOUX, 1979).

Assim como havia a necessidade de padronizar a nomenclatura para a identificação das raças fisiológicas de *C. lindemuthianum*, observou-se a necessidade de padronização também da nomenclatura utilizada para a caracterização de genes de resistência ao patógeno. No Quadro 1, tem-se as

doze cultivares diferenciadoras, assim como os seus respectivos grupos gênicos e os alelos de resistências que apresentam.

O sistema de nomenclatura proposto foi representado pelo símbolo Co (correspondendo à *Colletotrichum*) e, seguindo esse símbolo, números que representavam a ordenação sequencial de identificação dos genes de resistência (MEDEIROS et al., 2008). A partir dessa nomenclatura padrão fez-se necessário renomear os genes de resistência já caracterizados.

Quadro 1 – Lista dos genes de *Phaseolus vulgaris* L., fontes de resistência à antracnose e seus respectivos símbolos novos e originais

Genes	Original	Fontes dos genes	Referências
Co-1	A	MDRK ^a	McRostie (1919); Vallejo e Kelly (2002)
Co-1 ²		Kaboon	Melotto e Kelly (2000)
Co-1 ³		Perry Marrow	Melotto e Kelly (2000)
Co-1 ⁴		AND 277	Alzate-Marin et al. (2003b) e Gonçalves-Vidigal et al. (2011)
Co-1 ⁵		Widusa	Gonçalves-Vidigal e Kelly (2006)
Co-2	Are	Cornell 49-242	Mastenbroek (1960)
Co-3	Mexique 1	México 222	Bannerot (1965)
Co-3 ²		México 227	Fouilloux (1979)
Co-9/Co-3 ³		BAT 93	Bannerot (1965)
Co-4	Mexique 2	TO	Bannerot (1969)
Co-4 ²		G2333 ^b , SEL 1308	Young et al. (1998)
Co-4 ³		PI 207262 ^c	Alzate-Marin et al. (2002)
Co-5	Mexique 3	TU	Bannerot (1969)
		SEL1360	Young et al. (1998)
Co-5 ²		G2333	Vallejo e Kelly (2009)
Co-6	Q	AB 136	Schwartz et al. (1982)
Co-7	NA ^d	G 2333, MSU 7.1, linhagem H1	Young et al. (1998); Kelly e Vallejo (2004)
Co-8	NA	AB 136	Alzate-Marin et al. (1997)
Co-10	NA	Ouro Negro	Alzate-Marin et al. (2003a)
Co-11	NA	Michelite	Gonçalves-Vidigal et al. (2007)
Co-12	NA	Jalo Vermelho	Gonçalves-Vidigal et al. (2008b)
Co-13	NA	Jalo Listras Pretas	Gonçalves-Vidigal et al. (2009)
Co-14	NA	Pitanga	Gonçalves-Vidigal et al. (2012)
Co-15	NA	Corinthiano	Gonçalves et al. (2010)

^a= Michigan Dark Red Kidney; ^b= possui três alelos de resistência; ^c= possui dois alelos de resistência e ^d= Não nomeados anteriormente.

O gene de resistência Co-3³ foi previamente nomeado como Co-9 (RODRÍGUEZ-SUÁREZ et al., 2004; MENDÉZ-VIGO et al., 2005). O gene de

resistência *co-8*, presente na cultivar diferenciadora AB 136, é recessivo (ALZATE-MARIN et al., 1997).

Entre as principais fontes de resistência à antracnose do feijoeiro comum encontram-se as cultivares diferenciadoras TO (fonte do gene *Co-4*) e AB 136 (fonte do gene *Co-6*) (BASSETT, 1996).

No Brasil, a cultivar AB 136 apresentou resistência a 35 raças identificadas até o presente e a cultivar TO apresentou resistência a 31 delas, sendo suscetível aos patótipos 320, 339, 343 e 453. Essas raças ainda apresentam rara ocorrência no Brasil, mas possuem um amplo espectro de patogenicidade. Portanto, alguns cuidados devem ser tomados com a introdução de cultivares de uma região para outra, assim como se devem adotar maiores precauções com a introdução de cultivares provenientes de outros países, pois, o espectro de patogenicidade varia entre as regiões e também entre os países (RAVA et al., 1993; RAVA et al., 1994; GONZÁLEZ et al., 1998; ANDRADE et al., 1999; THOMAZELLA et al., 2002).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Experimentos de campo

Dois experimentos conduzidos em nível de campo foram conduzidos no Centro Tecnológico de Irrigação – CTI, da Universidade Estadual de Maringá – UEM, no município de Maringá – PR, nos anos agrícolas de 2008/2009 e 2010/2011. A área experimental esteve situada a 23°24" de latitude Sul e 51 °57" de longitude Oeste, com altitude média de 503m. O clima foi caracterizado como mesotérmico úmido, apresentando chuvas de verão e de outono, e com um verão quente (GODOY et al., 1976). O solo é de origem Basáltica, de coloração vermelho-arroxeadada, baixa porosidade, alta plasticidade e elevada fertilidade natural, sendo classificado como Nitossolo Vermelho (EMBRAPA, 1999).

3.1.1. Linhagens avaliadas

Os tratamentos utilizados constituíram-se de 5 cultivares e 31 linhagens elite de feijoeiro comum classe comercial carioca (Quadro 2).

Quadro 2 – Linhagens elite de feijoeiro comum utilizadas nos experimentos, Maringá, PR, 2008/2009 e 2010/2011

Linhagens elites de Feijoeiro Comum (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) ¹	
BGF-UEM 1	BGF-UEM 20
BGF-UEM 2	BGF-UEM 21
BGF-UEM 3	BGF-UEM 22
BGF-UEM 4	BGF-UEM 23
BGF-UEM 5	BGF-UEM 24
BGF-UEM 6	BGF-UEM 25
BGF-UEM 7	BGF-UEM 26
BGF-UEM 8	BGF-UEM 27
BGF-UEM 9	BGF-UEM 28
BGF-UEM 10	BGF-UEM 29
BGF-UEM 11	BGF-UEM 30
BGF-UEM 12	BGF-UEM 31
BGF-UEM 13	Talismã
BGF-UEM 14	Carioca
BGF-UEM 15	Pérola
BGF-UEM 16	Carioca MG
BGF-UEM 17	Ouro Negro
BGF-UEM 18	
BGF-UEM 19	

¹ Linhagens oriundas do Programa de Melhoramento do Feijoeiro da Universidade Federal de Lavras – UFLA, Minas Gerais – MG, cedidas gentilmente pelo Prof. Dr. Magno A. P. Ramalho.

3.1.2. Delineamento experimental

Os experimentos foram conduzidos em delineamento látice triplo 6 x 6, com as unidades experimentais constituídas de quatro linhas de 4,0m de comprimento, espaçadas a 0,50m, com densidade populacional de 15 plantas por metro linear, com três repetições.

3.1.3. Características a serem avaliadas

a) Produtividade de grãos em Kg ha^{-1} (PROD): determinada pelo peso total das sementes da parcela útil, constituída das duas linhas centrais, padronizado para 13% de umidade;

b) Número de vagens por planta (NVP): expresso em números, mediante a razão número total de vagens pelo número total de plantas de cada parcela útil;

c) Número de grãos por vagem (NGV): expresso em números, mediante estimativa considerando a produtividade (PROD), o número de vagens por planta (NVP) e a massa de 100 grãos (M100);

d) Massa de 100 grãos (M100): expressa em gramas, obtida pela pesagem de 100 grãos tomados ao acaso em cada parcela útil.

3.1.4. Análises estatísticas

Os dados de cada experimento foram submetidos à análise de variância individual. Realizou-se análise de variância em látice, com recuperação da informação interblocos. A análise conjunta dos dados obtidos nos dois experimentos de campo (2008/2009 e 2010/2011) também foi realizada.

A comparação entre médias dos tratamentos foi realizada pelo teste de Scott e Knott (1974). Para a realização das análises utilizou-se o Programa GENES (CRUZ, 2006).

Adicionalmente, foi predito o ganho por seleção, conforme o índice clássico: $GS = DS \times h^2$, onde GS corresponde ao ganho predito em decorrência da seleção, DS expressa o diferencial de seleção, e h^2 referem-se à herdabilidade do caráter alvo.

3.2. Reação à antracnose

Os experimentos de avaliação em relação à antracnose foram conduzidos em condições de casa de vegetação e na câmara de nebulização do Laboratório de Melhoramento do Feijoeiro e Biotecnologia do Núcleo de Pesquisas Aplicada à Agricultura (NUPAGRI), pertencente à Universidade Estadual de Maringá - UEM.

3.2.1. Linhagens avaliadas

As sementes das linhagens elite utilizadas nos experimentos da casa de vegetação foram colhidas no campo nos anos agrícolas de 2008/2009 e 2010/2011 (Quadro 2).

As sementes foram semeadas em bandejas plásticas, com 45cm x 29cm de largura, sendo utilizado o substrato comercial Plantmax[®], sem qualquer fonte de contaminação. Em cada bandeja foram semeadas seis fileiras, sendo duas fileiras por cultivar.

As plântulas foram irrigadas diariamente e permaneceram em casa de vegetação até o surgimento da primeira folha trifoliolada, estágio V3, para a realização da inoculação com as raças de *C. lindemuthianum*.

3.2.2. Raças de *C. lindemuthianum* utilizadas

As raças fisiológicas de *C. lindemuthianum* utilizadas no experimento foram 65, 89 e 2047, provenientes da Micoteca do Laboratório de Melhoramento do Feijoeiro e Biotecnologia do Núcleo de Pesquisas Aplicada à Agricultura (NUPAGRI) pertencente à Universidade Estadual de Maringá (UEM), Paraná, Brasil, (Quadro 3).

Quadro 3 - Reação das cultivares diferenciadoras de feijoeiro comum às raças fisiológicas 65, 89 e 2047 de *C. lindemuthianum* utilizadas no experimento, Maringá, PR, 2010

Raças	Cultivares Diferenciadoras ¹											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
65	S	R	R	R	R	R	S	R	R	R	R	R
89	S	R	R	S	S	R	S	R	R	R	R	R
2047	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	S	R

¹Cultivares Diferenciadoras: 1- Michelite; 2- Michigan Dark Red Kidney; 3- Perry Marrow; 4- Cornell 49-242; 5- Widusa; 6- Kaboon; 7- México 222; 8- PI 207262; 9- TO; 10- TU; 11- AB 136; 12- G 2333 (PASTOR-CORRALES, 1991).

3.2.3. Produção do inóculo, inoculação e avaliação dos sintomas

O preparo do inóculo seguiu a metodologia proposta por Cárdenas et al. (1964), que consiste na multiplicação dos esporos de cada raça de *C. lindemuthianum* utilizado em tubos de ensaio contendo vagens devidamente esterilizadas e parcialmente imersas em meio com ágar-água.

Posteriormente, em uma câmara de fluxo laminar adequadamente esterilizado, realizou-se a repicagem da raça para as vagens verdes, sendo posteriormente incubadas em estufa BOD com temperatura $\pm 20^{\circ}\text{C}$ por um período de quatorze dias, para posterior inoculação das plântulas.

Após o término do período necessário para o desenvolvimento do fungo na estufa BOD (quatorze dias), realizou-se a retirada das vagens de cada tubo, com o auxílio de uma pinça esterilizada, transferindo-as para um becker contendo água destilada e esterilizada, originando uma suspensão de esporos, que foi filtrada por meio de uma dupla camada de gaze.

Para cada raça do patógeno foram realizadas de quatro a cinco contagens de esporos, com o auxílio de um hematócrito (câmara de Neubauer-Preciss). Após a contagem, a suspensão de esporos foi ajustada à concentração de $1,2 \times 10^6$ esporos mL^{-1} de água destilada esterilizada.

Aproximadamente 14 dias após a expansão completa da primeira folha trifoliolada das plântulas, as bandejas foram transferidas para uma câmara de nevoeiro com temperatura de aproximadamente $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$, para a inoculação dos patótipos

. A inoculação foi realizada com o auxílio de um compressor elétrico de ar tipo De Vilbiss, número 15, buscando umedecer toda a plântula com a suspensão de esporos. Para facilitar a adesão dos esporos do fungo na superfície das folhas foi utilizado o espalhante adesivo Tween 20. Para cada raça foi inoculada 10 plantas de cada cultivar.

Após a inoculação, bandejas contendo as plântulas foram incubadas na mesma câmara por um período de 72 horas, sob a mesma temperatura descrita anteriormente, com fotoperíodo de 12 horas e com, aproximadamente, 100% de umidade relativa.

Após o período de incubação, as bandejas foram transferidas para mesas, presentes na mesma sala da câmara de nebulização, com temperatura de $20 \pm 2^{\circ}\text{C}$, sob luz artificial. As bandejas permaneceram nas mesas até o início das avaliações de reação das linhagens às raças utilizadas.

As avaliações dos sintomas de antracnose em cada plântula foram realizadas visualmente dez dias após a inoculação. Para a avaliação utilizou-se a escala de notas de severidade proposta por Pastor-Corrales et al. (1995). As notas atribuídas variaram de 1 a 9. As plantas que não apresentaram nenhum sintoma ou somente poucas lesões na nervura principal das folhas receberam notas de 1 a 3 e, portanto, foram consideradas resistentes. Por outro lado, as plantas que apresentaram notas de 4 a 9 foram consideradas suscetíveis.

3.2.4. Análise de reação à antracnose

Os dados obtidos nos experimentos de reação à antracnose foram analisados considerando os parâmetros índice de virulência (IV) e índice de resistência (IR). O IV está relacionado diretamente às raças do fungo frente à reação das linhagens utilizadas na inoculação. Portanto, foi calculado um IV para cada raça de *C. lindemuthianum* utilizada. O IR, por sua vez, relaciona-se diretamente as linhagens de feijoeiro comum utilizadas, sendo calculado um IR para cada linhagem.

Em resumo, os IV e IR referem-se, respectivamente, a virulência das raças e a resistência das linhagens utilizadas.

O Índice de Virulência (IV) foi determinado com base no número de linhagens que apresentaram reação compatível (suscetibilidade), sendo calculado por meio da equação abaixo (BALARDIN et al., 1997):

$$\mathbf{IV = (NLC / NTLI) \times 100}$$

Sendo: NLC: Número de linhagens compatíveis (suscetíveis);

NTLI: Número total de linhagens inoculadas.

O Índice de Resistência (IR), por sua vez, foi determinado com base no número de linhagens que apresentaram reação incompatível (resistência), sendo calculado por meio da equação abaixo (BALARDIN et al., 1997):

$$\mathbf{IR = (NLI / NTRI) \times 100}$$

Sendo: NLI: Número de linhagens incompatíveis (resistentes);

NTRI: Número total de raças inoculadas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Experimento 1

No experimento conduzido no ano agrícola 2008/2009, a análise de variância evidenciou a presença de efeito significativo dos tratamentos na produtividade de grãos ($P \leq 0,01$), no número de vagens por planta ($P \leq 0,01$) e no número de grãos por vagem ($P \leq 0,05$), enquanto que para a massa de 100 grãos nenhuma diferença significativa foi verificada entre as 31 linhagens elites de feijoeiro avaliadas (Quadro 4).

Quadro 4 – Resumo da análise de variância dos dados de produtividade de grãos (kg ha^{-1}), número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de 100 grãos (g) de 31 linhagens elites de feijoeiro comum, avaliadas em delineamento experimental de látice triplo 6 x 6, considerando médias ajustadas dos tratamentos com recuperação de informação interblocos, Maringá, PR, 2008/2009

F.V.	G.L.	Quadrados Médios ^{/1}			
		PROD	NVP	NGV	M100
Tratamentos (ajustado)	35	253.774,57**	7,729**	0,563*	19,269 ^{ns}
Erro efetivo	55	48.849,472	0,844	0,299	21,061
Eficiência do látice		179,32	225,79	116,76	130,12
Variância genotípica		68.308,36	2,29	0,09	0,0
Variância fenotípica		84.591,52	2,58	0,19	6,42
Herdabilidade média		0,807	0,891	0,469	0,0
Correlação intraclasses		0,583	0,731	0,227	0,0
Média geral		896,57	7,207	2,240	26,827
CVe		24,65	12,75	24,41	17,11
CVg		29,15	21,02	13,24	0,0
CVg/CVe		1,18	1,65	0,54	0,0

^{/1}PROD: produtividade de grãos; NVP: número de vagens por planta; NGV: número de grãos por vagem; M100: massa de 100 grãos. ** Significativo ($P \leq 0,01$) pelo teste F; * Significativo ($P \leq 0,05$) pelo teste F; ^{ns} Não significativo.

Além disso, o delineamento em látice se mostrou efetivo na análise do presente conjunto de dados, em relação ao delineamento de blocos completos ao

acaso, visto que a eficiência do látice apresentou estimativas elevadas (Quadro 4). A precisão experimental foi boa, uma vez que as estimativas do coeficiente de variação foram inferiores a 25% para todas as características avaliadas.

A comparação das médias de produção de grãos (PROD) pelo teste de Scott e Knott (1974) evidenciou a formação de 2 grupos de linhagens distintas (Quadro 5). O grupo I (a) alocou linhagens com médias de produção variando de 984,394 a 1.621,397 kg ha⁻¹, enquanto que no grupo II (b) as médias variaram de 325,951 a 917,581 kg ha⁻¹.

As médias de produção de grãos apresentadas foram satisfatórias, uma vez que a média nacional está em torno de 852 kg ha⁻¹. Esta média nacional ainda é considerada muito baixa, visto que a produtividade média dos Estados Unidos e da China é de 1.923 kg ha⁻¹ e 1.560 kg ha⁻¹, respectivamente (FAO, 2009).

Nos últimos anos, vários estudos de avaliação de cultivares de feijoeiro comum têm sido realizados nas variadas regiões de cultivo no território brasileiro. Em estudo de avaliação de linhagens de feijoeiro de diversos grupos comerciais, em três épocas de semeadura (águas, seca e inverno) realizado no estado de São Paulo durante os anos agrícolas de 1990 a 1993, Carbonell e Pompeu (2000) verificaram médias de rendimento de grãos variando entre 1.183 e 2.274 kg ha⁻¹, e rendimento médio de 1.885 kg ha⁻¹.

Carbonell et al. (2003), por sua vez, no ano agrícola de 2001 e 2002, observaram rendimentos de grãos superiores a 3.000 kg ha⁻¹ em estudo de avaliação de 18 linhagens de feijoeiro, cujo rendimento médio de grãos foi 2.700 kg ha⁻¹ no estado de São Paulo. Avaliando 29 linhagens de feijoeiro do tipo comercial Carioca no estado de São Paulo na safra das “águas”, Lemos et al. (2004) relataram um rendimento de grãos variando de 2.151 a 3.623 kg ha⁻¹ no ano agrícola de 2001 e de 1.449 a 3.412 kg ha⁻¹ no ano agrícola de 2002. Os rendimentos apresentados nesses estudos foram superiores aos obtidos no experimento em questão, no qual o rendimento médio foi de 896,57 kg ha⁻¹, enquanto a produtividade variou entre 325,951 a 1.621,397 kg ha⁻¹.

Quadro 5 – Comparação entre as médias de produtividade de grãos (kg ha^{-1}), número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de 100 grãos (g) de 36 linhagens de feijoeiro comum, avaliadas em delineamento experimental de látice triplo 6×6 , Maringá, PR, 2008/2009

Linhagem	Características avaliadas ¹			
	PROD ²	NVP ²	NGV ²	M100 ²
1. P5-7	764,9135 b	4,7681 c	2,7164 a	26,9223 a
2. P1-103	569,4525 b	4,9299 c	2,2253 a	22,8649 a
3. P18-163	800,5527 b	8,4914 a	2,0516 a	26,8161 a
4. P18-171	984,3936 a	6,7355 b	2,1152 a	29,3484 a
5. MAIV-18.521	325,9509 b	4,8353 c	1,7868 a	21,9372 a
6. MAIV-18.264	1.477,370 a	10,029 a	2,4243 a	27,2511 a
7. MAIV-15.203	603,1385 b	7,1455 b	2,1162 a	27,9221 a
8. MAIV-15.204	750,5481 b	5,1337 c	2,1488 a	27,9566 a
9. MAIV-8.102	917,5807 b	6,5096 b	1,7942 a	29,676 a
10. MAIV-18.266	796,9705 b	6,6066 b	1,9833 a	27,6125 a
11. MAIV-18.259	1.292,964 a	8,9324 a	2,8319 a	27,7177 a
12. RCII-2.21	865,6809 b	6,7957 b	2,4572 a	26,1597 a
13. RCII-2.19	657,4061 b	5,206 c	2,2202 a	23,9403 a
14. RCII-10.26	1.193,689 a	9,9248 a	2,4531 a	27,4961 a
15. RCII-2.2	1.076,659 a	7,5071 a	2,3654 a	28,374 a
16. RCII-6.14	1.012,745 a	8,3984 a	2,2504 a	24,4853 a
17. RCII-14.22	665,6675 b	6,7505 b	2,0711 a	25,6448 a
18. CVIII-3	1.621,397 a	8,4231 a	3,0568 a	30,3199 a
19. CVIII-4	753,3353 b	7,1943 b	1,8894 a	30,4731 a
20. CVIII-7	600,1563 b	6,4162 b	2,06 a	23,9469 a
21. CVIII-5	1.116,810 a	8,5924 a	2,376 a	23,9895 a
22. CVIII-6	890,1094 b	5,8602 b	2,2146 a	29,936 a
23. CVIII-2	849,4446 b	6,1466 b	1,9378 a	29,1036 a
24. MAIII-9.91	1.079,890 a	7,9821 a	2,2189 a	27,4129 a
25. MAIII-17.179	822,0197 b	8,935 a	1,9876 a	25,6045 a
26. MAIII-17.185	1.417,281 a	8,0163 a	2,8952 a	26,4281 a
27. PF-5.9	525,352 b	5,4389 c	2,099 a	25,1286 a
28. RCII-14.27	1.169,942 a	9,6806 a	2,4612 a	25,1265 a
29. PF-3.47	461,5277 b	3,9901 c	1,5581 a	28,6226 a
30. CVIII-1	679,6955 b	6,49 b	1,3717 a	33,6934 a
31. PF-5.3	732,3421 b	8,3354 a	1,6921 a	24,6029 a
32. Talismã	1.069,182 a	5,8528 b	3,6951 a	23,3273 a
33. Carioca	1.237,630 a	9,5448 a	2,4493 a	27,7244 a
34. Pérola	840,5942 b	8,5162 a	2,0892 a	27,9335 a
35. Carioca MG	770,637 b	7,943 a	2,4831 a	23,091 a
36. Ouro Negro	883,532 b	7,3993 a	2,1069 a	27,1903 a
Média geral	896,57	7,207	2,240	26,827

¹ PROD: produtividade de grãos; NVP: número de vagens por planta; NGV: número de grãos por vagem; M100: massa de 100 grãos; ² Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem ($P \leq 0,01$) entre si, pelo teste de Scott e Knott (1974).

Carbonell et al. (2001) em estudo semelhante com 12 linhagens de feijoeiro dos grupos comerciais Jalo, Carioca e Preto, realizado em três épocas de semeadura durante os anos de 1997 e 1998 no estado de São Paulo, verificaram médias de rendimento de grãos variando entre 1.608 e 2.760 kg ha⁻¹.

Entre os anos agrícolas de 1999 e 2000, no Estado de São Paulo, Carbonell et al. (2004) verificaram médias de produtividade de grãos de até 2.882 kg ha⁻¹ na safra das “águas”, de até 2.424 kg ha⁻¹ na safra da “seca” e de até 2.785 kg ha⁻¹ na safra do “inverno”, indicando as linhagens MA-733327 e LP 9637 para cultivo no estado de São Paulo, visto que as mesmas apresentaram elevadas médias de rendimento de grãos e estabilidade produtiva. No experimento em questão a maior média de produtividade foi 1.621,397 kg ha⁻¹, sendo inferior as médias obtidas no estudo realizado por Carbonell et al. (2004).

Também no estado de São Paulo, avaliando 15 cultivares de feijoeiro do grupo comercial Carioca na safra das “águas” do ano agrícola de 2000, Ramos Junior et al. (2005), diferentemente do resultado obtido no presente estudo, não verificaram diferença significativa entre os tratamentos para a produtividade de grãos, embora tenham ocorrido médias de produtividade de grãos entre 2.251 e 3.587 kg ha⁻¹.

No Paraná, Euzébio et al. (2005) desenvolveram estudos de avaliação de cultivares de feijoeiro do grupo Carioca durante as safras de “águas” e da “seca” nos anos agrícolas 2000/2001, 2001/2002 e 2002/2003. As cultivares controles Pérola e Carioca apresentaram, respectivamente, médias de produtividade de 2.446,61 kg ha⁻¹ e 2.316,40 kg ha⁻¹, enquanto no estudo em questão esses linhagens apresentaram médias de produtividade de 840,594 kg ha⁻¹ e 1.237,630 kg ha⁻¹, respectivamente. As médias das cultivares no presente estudo foram bastante inferiores as médias obtidas no estudo desenvolvido por Euzébio et al. (2005), principalmente a média apresentada pelo genótipo Pérola, que foi inferior a média geral do experimento (896,57 kg ha⁻¹).

O contraste observado entre as médias de rendimento de grãos do presente estudo e os resultados da pesquisa atualmente publicados, sugere que mais esforços ainda são demandados no intuito de desenvolver novas cultivares de feijoeiro adaptadas às condições ambientais do estado do Paraná. No entanto,

vale salientar que o período de realização deste experimento foi caracterizado pela ocorrência de déficit hídrico durante os estádios iniciais de desenvolvimento das plântulas, bem como na floração e no enchimento de grãos, fator este que deve ter contribuído para a quebra no rendimento de grãos. Por se tratar de uma característica quantitativa e, portanto, altamente afetada pelas variações na condição ambiental, são necessárias mais avaliações em diferentes anos e locais, para que seja possível a avaliação da interação linhagens x ambientes, bem como de estabilidade fenotípica. Dessa forma, mais avaliações ainda se mostram necessárias à caracterização do potencial produtivo destas linhagens de feijoeiro para uma futura seleção de linhagens superiores.

Para a característica número de vagens por planta (NVP), observou-se a formação de 3 grupos de linhagens, sendo que o grupo I (a) apresentou variação de 7,399 a 10,029 vagens por planta, enquanto os grupos II (b) e III (c) apresentaram variação de 5,853 a 7,194 e 3,990 a 5,439 vagens por planta, respectivamente. A média do número de vagens por planta foi de 7,207.

Ramos Junior et al. (2005) não verificaram variação significativa no número de vagens por planta. Da mesma forma, Splendor (2007) verificou variação de 9,65 a 18,08 vagens por planta, embora esta diferença tenha sido não significativa ($P > 0,05$). No entanto, assim como no presente estudo, Lemos et al. (2004), avaliando 29 linhagens de feijoeiro comum em dois anos de avaliação (2001 e 2002) no município de São Manuel – SP, e Carvalho e Wanderley (2007), em estudo realizado no Distrito Federal, verificaram variação significativa no número de vagens.

Nos estudos desenvolvidos por Lemos et al. (2004) e por Carvalho e Wanderley (2007) o coeficiente de variação atingiu, no máximo, 18,5%, enquanto que nos estudos de Splendor (2007) e de Ramos Junior et al. (2005) a precisão experimental foi significativamente menor, fato este que deve ter incorrido estimativas da Distância Mínima Significativa (DMS) muito elevadas, impedindo, assim, a distinção das linhagens com base nas médias do NVP. No presente estudo, a variação em NVP foi significativa ($CV = 12,75\%$), fato que também deve está associado à elevada precisão experimental observada (Quadro 4).

As médias de número de grãos por vagem (NGV) variaram de 1,37 (BGF-UEM 30) a 3,69 (Talismã), sendo que as linhagens avaliadas não superaram as

medias das cultivares utilizadas como testemunhas. A cultivar Talismã foi a que apresentou o maior número de grãos por vagem, enquanto que as linhagens BGF-UEM 30, BGF-UEM 29, BGF-UEM 31, BGF-UEM 5, BGF-UEM 9, BGF-UEM 19, BGF-UEM 23, BGF-UEM 10 e BGF-UEM 25 foram as que apresentaram as médias mais reduzidas para esta característica. Semelhantemente, Splendor (2007) reportou número médio de 3,62 grãos por vagem para cultivares de feijão Carioca, e de 4,14 grãos por vagem para cultivares de feijão preto, avaliados em experimentos de competição de cultivares em Maringá – PR. No presente estudo, a média de grãos por vagem foi de 2,24.

Ramos Junior et al. (2005) relataram variação significativa no número médio de grãos por vagem de 15 cultivares de feijoeiro Carioca, sendo que estes valores variaram de 4,7 a 6,0. Carvalho e Wanderley (2007) verificaram variação de 3,8 a 5,0 grãos por vagem em cultivares de feijoeiro do grupo comercial Carioca, embora essa variação não tenha sido significativa. No estudo em questão houve variação significativa para esta característica, assim como foi observado no trabalho de Ramos Júnior et al. (2005), porém a variação dos valores (1,37 a 3,69) esteve mais próxima dos valores obtidos por Carvalho e Wanderley (2007).

No que se refere à massa de 100 grãos (M100), não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos, embora a variação destas médias tenha sido de 21,94 (BGF-UEM 5) a 33,70 g (BGF-UEM 30). Splendor (2007) reportou variação significativa ($P \leq 0,05$) de 15,0 a 30,25 g na massa de grãos para cultivares do grupo Carioca, ou seja, valores próximos aos obtidos no presente experimento, e de 12,25 a 21,0 g na massa de 100 grãos de cultivares do grupo Preto. Resultados semelhantes também são reportados na literatura (DALLA CORTE et al., 2003; LEMOS et al., 2004; RAMOS JUNIOR et al., 2005; CARVALHO e WANDERLEY, 2007).

Braz et al. (2011) avaliaram o desempenho de linhagens e cultivares de feijoeiro comum do grupo carioca na safra das águas em Rio Verde (GO) e obtiveram médias de massa de 100 grãos que variaram de 18,6 a 25,4 g, que também corresponde a uma variação semelhante a obtida no presente estudo.

4.2. Experimento 2

No experimento conduzido no ano agrícola 2010/2011, verificou-se, por meio da análise de variância, a presença de efeito significativo dos tratamentos na produtividade de grãos ($P \leq 0,01$), no número de vagens por planta ($P \leq 0,01$), no número de grãos por vagem ($P \leq 0,01$) e na massa de 100 grãos ($P \leq 0,01$) (Quadro 6).

Quadro 6 – Resumo da análise de variância dos dados de produtividade de grãos (kg ha^{-1}), número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de 100 grãos (g) de 31 linhagens de feijoeiro comum, avaliadas em delineamento experimental de látice triplo 6 x 6, considerando médias ajustadas dos tratamentos com recuperação de informação interblocos, Maringá, PR, 2010/2011

F.V.	G.L.	Quadrados Médios ⁷¹			
		PROD	NVP	N GV	M1 00
Tratamentos (ajustado)	5	579.981,159**	43,062**	4,266**	8,099**
Erro efetivo	5	188.945,131	14,982	1,264	3,182
Média geral		1.802,635	15,239	4,858	23,467
D.P. intrablocos		185,138	1,649	0,903	1,435
D.P. interblocos		190,796	1,699	0,929	1,472
D.P. médio		188,392	1,679	0,918	1,457
Eficiência do látice		161,342	152,298	149,232	131,146
C.V. (%)		24,11	25,40	23,14	7,60

⁷¹PROD: produtividade de grãos; NVP: número de vagens por planta; NGV: número de grãos por vagem; M100: massa de 100 grãos. ** Significativo ($P \leq 0,01$) pelo teste F.

Assim como, no experimento realizado no ano agrícola 2008/2009, observa-se no Quadro 6 que, comparando com o delineamento de blocos completos ao acaso, a realização do experimento no delineamento em látice foi efetiva na análise dos dados obtidos, pois a eficiência do látice apresentou valores elevados.

A comparação das médias obtidas pelo teste de Scott e Knott (1974) não evidenciou diferença significativa entre os tratamentos para a variável produtividade de grãos (PROD). A variação das médias dos rendimentos obtidos foi de 934,344 a 3.092,517 kg ha^{-1} (Quadro 7).

Levando em considerando que a média nacional de produtividade de

feijão é de 913 kg ha⁻¹ (CONAB, 2010), as médias de produtividade de grãos apresentadas pelas linhagens elite avaliadas foram satisfatórias.

Vários estudos têm sido desenvolvidos com o objetivo de avaliar o desempenho de cultivares de feijoeiro comum nas mais diferentes regiões do país. Esses estudos procuram verificar quais as cultivares que apresentam uma gama de caracteres adequados para ser recomendadas para o cultivo. Dentre esses caracteres, a produtividade apresenta-se como de suma importância.

Ferrão et al. (2006) desenvolveram um estudo com 4 ensaios (ensaio 1: geração F₁ e progenitores, 1995; ensaio 2: geração F₂ e progenitores, 1995; ensaio 3: geração F₂ e progenitores, 1996; e ensaio 4: geração F₃ e progenitores, 1996) buscando comparar o desempenho de cultivares de feijão e obtiveram as seguintes variações de rendimentos de grãos: 1.987 a 3.577 kg ha⁻¹, 997,40 a 2.424,07 kg ha⁻¹, 1.287,17 a 1.720,05 kg ha⁻¹, e 1.170,50 a 1.642,05 kg ha⁻¹, respectivamente. Essas variações estão próximas a variação de rendimento de grãos obtida no presente estudo (934,344 a 3.092,517 kg ha⁻¹).

No Estado de Minas Gerais, Oliveira et al. (2006) realizaram um estudo para avaliar a adaptabilidade e estabilidade de 20 linhagens de feijão comum, em dois ensaios de valor de cultivo e uso (VCU), sendo um com cultivares do grupo preto e outro com cultivares do grupo carioca. A média geral de produtividade de grãos foi de 2.389,46 kg ha⁻¹ e 2.520,57 kg ha⁻¹, para as cultivares do grupo preto e do grupo carioca, respectivamente, enquanto a média geral obtida no presente experimento foi de 2.074,174 kg ha⁻¹, ou seja, médias bem próximas. De igual forma, a variação de rendimento de grãos obtido no presente estudo foi semelhante às variações observadas por Oliveira et al. (2006), sendo que esta variação, no grupo preto, esteve entre 880 e 3.665 kg ha⁻¹, e no grupo carioca esteve entre 1.057 e 3.824 kg ha⁻¹.

Quadro 7 – Comparação entre as médias de produtividade de grãos (kg ha^{-1}), número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de 100 grãos (g) de 36 linhagens de feijoeiro comum, avaliadas em delineamento experimental de látice triplo 6×6 , Maringá, PR, 2010/2011

Linhagem	Características avaliadas ¹			
	PROD ²	NVP ²	NGV ²	M100 ²
1. P5-7	1.937,689 a	12,9957 a	3,9379 b	24,9524 a
2. P1-103	1.769,659 a	12,8957 a	2,9503 b	21,0195 b
3. P18-163	1.383,489 a	14,0181 a	5,3087 a	23,6807 a
4. P18-171	1.612,885 a	14,0097 a	4,6989 a	25,7471 a
5. MAIV-18.521	1.356,286 a	16,2221 a	5,0301 a	24,1886 a
6. MAIV-18.264	3.092,517 a	14,2215 a	5,5082 a	23,5043 a
7. MAIV-15.203	2.179,145 a	15,5313 a	4,1113 b	23,8968 a
8. MAIV-15.204	1.589,866 a	12,36 a	3,2635 b	22,6895 b
9. MAIV-8.102	2.077,983 a	10,517 a	3,9006 b	22,8107 b
10. MAIV-18.266	2.444,979 a	13,9992 a	5,5039 a	26,195 a
11. MAIV-18.259	1.794,920 a	18,0754 a	4,7534 a	24,9908 a
12. RCII-2.21	2.116,955 a	23,5482 a	6,5052 a	23,5731 a
13. RCII-2.19	1.690,005 a	19,7114 a	5,8345 a	21,7944 b
14. RCII-10.26	2.282,033 a	13,3024 a	3,2664 b	25,6593 a
15. RCII-2.2	1.694,400 a	12,9714 a	4,1466 b	22,1329 b
16. RCII-6.14	2.318,560 a	19,1049 a	4,3786 b	20,9005 b
17. RCII-14.22	1.698,392 a	29,1518 a	3,3811 b	23,7475 a
18. CVIII-3	1.716,550 a	17,2316 a	4,7913 a	23,9141 a
19. CVIII-4	1.341,120 a	12,6 a	4,7703 a	25,1649 a
20. CVIII-7	1.089,996 a	13,3543 a	6,1593 a	21,8631 b
21. CVIII-5	2.067,130 a	13,7922 a	4,5793 b	23,1222 b
22. CVIII-6	1.109,748 a	17,2378 a	5,5277 a	24,8254 a
23. CVIII-2	2.017,410 a	10,0658 a	5,9523 a	23,8225 a
24. MAIII-9.91	1.529,829 a	16,513 a	5,7821 a	21,1169 b
25. MAIII-17.179	1.305,488 a	19,5923 a	3,436 b	25,0603 a
26. MAIII-17.185	2.361,028 a	9,7838 a	2,7233 b	27,1128 a
27. PF-5.9	934,344 a	18,4717 a	7,2904 a	25,1219 a
28. RCII-14.27	1.973,895 a	14,023 a	5,4985 a	23,0274 b
29. PF-3.47	1.578,931 a	12,603 a	2,3596 b	25,2301 a
30. CVIII-1	2.304,053 a	12,7348 a	5,2582 a	21,5012 b
31. PF-5.3	1.908,977 a	14,2191 a	5,994 a	21,2726 b
32. Talismã	1.484,950 a	16,8178 a	4,4777 b	21,7897 b
33. Carioca	1.928,513 a	13,2329 a	5,0263 a	22,6597 b
34. Pérola	1.411,413 a	15,0041 a	6,5349 a	23,2818 b
35. Carioca MG	2.009,382 a	12,3265 a	6,0557 a	21,5101 b
36. Ouro Negro	1.782,345 a	16,3536 a	6,1774 a	21,9401 b
Média geral	1.802,635	15,239	4,858	23,467

¹ PROD: produtividade de grãos; NVP: número de vagens por planta; NGV: número de grãos por vagem; M100: massa de 100 grãos; ² Médias seguidas pela mesma letra na coluna, não diferem ($P \leq 0,01$) entre si, pelo teste de Scott e Knott (1974).

Estudo semelhante ao realizado por Oliveira et al. (2006) também foi desenvolvido por Pereira et al. (2009) no qual a produtividade de grãos apresentou variação entre 836 e 3.853 kg ha⁻¹. Pereira et al. (2010) desenvolveram outro estudo com 12 ensaios e 16 cultivares do grupo comercial carioca e obtiveram médias de produtividade de grãos que variaram de 985 a 3.946 kg ha⁻¹. No estudo desenvolvido por Ribeiro et al. (2004), no Rio Grande do Sul, a variação geral obtida para a produtividade de grãos esteve entre 342 e 3.033 kg ha⁻¹. Em outro estudo desenvolvido no Rio Grande do Sul por Ribeiro et al. (2008) a produtividade média de grãos apresentou variação entre 1.822 e 2.385 kg ha⁻¹. Todos estes estudos apresentaram variações de rendimentos de grãos bem próximos à variação obtida no presente estudo.

No que se refere à variável número de vagens por planta (NVP), assim como para a variável produtividade de grãos, não foi verificada diferença significativa entre os tratamentos. A variação do número médio de vagens por planta foi de 9,784 a 29,152 (Quadro 7).

O desempenho de cultivares de feijão e suas gerações híbridas foi avaliado por Ferrão et al. (2006) em quatro ensaios sendo que, nos quatro, os autores verificaram diferença significativa ($P \leq 0,05$), pelo teste de Tukey (1977), para o número de vagens por planta. Cargnelutti Filho et al. (2006) desenvolveram um estudo com quatorze cultivares de feijão em 9 ensaios e verificaram uma média de número de vagens por planta de 11,52, estando entre a variação obtida no presente estudo. Nunes et al. (2006), por sua vez, desenvolveram um estudo com a cultivar Talismã e, diferentemente do resultado obtido por Ferrão et al. (2006), não verificaram diferença significativa ($P \leq 0,05$), pelo teste de Tukey (1977), para o número de vagens por planta, obtendo médias que variaram de 3,4 a 5,3 vagens por planta, isto é, bem inferior a variação do presente estudo. No estudo desenvolvido por Cargnelutti Filho et al. (2006), o NVP apresentou o maior coeficiente de variação (22,09%). Semelhantemente, Nunes et al. (2006) verificaram um coeficiente de variação de 22% para esta característica. Esses coeficientes de variação estão bem próximos ao coeficiente observado no presente experimento (25,40%).

Quanto à variável número de grãos por vagem (NGV), observou-se a formação de 2 grupos distintos de linhagens. O grupo I (a) alocou o maior número de linhagens (22), apresentando médias entre 4,70 e 7,29 grãos por vagem (Quadro 7). A média geral do número de grãos por vagem foi de 4,86.

A variação das médias e a média geral do número de grãos por vagem deste estudo estão próximas aos resultados obtidos no experimento desenvolvido por Alvarez et al. (2011). Nesse experimento, os autores reportaram uma variação entre 3,6 e 6,2 grãos por vagem e média geral de 4,5.

Semelhantemente as médias do número de grãos por vagem obtidas nesse estudo, Cargnelutti Filho et al. (2006), utilizando 14 cultivares de feijão, desenvolveram um estudo, no Rio Grande do Sul, e reportaram uma média de 4,29 para essa variável. Ferrão et al. (2006) também obtiveram uma média semelhante para a variável em questão (3,43 grãos por vagem).

Quanto à característica massa de 100 grãos (M100), evidenciou-se a formação de 2 grupos distintos de linhagens. Cada grupo alocou, praticamente, metade das linhagens avaliadas, sendo 19 alocadas no grupo I (a) e 17 no grupo II (b) (Quadro 7). Esses grupos apresentaram variação da massa de 100 grãos entre 23,504 e 27,113 g e entre 20,901 e 23,282 g, respectivamente.

Vieira et al. (2009) desenvolveram um estudo, no estado de Minas Gerais, e obtiveram médias de massa de 100 grãos que variaram de 20,2 a 54,4 g. No estudo desenvolvido por Cargnelutti Filho et al. (2006), os autores obtiveram uma média geral de 19,03 g para a massa de 100 grãos. Para essa característica, neste estudo, o coeficiente de variação obtido foi de 10,82%. Os coeficientes de variação obtidos por Ferrão et al. (2006), para essa característica, nos quatro ensaios realizados para avaliar o desempenho de cultivares de feijão foram: 7,6; 7,1; 6,0 e 4,7%, respectivamente. Nesse experimento, as médias obtidas variaram entre 18,93 e 44,96g. Assim como no presente estudo, Nunes et al. (2006) também reportaram variação significativa ($P \leq 0,05$), pelo teste de Tukey (1977), para a massa de 100 grãos. As médias obtidas pelos autores variaram de 18,6 a 22,3 g. Nesse estudo, o coeficiente de variação foi de 4%. O coeficiente de variação obtido no presente estudo foi de 7,6% estando, portanto, próximo aos coeficientes reportados pelos autores supracitados. Semelhantemente, a variação das médias da massa de 100 grãos obtida (20,901 a 27,113 g) também

está próxima das variações verificadas por esses autores.

4.3. Análise conjunta

A análise de variância conjunta para os experimentos realizados está apresentada no Quadro 8. Com exceção da variável M100, na interação entre tratamentos (linhagens) e os ambientes (anos), todas as outras variáveis consideradas, tanto na interação como na análise isolada das linhagens e dos anos, apresentaram efeito significativo ($P \leq 0,01$).

Quadro 8 – Resumo da análise de variância conjunta dos dados de produtividade de grãos (kg ha^{-1}), número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de 100 grãos (g) de 36 linhagens de feijoeiro comum, avaliadas em delineamento experimental de látice triplo 6 x 6, Maringá, PR, 2010/2011

F.V.	G.L.	Quadrados Médios ^{/1}			
		PROD	NVP	NGV	M100
Tratamentos	35	586.061,429**	25,362**	2,272**	17,192 ^{ns}
Ambientes	1	44.331.404,862**	3.483,331**	369,892**	609,638**
Trat. x Amb.	35	247.694,299**	25,429**	2,558**	10,177 ^{ns}
Resíduo	110	118.897,302	7,913	0,781	12,122
Média geral		1.349,603	11,223	3,549	25,147
C.V. (%)		25,55	25,06	24,90	13,83

^{/1}PROD: produtividade de grãos; NVP: número de vagens por planta; NGV: número de grãos por vagem; M100: massa de 100 grãos. ** Significativo ($P \leq 0,01$) pelo teste F; ^{ns} Não significativo.

Resultados semelhantes também foram obtidos por Rocha et al. (2010). Em estudo desenvolvido com o objetivo de avaliar a influência da interação G x A na produtividade de grãos de um conjunto de linhagens de feijoeiro comum, os autores verificaram que, na análise de variância conjunta, os tratamentos (linhagens), os ambientes e a interação entre linhagens e ambientes foram significativos ao nível de 1% de probabilidade evidenciando, portanto, que as linhagens avaliadas diferiram geneticamente quanto ao potencial de produtividade de grãos apresentando, dessa forma, resposta diferenciada aos ambientes nos quais foram avaliados.

Com exceção da variável massa de 100 grãos, as outras variáveis apresentaram coeficientes de variação superior a 20%. Cargnelutti Filho et al. (2006) também obtiveram coeficientes de variação semelhantes em seu estudo, reportando coeficientes que variaram entre 1,86 a 22,09%.

Rocha et al. (2010), por sua vez, reportaram coeficientes de variação entre 7,87 e 17,78%. Coeficientes de variação entre 6,1 e 26,0% também foram obtidos no estudo desenvolvido no estado do Rio Grande do Sul por Ribeiro et al. (2008).

O coeficiente de variação para a variável produção de grãos (PROD) foi de 25,55%. Esse coeficiente é próximo ao obtido por Backes et al. (2005) para a mesma variável.

Buratto et al. (2007) também apresentaram coeficientes de variação próximos ao obtido no presente estudo. No estudo desenvolvido por esses autores, o coeficiente de variação esteve entre 14,66 e 22,25%. Os coeficientes de variação obtidos por Pereira et al. (2010) para a variável em questão foram 14,1 e 13,8%. Vieira et al. (2009) conduziram dois ensaios e apresentaram coeficientes de variação de 17,1 e 16,3%, respectivamente, para a variável produção de grãos.

O desdobramento das interações significativas observadas na análise de variância conjunta (Quadro 8) e entre as linhagens e os ambientes (Quadro 9).

O desdobramento da interação linhagens x ambiente (Quadro 9) revelou que as médias obtidas pelas linhagens avaliadas no primeiro ambiente foram as menores, enquanto as médias obtidas no segundo ambiente foram as maiores. Esse comportamento pode está associado a um deficiência hídrica ocorrida no período de realização do primeiro experimento (ambiente 1), ou seja, as linhagens não tiveram condições para expressar todo o seu potencial produtivo.

Quadro 9 – Desdobramento da interação entre as linhagens avaliadas e os ambientes para os dados de produtividade de grãos (kg ha⁻¹), número de vagens por planta e número de grãos por vagem, Maringá, PR, 2010/2011

Linhagens	Ambientes					
	1			2		
	PROD ¹	NV	N	PROD ¹	NVP ²	NG
BGF-UEM 1	840,95bc	5,24cd	2,93ab	1.976,83abc	13,91abcd	4,29ab
BGF-UEM 2	632,10bc	4,97cd	2,46ab	1.579,83abc	14,44abcd	3,16ab
BGF-UEM 3	901,79bc	8,72bcd	2,12ab	1.388,67abc	12,73abcd	5,15ab
BGF-UEM 4	864,14bc	6,31cd	2,13ab	1.576,25abc	15,80abcd	4,99ab
BGF-UEM 5	550,0bc	5,62cd	1,95ab	1.410,0abc	13,72abcd	4,55ab
BGF-UEM 6	1.391,75abc	9,04bcd	2,48ab	2.984,58 ^a	15,28abcd	5,27ab
BGF-UEM 7	581,49bc	6,09cd	2,27ab	2.140,58abc	15,96abcd	3,89ab
BGF-UEM 8	694,93bc	5,42cd	2,11ab	1.758,38abc	12,57abcd	3,61ab
BGF-UEM 9	984,27abc	6,90bcd	1,95ab	1.987,67abc	11,76abcd	3,77ab
BGF-UEM 10	840,58bc	6,75cd	2,01ab	2.603,08ab	13,08abcd	5,38ab
BGF-UEM 11	1.174,57abc	8,69bcd	2,70ab	1.626,38abc	18,62abcd	5,42ab
BGF-UEM 12	975,02abc	7,22bcd	2,52ab	2.434,33abc	23,24ab	5,71ab
BGF-UEM 13	802,90bc	5,57cd	2,37ab	1.794,08abc	19,30abcd	5,15ab
BGF-UEM 14	1.012,58abc	8,68bcd	2,35ab	2.090,17abc	13,56abcd	3,13ab
BGF-UEM 15	997,27abc	8,15bcd	2,24ab	1.679,75abc	13,41abcd	4,24ab
BGF-UEM 16	993,99abc	8,70bcd	2,35ab	2.098,50abc	21,24abc	4,37ab
BGF-UEM 17	683,32bc	7,07bcd	1,95ab	1.441,92abc	27,51a	3,73ab
BGF-UEM 18	1.360,48abc	7,83bcd	2,82ab	1.529,0abc	20,50abcd	5,24ab
BGF-UEM 19	705,38bc	6,84bcd	1,81ab	1.380,67abc	14,67abcd	5,15ab
BGF-UEM 20	762,99bc	6,91bcd	2,02ab	1.481,17abc	11,66abcd	5,38ab
BGF-UEM 21	1.088,74abc	8,02bcd	2,26ab	2.132,50abc	13,17abcd	4,01ab
BGF-UEM 22	902,08bc	6,72cd	2,11ab	1.405,75abc	17,47abcd	5,56ab
BGF-UEM 23	981,54abc	6,94bcd	1,97ab	1.823,17abc	10,39bcd	6,23ab
BGF-UEM 24	1.131,82abc	8,26bcd	2,06ab	1.694,74abc	16,50abcd	5,72ab
BGF-UEM 25	919,24abc	8,91bcd	2,06ab	1.152,0abc	17,20abcd	3,87ab
BGF-UEM 26	1.218,99abc	7,23bcd	2,70ab	2.142,17abc	9,40bcd	3,57ab
BGF-UEM 27	673,55bc	6,04cd	2,12ab	1.037,25abc	14,73abcd	6,65 ^a
BGF-UEM 28	1.065,55abc	8,77bcd	2,44ab	1.804,42abc	12,02abcd	5,44ab
BGF-UEM 29	456,68c	4,79d	1,45b	1.355,25abc	9,84bcd	3,25ab
BGF-UEM 30	678,40bc	6,69cd	1,43b	1.985,70abc	13,50abcd	5,70ab
BGF-UEM 31	823,86bc	8,31bcd	1,97ab	1.872,08abc	16,74abcd	6,02ab
Talismã	1.063,60abc	5,48cd	3,63ab	1.672,92abc	16,10abcd	4,47ab
Carioca	1.072,23abc	8,96bcd	2,29ab	2.021,25abc	14,93abcd	5,09ab
Pérola	960,01abc	8,87bcd	2,18ab	1.879,33abc	14,01abcd	5,48ab
Carioca MG	696,95bc	7,06bcd	2,43ab	1.920,08abc	11,47abcd	5,93ab
Ouro Negro	792,81bc	7,69bcd	2,01ab	2.034,42abc	18,17abcd	6,31ab

¹PROD: produtividade de grãos; Médias seguidas pela mesma letra minúsculas na coluna (ambientes 1 e 2), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

²NVP: número de vagens por planta; Médias seguidas pela mesma letra minúsculas na coluna (ambientes 1 e 2), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

³NGV: número de grãos por vagem; Médias seguidas pela mesma letra minúsculas na coluna (ambientes 1 e 2), não diferem entre si pelo teste de Tukey a 1% de probabilidade.

De maneira mais específica, quanto à variável produtividade, o genótipo BGF-UEM 6 apresentou a maior produtividade (2.984,58 kg ha⁻¹). Com relação à variável número de vagens por planta o maior valor foi apresentado pelo genótipo BGF-UEM 17 (27,51), enquanto que no que se refere a variável número de grãos por vagem, o genótipo BGF-UEM 27 se destacou com o melhor resultado (6,65). Vale ressaltar que esses resultados foram obtidos no segundo experimento (ambiente 2).

Por outro lado, avaliando as três características consideradas (PROD, NVP e NGV), percebe-se que a cultivar BGF-UEM 29 foi a que apresentou os piores resultados (456,68 kg ha⁻¹, 4,79 vagens por planta, e 1,45 grãos por vagem, respectivamente), sendo que quanto a variável número de grãos por vagem o seu resultado foi idêntico ao apresentado pelo genótipo BGF-UEM 30 (1,43), que teve o pior resultado.

O ganho por seleção considerando a característica produtividade de grãos (kg ha⁻¹), número de vagens por planta e número de grãos por vagem também foi estimado para o conjunto genotípico avaliado (Quadro 10). Para a realização dessa estimativa, adotou-se uma pressão de seleção de 72,22% obtendo-se, portanto, as 10 melhores linhagens em relação a cada variável considerada.

A pressão de seleção adotada possibilitou reunir, nas três características avaliadas, as dez linhagens elite mais produtivas, considerando as médias obtidas nos dois experimentos realizados.

Para a PROD o ganho por seleção obtido no experimento 1 (11,34%) apresentou pouca superioridade em relação ao experimento 2 (9,20%) e as linhagens mais produtivas foram: BGF-UEM 6, BGF-UEM 10, BGF-UEM 12, BGF-UEM 26, BGF-UEM 21, BGF-UEM 16, BGF-UEM 14 e BGF-UEM 9. Santos et al. (2002) realizaram um estudo em Minas Gerais e também estimaram o ganho esperado com a seleção das cinco melhores linhas avaliadas no inverno de 1998, na seca de 1998 nos municípios de Lavras e Lambari e na média desses locais. Os autores observaram que os ganhos foram mais elevados no inverno de 1998 e na seca de 1999 em Lavras, enquanto que na seca de 1999 em Lambari o ganho por seleção foi bem inferior.

Quadro 10 - Estimativa do ganho por seleção para a característica produtividade de grãos (kg ha^{-1}), número de vagens por planta e número de grãos por vagem de um conjunto genotípico de 31 linhagens de feijoeiro comum, Maringá, PR, 2010/2011. Pressão de seleção de 72,22%

Variável selecionada ¹	Linhagens selecionadas	Ambientes	Parâmetros				
			X_o	X_s	h^2	GS	GS(%)
PROD	BGF-UEM 6; BGF-UEM10; BGF-UEM12; BGF-UEM 26; BGF-UEM21; BGF-UEM 16; BGF-UEM 14; Carioca; BGF-UEM 9; Ouro Negro	1	896,571	1.158,03	0,389	101,71	11,34
		2	1.802,64	2.268,16	0,356	165,92	9,20
NVP	BGF-UEM 17; BGF-UEM 12; BGF-UEM 16; BGF-UEM 18; BGF-UEM 11; BGF-UEM 13; Ouro Negro; BGF-UEM 22; BGF-UEM 25; BGF-UEM 31	1	7,207	8,766	0,621	0,968	13,43
		2	15,239	19,999	0,472	2,245	14,73
NGV	Carioca MG; BGF-UEM 12; BGF-UEM 27; BGF-UEM 11; BGF-UEM 18; Ouro Negro; BGF-UEM 28; BGF-UEM 23; BGF-UEM 31; BGF-UEM 6	1	2,240	2,711	0,276	0,13	5,20
		2	4,858	5,932	0,325	0,349	7,18

¹ PROD: produção de grãos (kg ha^{-1}); NVP: número de vagens por planta; NGV: número de grãos por vagem. X_o : Média da população original; X_s : Média da população de indivíduos selecionados; h^2 : herdabilidade do caráter em estudo; GS: ganho por seleção predito.

Diferentemente do ocorrido na PROD, no número de vagens por planta e no número de grãos por vagens, o ganho por seleção obtido no experimento 2 é que foi

pouco superior ao obtido no experimento 1. Para o NVP os valores obtidos foram de 13,43 e 14,73%, respectivamente. Para essa variável, as linhagens selecionadas foram: BGF-UEM 17, BGF-UEM 12, BGF-UEM 16, BGF-UEM 18, BGF-UEM 11, BGF-UEM 13, BGF-UEM 22, BGF-UEM 25 e BGF-UEM 31. Já para o NGV os valores foram, respectivamente, 5,20 e 7,18%, e as linhagens selecionadas foram: BGF-UEM 12, BGF-UEM 27, BGF-UEM 11, BGF-UEM 18, BGF-UEM 28, BGF-UEM 23, BGF-UEM 31 e BGF-UEM 6.

Observando-se as linhagens selecionadas para cada característica avaliada por meio da pressão de seleção de 72,22%, verifica-se que as linhagens que foram selecionadas em pelo menos duas das três características avaliadas foram: BGF-UEM 6, BGF-UEM 11, BGF-UEM 12, BGF-UEM 16, BGF-UEM 18 e BGF-UEM 31. Portanto, recomenda-se a utilização dessas seis linhagens elite selecionadas, considerando as três características em questão, em um programa de melhoramento genético para a obtenção de populações superiores.

Como estas linhagens apresentaram elevadas médias para ambas as características avaliadas, é provável que as mesmas apresentem maior frequência de alelos favoráveis e que exerçam alguma influência sobre a característica produtividade de grãos. Tal indicação se deve ao fato de que a seleção recorrente tem como principal objetivo concentrar os alelos favoráveis na população, mediante ciclos repetidos de hibridação, avaliação, seleção e recombinação de linhagens superiores para formar uma nova população que será o ponto de partida para um novo ciclo de seleção recorrente (RAMALHO et al., 1993).

Uma vez que se trata de um conjunto genotípico numeroso, e que a hibridação controlada de plantas de feijoeiro é relativamente difícil de ser realizada, sugere-se o intercruzamento destas linhagens mediante o uso de um esquema dialélico parcial.

4.4. Caracterização da reação à antracnose

A análise dos dados obtidos por meio dos experimentos realizados na casa de vegetação do Nupagri revelou os resultados descritos no Quadro 11. Verificou-se que a grande maioria das linhagens utilizadas apresentou um IR de 66,7%. Por outro lado, o menor IV apresentado foi o da raça 65 (16,7%).

Quadro 11 – Índices de resistência (IR) e de virulência (IV) obtidos a partir da reação das linhagens de feijoeiro comum utilizadas no experimento às raças fisiológicas 65, 89 e 2047 de *C. lindemuthianum*, Maringá, PR, 2010

Linhagem	Raças ¹			IR (%) ²
	65	89	2047	
BGF-UEM 1	R	S	R	66,7
BGF-UEM 2	R	R	R	100
BGF-UEM 3	R	R	R	100
BGF-UEM 4	S	S	S	0,0
BGF-UEM 5	R	S	S	33,3
BGF-UEM 6	R	S	R	66,7
BGF-UEM 7	R	S	R	66,7
BGF-UEM 8	R	R	R	100
BGF-UEM 9	R	S	R	66,7
BGF-UEM 10	R	R	R	100
BGF-UEM 11	S	R	R	66,7
BGF-UEM 12	R	S	S	33,3
BGF-UEM 13	S	R	S	33,3
BGF-UEM 14	S	R	S	33,3
BGF-UEM 15	R	S	R	66,7
BGF-UEM 16	R	R	S	66,7
BGF-UEM 17	R	R	R	100
BGF-UEM 18	R	R	S	66,7
BGF-UEM 19	R	S	R	66,7
BGF-UEM 20	R	S	S	33,3
BGF-UEM 21	R	R	R	100
BGF-UEM 22	S	S	S	0,0
BGF-UEM 23	R	S	R	66,7
BGF-UEM 24	R	R	S	66,7
BGF-UEM 25	R	R	S	66,7
BGF-UEM 26	R	S	S	33,3
BGF-UEM 27	R	R	S	66,7
BGF-UEM 28	R	R	S	66,7
BGF-UEM 29	R	R	S	66,7
BGF-UEM 30	S	R	R	66,7
BGF-UEM 31	R	R	R	100
Talismã	R	S	R	66,7
Carioca	R	R	R	100
Pérola	R	S	R	66,7
Carioca MG	R	S	R	66,7
Ouro Negro	S	R	S	33,3
IV (%) ³	19,4	44,4	44,4	

¹Raças identificadas de acordo com o sistema padrão de nomenclatura estabelecido por Pastor-Corrales (1991).

²Índice de resistência das linhagens utilizadas no experimento (número de reações incompatíveis/número total de patótipos inoculados × 100).

³Índice de virulência das raças fisiológicas de *C. lindemuthianum* utilizadas no experimento (número de reações compatíveis/número total de inoculações × 100).

Quanto ao IR, pode-se verificar a formação de quatro grupos, sendo que o grupo caracterizado por 0,0% de resistência apresenta o menor número de linhagens (BGF-UEM 4 e BGF-UEM 22). Essas duas linhagens foram suscetíveis às três raças de *C. lindemuthianum* utilizadas. Destacam-se as linhagens BGF-UEM 2, BGF-UEM 3, BGF-UEM 8, BGF-UEM 10, BGF-UEM 17, BGF-UEM 21 e BGF-UEM 31 como as que constituem o grupo que apresentou IR de 100%, ou seja, foram resistentes às três raças utilizadas.

Considerando as sete linhagens selecionadas mediante os resultados de ganho por seleção, pode-se verificar que tais linhagens podem apresentar genes de resistência que já foram descritos na literatura.

O genótipo BGF-UEM 6 no presente estudo, por exemplo, apresentou resistência às raças 65 e 2047. Sendo assim, com relação à raça 65, pode-se considerar a possibilidade desse genótipo apresentar, por exemplo, os genes *Co-5*, *Co-12*, *Co-13* e *Co-14* presentes, respectivamente, nos cultivares TU, Jalo Vermelho, Jalo Listras Pretas e Pitanga.

A possibilidade mencionada para o genótipo BGF-UEM 6 também pode ser estendida às linhagens BGF-UEM 12, BGF-UEM 16, BGF-UEM 18 e BGF-UEM 31, que também apresentaram resistência a essa raça. Quanto à raça 2047, o genótipo em questão pode apresentar, por exemplo, os seguintes genes: *Co-4*² (SEL 1308 e G 2333), *Co-5*, *Co-5*² e *Co-7* (G 2333) e *Co-14* (Pitanga). Semelhantemente, as linhagens BGF-UEM 11 e BGF-UEM 31 também podem possuir tais genes por terem apresentado, no presente estudo, resistência a essa raça de *C. lindemuthianum*.

As linhagens BGF-UEM 11, BGF-UEM 16, BGF-UEM 18 e BGF-UEM 31 apresentaram, no presente estudo, resistência a raça 89. Dessa forma, há possibilidades dessas linhagens apresentarem, por exemplo, os genes *Co-10*, *Co-12* e *Co-13* presentes nos cultivares Ouro Negro, Jalo Vermelho e Jalo Listras Pretas, respectivamente.

Para avaliar o índice de resistência que as linhagens apresentam às diversas raças de *C. lindemuthianum*, vários estudos têm sido desenvolvidos nos últimos anos. Esses estudos são de fundamental importância pelas grandes perdas que a antracnose pode provocar na cultura do feijão.

Estudos conduzidos por Vidigal Filho et al. (2007) demonstraram que o

índice de patogenicidade das 19 e 55 de *C. lindemuthianum* quando inoculadas em cultivares andinas foi maior, quando comparado aos resultados obtidos da inoculação dessas raças em cultivares mesoamericanas. Resultados similares foram obtidos por outros pesquisadores, quando inocularam as raças 19 e 55 em cultivares andinas e mesoamericanas (BALARDIN et al., 1997). A constatação da redução da patogenicidade em raças Andinas de *C. lindemuthianum*, quando inoculadas em cultivares mesoamericanas, sugere a ocorrência de uma seleção de fatores de patogenicidade congruente com diversidade genética em *P. vulgaris* L. (BALARDIN et al, 1997; BALARDIN e KELLY, 1998).

Medeiros et al. (2008) avaliando os índices de resistência obtidos a partir da reação de 60 linhagens de feijoeiro comum (27 cultivares locais/crioulas de origem andina e 33 de origem mesoamericana) a 12 raças de *C. lindemuthianum* verificaram um reduzido índice de resistência total (IRt) nessas linhagens. Além disso, evidenciaram que 25 linhagens apresentaram IRb abaixo de 36,4% enquanto que para outras 27 o IRb variou entre 36,4 e 63,6%. No presente estudo, a variação do IR esteve entre 0,0 e 100%, sendo que a grande maioria das linhagens avaliada apresentou IR de 66,7%. Resultados similares foram encontrados por Chiorato et al (2006), ao avaliarem a reação de 220 acessos do Banco de Germoplasma do Instituto Agrônomo de Campinas – IAC a raças de *C. lindemuthianum* observaram que a raça 89 foi a mais agressiva, infectando cento e quarenta e seis acessos (66%) do total avaliados.

Em Santa Maria, no estado do Rio Grande do Sul, Rey et al. (2005) analisando a reação de 30 cultivares de feijoeiro comum à cinco patótipos de *C. lindemuthianum* (2, 23, 31, 65 e 2047) verificaram que o IR variou entre 0,0 e 80%, sendo que 11 cultivares avaliadas apresentaram IR de 0,0% mostrando-se, portanto, suscetível a todas às raças utilizadas no estudo. No presente estudo, verificou-se que apenas duas cultivares (das 36 avaliadas) apresentaram IR de 0,0%.

Vidigal Filho et al. (2007) desenvolveram um estudo buscando avaliar a resistência de linhagens andinas e mesoamericanas à diferentes raças de *C. lindemuthianum* (7, 19 e 55 – raças andinas; e 9, 31, 65, 69, 73, 81, 89, 95 e 453 – raças mesoamericanas). Neste estudo, o IR das linhagens utilizadas variou

entre 8 e 83%.

No que se refere ao IV, verificou-se que as raças 89 e 2047 apresentaram o mesmo índice, ou seja, 44,4%, enquanto o índice apresentado pela raça 65 foi o menor (16,7%) representando, portanto, que apenas seis linhagens, das 31 avaliadas, apresentaram reação de suscetibilidade à essa raça (Quadro 11). O IV apresentado pela raça 2047 foi inferior ao índice observado em vários trabalhos na literatura utilizando a referida raça. Estes resultados permitem concluir que as linhagens avaliadas no presente estudo possuem alelos diferentes do *Co-4²*, os quais conferem resistência a raça 2047, que é altamente virulenta em feijoeiro comum.

Gonçalves et al. (2010), ao desenvolver estudos com as raças fisiológicas 8, 89 e 2047, verificaram que a cultivar Corinthiano apresentou resistência à essas raças, evidenciando, dessa forma, que a cultivar Corinthiano é importante fonte de resistência para ser utilizada em programas de melhoramento genético que visem à resistência à antracnose. Essa importância está relacionada tanto ao fato da cultivar ser do grupo gênico andino quanto por ter apresentado resistência à raça fisiológica 2047, considerada uma das que apresentam um maior índice de virulência.

Estudos conduzidos por Rey et al. (2005) para avaliar a reação de cultivares de feijoeiro comum a patótipos de *C. lindemuthianum*, demonstraram que os índices de virulência apresentados pelas raças 2, 23, 31, 65 e 2047 de *C. lindemuthianum* foram 56,7; 76,6; 93,3; 86,7 e 96,6%, respectivamente.

Índices de virulência também foram avaliados por Medeiros et al. (2008) a partir da reação de 60 linhagens de feijoeiro comum, sendo 27 cultivares locais/crioulas de origem andina e 33 de origem mesoamericana, a 12 raças fisiológicas de *C. lindemuthianum*. Os índices de virulência (IV) apresentados pelas raças fisiológicas utilizadas na inoculação dessas linhagens variaram entre 48,5 e 100%, sendo que a maior amplitude de variação no IV das raças foi determinada por linhagens do grupo andino (29,6 a 100%), enquanto que linhagens do grupo mesoamericano apresentaram variação no IV entre 48,5 e 94%. Diferentes reações de resistência de cultivares Andinas e Mesoamericanas foram observadas quando estas foram inoculadas com raças pertencentes aos diferentes conjuntos gênicos Andino e/ou Mesoamericano (Pastor-Corrales et al. 1995).

As raças fisiológicas 65, 89 e 2047, avaliadas no presente trabalho, também foram avaliadas por Medeiros et al. (2008). A raça 65 apresentou IV de 33,3% quando inoculada no grupo de linhagens andinas, enquanto que no grupo mesoamericano o índice de virulência foi de 48,5%. Para a raça 89 esses índices foram de 70,4 e 84,8% nas linhagens Andinas e Mesoamericanas, respectivamente. Resultados similares em relação à severidade da raça 89 foram encontrados por Carbonell et al. (1999) e Chiorato et al., (2006). Em estudo realizado por Vidigal Filho et al. (2007) a raça 89 apresentou um IV de 88% quando inoculada nas linhagens mesoamericanas e de 78% quando inoculada nas linhagens andinas. Quanto à raça fisiológica 2047, os índices de virulência apresentados foram de 94 e 100%, respectivamente, para as linhagens mesoamericanas e andinas.

Nos estudos desenvolvidos por Vidigal Filho et al. (2007) avaliando a reação de linhagens pertencentes ao grupos gênicos Andino e Mesoamericano à diferentes raças de *C. lindemuthianum* (de origem andina e mesoamericana) verificou-se que para as linhagens andinas os índices de virulência apresentados pelas raças fisiológicas utilizadas variaram entre 89 e 100% (para as raças andinas) e 0,0 e 89% (para as raças mesoamericanas). Por outro lado, os IV apresentados pelas raças fisiológicas quando inoculadas nas linhagens mesoamericanas variaram entre 6 e 76% e 18 e 94% para as raças andinas e mesoamericanas, respectivamente.

Das sete linhagens que foram selecionadas, considerando as características PROD, NVP e NGV, observou-se que cinco delas apresentaram resistência a pelo menos duas das três raças que foram utilizadas no experimento quanto à reação ao *C. lindemuthianum*. Sendo assim, recomenda-se a caracterização genética das linhagens que se mostraram resistentes à raça 2047 com o objetivo de se verificar se estas linhagens possuem alelos diferentes dos previamente caracterizados.

5. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos possibilitaram as seguintes conclusões:

- A característica massa de 100 grãos não apresentou variação genética suficiente para se realizar seleção;
- As combinações das linhagens BGF-UEM 6, BGF-UEM 11, BGF-UEM 12, BGF-UEM 16, BGF-UEM 18 e BGF-UEM 31 podem ser indicadas para dar início a um programa de melhoramento genético visando aumento de produtividade e resistência à antracnose;
- A linhagem mais promissora foi o BGF-UEM 31 que apresentou bom desempenho agronômico e resistência às três raças de *C. lindemuthianum* avaliadas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A.F.B. **Cultivo do feijão da primeira e segunda safras, na região sul de Minas Gerais.** 2007. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/fonteshtml/Feijao/FeijaoPrimSeqSafrasulMG/index.htm>> Acesso em: 3 abr. 2010.

ABUD, R.O.G.; WENDLAND, A.; PEREIRA, R.J.; MELO, L.C.; PEREIRA, H.S.; COSTA, J.G.C. **Frequência de patótipos de *Colletotrichum lindemuthianum* nos estados brasileiros produtores de feijoeiro comum.** In: 6º CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2011, Búzios. Anais... Búzios: SBMP, CD-ROM, 2011.

AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. **Feijão: produção do feijoeiro comum em várzeas tropicais.** Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002, 305p.

ALLARD, R.W.; BRADSHAW, A.D. Implications of genotype environmental interactions in applied plant breeding. **Crop Science**, v.4, p.503-508, 1964.

ALVAREZ, R. de C.F.; LIMA, S.F. de; MELO, C.L.P. de; FERREIRA, C.B.; ZUFFO, M.C. **Avaliação de linhagens e cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), em Chapadão do Sul, MS.** In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 2011, Goiânia. Anais. Goiânia: EMBRAPA, 2011.

ALZATE-MARIN, A.L.; BAIA, G.S.; PAULA JÚNIOR., T.J.; CARVALHO, G.A.; BARROS, E.G.; MOREIRA, M.A. Inheritance of anthracnose resistance in common bean differential cultivar AB 136. **Plant Disease**, v. 81, p.996-998, 1997.

ALZATE-MARIN, A.L.; COSTA, M.R.; ARRUDA, K.M.; BARROS, E.G.; MOREIRA, M.A. Characterization of the anthracnose resistance gene present in Ouro Negro (Honduras 35) common bean cultivar. **Euphytica**, v. 133, p.165-169, 2003a.

ALZATE-MARIN, A.L.; ARRUDA, K.M.; BARROS, E.G.; MOREIRA, M.A. Allelism studies for anthracnose resistance genes of common bean cultivar AND 277. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, v. 46, p.173-174, 2003b.

ALZATE-MARIN, A.L., SOUZA, K.A. DE; SILVA, M.G.M.; OLIVEIRA, E.J.; MOREIRA, M.A.; BARROS, E.G. Genetic characterization of anthracnose resistance genes *Co-4³* and *Co-9* in common bean cultivar tlalnepantla 64 (PI 207262). **Euphytica**, v. 154, p.1-8, 2007.

ANDRADE, E.M.; COSTA, J.G.C.; RAVA, C.A. **Variabilidade patogênica de isolados de *Colletotrichum lindemuthianum* de algumas regiões brasileiras**. In: VI RENAFAE - REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 1999, Salvador. Resumos Expandidos. Salvador: Embrapa Arroz e Feijão, p.242-244, 1999.

BACKES, R.L.; ELIAS, H.T.; HEMP, S.; NICKNICH, W. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de feijoeiro no Estado de Santa Catarina. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 27, p.309-314, 2005.

BALARDIN, R.S.; JAROSZ, M.; KELLY, J.D. Virulence and molecular diversity in *Colletotrichum lindemuthianum* from South, Central, and North America. **Phytopathology**, v. 87, p.1184-1191, 1997.

BALARDIN, R.S.; KELLY, J.D. Interaction between *Colletotrichum lindemuthianum* races and gene pool diversity in *Phaseolus vulgaris*. **Journal of the American Society Horticulture Science**, n.123, 1038-1 047, 1998.

BANNEROT, H. Results de l' infection d'une collection de haricots par six races physiologiques d'antracnose. **Annales de Amélior des Plantes**, v. 15, p.201-222, 1965.

BARROS, B. de C.; OLIVEIRA, S.H.F. de; LEITE, L.G.; ITO, M.F.; CAMPOS, T.B. de;

OLIVEIRA, C.M.G. de; SANAZZARO, A.M.; CASTRO, J.L. de; PINZAN, N.R. **Feijoeiro: Manejo integrado de pragas e doenças das culturas**, Campinas: CATI, 2000, 90p.

BARRUS, M.F. Variation of varieties of beans in their susceptibility to anthracnose. **Phytopathology**, v. 1, p.190-199, 1911.

BASSETT, M.J. List of genes - *Phaseolus vulgaris*. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, v.39, p.1-9, 1996.

BORÉM, A. **Melhoramento de plantas**. Viçosa: UFV, 1997. 547p.

BORÉM, A.; CARNEIRO, J.E.S. A cultura. In: VIEIRA, C.; PAULA Jr., T.J.; BORÉM, A. (Eds.). **Feijão: Aspectos gerais e cultura no Estado de Minas**, p.14-53, 1998.

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

BRAZ, A.J.B.P.; FERREIRA, S.B.; SIMON, G.A.; MELO, L.C.; PEREIRA, H.S.; ASSIS, R.L. de; BRAZ, L.B.P.; TORREZAN, F.N. **Avaliação de linhagens de feijoeiro comum do grupo carioca no município de Rio Verde, GO**. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 2011, Goiânia. Anais...Goiânia:EMBRAPA, CD-ROM, 2011.

BURATTO, J.S.; MODA-CIRINO, V.; FONSECA JÚNIOR, N. da S.; PRETE, C.E. C.; FARIA, R.T. de. Adaptabilidade e estabilidade produtiva em linhagens precoces de feijão no estado do Paraná. **Semina Ciências Agrárias**, v.28, p.373- 380, 2007.

BURKHOLDER, W.H. The production of an anthracnose resistant White Marrow bean. **Phytopathology**, v. 8, p.353-359, 1918.

CARBONELL, S.A.M.; ITO, M.F.; POMPEU, A.S.; FRANCISCO, F.; RAVAGNANI, S.; ALMEIDA, A.L.L. Raças fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum* e reação

de cultivares e linhagens de feijoeiro no Estado de São Paulo. **Fitopatologia Brasileira**, v. 24, p.60-65, 1999.

CARBONELL, S.A.M.; POMPEU, A.S. Estabilidade fenotípica de linhagens de feijoeiro em três épocas de plantio no estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, p.321-329, 2000.

CARBONELL, S.A.M.; AZEVEDO FILHO, J.A.; DIAS, L.A.S.; GONÇALVES, C; ANTONIO, C.B. Yield stability and adaptability of common beans cultivars and lines in the State of São Paulo, Brazil. **Bragantia**, v. 60, p.69-77, 2001.

CARBONELL, S.A.M.; ITO, M.F.; AZEVEDO FILHO, J.A. de; SARTORI, J.A. **Cultivares comerciais de feijoeiro para o Estado de São Paulo: características e melhoramento**. In: Dia de Campo de Feijão, 2003, Capão Bonito. Anais... Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, nº 71, 2003. p.5-27.

CARBONELL, S.A.M.; AZEVEDO FILHO, J.A.; DIAS, L.A.S.; GARCIA, A.A.F.; MORAIS, L.K. Common bean cultivars and lines interactions with environments. **Scientia Agrícola**, v. 61, p.169-177, 2004.

CÁRDENAS, F.; ADAMS, M.W.; ANDERSEN, A. The genetic system for reaction of field beans (*Phaseolus vulgaris* L.) to infection by three physiologic races of *Colletotrichum lindemuthianum*. **Euphytica**, v. 13, p. 178-186, 1964.

CARGNELUTTI FILHO, A.; RIBEIRO, N.D.; JOST, E. Número necessário de experimentos para a comparação de cultivares de feijão. **Ciência Rural**, v. 36, p. 1701-1709, 2006.

CARVALHO, W.P.; WANDERLEY, A. L. Avaliação de cultivares de feijão comum para o plantio em sistema orgânico no cerrado, ciclo 2004/2005. **Bioscience Journal**, v. 23, p. 50-59, 2007.

CHAVES, G. La Antracnosis. In: SCHWARTZ, H.F.; GALVEZ, G.E. (eds.). **Problemas de producción del frijol; enfermedades, insectos, limitaciones edáficas y climáticas de *Phaseolus vulgaris***. Cali: CIAT, p. 37-53, 1980.

CHIORATO, A.F.; CARBONELL, S.M.; MOURA, R.R.; ITO, M.F.; COLOMBO, C.A. Co-evolução entre raças fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum* e feijoeiro. **Bragantia**, v. 65, p.381-388, 2006.

CENTRO INTERNACIONAL DE AGRICULTURA TROPICAL (CIAT). **Bean Production Systems**. Cali: Colômbia, p.112-151, 1974.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2009/2010. Décimo Segundo Levantamento**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/boletim_1_2_safra.pdf> Acesso em: 8 nov. 2010.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos 2010/2011 - Oitavo Levantamento**. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/1_1_05_1_2_1_0_34_30_graos_boletim_maio-2011.pdf> Acesso em: 11 mai. 2011.

CRISPIN, M.A.; SIFUENTER, J.A.; AVILA, J.C. **Enfermedades y plagas del frijol em México**, INIA: México, n° 39, 1976, 42p.

CRUZ, C.D. **Programa Genes: Biometria**. Viçosa: UFV, 2006, 382p.

DALLA CORTE, A.; MODA-CIRINO, V.; DESTRO, D. Adaptability and phenotypic stability in early common bean cultivars and lines. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 2, p.525-534, 2002.

DALLA CORTE, A.; MODA-CIRINO, V.; SCHOLZ, M.B.S.; DESTRO, D. Environment effect on grain quality in early common bean cultivars and lines. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 3, p.193-202, 2003.

DAMASCENO E SILVA, K.J.; SOUZA, E.A.; ISHIKAWA, F.H. Characterization of *Colletotrichum lindemuthianum* isolates from the State of Minas Gerais, Brazil. **Journal of Phytopathology**, v.155, p.241-247, 2007.

DELGADO, S.; BONET, A.A.; GEPTS, P. The wild relative of *Phaseolus vulgaris* in Middle America. In: GEPTS, P. (ed.) **Genetics Resources of Phaseolus Beans**. Kluwer: Dordrecht, p.163-184, 1988.

DILLARD, H.R.; COBB, A.C. Survival of *Colletotrichum lindemuthianum* in bean debris in New York State. **Plant Disease**, v. 77, p. 1233-1238, 1993.

DI PIERO, R.M.; GARDA, M.V. Quitosana reduz a severidade da antracnose e aumenta a atividade de glucanase em feijoeiro-comum. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 1121-1128, 2008.

ELIAS, H. T.; GONÇALVES-VIDIGAL, M.C.; GONELA, A.; VOGT, G.A. Variabilidade genética em germoplasma tradicional de feijão-preto em Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, 143-149, 2007.

ELIAS, H.T.; BACKES, R.L.; GONÇALVES-VIDIGAL, M.C.; BALBINOT JR., A.A.; HEMP, S. Estabilidade e adaptabilidade de linhagens e cultivares de feijão do grupo carioca. **Scientia Agraria**, v. 8, p. 379-384, 2007.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solo**. Rio de Janeiro: Embrapa-CNPS, 1999. 180p.

EUZÉBIO, M.P., ZERBINATTI, P.C.G., GASPAR, G.G., RIBEIRO, F.L., FONSECA JUNIOR, N.S. **Competição de linhagens e cultivares de feijão no Estado do Paraná, no período 2000 a 2003**. In: VIII CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 2005, Goiânia. Resumo expandido... Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/conafe/pdf/conafe2005-0> 152. pdf> Acesso em: 15 ago. 2009.

FALEIRO, F.G.; VINHADELLI, W.S.; RAGAGNIN, V.A.; ZAMBOLIM, L.; PAULA JR., T.J.; MOREIRA, M.A.; BARROS, E.G. Identificação de raças fisiológicas de *Uromyces appendiculatus* no Estado de Minas Gerais, Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 24, p.166-169, 1999.

FANCELLI, A.L. **Fenologia e ecofisiologia do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.)**. In: III REUNIÃO TÉCNICA CATARINENSE DE MILHO E FEIJÃO. 2001, Chapecó. **Resumos**. Chapecó: Epagri-CPPP, p.11-22, 2001.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2008. **Faostat database gateway**. Disponível em: <<http://www.fao.org>> Acesso em: 23 out. 2009.

FARIAS, F.J.C.; RAMALHO, M.A.P.; CARVALHO, L.P.; MOREIRA, J.A.N.; COSTA, J.N. Parâmetros de estabilidade propostos por Lin e Binns (1988) comparados com o método de regressão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, p. 407-414, 1997.

FERRÃO, M.A.G.; VIEIRA, C.; CRUZ, C.D.; CARDOSO, A.A. Comportamento de cultivares de feijão e de suas gerações híbridas, no inverno. **Revista Ceres**, v. 53, p. 251 -259, 2006.

FOUILLOUX, G. Bean anthracnose. New genes of resistance. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, v. 19, p. 36-37, 1976.

FOUILLOUX, G. **New races of bean anthracnose and consequences on our breeding programs**. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON DISEASES OF TROPICAL FOOD CROPS. Louvain la Neuve: Paris, 1979. Proceedings.p. 221-235, 1979.

GEFFROY, V.; DELPHINE, S.; OLIVEIRA, J.C.F.; SÉVIGNAC, M.; COHEN, S.; GEPTS, P.; NEEMA, C.; LANGIN, T.; DRON, M. Identification of an ancestral resistance gene cluster involved in the co evolution process between *Phaseolus vulgaris* and its fungal pathogen *Colletotrichum lindemuthianum*. **Molecular Plant**

Microbe Interactions, v. 12, p.774-784, 1999.

GODOY, H.; CORREA, A.R.; SANTOS, D. Clima no Paraná. In: **Manual agropecuário para o Paraná**. Londrina: IAPAR, p.17-36, 1976.

GONÇALVES, A.M.O.; GONÇALVES-VIDIGAL, M.C.; VIDIGAL FILHO, P.S.; POLETINE, J.P.; LACANALLO, G.F.; COIMBRA, G.K. Characterization of the anthracnose resistance gene in andean common bean Corinthiano cultivar. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, v. 53, p.220-221, 2010.

GONÇALVES-VIDIGAL, M.C.; KELLY, J.D. Inheritance of anthracnose resistance in the common bean cultivar Widusa. **Euphytica**, v. 151, p. 411-419, 2006.

GONÇALVES-VIDIGAL, M.C.; SILVA, C.R.; VIDIGAL FILHO, P.S.; GONELA, A.; KVITSCHAL, M.V. Allelic relationships of anthracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) resistance in the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar Michelite and the proposal of a new anthracnose resistance gene, *Co-11*. **Genetics and Molecular Biology**, v. 30, p.598-596, 2007.

GONÇALVES-VIDIGAL, M.C.; THOMAZELLA, C.; VIDIGAL FILHO, P.S.; KVITSCHAL, M.V.; ELIAS, H.T. Characterization of *Colletotrichum lindemuthianum* isolates using differential cultivars of common bean in Santa Catarina state, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 51, p. 883-888, 2008a.

GONÇALVES-VIDIGAL, M.C.; LACANALLO, G.F.; VIDIGAL FILHO, P.S.; A new gene conferring resistance to anthracnose in Andean common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar "Jalo Vermelho". **Plant Breeding**, p.1-5, 2008b.

GONÇALVES-VIDIGAL, M.C.; VIDIGAL FILHO, P.S.; MEDEIROS, A.F.; PASTOR-CORRALES, M.A. Common Bean Landrace Jalo Listras Pretas is the Source of a New Andean Anthracnose Resistance Gene. **Crop Science**, v. 49, p.133-138, 2009.

GONÇALVES-VIDIGAL, M.C.; CRUZ, A.S.; GARCIA, A.; KAMI, J.; VIDIGAL FILHO, P.S.; SOUSA, L.L.; McCLEAN, P.; GEPTS, P.; PASTOR-CORRALES, M.A. Linkage mapping of the *Phg-1* and *Co-1⁴* genes for resistance to angular leaf spot and anthracnose in the common bean cultivar AND 277. *Theoretical Applied Genetics* n.122, 893–903, 2011.

GONÇALVES-VIDIGAL, M.C.; MEIRELLES, A.C.; POLETINE, J.P.; SOUSA, L.L.; CRUZ, A.S.; NUNES, M.P.; LACANALLO, G.F.; VIDIGAL FILHO, P.S. Genetic analysis of anthracnose resistance in Pitanga dry bean cultivar. (2012, in press, doi:10.1111/j.1439-0523.2011.01939.x)

GONZÁLEZ, M.; RODRÍGUEZ, R.; ZAVALA, M.E.; JABOCO, J.L.; HERNÁNDEZ, F.; ACOSTA, J.; MARTÍNEZ, O.; SIMPSON, J. Characterization of mexican isolates of *Colletotrichum lindemuthianum* by using differential cultivars and molecular markers. **Phytopathology**, v. 88, p.292-299, 1998.

GUZMÁN, P.; DONADO, M.R.; GÁLVEZ, G.E. **Pérdidas económicas causadas por la antracnosis del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) em Colombia**. Turrialba, p.65-67, 1979.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_2009_10_3.shtm> Acesso em: 1 nov. 2009.

IWANO, F.K.; ANDRADE, J.A. da C.; ARF, O.; SANTOS, P.C. do. **Adaptabilidade e estabilidade de linhagens experimentais de feijão (*Phaseolus vulgaris*)**. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 2011, Goiânia. Anais. Goiânia:EMBRAPA, CD-ROM, 2011.

KELLY, J.D.; GEPTS, P.; MIKLAS, P.N.; COYNE, D.P. Tagging and mapping of genes and QTL and molecular marker-assisted selection for traits of economic importance in bean and cowpea. **Field Crops Research**, v. 82. p.135-154, 2003.

KELLY, J.D.; VALLEJO, V.A. Comprehensive review of the major genes conditioning resistance to anthracnose in common bean. **HortScience**, v. 39. p.1196-1207, 2004.

KIMATI, H. Doenças do feijoeiro - *Phaseolus vulgaris*. In: GALLI, F (Ed.). **Manual de fitopatologia: doenças de plantas cultivadas**. São Paulo:Ceres, v. 2, p.297- 318, 1980.

LEMOS, L.B.; OLIVEIRA, R.S. de; PALOMINO E.C.; SILVA, T.R.B. da. Características agronômicas e tecnológicas de linhagens de feijão do grupo comercial Carioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p.319-326, 2004.

MAHUKU, G.S.; JARA, C.E.; CAJIAO, C.; BEEBE, S. Sources of resistance to *C. lindemuthianum* in the secondary gene pool of *Phaseolus vulgaris* and in crosses of primary and secondary gene pools. **Plant Disease**, v. 86, p.1383-1 387, 2002.

MAHUKU, G.S.; RIASCOS, J.J. Virulence and molecular diversity within *Colletotrichum lindemuthianum* isolates from Andean and Mesoamerican bean varieties and regions. **European Journal of Plant Pathology**, v. 110, p.253-263, 2004.

MAPA. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. 2010. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br.2010>> Acesso em: 12 set. 2010.

MASTENBROEK, C. A breeding program for resistance to anthracnose in dry shell haricot beans, based on a new gene. **Euphytica**, v. 9, p.177-1 84, 1960.

McROSTIE, G.P. Inheritance of anthracnose resistance as indicated by a cross between a resistant and a susceptible bean. **Phytopathology**, v. 9, p.141-148, 1919.

MEDEIROS, L.A.M.; BALARDIN, R.S.; COSTA, I.F.D.; GULART, C.A.; LENZ, G. Reação de germoplasma crioulo de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) a

Colletotrichum lindemuthianum. **Tropical Plant Pathology**, v.33, p.273-280, 2008.

MELO, C.L.P.; CARNEIRO, J.E.S.; SOUZA, P.C.; CRUZ, C.D.; BARROS, E.G.; MOREIRA, M.A. Linhagens de feijão do cruzamento 'Ouro Negro' x 'Pérola' com características agronômicas favoráveis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.11, p.1593-1598, 2006.

MELOTTO, M.; KELLY, J.D. An allelic series at the *Co-1* locus for anthracnose in common bean of Andean origin. **Euphytica**, v. 116, p.143-149, 2000.

MÉNDEZ-VIGO, B.; RODRÍGUEZ-SUÁREZ, C.; PAÑEDA, A.; FERREIRA, J.J.; GIRALDEZ, R. Molecular markers and allelic relationships of anthracnose resistance gene cluster B4 in common bean. **Euphytica**, v. 141, p.237-245, 2005.

MINETTO, C.; DOMINGUES, L. da S.; RIBEIRO, N.D.; ANTUNES, I.F.; BEVILAQUA, G.A.P.; SOUZA, J.F. de; SANDER, G.R.; LOSSO, A. **Estabilidade de produção de linhagens avançadas de feijão no Estado do Rio Grande do Sul**. In: 6º CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2011, Búzios. Anais... Búzios: SBMP, CD-ROM, 2011.

NUNES, U.R.; ANDRADE JÚNIOR, V.C.; SILVA, E. de B.; SANTOS, N.F.; COSTA, H.A.O.; FERREIRA, C.A. Produção de palhada de plantas de cobertura e rendimento do feijão em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 943-948, 2006.

OLIVEIRA, G.V.; CARNEIRO, P.C.S.; CARNEIRO, J.E. de S.; CRUZ, C.D. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de feijão-comum em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p.257-265, 2006.

OLIVEIRA, G.V. **Potencial genético de famílias de feijoeiro da população Ouro Negro x BRS Valente**. 2008. 123f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento), Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, MG, 2008.

PARRELLA, N.N.L.D.; SANTOS, J.B. dos; PARRELLA, R.A. da C. Seleção de famílias de feijão com resistência à antracnose, produtividade e tipo de grão carioca. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p.1503-1 509, 2008.

PASTOR-CORRALES, M.A. Estandarización de variedades diferenciales y de designación de razas de *Colletotrichum lindemuthianum*. **Phytopathology**, v. 81, p.694, 1991.

PASTOR-CORRALES, M.A.; OTAYA, M.M.; MOLINA, A.; SINGH, S.P. Resistance to *Colletotrichum lindemuthianum* isolates from Middle America and Andean South America in different common bean races. **Plant Disease**, v. 79, p.63-67, 1995.

PELOSO, M.J. Antracnose do feijoeiro no Estado de Minas Gerais-Brasil. In: PASTOR-CORRALES, M. A. (ed.). **La antracnosis del frijol común, *Phaseolus vulgaris*, en América Latina**. Cali: CIAT, 1992.

PEREIRA, H.S.; MELO, L.C.; FARIA, L.C.; DEL PELOSO, M.J.; COSTA, J.G.C.; RAVA, C.A.; WENDLAND, A. Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de feijoeiro-comum com grãos tipo carioca na Região Central do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p.29-37, 2009.

PEREIRA, H.S.; MELO, L.C.; FARIA, L.C.; DEL PELOSO, M.J.; DIAZ, J.L.C.; WENDLAND, A. Indicação de cultivares de feijoeiro-comum baseada na avaliação conjunta de diferentes épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, p.571-578, 2010.

PRIA, M.D.; AMORIM, L.; FILHO, A.B. Quantification of monocyclic components of the common bean anthracnose. **Fitopatologia Brasileira**, v. 28, 2003.

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B. dos; ZIMMERMANN, M.J. de O. **Genética quantitativa aplicada ao melhoramento de plantas autógamas: aplicações ao Melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: EFG, 1993, 271p.

RAMALHO, M.A.P. Melhoramento genético de plantas no Brasil: situação atual e perspectivas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2001, Goiânia. Anais... Goiânia: EMBRAPA, CD-ROM, 2001.

RAMALHO, M.A.P.; SANTOS, J.B.; PINTO, C.B.P. **Genética na agropecuária**. 3 ed. Lavras: UFLA, 2004. 472p.

RAMALHO, M.A.P. **Contribuição do melhoramento genético vegetal na produção de grãos**. In: REUNIÃO TÉCNICA CATARINENSE DE MILHO E FEIJÃO, 2005, Chapecó, Resumos expandidos... Chapecó: Epagri/Cepaf, p.19- 26, 2005.

RAMOS JUNIOR, E.U.; LEMOS, L.B.; SILVA, T.R.B. Componentes da produção, produtividade de grãos e características tecnológicas de cultivares de feijão. **Bragantia**, v. 64, p.75-82, 2005.

RAVA, C.A.; MOLINA, J.; KAUFFMAN, M.; BRIONES, I. Determinación de Razas Fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum* en Nicaragua. **Fitopatologia Brasileira**, v. 18, p.388-391, 1993.

RAVA, C.A.; PURCHIO, A.; SARTORATO, A. Caracterização de patótipos de *Colletotrichum lindemuthianum* que ocorrem em algumas regiões produtoras de feijoeiro comum. **Fitopatologia Brasileira**, v. 19, p.167-172, 1994.

REY, M.S.; BALARDIN, R.S.; PIEROBOM, C.R. Reação de cultivares de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris*) a patótipos de *Colletotrichum lindemuthianum*. **Revista Brasileira de Agrocência**, v. 1, p.113-116, 2005.

RIBEIRO, N.D.; JOST, E.; POSSEBON, S.B.; CARGNELUTTI FILHO, A. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares registradas de feijão em diferentes épocas de semeadura para a depressão central do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 34, p.1395-1400, 2004.

RIBEIRO, N.D.; ANTUNES, I.F.; SOUZA, J.F.; POERSCH, N.L. Adaptação e estabilidade de produção de cultivares e linhagens-elite de feijão no Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, v. 38, p.2434-2440, 2008.

RIOS, A.O; ABREU, C.M.P.; CORREA, A.D. Effect of storage and harvest conditions on some physical, chemical and nutritious properties of three bean cultivars (*Phaseolus vulgaris*, L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, p.39-45. 2003.

ROCHA, V.P.C.; MODA-CIRINO, V.; DESTRO, D.; FONSECA JÚNIOR, N. da S.; PRETE, C.E.C. Adaptabilidade e estabilidade da característica produtividade de grãos dos grupos comerciais carioca e preto de feijão. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, p.39-53, 2010.

RODRÍGUEZ-SUÁREZ, C.; PANEDA A.; FERREIRA, J.J.; GIRALDEZ, R. Allelic relationships of anthracnose resistance gene cluster B4 in common bean. **Annual Report of Bean Improvement Cooperative**, v. 47, p.145-146, 2004.

SANTOS, P.S.J.; ABREU, A. de F.B.; RAMALHO, M.A.P. Seleção de linhas puras no feijão “carioca”. **Ciência e Agrotecnologia**, p. 1492-1498, 2002.

SARTORATO, A.; RAVA, C.A. **Principais doenças do feijoeiro comum e seu controle**. Brasília: EMBRAPA, p.41 -68. 1994.

SARTORATO, A. **Principais doenças do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 2003. Disponível em: <www.agromil.com.br/doe_fej.html> Acesso em: 23 abr. 2010.

SCHWARTZ, H.F.; PASTOR-CORRALES, M.A.; SINGH, S.P. New sources of resistance to anthracnose and angular leaf spot of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Euphytica**, v. 31, p.741-754, 1982.

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

SEAB. **Secretaria da Agricultura e do Abastecimento do Paraná.** Produtividade de feijão do Paraná, 2009. Disponível em: <<http://www.seab.pr.gov.br/>> Acesso em: 01 nov. 2009.

SILVA, M.V. da ; SANTOS, J.B. dos. Identificação de marcador RAPD ligado ao alelo *Co 4²* de resistência do feijoeiro comum ao agente causal da antracnose. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, p.1097-1104, 2001.

SINGH, S.P.; NODARI, R.; GEPTS, P. Genetic diversity in cultivated common bean: I. Allozymes. **Crop Science**, v. 31, p.19-23, 1991.

SOMAVILLA, L.L.; PRESTES, A.M. Reação de cultivares de feijoeiro a alguns patótipos de *Colletotrichum lindemuthianum*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 23, p.290-299, 1998.

SOMAVILLA, L.L.; PRESTES, A.M. Identificação de patótipos de *Colletotrichum lindemuthianum* de algumas regiões produtoras de feijão no Rio Grande do Sul. **Fitopatologia Brasileira**, v. 24, p.416-421, 1999.

SPLENDOR, T.A.C. **Rendimento de grãos e componentes de produção em feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.).** Dissertação 2007, 64f. (Mestrado em Agronomia), Maringá: Universidade Estadual de Maringá, PR, 2007.

TALAMINI, V.; SOUZA, E.A. de; POZZA, E.A.; CARRIJO, F.R.F.; ISHIKAWA, F.H.; SILVA, K.J.D. e; OLIVEIRA, F.A. de. Identificação de raças patogênicas de *Colletotrichum lindemuthianum* a partir de isolados provenientes de regiões produtoras de feijoeiro comum. **Summa Phytopathologica**, v. 30, p.371-375, 2004.

THOMAZELLA, C.; GONÇALVES-VIDIGAL, M.C.; VIDIGAL FILHO, P.S.; NUNES, W.M.C.; VIDA, J.B. Characterization of *Colletotrichum lindemuthianum* races in Paraná state, Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 2, n. 1, p. 55-60, 2002a.

THOMAZELLA, C.; GONÇALVES-VIDIGAL, M.C.; VIDIGAL FILHO, P.S.; SAKIYAMA, N.S.; BARELLI, M.A.A.; SILVÉRIO, L. Genetic variability among *Colletotrichum lindemuthianum* races using RAPD markers. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, v. 45, p.44-45, 2002b.

THUNG, M.; SOARES, D.M.; AIDAR, H.; DEL PELOSO, M.J.; OLIVEIRA, F.R. **Feijão comum de tipos comerciais internacionais: nova opção para agricultura familiar e empresarial**. In: REUNIÃO TÉCNICA CATARINENSE DE MILHO E FEIJÃO, 2005, Chapecó. Resumos expandidos...Chapecó: Epagri/Cepaf, p.10-15. 2005.

TU, J.C. Control of bean anthracnose caused by delta and lambda races of *Colletotrichum lindemuthianum* in Canada. **Plant Disease**, v. 72, p. 5-7, 1988.

TUKEY, J.W. **Exploratory data analysis**. Massachusetts: Addison-Wesley, 1977, 599p.

VALLEJO, V.A.; KELLY, J.D. New insights into the anthracnose resistance of common bean Landrace G 2333. **The Open Horticulture Journal**, v. 2, p.29-23, 2009.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto:Sociedade Brasileira de Genética, 1992, 496p.

VIDIGAL FILHO, P.S.; GONÇALVES-VIDIGAL, M.C.; KELLY, J.D.; KIRK, W.W. Sources of resistance to anthracnose in traditional common bean cultivars from Paraná, Brazil. **Phytopathology**, v. 155, p.108-113, 2007.

VIEIRA, C. **O feijoeiro comum: cultura, doenças e melhoramento**. Viçosa: UFV, 1967, 220p.

VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T.J.; BORÉM, A. **Feijão**. Viçosa: UFV, 2006, 600p.

VIEIRA, C.; BORÉM, A.; RAMALHO, M.A.P. Melhoramento do feijão. In: BORÉM, A. (ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, p. 273-349, 1999.

VIEIRA, R.F.; VIEIRA, C.; RAMOS, J.A. de O. **Produção de sementes de feijão**. Viçosa: EPAMIG, 1993, 131p.

VIEIRA, R.F.; SALGADO, L.T.; PAULA JÚNIOR, T.J.; TEIXEIRA, H.; CARNEIRO, J.E. de S.; PRADO, A.L.; FERRO, C.G.; SANTOS, P.H. Variability among common bean genotypes on molybdenum concentration and content in seed. **Annual Report of the Bean Improvement Cooperative**, v.52, p.136-137, 2009.

YOKOYAMA, L.P.; BANNO, K.; KLUTHCOUSKI, J. Aspectos socioeconômicos da cultura. In: ARAÚJO, R.S.; RAVA, C.A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J.O. de (eds.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, p.515- 654. 1996.

YOUNG, R.A.; KELLY, J.D. Characterization of the genetic resistance to *Colletotrichum lindemuthianum* in common bean differential cultivars. **Plant Disease**, v. 80, p.650-654, 1996.

YOUNG, R.A.; MELOTTO, M.; NODARI, R.O.; KELLY, J.D. Marker-assisted dissection of the oligogenic anthracnose resistance in the common bean cultivar, "G 2333". **Theoretical and Applied Genetics**, v. 96, p.87-94, 1998.

WALKER, J.C. Diseases of bean and lima bean. In: WALKER, J.C. (ed.). **Diseases Vegetable Crops**. New York: MacgrawHill, p.10-56. 1952.

ZAMBOLIN, L.; CHAVES, G.M. Doenças do feijoeiro e seu controle. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 4, p.50-63, 1978.

ZAUMEYER, W.J.; THOMAS, H.R. **A monographic study of bean diseases and methods for their control**. Washington, USDA, (Technical Bulletin, 868), p.5-15, 1957.

ZAUMEYER, W.J.; MEINERS, J.P. Disease resistance in beans. **Annual Review of Phytopathology**, v. 13, p.313-334, 1975.

ZIMMERMANN, M.J.O; CARNEIRO, J.E.S.; PELOSO, M.J.D.; COSTA, J.G.C.; RAVA, C.A.; ARTORATO, A.; PEREIRA, P.A.A. Melhoramento genético e cultivares. In: ARAUJO, S.R. (Ed.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Patafos, p. 223-273, 1996.