



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS

**PRODUTIVIDADE E ESTABILIDADE DE
LINHAGENS-ELITE DE FEIJOEIRO-COMUM
DOS PRINCIPAIS GRUPOS COMERCIAIS NO
BRASIL, EM DIFERENTES AMBIENTES DE
MINAS GERAIS: CICLO VCU MG 2010/2012**

ORLANDO GONÇALVES BRITO

2015

ORLANDO GONÇALVES BRITO

**PRODUTIVIDADE E ESTABILIDADE DE LINHAGENS-ELITE
DE FEIJOEIRO-COMUM DOS PRINCIPAIS GRUPOS
COMERCIAIS NO BRASIL, EM DIFERENTES AMBIENTES DE
MINAS GERAIS: CICLO VCU MG 2010/2012**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de “*Magister Scientiae*”.

Orientador
Prof. Dr. Abner José de Carvalho

JANAÚBA
MINAS GERAIS - BRASIL
2015

Brito, Orlando Gonçalves

B862p

Produtividade e estabilidade de linhagens-elite de feijoeiro-comum dos principais grupos comerciais no Brasil, em diferentes ambientes de Minas Gerais: ciclo VCU MG 2010/2012 [manuscrito] / Orlando Gonçalves Brito. – 2015.

134 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2015.

Orientador: Prof. D. Sc. Abner José de Carvalho.

1. Feijão. 2. Interação genótipo-ambiente. 3. Produtividade. I. Carvalho, Abner José de. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 635.6520981

Catálogo: Biblioteca Setorial *Campus* de Janaúba

ORLANDO GONÇALVES BRITO

**PRODUTIVIDADE E ESTABILIDADE DE LINHAGENS-ELITE
DE FEIJOEIRO-COMUM DOS PRINCIPAIS GRUPOS
COMERCIAIS NO BRASIL, EM DIFERENTES AMBIENTES DE
MINAS GERAIS: CICLO VCU MG 2010/2012**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, área de concentração em Produção Vegetal, para obtenção do título de “*Magister Scientiae*”.

APROVADA em 27 de fevereiro de 2015.

Prof. Dr. Abner José de Carvalho
UNIMONTES (Orientador)

Dr. Thiago Lívio P. Oliveira de Souza
EMBRAPA (Coorientador)

Prof. Dr. Wellington Silva Gomes
UNIMONTES

Prof. Dr. Wagner Ferreira da Mota
UNIMONTES

**JANAÚBA
MINAS GERAIS-BRASIL
2015**

A Deus, pela oportunidade e serenidade concedida. À minha família, em especial à minha mãe, pela confiança e amor em mim depositados. Aos meus amigos, pelo apoio e companheirismo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre guiar meus passos e nunca me deixar desistir diante dos obstáculos;

À Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES, pela oportunidade de realizar o mestrado;

Ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido – PPGPVSA, pela oportunidade e apoio;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão de bolsa de estudos;

Ao IFNMG – *Campus* Januária, pela minha formação acadêmica de Engenheiro Agrônomo;

À minha família, em especial a minha mãe, Orenice Gonçalves, a quem tanto amo, sei que esta vitória também é de vocês;

Ao professor Abner José de Carvalho, pelos ensinamentos, orientação e amizade;

Ao pesquisador da Embrapa Arroz e Feijão, Tiago Lívio Pessoa Oliveira de Souza, pelo grande apoio e coorientação;

Ao Professor Ignacio Aspiazú, pela presteza e disposição de seus conhecimentos que contribuíram para este trabalho;

Aos professores Wellington Gomes e Wagner Mota, por aceitarem participar da minha banca de defesa e contribuírem com seus conhecimentos para este trabalho;

À Embrapa Arroz e Feijão, pela estrutura e oportunidade de estágio;

Ao Vilmar de Araújo Pontes Júnior, pelo grande auxílio na realização das análises;

Aos amigos do Grupo de Estudos em Grandes Culturas da UNIMONTES, em especial, Marina, Vanet, Marlon, Andrey e Jhonata, pela amizade e auxílio nos experimentos, meu muito obrigado;

Aos amigos Odilon Moraes, Rodrigo Branquinho e Ariadna, por terem me recebido tão bem em Goiás, meu mais profundo agradecimento pelo apoio e amizade;

Aos amigos da República Timóida, pela amizade, companheirismo e alegrias compartilhadas;

Aos amigos do mestrado, em especial, Pablo, Lidiane, Laís, Valéria, Amanda, Mauro, Patrícia, Mariane e Hércules. Com vocês essa jornada se tornou mais fácil;

Aos grandes amigos Emerson, Reginaldo e Weder, pelo incentivo que sempre me deram;

Aos funcionários da UNIMONTES e MGS, pelo auxílio e cooperação na realização deste trabalho;

A todos que contribuíram de alguma forma para a realização do trabalho, muito obrigado!

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	i
GENERAL ABSTRACT	ii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Grupos comerciais de feijão.....	4
2.2 Melhoramento Genético do Feijoeiro	6
2.2.1 Principais objetivos dos programas de melhoramento.....	6
2.2.2 Interação genótipo x ambiente	11
2.3.3 Ensaios de Valor de cultivo e Uso (VCU) de feijão-comum.....	13
2.3.4 Adaptabilidade e estabilidade	14
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	17
CAPITULO I.....	25
PRODUTIVIDADE E ESTABILIDADE DE LINHAGENS-ELITE DE FEIJOEIRO-COMUM DO GRUPO COMERCIAL CARIOCA, EM DIFERENTES AMBIENTES DE MINAS GERAIS	25
RESUMO.....	26
ABSTRACT	28
1. INTRODUÇÃO	29
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	31
2.1 Caracterização e implantação dos ensaios	31
2.2 Características avaliadas	33
2.3 Análises estatísticas	34
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
CONCLUSÕES	58
REFERÊNCIAS BLIOGRÁFICAS.....	59
CAPITULO II.....	63
PRODUTIVIDADE E ESTABILIDADE DE LINHAGENS-ELITE DE FEIJOEIRO-COMUM DE GRÃOS ESPECIAIS, EM DIFERENTES AMBIENTES DE MINAS GERAIS	63
RESUMO.....	64
ABSTRACT	66
1. INTRODUÇÃO	67
2. MATERIAL E MÉTODOS	69
2.1 Caracterização e implantação dos ensaios	69
2.2 Características avaliadas e análises estatísticas.....	72
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	73
CONCLUSÕES	95
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96
CAPITULO III.....	100

PRODUTIVIDADE E ESTABILIDADE DE LINHAGENS-ELITE DE FEIJOEIRO-COMUM DO GRUPO COMERCIAL PRETO, EM DIFERENTES AMBIENTES DE MINAS GERAIS RESUMO	100
MINAS GERAIS	102
ABSTRACT	103
1. INTRODUÇÃO	104
2. MATERIAL E MÉTODOS	106
2.1 Caracterização e implantação dos ensaios	106
2.2 Características avaliadas e análises estatísticas.....	108
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	109
CONCLUSÕES	129
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	130

RESUMO GERAL

BRITO, Orlando Gonçalves. **Produtividade e estabilidade de linhagens-elite de feijoeiro-comum dos principais grupos comerciais no Brasil, em diferentes ambientes de Minas Gerais: ciclo VCU MG 2010/2012**. 2015. 134 p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba-MG¹.

Este trabalho teve como objetivo identificar linhagens-elite dos grupos comerciais “carioca”, “grãos especiais” e “preto” com maior produtividade, adaptabilidade e estabilidade de produção em diferentes ambientes de Minas Gerais, visando a possível recomendação de novas cultivares de feijão-comum, especialmente para a região Norte do Estado. Os ensaios foram instalados nos municípios mineiros de Sete Lagoas, Uberlândia, Janaúba e Jaíba, nas safras de primavera-verão (águas), verão-outono (seca) e outono-inverno (inverno). Cada combinação de local e época de plantio foi considerada como um ambiente de cultivo. Os experimentos foram compostos por 25 linhagens do grupo comercial carioca, 16 de grãos especiais e 16 de grãos pretos, avaliados de forma independente. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições. Além da produtividade de grãos, avaliou-se os componentes de produção. Os dados obtidos foram submetidos à análises de variância individuais e conjuntas, e comparados pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância. Os dados de produtividade foram submetidos à análise de adaptabilidade e estabilidade, através do método de Annicchiarico, estudando-se os resultados tanto de forma conjunta e individual (local e safra de cultivo). Ao considerar todos os ambientes, as linhagens MAIV-18.259, do grupo comercial carioca, a CNFRx 15275 nos grãos especiais, e a CNFP 10103 e CNFP 10793 do grupo comercial preto apresentaram-se como as mais produtivas, adaptáveis e estáveis. Os materiais com melhor performance no Norte de Minas Gerais foram MAIV-18.259, MAIV-15.204, RCII-2.19, VC-20, EMB-4, VC-22, VC-23, VC-19, VC-18, CVIII-2, CNFC 10408 e Perola, do grupo carioca, CNFJ 15288, CNFRx 15275, Jalo EEP e BRS Radiante, do grupo de grãos especiais, e CNFP 10793, CNFP 10103, VP-26 e BRS Campeiro, do grupo preto. Essas linhagens apresentam potencial para serem lançadas como cultivares comerciais.

Palavras-chave: feijão, *Phaseolus vulgaris* L., diversidade, melhoramento.

¹ **Comitê orientador:** Prof. Dr. Abner José de Carvalho – UNIMONTES (Orientador), Thiago Lívio Pessoa Oliveira de Souza – EMBRAPA Arroz e Feijão (Coorientador).

GENERAL ABSTRACT

BRITO, Orlando Gonçalves. **Productivity and stability of common-bean elite lines of the main commercial classes in Brazil, in different environments of Minas Gerais: VCU MG 2010/2012 cycle.** 2015. 134 p. Dissertation (Masters' degree in Plant Production in the Semi-arid) - State University of Montes Claros, Janaúba–MG².

This study aimed to identify breeding lines of business class "carioca", "special grain" and "black" with higher productivity, adaptability and yield stability in different environments of Minas Gerais, in order to possible recommendation of new common bean cultivars, especially for the Northern region. The assays were installed in Sete Lagoas, Uberlândia, Janaúba and Jaíba in Minas Gerais state, in the spring-summer (water), summer-autumn (dry) and autumn-winter (winter) crops. Each combination of local and planting time was considered a cultivation environment. The experiments were composed of 25 lines of carioca commercial class, 16 of special grains and 16 of 'black' bean, independently assessed. The design was a randomized complete block design with three replications. Besides the grain yield, the production components were evaluated. The data were submitted to individual and combined analysis of variance and compared by Scott-Knott test at 5% significance level. The productivity data were submitted to analysis of adaptability and stability by means of Annicchiarico method, studying the results both jointly and individually (local and crop growing period). When we considered all environments, the lines MAIV-18.259, of the carioca commercial class, CNFRx 15275 of the special grains, and CNFP 10103 and CNFP 10793 of the black commercial class were the most productive, adaptable and stable. Materials with the best performance in the North of Minas Gerais were MAIV-18.259, MAIV-15.204, RCII-2.19, VC-20, EMB-4, VC-22, VC-23, VC-19, VC-18, CVIII-2, CNFC 10408 and Perola, of the carioca; CNFJ 15288, CNFRx 15275, Jalo EEP and BRS Radiante, of the special grain class; and CNFP 10793, CNFP 10103, VP-26 and BRS Campeiro, of the black class. These lines have the potential to be released as commercial cultivars.

Keywords: bean, *Phaseolus vulgaris* L., diversity, breeding.

² **Guidance committee:** Prof. Dr. Abner José de Carvalho – UNIMONTES (Advisor), Dr. Tiago Lívio Pessoa Oliveira de Souza – EMBRAPA Arroz e Feijão (Co-Advisor).

1. INTRODUÇÃO GERAL

O feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma cultura de grande relevância para o cenário econômico brasileiro, haja vista sua grande importância na alimentação dos brasileiros e também na economia. O consumo total de feijão no Brasil tem se elevado, influenciado pelo aumento significativo da população, o que implica a necessidade de importação de feijão-comum, já que nos últimos anos o consumo *per capita* tem sido em torno de 17,5 kg/hab/ano (SILVA & WANDER, 2013).

Essa necessidade de importação está associada principalmente à baixa eficiência produtiva de alguns tipos comerciais, em especial o preto e o branco, que são importados de outros países visando complementar a demanda desses tipos de feijão no país. O feijão-carioca, o mais produzido e consumido, atende exclusivamente ao mercado consumidor brasileiro.

Mesmo com a grande importância socioeconômica da cultura, muitas incertezas ainda ocorrem em relação ao futuro da sua produção e consumo, visto que vários fatores, principalmente climáticos, podem interferir na dinâmica produtiva da cultura, ocasionando diversas oscilações na produtividade e preços (FERNANDES, 2012).

O cultivo ocorre em uma diversidade de ambientes, com diferentes condições edafoclimáticas e níveis tecnológicos, o que exige que as cultivares utilizadas sejam menos susceptíveis à ação ambiental, permitindo que o seu máximo potencial genético seja explorado e que as mesmas possam ser recomendadas em um maior número de regiões.

Dentre os fatores que afetam diretamente a seleção das linhagens de alta performance, os efeitos do ambiente e também da interação entre genótipos e ambientes (G x E) são os que mais influenciam o processo (CRUZ & CARNEIRO, 2006), uma vez que há dificuldade de detectar se o desempenho

diferencial observado (fenótipo) é resultante do ambiente, do genótipo ou da interação entre ambos.

A melhor forma de maximizar a seleção das linhagens é identificar, por meio de metodologias específicas, aquelas que apresentem maior adaptabilidade e estabilidade fenotípica, sendo estas associadas principalmente à resposta positiva às melhorias do ambiente e também à previsibilidade do desempenho agrônomo das linhagens selecionadas (CRUZ & CARNEIRO, 2006; PEREIRA *et al.*, 2012; PEREIRA *et al.*, 2013).

O estudo da adaptabilidade e da estabilidade utiliza dados oriundos de Ensaio de Valor de Cultivo e Uso (VCU), que constituem a etapa final dos programas de melhoramento da cultura, quando os mesmos são implantados e avaliados em diferentes regiões, anos e épocas de cultivo. Esses ensaios, exigidos pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento/Sistema Nacional de Proteção de Cultivares, são necessários visando conhecer o comportamento de novas linhagens em diversos ambientes em relação às cultivares tradicionais existentes no mercado.

O estudo da interação G x E e também a identificação de linhagens com maior produtividade, adaptabilidade e estabilidade possibilita que os produtores tenham à sua disposição novas cultivares que melhor se adaptem às suas necessidades, proporcionando uma maior eficiência produtiva e aumentando a probabilidade de sucesso das lavouras.

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo identificar linhagens-elite do grupo comercial carioca, preto e de grãos especiais com maior performance agrônoma, adaptabilidade e estabilidade produtiva em diferentes ambientes no estado de Minas Gerais, visando à possível recomendação de novas cultivares de feijão-comum, especialmente para a região Norte do Estado.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância socioeconômica do feijão-comum

Assim como o arroz, o feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é parte importante da cesta básica dos brasileiros, uma vez que 70% dos brasileiros consomem feijão diariamente (BRASIL, 2012). Isso influi diretamente nas projeções produtivas da cultura, as quais indicam um aumento do consumo principalmente devido ao aumento populacional brasileiro.

O feijoeiro-comum também se caracteriza como a espécie mais cultivada no gênero *Phaseolus* (SILVA *et al.*, 2006) contribuindo com aproximadamente 95% da produção mundial do gênero, o qual é cultivado em mais de 100 países (YOKOYAMA *et al.*, 1996; AIDAR *et al.*, 2002).

Em 2013, o Brasil, maior produtor mundial de feijão, produziu 2.564.790 toneladas de feijão-comum, em uma área plantada de 1.895.267 ha, obtendo produtividade média de 1.353 kg ha⁻¹, uma das maiores dos últimos anos (EMBRAPA, 2014). Minas Gerais é o segundo maior produtor de feijão-comum do país, com produção de 564.295 toneladas, estando atrás apenas do Paraná, que produziu 690.836 toneladas no mesmo ano (EMBRAPA, 2014).

A cultura é disseminada em praticamente todo o país, sendo cultivada nas mais diferentes condições de cultivo, e se caracterizando, em sua maioria, como uma cultura de agricultura familiar, mas sendo presente também em cultivos altamente tecnificados (SANTOS *et al.*, 2013). A cultura apresenta um importante papel na economia do país, especialmente no que se refere à geração de empregos, além da sua contribuição relevante para a segurança alimentar da população, visto que a cultura apresenta composição nutritiva significativa e balanceada (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

Essa importância alimentar do feijoeiro, associada ao crescimento populacional no Brasil influi diretamente na expansão da cultura no país, pois

uma quantidade ainda maior de feijão é exigida pelo mercado. O feijão possui uma taxa anual projetada de aumento da produção de 1,3% e consumo em torno de 1,1% ao ano, para o período 2011/2012 a 2021/2022 (BRASIL, 2012). Estima-se que haverá um aumento de 25% da produção total, 22% na produtividade média e 2,55% da área plantada com feijão-comum da safra 2010/2011 até a safra 2021/2022 (SILVA & WANDER, 2013).

As projeções indicam também a possibilidade de importação de feijão nos próximos anos. Porém, a taxa equivaleria a 161,3 mil toneladas em 2019/2020, quantidade pouco expressiva (BRASIL, 2012). A produção de feijão é muito ajustada ao consumo, sendo que o consumo médio anual desse produto tem sido de quase 4,0 milhões de toneladas, exigindo, até o momento, pequenas quantidades de importação.

2.1 Grupos comerciais de feijão

O feijoeiro apresenta grande variabilidade de tipos de grãos e a preferência dos consumidores brasileiros pelos grupos comerciais ocorre de forma regionalizada (ABREU & RAMALHO, 2005). O gênero *Phaseolus* compreende aproximadamente 55 espécies, sendo que apenas o feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris*), o feijão-de-lima (*P. lunatus*), o feijão-Ayocote (*P. coccineus*), o feijão-tepari (*P. acutifolius*) e o *P. polyanthus* são cultivadas (DEBOUK, 1993).

Dentre os grupos comerciais de feijões mais cultivados no Brasil estão: Carioca, Preto, Rosinha, Vermelho, Mulatinho, Manteigão Jalo, Manteigão Rajado, Manteigão Branco, Roxo, Jalinho e Bolinha. Basicamente os grupos comerciais do feijoeiro-comum são divididos em 3 grupos: o carioca, o preto e cores ou grãos especiais, sendo que este último grupo se refere a todos os tipos de feijão que não sejam do tipo carioca ou preto. Aproximadamente 40 tipos de

feijão são consumidos no Brasil, dos quais os grupos comerciais carioca e preto são os principais (BRASIL, 2009).

O grupo comercial carioca caracteriza-se como mais importante no Brasil, sendo o que possui maior demanda pelos consumidores, com cerca de 70% do mercado nacional de feijão-comum (COMISSÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE FEIJÃO, 2012), é consumido em praticamente todo o país e tem aproximadamente 50% da área cultivada com a cultura no Brasil (EMBRAPA, 2013). As características das cultivares deste grupo são a presença de grãos cor creme com rajadas de cor marrom e massa de 100 grãos variando de 22 a 25 g, além de boas características culinárias (SILVA, 2009).

O grupo comercial preto é o segundo mais importante no Brasil, pois possui aproximadamente 17% do mercado nacional (YOKOYAMA, 2002), sendo o mais consumido no Rio Grande do Sul, Santa Catarina, sul e leste do Paraná, Rio de Janeiro, sudeste de Minas Gerais e sul do Espírito Santo. O feijão-preto representa aproximadamente 21% da área cultivada com a cultura no Brasil (EMBRAPA, 2013). Entretanto, a quantidade produzida ainda não é capaz de atender à demanda nacional, em função da produção insuficiente e da baixa qualidade de grãos produzidos no país para este grupo, o que acaba por exigir a importação de grãos, principalmente da Argentina, China e Bolívia (COMISSÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE FEIJÃO, 2012).

Os grãos especiais são consumidos em menor quantidade, porém apresentam um papel bastante importante em determinadas regiões. Em sua maioria, os feijões com grãos especiais são oriundos das regiões Andinas da América Latina e apresentam uma diversidade muito grande de cores e formas, sendo geralmente o dobro do tamanho do feijão-carioca (GONÇALVES *et al.*, 2010).

A grande demanda interna pelo grupo comercial carioca no Brasil é um grande empecilho para a exportação de feijão-comum, visto que países

desenvolvidos requerem feijões com elevada qualidade tecnológica, expressa muitas vezes pelo maior tamanho de grãos, o que não ocorre por exemplo com feijões do grupo comercial carioca, que possuem grãos pequenos (SANTOS, 2009). Isso torna os grãos especiais uma forte alternativa para atender o mercado externo, já que os mesmos atendem a apenas 2,9% do mercado interno (YOKOYAMA, 2002).

Dentro das estimativas de consumo de feijão, o restante consumido no país, refere-se ao feijão-caupi ou massacar pertencente ao gênero *Vigna*, que é consumido principalmente nas regiões norte e nordeste do Brasil. No ano de 2013, a produção total de feijão no Brasil foi de 371.748 toneladas, representando aproximadamente 12% da produção total de feijão (EMBRAPA, 2014).

Por serem os mais consumidos, os grupos carioca e preto vêm tendo maior atenção dos programas de melhoramento da cultura, em especial o grupo carioca (RIBEIRO *et al.*, 2014). Já os grãos especiais, por ocuparem uma menor fatia do mercado, apresentam programas de melhoramento com menor expressividade, embora esse cenário tenha mudado nos últimos anos. É válido ressaltar que a falta de cultivares de alta performance com grãos especiais é um dos fatores que mais limita o aumento desses grupos no mercado consumidor brasileiro.

2.2 Melhoramento Genético do Feijoeiro

2.2.1 Principais objetivos dos programas de melhoramento

Os programas de melhoramento do feijoeiro são restritos e concentrados a instituições públicas de pesquisa (MATOS *et al.*, 2007). Os primeiros trabalhos tiveram início por volta de 1930, entretanto a maioria dos programas de melhoramento que existem até hoje no Brasil teve início na década de 1970 (RAMALHO, 2001; VOYSEST, 2000).

O melhoramento do feijoeiro baseia-se, principalmente, na hibridação de cultivares e linhagens, gerando populações segregantes das quais as linhagens de desempenho superior são selecionadas (CORREA & GONÇALVES, 2012). As etapas de seleção envolvem não só métodos convencionais de melhoramento de autógamias, mas também a seleção assistida por marcadores moleculares e o uso de seleção recorrente (DEL PELO *et al.*, 2009), o que aumenta a eficiência e eficácia dos programas. Para o sucesso de um programa de melhoramento de plantas autógamias, é fundamental a escolha adequada de genitores que apresentem a capacidade de gerar progênes com características desejadas (ROCHA, 2014).

O aumento de produtividade ou mesmo mantê-la em níveis satisfatórios com a adição de uma ou mais característica de interesse sempre foi o principal objetivo dos programas de melhoramento (MELO *et al.*, 2005). De acordo com Costa *et al.* (2015), a tecnificação das lavouras e o perfil empresarial das mesmas passou a apresentar novas demandas aos programas de melhoramento.

Os programas mais antigos de melhoramento do feijoeiro tinham como objetivos gerais a obtenção de cultivares com alta produtividade, resistentes às principais pragas e doenças, e com características de grãos aceitáveis no mercado consumidor (RAMALHO & SANTOS, 1982). Já os programas mais modernos buscam, além dessas demandas, plantas com maior eficiência de fixação biológica de nitrogênio (FBN) e plantas com porte ereto, visando a redução nos custos com adubação nitrogenada e facilidade na colheita, respectivamente. Entretanto, Melo *et al.* (2005) ressaltam que a grande exigência por novas cultivares com porte cada vez mais ereto e com menor número de ramificações tem dificultado o aumento do potencial produtivo das cultivares do grupo comercial carioca, o mais consumido.

Para o feijão-preto, essa relação entre porte mais ereto e redução da produtividade foi menos impactante, já que durante o processo de melhoramento

houve uma facilidade de se obter cultivares de grãos pretos com boa produtividade e que, ao mesmo tempo, atendam a demandas tecnológicas e sejam adequadas à colheita mecanizada, pois cultivares de feijão-preto já possuem um porte mais ereto (MELO *et al.*, 2005). Costa *et al.* (2011) afirmam que cultivares modernas de feijão-preto têm apresentado ótimos desempenhos agrônômicos, com boa arquitetura e resistência múltipla a doenças.

A precocidade também se tornou uma característica bastante valorizada no feijoeiro (SOUZA *et al.*, 2013), tendo em vista que a mesma permite a flexibilização dos tratos culturais e das épocas de cultivo ao longo do ano.

As características tecnológicas apresentam grande importância dentro dos programas de melhoramento, pois são um fator limitante para a aceitação dos grãos pelo consumidor (SILVA, 2013). Em cultivares do tipo comercial carioca, por exemplo, exigem-se, além de aspecto claro e rajas bem definidas, que as cultivares apresentem massa de 100 grãos entre 23 e 25 gramas (SENA, 2006), e grãos com formato oblongo (SANTOS, 2001).

Os agricultores continuam demandando cultivares mais produtivas e estáveis, com resistência às principais doenças e que possuam arquitetura de planta ereta propícia à colheita mecânica com baixo índice de perdas, menor incidência de doenças devido a melhor aeração na lavoura e melhor qualidade tecnológica do grão.

Existe um grande número de cultivares de feijão sendo utilizado pelos agricultores, mas eles geralmente não compram sementes e mantêm o seu material genético por longos períodos, o qual muitas das vezes é de baixa qualidade produtiva e fitossanitária (CARVALHO, 2001). Durante esse tempo, inúmeras modificações genéticas ocorrem e supõe-se que somente aqueles tipos mais adaptados permaneçam. Isso faz com que os materiais em uso pelos agricultores sejam constituídos por uma mistura de genótipos homozigotos

(linhas puras), adaptados às diferentes condições de cultivo (RAMALHO & SANTOS, 1982).

O melhoramento genético apresenta um papel fundamental na produção de feijoeiro. De acordo com dados da EMBRAPA (2014), entre as safras de 1985/1986 e 2010/2011, a produtividade do feijoeiro no Brasil aumentou aproximadamente 163%, passando de 514 kg ha¹ na primeira safra para 1353 kg ha¹ na segunda, associado também a uma queda de 60% da área cultivada (Figura 1). Nesse período, a produção de feijão-comum no Brasil manteve-se praticamente estável, porém com considerável aumento da produtividade. Esse fato está associado ao uso de novas tecnologias nas lavouras, além da adoção de novas cultivares com maiores potenciais produtivos.

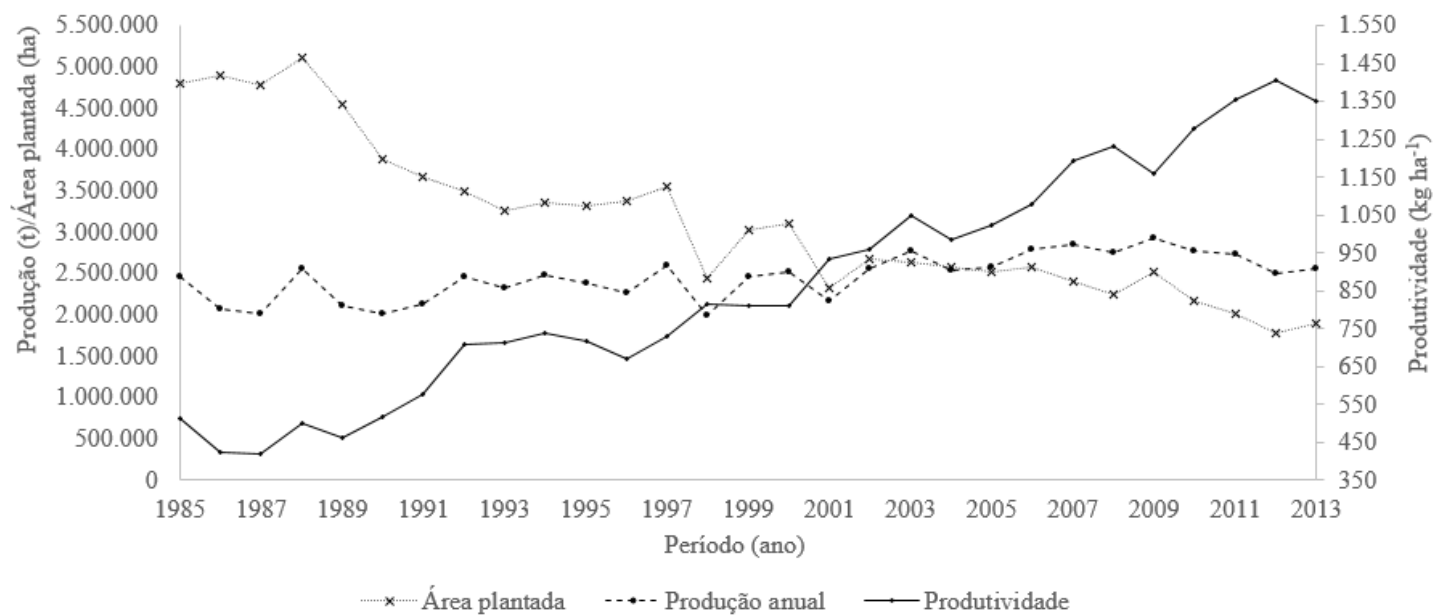


Figura 1: Dados de conjuntura da produção de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) do período de 1985 a 2013. Fonte: adaptado de EMBRAPA, 2014.

2.2.2 Interação genótipo x ambiente

O feijoeiro-comum é cultivado em uma grande diversidade de solos, climas, níveis de tecnologia e épocas de plantio, o que resulta em grandes variações ambientais (SILVA, 2011). Essas condições expõem os genótipos a forte ação do ambiente, o que favorece a interação entre os mesmos e dificulta a precisão na seleção de linhagens. É válido salientar que o fator ambiente pode possuir diferentes composições, como safras, anos ou locais, ou até mesmo diferentes combinações entre esses fatores.

A interação G x E refere-se ao comportamento diferencial dos genótipos nos diferentes ambientes, especialmente quanto ao caráter produtividade de grãos, no caso do feijoeiro-comum, visto que esta é uma característica quantitativa resultante da manifestação de vários genes e suas interações com o ambiente. Isso é comprovado em vários trabalhos conduzidos com essa cultura no Brasil (RAMALHO *et al.*, 1998; MELO *et al.*, 2007; GONÇALVES *et al.*, 2010).

Ademais, o feijoeiro é uma planta que apresenta significativa sensibilidade às variações ambientais, o que é ocasionado pelo fato da planta ser anual e de ciclo precoce (ROSSE & VENCOVSKY, 2000), o que conseqüentemente influi diretamente na produtividade (RIBEIRO *et al.*, 2004).

O fenótipo de determinada característica é o resultado da constituição genética do material, do efeito do ambiente e da interação estabelecida entre os genótipos com os ambientes (COIMBRA *et al.*, 1999). Cruz e Regazzi (1997) afirmam que a interação G x E pode ocorrer devido a dois fatores: o primeiro, tido como simples, é resultante da própria diferença entre genótipos, enquanto que o segundo, denominado complexo, é resultante da falta de associação entre os genótipos.

Um baixo grau de associação entre o fenótipo e o ambiente indica que um genótipo superior em determinado ambiente, muitas vezes, não apresentará o

mesmo comportamento em outros ambientes (COIMBRA *et al.*, 2009). Uma baixa associação irá resultar em uma baixa previsibilidade do comportamento de um mesmo genótipo em diferentes ambientes.

O tipo complexo é tido como o mais importante no que se refere a seleção e indicação de cultivares (CRUZ & REGAZI, 1997). Isso indica que o genótipo a ser recomendado deve ser testado no ambiente para o qual se objetiva recomendá-lo (ANNICCHIARICO, 2002).

Todavia, no caso do feijoeiro, é impossível testar todas as linhagens em locais potenciais de cultivos, daí o fato de os mesmos serem testados nos mais diferentes locais e épocas, de forma que possa haver o máximo de representatividade e conseqüente eficiência na seleção de linhagens com ampla adaptação.

O estudo da interação G x E tem várias implicações em um programa de melhoramento e, na etapa de avaliação de linhagens para indicação de novas cultivares, sua importância é mais evidente e bastante pronunciada nas condições de cultivo do feijoeiro-comum.

Assim, devem-se buscar alternativas para amenizar o efeito da interação G x E, devendo ser selecionadas cultivares que tenham previsibilidade de comportamento, através de método de análises de adaptabilidade e estabilidade, de forma que estas sejam responsivas às melhorias no ambiente (CRUZ & REGAZZI, 2001).

Tendo em vista a grande variação nas condições de cultivo, os programas de melhoramento têm-se buscado selecionar linhagens que sejam mais produtivas e com boa estabilidade de produção, resistente a doenças e estresses abióticos, e que ainda atendam às características tecnológicas de grãos e nutricionais exigidas pelo mercado consumidor (RAMALHO & ABREU, 2006).

2.3.3 Ensaios de Valor de cultivo e Uso (VCU) de feijão-comum

O feijoeiro-comum é cultivado em praticamente todo o país, durante diferentes épocas de cultivo e exposto às mais diferentes condições ambientais, além de diferentes formas e níveis tecnológicos de cultivo (FARIA *et al.*, 2009a; MELO *et al.*, 2005). Diante disso, o processo de seleção de cultivares exige que as linhagens potenciais a serem testadas sejam submetidas a diversas condições ambientais (locais) e anos de cultivo, de forma a verificar os materiais que apresentem maior adaptabilidade e estabilidade, as quais estão relacionadas à previsibilidade comportamental do genótipo, dando maior segurança na indicação da cultivar.

Os programas de melhoramento apresentam diferentes etapas, que vão desde a seleção de genitores nos bancos de germoplasma até a avaliação final de linhagens-elites oriundas de processos de cruzamentos, culminando em possíveis recomendações de cultivares.

O Programa de Melhoramento de feijoeiro conduzido pela Embrapa/CNPAF se inicia com o teste de progênies (TP), no qual cerca de 30 a 200 linhagens são avaliadas. Essas linhagens passam por diferentes processos de avaliação em diferentes etapas, conduzidas em diferentes locais sob condições de campo e laboratório, a fim de se verificar a produtividade, resistência a doenças, arquitetura e acamamento, além da qualidade tecnológica dos grãos (FARIA *et al.*, 2009b)

A avaliação final das linhagens superiores obtidas nos programas de melhoramento é realizada nos ensaios de valor de cultivo e uso (VCU), sendo as linhagens oriundas desses ensaios preliminares testadas em um grande número de ambientes, que representam as diversas condições ambientais às quais uma cultivar pode ser submetida. Esses ensaios são conduzidos segundo normas do Registro Nacional de Cultivares, regido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2006).

Esse tipo de ensaio é exigido pelo Serviço Nacional de Proteção de Cultivares – SNPC, tendo como finalidade fundamental estudar o valor agrônômico (produtividade, resistência a pragas e doenças, qualidade, precocidade e outras características) de novas variedades de feijão em cada região de produção.

Os ensaios de VCU apresentam uma relevância muito grande, visto que os mesmos são fundamentais no processo de melhoramento do feijoeiro, sendo a fase em que é possível avaliar *in loco* o comportamento agrônômico das “linhagens-elite” em condições reais de cultivo, subsidiando assim dados para posteriores estudos de adaptabilidade e estabilidade desses materiais e consequente indicação de novas cultivares.

Há tempos esses ensaios vêm sendo conduzidos em diferentes regiões de Minas Gerais, como a Zona da Mata, Sul de Minas e triângulo Mineiro. Contudo, na região Norte do Estado, onde o feijão também é uma cultura importante, esses ensaios começaram a ser conduzidos apenas em 2011, dificultando o acesso dos produtores a variedades mais adaptadas às condições regionais. A condução desses ensaios no Norte de Minas Gerais é uma grande contribuição para a expansão e desenvolvimento da cultura na região, em especial pela possibilidade de ser identificado um material promissor para cultivo na região.

Uma vez obtidas novas cultivares possuidoras das características exigidas pelos produtores e consumidores, elas devem ser difundidas, agregando-se técnicas que contribuam para que expressem todo o seu potencial produtivo.

2.3.4 Adaptabilidade e estabilidade

Considerando os efeitos da interação G x E sobre o processo de melhoramento, o emprego de cultivares com ampla adaptabilidade e boa

estabilidade tem sido a forma de reduzi-los (CRUZ & CARNEIRO, 2006). Essa medida permite que sejam indicados materiais que apresentem produtividade satisfatória e com menor variação em um maior número de ambientes, sendo significativamente mais responsivas às melhorias nas condições ambientais.

Boa parte dos trabalhos relacionados à interação G x E em feijoeiro-comum tem como finalidade determinar a adaptabilidade e estabilidade fenotípica de genótipo (OLIVEIRA *et al.*, 2006), em especial para a produtividade de grãos, que é a característica mais importante e mais afetada pela interação.

Todavia, além da produtividade de grãos, os estudos dos componentes de produção nos programas de melhoramento são também muito importantes, visto que os mesmos variam conforme as linhagens e locais onde o feijoeiro é cultivado, contribuindo de forma diferenciada para o rendimento final das linhagens. Os três principais componentes de rendimento do feijoeiro são o número de vagens por planta, número de grão por vagem e a massa dos grãos (ZILIO *et al.*, 2011) os quais são determinados pelo genótipo e influenciados pelas variações ambientais durante o cultivo, práticas agrícolas adotadas e também pelo nível tecnológico adotado na lavoura (BEZERRA *et al.*, 2007).

Vários conceitos são estabelecidos para a adaptabilidade e estabilidade. Um dos mais usados é que a adaptabilidade refere-se à resposta positiva de um genótipo às modificações ambientais, enquanto que a estabilidade estaria relacionada à previsibilidade do genótipo aos estímulos ambientais (ROCHA *et al.*, 2009; MARIOTTI *et al.*, 1976). O uso de métodos estatísticos adequados deve ser proposto e estudado, de forma que a recomendação regionalizada possa ser efetuada com precisão satisfatória e que seja amenizado o efeito da interação G x E (CRUZ & REGAZZI, 2001; DUARTE & ZIMMERMANN, 1995).

Existem diversos métodos disponíveis para a estimativa da adaptabilidade e estabilidade, dentre os quais se destaca o método proposto por

Annicchiarico (1992), o qual avalia a estabilidade a partir do risco associado à escolha dos genótipos, além de decompor a informação em ambientes favoráveis e desfavoráveis (PEREIRA *et al.*, 2013) e ser um método de fácil interpretação.

O risco estudado no método de Anicchiarico (1992) está relacionado à determinada probabilidade de uma cultivar produzir um valor superior ou inferior à média geral dos genótipos testados, em todos os ambientes estudados (PEREIRA *et al.*, 2012). Assim, a seleção de linhagens promissoras pode contribuir decisivamente para o agronegócio do feijão, a partir de benefícios socioambientais e econômicos, como a aumento da oferta de alimentos, redução de uso de agroquímicos, e, claro, maior viabilidade dos cultivos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ANNICCHIARICO, P. **Genotype x environment interactions: challenges and opportunities for plant breeding and cultivar recommendations**. Rome: Food and Agriculture Organization, 2002. 115 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. **Perfil do Feijão no Brasil**. 2009. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/feijao/saiba-mais>>. Acesso em: 20 jun. 2015.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA. **Projeções do Agronegócio: Brasil 2013/2014 a 2023/2024 projeções de longo prazo**. Assessoria de Gestão Estratégica. Brasília, 2014.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 25, de 23 de maio de 2006. Anexo I. Requisitos mínimos para determinação do valor de cultivo e uso de feijão (*Phaseolus vulgaris*) para a inscrição no registro nacional de cultivares - RNC**. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 19 jun. 2006. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/servlet/VisualizarAnexo?id=11376>>. Acesso em: 5 ago. 2014.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO-MAPA. **Brasil: projeções do agronegócio 2011/2012 a 2021/2022**. Brasília: MAPA, 2012. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Ministerio/gestao/projecao/Projecoes%20do%20Agronegocio%20Brasil%202011-20012%20a%202021-022%20%282%29%281%29.pdf> . Acesso em: 03 dez. 2014.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO-MAPA. **Feijão**. Brasília: MAPA, 2012. Disponível em:

<<http://www.agricultura.gov.br/vegetal/culturas/feijao>>. Acesso em: 03 dez. 2014.

CARVALHO, W. P. **Produção de sementes de feijão para pequenos produtores. Recomendações Técnicas.** 1º ed. Embrapa Cerrados: Brasília, 2001.

COIMBRA, J. L. M. *et al.* Mineração da interação genótipo x ambiente em *Phaseolus vulgaris* L. para o Estado de Santa Catarina. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 2, p. 355-363, 2009.

COIMBRA, J. L. M. *et al.* Reflexos da interação genótipo x ambiente e suas implicações nos ganhos de seleção em genótipos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, 1999.

COMISSÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE FEIJÃO (CTSBF). **Informações técnicas para o cultivo de feijão na Região Sul brasileira.** 2 ed. Florianópolis: Epagri, 2012. 157 p.

CORREA, A. M; GONÇALVES, M. C. Divergência genética em genótipos de feijão comum cultivados em Mato Grosso do Sul. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, p. 206-212, 2012.

COSTA, J. G. C. *et al.* **Cultivares.** 2015. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao/arvore/CONTAG01_26_243200313234.html>. Acesso em: 15 fev. 2015.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. v. 2.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** 2. ed. Viçosa: UFV, 1997. 390 p.

DEBOUCK, D. G. **Systematics and morphology**. In: SCHOONHOVEN, A. V.; VOYSEST, O. (Ed.). *Common beans: research for crop improvement*. Wallingford: CAB International; Cali: CIAT, 1993. p. 55-118.

DEL PELOSO, M. J. *et al.* Programas de Melhoramento Genético do feijoeiro-comum da Embrapa Arroz e Feijão. In: MELO, L. C.; FARIA, L. C.; DEL PELOSO, M. J. (Coord.). **Curso: condução de ensaios de VCU de feijão**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. p. 3-6.

DEL PELOSO, M. J. *et al.* Programas de Melhoramento Genético do feijoeiro-comum da Embrapa Arroz e Feijão. In: MELO, L. C. (Coord.). **Procedimentos para Condução de Experimentos de Valor de Cultivo e Uso em Feijoeiro-comum**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2009. p. 9-12.

DUARTE, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. O. Correlation among yield stability parameters in common bean. **Crop Science**, Madison, v. 35, n. 3, p. 905-912, 1995.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Dados conjunturais da produção de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e caupi (*Vigna unguiculata* L.) no Brasil (1985 a 2013): área, produção e rendimento**. Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2014. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia/index.htm>>. Acesso em: 03 dez. 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Informações Técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na região nordeste brasileira 2013-2014. In: REUNIÃO DA COMISSÃO TÉCNICA NORTE/NORDESTE BRASILEIRA DE FEIJÃO – CNTNBF, 17. **Anais...** Aracaju-SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2013.

FARIA, A. P. *et al.* Interação genótipo x ambiente na produtividade de grãos de linhagens e cultivares de feijão. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 31, n. 4, p. 579-585, 2009a.

FARIA, L. C. *et al.* Programa de Rede de Avaliação, Parcerias, Produção de Semente Genética, Registro e Proteção de Cultivares de Feijoeiro-comum. In: MELO, L. C. (Coord.). **Procedimentos para Condução de Experimentos de Valor de Cultivo e Uso em Feijoeiro-comum**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2009b. p. 9-12.

FERNANDES, L. M. Retorno financeiro e risco de preço da cultura do feijão irrigado via pivô central na região noroeste de Minas Gerais. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 42, n. 1, 2012.

GONÇALVES, J. G. R. *et al.* Estudo da estabilidade fenotípica de feijoeiro com grãos especiais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, p. 922-931, 2010.

MARIOTTI, J. A. *et al.* Análisis de estabilidad y adaptabilidad de genotipos de cana de azúcar. I. Interacciones dentro de un localidad experimental. **Revista Agronómica del Noroeste Argentino**, San Miguel de Tucumán, v. 13, n. 14, p. 105-127, 1976.

MATOS, J. W. *et al.* Trinta e dois anos do programa de melhoramento genético do feijoeiro-comum em Minas Gerais. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 31, p. 1749-1754, 2007.

MELO, C. L. P. *et al.* Linhagens de feijão do cruzamento 'Ouro Negro' x 'Pérola' com características agronômicas favoráveis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, p.1593-1598, 2006.

MELO, L. C. *et al.* **Estimativas de parâmetros genéticos, estabilidade e adaptabilidade no programa de melhoramento do feijoeiro-comum da Embrapa arroz e feijão**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 31 p.

MELO, L. C. *et al.* Interação com ambientes e estabilidade de genótipos de feijoeiro-comum na Região Centro Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, p.715, 723, 2007.

OLIVEIRA, D. P.; Qualidade tecnológica de grãos de cultivares de feijão-comum na safra das águas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, p. 1831-1838, 2012.

OLIVEIRA, G. V. *et al.* Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de feijão comum em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 2, p. 257-265, 2006.

PEREIRA, H. S. *et al.* Interação entre linhagens de feijoeiro e ambientes no Estado de Pernambuco: estabilidade, estratificação ambiental e decomposição da interação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, p. 2603-2614, 2013.

PEREIRA, H. S. *et al.* Influência do ambiente em cultivares de feijoeiro-comum em cerrado com baixa altitude. **Bragantia**, v. 71, p. 165-172, 2012.

RAMALHO, M. A. P. Melhoramento genético de plantas no Brasil: situação atual e perspectivas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 1., 2001, Goiânia. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA, 2001. CD-ROM.

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

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, Â. de F. B.; SANTOS, P. S. J. Interações genótipos x épocas de semeadura, anos e locais na avaliação de cultivares de feijão nas regiões sul e Alto Paranaíba em Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 22, p.176-81, 1998.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B. **Melhoramento de feijão**. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 8, n. 90, p. 9-16, 1982.

RANGEL, P. H. N. *et al.* **Banco Ativo de Germoplasma de Arroz e Feijão: Passado, Presente e Futuro**. Santo Antônio de Goiás-GO: Embrapa Arroz e Feijão, 2013. (Documentos)

RIBEIRO, N. D.; JOST, E.; CARGNELUTTI FILHO, A. Efeitos da interação genótipo x ambiente no ciclo e na coloração do tegumento dos grãos do feijoeiro-comum. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 3, p. 373-380, 2004.

ROCHA, F. *et al.* Análise dialética como ferramenta na seleção de genitores em feijão. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 1, p. 74-81, 2014.

ROCHA, F. *et al.* Efeito de ambiente sobre a produtividade de feijão-carioca para o Estado de Santa Catarina. **Bragantia**, Campinas, v. 68, p. 621-627, 2009.

ROCHA, F. R. Seleção em populações mutantes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) para caracteres adaptativos. **Revista Biotemas**, Lage-SC, v. 22, p. 19-27, 2009.

ROSSE, L. N.; VENCOVSKY, R. Modelo de regressão não-linear aplicado ao estudo da estabilidade fenotípica de genótipos de feijão no Estado de São Paulo. **Bragantia**, Campinas, v.59, n.1, p.99-107. 2000.

SANTOS, C. M.; C. *et al.* Comportamento de genótipos de feijão na época “das águas” no norte de mato grosso. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta-MT, v. 11, n. 1, p. 17-26, 2013.

SANTOS, F. R. C. **Obtenção de linhagens de grãos do tipo especial em *Phaseolus vulgaris* por meio de retrocruzamentos**. 2009. 61 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto Agronômico de Campinas, Campinas-SP, 2009.

SANTOS, V. S. **Implicações da seleção precoce para o tipo de grão no melhoramento genético do feijoeiro-comum**. 2001. 55 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2001.

SENA, M. R. **Melhoramento participativo na cultura do feijoeiro**. 2006. 68 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG, 2006.

SILVA, C. A. *et al.* Implicações da origem das linhagens de feijoeiro na magnitude da interação com ambientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n.7, p.720-728, 2011.

SILVA, O. F.; WANDER, A. E. **O Feijão-comum no Brasil passado, presente e futuro**. Santo Antônio de Goiás-GO: Embrapa Arroz e Feijão, 2013.

SILVA, T. R. B.; LEMOS, L. B.; TAVARES, C. A. Produtividade e característica tecnológica de grãos em feijoeiro adubado com nitrogênio e molibdênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, p.739-745, 2006.

SOUZA, T. L. P. O. *et al.* **Cultivares de feijão comum da Embrapa e parceiros disponíveis para 2013**. Santo Antônio de Goiás-GO: Embrapa Arroz e Feijão, 2013. (Comunicado Técnico)

VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Eds.) **Feijão**. 2 ed. amp./rev. Viçosa: Editora UFV, 2006. 600 p.

VOYSEST, V. O. **Mejoramento genético del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.): legado de variedades de América Latina 1930-1999**. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 2000. 195 p.

WANDER, A. E.; CHAVES, M. O. **Consumo per capita de feijão no Brasil de 1998 a 2010: uma comparação entre consumo aparente e consumo domiciliar**. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO (CONAFE), 10., 2011, Goiânia, GO. **Anais...** Goiânia-GO: Embrapa Arroz e Feijão, 2011. CD-ROM. p. 1-4.

YOKOYAMA, L. P. Aspectos conjunturais da produção de feijão. In: AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. (Eds.). **Feijão: produção de feijoeiro-comum em várzeas tropicais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2002. p. 249-292.

YOKOYAMA, L. P.; BANNO, K.; KLUTHCOUSKI, J. **Aspectos socioeconômicos da cultura**. In: ARAÚJO, R. S. *et al.* (Coord.). **Cultura do feijoeiro-comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p. 1-21.

YOKOYAMA, L. P. *et al.* Sementes de feijão: Produção, uso e comercialização. In: VIEIRA, E. H. N.; RAVA, C. A. (Eds.). **Sementes de feijão: produção e tecnologia**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. p. 249-270.

ZIMMERMANN, M. J. O. *et al.* Melhoramento genético e cultivares. In: ARAÚJO, R. S (Coord.). **Cultura do feijoeiro-comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p. 223-273.

CAPITULO I

PRODUTIVIDADE E ESTABILIDADE DE LINHAGENS-ELITE DE FEIJOEIRO-COMUM DO GRUPO COMERCIAL CARIOCA, EM DIFERENTES AMBIENTES DE MINAS GERAIS

RESUMO

BRITO, Orlando Gonçalves. **Produtividade e estabilidade de linhagens-elite de feijoeiro-comum do grupo comercial carioca em diferentes ambientes de Minas Gerais**. 2015. Cap. 1. p. 25-62. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba-MG³.

Este trabalho teve como objetivo identificar linhagens-elite do grupo comercial carioca com maior produtividade, adaptabilidade e estabilidade de produção em diferentes ambientes de Minas Gerais, visando a indicação de possíveis novas cultivares de feijão-comum, especialmente para a região Norte do Estado. Os ensaios foram instalados nas microrregiões de Sete Lagoas (STL), Uberlândia (UBER) e do Norte de Minas Gerais (NMG), nas cidades de Janaúba e Jaíba, conduzidos nas safras de primavera-verão (águas), verão-outono (seca) e outono-inverno (inverno). Cada combinação de local e época de plantio foi considerada como um ambiente de cultivo. Cada experimento contou com 25 linhagens de feijão-comum, que compunham os ensaios de VCU do grupo comercial carioca. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições. Além da produtividade de grãos, foram avaliados o número médio de vagens por plantas (VPL), o número médio de grãos por vagem (GPV) e a massa média de 100 grãos (M100). Os dados obtidos foram submetidos à análises de variância individuais e conjuntas e as médias estatisticamente diferentes foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância. Além disso, os dados de produtividade foram submetidos à análise de adaptabilidade e estabilidade, pelo método de Annicchiarico, estudando-se os resultados tanto de forma conjunta, considerando-se todos os ambientes estudados, quanto de forma individual, considerando-se cada região ou safra de cultivo. Os resultados obtidos permitiram concluir que linhagem MAIV-18.259, que apresenta melhor desempenho agrônômico nos ambientes estudados, boa adaptabilidade e estabilidade, possui bom potencial para tornar-se uma cultivar comercial indicada para os ambientes avaliados. Para o Norte de Minas Gerais, as linhagens mais produtivas foram MAIV-18.259, MAIV-15.204, RCII-2.19, VC-20, EMB-4, VC-22, VC-23, VC-19, VC-18, CVIII-2, CNFC 10408, e a cultivar comercial PÉROLA.

Palavras-chave: ensaios de VCU, melhoramento genético, cultivar

³ **Comitê orientador:** Prof. Dr. Abner José de Carvalho – UNIMONTES (Orientador), Thiago Lívio Pessoa Oliveira de Souza – EMBRAPA Arroz e Feijão (Coorientador).

CHAPTER I

**PRODUCTIVITY AND STABILITY OF COMMON-BEAN ELITE LINES
OF THE CARIOCA COMMERCIAL CLASS, IN DIFFERENT
ENVIRONMENTS OF MINAS GERAIS**

ABSTRACT

BRITO, Orlando Gonçalves. **Productivity and stability of common-bean elite lines of the carioca commercial class, in different environments of Minas Gerais.** 2015. Chapter 1. p. 25-62. Dissertation (Master's degree in Plant Production in the Semiarid) - State University of Montes Claros, Janaúba–MG⁴.

This study aimed to identify breeding lines of the Carioca commercial class with higher productivity, adaptability and yield stability in different environments of Minas Gerais, in order to indicating possible new common bean cultivars, particularly in the Northern region of the state. The assays were installed in the regions of Sete Lagoas (STL), Uberlandia (UBER) and North of Minas Gerais (NMG), in Janaúba and Jaíba, conducted in spring-summer (water), summer-autumn (dry) and autumn-winter (winter) crops. Each combination of place and planting time was considered a cultivation environment. Each experiment included 25 common bean lines that comprised the VCU tests of carioca commercial class. The design was in randomized complete block with three replications. Besides the grain yield, we evaluated the average number of pods per plant (VPL), the average number of seeds per pod (GPV) and average weight of 100 grains (M100). The data were submitted to individual and combined analysis of variance, and the statistically different means were compared by Scott-Knott test at 5% significance level. In addition, the productivity data were submitted to analysis of adaptability and stability at Annicchiarico method, studying the results both jointly, considering all studied environments, as individually, considering each region or crop growing period. The results showed that MAIV-18.259 line, which has the best agronomic performance in the place of study, good adaptability and stability, has good potential to become a commercial cultivar indicated for the evaluated environments. To the North of Minas Gerais, the most productive lines were MAIV-18.259, MAIV-15.204, RCII-2.19, VC-20, EMB-4, VC-22, VC-23, VC-19, VC-18, CVIII-2, CNFC 10408, and the Pérola commercial cultivar.

Keywords: VCU testing, breeding, cultivar

⁴ **Guidance committee:** Prof. Dr. Abner José de Carvalho – UNIMONTES (Advisor), Dr. Tiago Lívio Pessoa Oliveira de Souza – EMBRAPA Arroz e Feijão (Co-Advisor).

1. INTRODUÇÃO

O feijoeiro é uma das culturas mais importantes do Brasil, sendo cultivado em praticamente todas as regiões e figurando entre as dez culturas mais plantadas do País. O Estado de Minas Gerais é o segundo maior produtor de feijão do país, com uma produção estimada em 564.295 toneladas e produtividade média de 1.440 kg ha⁻¹ no ano de 2013 (EMBRAPA, 2014). O feijão é uma importante fonte de proteína e um dos principais alimentos da população brasileira, sendo que a preferência do consumidor é regionalizada e ocorre de acordo com o grupo comercial de feijão, onde o grão do grupo comercial carioca é o mais consumido no país, representado em torno de 70% do mercado nacional (MELO, 2012; DEL PELOSO & MELO, 2005).

Apesar da importância socioeconômica da cultura, as produtividades médias nacional e de Minas Gerais ainda são relativamente baixas. Entre os motivos desta baixa produtividade está o uso de cultivares antigas, com baixo potencial produtivo, mais susceptíveis a estresses bióticos e abióticos (PEREIRA *et al.*, 2013) além do baixo nível tecnológico empregado e a variação ambiental nas condições em que o feijão é cultivado (RIBEIRO *et al.*, 2009).

Quando genótipos são submetidos a grandes variações ambientais, espera-se que a interação entre genótipos e ambientes (G x E) seja mais intensa (ALLARD & BRADSHAW, 1964). Assim, o melhoramento do feijoeiro em regiões tropicais é muito mais desafiador do que em regiões temperadas, visto que a instabilidade climática e de solos é muito maior, exigindo-se assim genótipos com maior estabilidade (OLIVEIRA *et al.*, 2006).

No feijoeiro-comum, bem como na maioria das culturas, a adaptabilidade e a estabilidade das linhagens são estudadas principalmente para a produtividade, por ser a principal característica de interesse. A adaptabilidade refere-se à resposta positiva às melhorias do ambiente, enquanto que a

estabilidade refere-se à previsibilidade do desempenho deste material quando cultivado em diferentes ambientes (locais, anos ou safras) (ROCHA *et al.*, 2009). Selecionar materiais com maior adaptabilidade e estabilidade permite que sejam identificados os menos sensíveis às variações ambientais, o que indica que o seu melhor desempenho é resultante principalmente do seu genótipo e não unicamente do ambiente de cultivo.

A avaliação das linhagens-elite de feijoeiro é realizada nos ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU), os quais ocorrem em um grande número de locais e em diferentes épocas de cultivo, de forma a representar a grande variabilidade das condições ambientais a que uma cultivar pode ser submetida (PEREIRA *et al.*, 2009). Os dados obtidos nesses ensaios são utilizados para verificar as linhagens potenciais para cultivo, as quais são recomendadas para plantio, a partir de estudos de adaptabilidade e estabilidade de produção, além de estudos associados às características agronômicas e tecnológicas de grãos, como componentes de produção, resistência às doenças e ao acamamento, porte, cor de grão e tempo de cozimento.

Há tempos estes ensaios vêm sendo conduzidos em diferentes regiões de Minas Gerais, como a Zona da Mata, Sul de Minas e triângulo Mineiro. Contudo, na região Norte do Estado, onde o feijão também é uma cultura importante, estes ensaios começaram a ser conduzidos apenas em 2011, dificultando o acesso dos produtores a variedades mais adaptadas às condições regionais.

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo identificar linhagens-elite do grupo comercial carioca com maior performance agronômica, adaptabilidade e estabilidade produtiva em diferentes ambientes de Minas Gerais, visando à possível recomendação de novas cultivares de feijão-comum, especialmente para a região Norte do Estado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização e implantação dos ensaios

Os ensaios foram instalados nas microrregiões de Sete Lagoas (STL), Uberlândia (UBER) e Norte de Minas Gerais (NMG), nas cidades de Janaúba e Jaíba, conduzidos nas safras de primavera-verão, verão-outono e outono-inverno, definidas respectivamente como safras das “águas”, “seca” e “inverno” (VIEIRA *et al.*, 2006), entre os anos de 2010 e 2013. A combinação de cada microrregião, safra e ano de condução foram considerados como um ambiente de cultivo. A descrição de cada ambiente estudado, assim como as características climáticas e a localização de cada microrregião, está apresentada na Tabela 1.

Os experimentos referem-se ao ensaio de VCU de feijão-comum do grupo comercial carioca no ciclo de 2011 a 2012, sendo compostos por 21 linhagens-elite oriundas dos programas de melhoramento da UFV, UFLA e EMBRAPA-CNPAP, mais quatro cultivares utilizadas como testemunhas (Pérola, BRSMG Madrepérola, BRSMG Majestoso e BRSMG Talismã). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições.

O preparo do solo foi convencional, com realização de uma aração e duas gradagens. Em seguida, a área foi sulcada e adubada utilizando-se semeadora mecanizada, ajustada para o espaçamento de 0,5 m entre linhas com uma densidade de plantio de cerca de 15 plantas m^{-1} . As parcelas foram constituídas por quatro fileiras de plantas, com 4,0 m de comprimento, perfazendo uma área total de 20,0 m^2 . As avaliações foram realizadas utilizando-se as plantas das duas fileiras centrais de cada parcela.

TABELA 1- Descrição dos ambientes, características climáticas, coordenadas geográficas, época de plantio e ano de cultivo dos ensaios de VCU do grupo comercial carioca realizados em Minas Gerais nos municípios de Janaúba, Jaíba, Uberlândia e Sete Lagoas. Janaúba, MG, 2015.

Ambiente	Local	Altitude (m)	Dados climáticos (média anual) ¹			Latitude	Longitude	Safr	Ano
			Precipitação (mm)	Umidade Relativa (%)	Temperatura (°C)				
1	Janaúba	510	870	70,0	25,2	15° 48' 13"	43° 19' 3"	Inverno	2011
2	Janaúba	510	870	70,0	25,2	15° 48' 13"	43° 19' 3"	Seca	2012
3	Jaíba	475	938	68,5	24,2	15° 20' 14"	43° 41' 9"	Inverno	2013
4	Sete Lagoas	751	1328	70,5	20,9	19° 28' 4"	44° 14' 52"	Inverno	2012
5	Sete Lagoas	751	1328	70,5	20,9	19° 28' 4"	44° 14' 52"	Seca	2012
6	Uberlândia	843	1479	69,0	21,5	18° 54' 41"	48° 15' 44"	Águas	2010
7	Uberlândia	843	1479	69,0	21,5	18° 54' 41"	48° 15' 44"	Inverno	2011
8	Uberlândia	843	1479	69,0	21,5	18° 54' 41"	48° 15' 44"	Águas	2011
9	Uberlândia	843	1479	69,0	21,5	18° 54' 41"	48° 15' 44"	Seca	2012

¹Fonte: INMET

A adubação dos experimentos foi realizada conforme os resultados das análises químicas de solo das áreas experimentais, sendo as doses estabelecidas com base nas recomendações oficiais para a cultura em Minas Gerais (CHAGAS *et al.*, 1999) para o nível 2 de tecnologia. Foi utilizada irrigação suplementar e manejo de pragas quando necessário, entretanto o controle de doenças não foi realizado, conforme preconizado pelas normas de ensaios de VCU (BRASIL, 2006). A colheita do feijão foi realizada manualmente, por ocasião da maturidade fisiológica de cada linhagem.

2.2 Características avaliadas

As características avaliadas foram o rendimento de grãos com seus componentes primários: número médio de vagens por planta (VPL), número médio de grãos por vagem (GPV) e massa de 100 grãos (M100). O rendimento de grãos foi avaliado em todos os ambientes. Todavia, os componentes de produção não foram avaliados no ensaio conduzido em Janaúba na safra de inverno/2011.

O rendimento de grãos foi estimado por meio da pesagem da produção total da área útil de cada parcela, transformando-se os valores obtidos para kg ha^{-1} . O número médio de vagens por planta foi estimado a partir da contagem do total de vagens dividido pelo número total de plantas em cada parcela. O número médio de grãos por vagem foi definido a partir da relação entre a estimativa do número de grãos da amostra, feita com base na massa de 100 grãos, e o número de vagens obtido na contagem. A massa de 100 grãos foi determinada por meio da pesagem de três amostras de 100 grãos. Tanto a massa de 100 grãos quanto o rendimento de grãos foram estimados corrigindo-se a umidade da amostra para 13%. Foi realizado o estudo de correlação entres os componentes de rendimento e produtividade geral e de cada decomposição.

2.3 Análises estatísticas

Os dados de produtividade e componentes de produção foram submetidos a análises de variância individuais e conjuntas, envolvendo todos os ambientes avaliados. Em todos os casos, os efeitos de tratamentos foram considerados como fixos e os demais efeitos como aleatórios. Quando a razão entre o maior e o menor quadrado médio foi superior a sete, procedeu-se ao ajuste dos graus de liberdade (COCHRAN, 1954), visto que isso é indicativo de variâncias residuais não homogêneas (PIMENTEL-GOMES, 2000). Quando significativos, os efeitos das linhagens foram comparados pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Nas análises conjuntas, os efeitos das linhagens também foram estudados em função das microrregiões e épocas de cultivo.

Os dados de rendimento de grãos foram submetidos também à análise de adaptabilidade e estabilidade das linhagens, uma vez que esta é a característica mais importante para a seleção de um material com potencial comercial, refletindo indiretamente o efeito de outras características de relevância agrônômica. Para tanto, primeiramente foi estimada a acurácia seletiva (AS) que, conforme Resende e Duarte (2007), é calculada pela equação:

$$AS=(1-(1/F_c))^{0,5}$$

com $F_c < 1$, sendo F_c o valor do teste F para os genótipos.

A AS é calculada de forma a avaliar a precisão experimental, pois a mesma apresenta a capacidade de informar o nível da inferência ao valor genotípico da cultivar, visto que ela é dependente da variação genotípica e da residual associada ao caráter avaliado e também pelo número de repetições (RESENDE & DUARTE, 2007).

A análise de adaptabilidade e estabilidade foi realizada pelo método de Annicchiarico (1992), de forma conjunta para todos os ambientes e também de forma individual para cada microrregião e época de cultivo. O método baseia-se no índice de recomendação do genótipo (ω_i), estimado pela equação:

$$\omega_i = \mu_i - z_{(1-\alpha)} \sigma_{zi}$$

em que: μ_i é média percentual do genótipo i ; σ_{zi} é o desvio-padrão dos valores Z_{ij} associados i -ésimo genótipo; $z_{(1-\alpha)}$ é o percentil da função de distribuição normal padrão.

O índice foi calculado para todos os ambientes, individualmente para cada região (NMG, SL e UBER) e também para cada safra (águas, seca e inverno). O coeficiente de confiança adotado foi de 75%, ou seja, $\alpha = 0,25$.

A relevância de cada componente da interação G x E foi estimada a partir da razão da soma de quadrados da fonte de variação i (SQ_i) e a soma de quadrados total (SQ_t), sendo definido assim o coeficiente de determinação R^2_i . Essa avaliação foi feita para a análise conjunta do rendimento de grãos de todos os ambientes estudados. Para a realização das análises, foi utilizado o programa Genes (CRUZ, 2013).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância dos componentes de produção (TABELAS 2 e 3) apontou que, de forma geral, houve interação significativa entre as linhagens e os ambientes avaliados para a maior parte dos componentes estudados, cuja performance variou tanto de forma geral como também nas diferentes microrregiões e safras. Esse comportamento diferenciado dos genótipos é indicativo de variabilidade genética entre as linhagens estudadas e também de efeito dos ambientes.

Considerando todos os ambientes, não foi verificado efeito isolado significativo das linhagens para nenhum dos componentes de produção, porém a interação entre genótipos e ambientes foi significativa em todos os componentes. Ao comparar as microrregiões, a interação só não foi significativa para o número de grãos por vagem e massa de 100 grãos em Sete Lagoas (TABELA 2). Nas diferentes safras, a interação não foi significativa para o número de grãos por vagem, na safra das águas, e massa de 100 grãos nas safras das águas e da seca (TABELA 3).

TABELA 2- Resumo das análises de variância conjuntas geral e das microrregiões, para o número médio de vagens por planta (VPL), número médio de grãos por vagem (GPV) e massa de 100 grãos (M100) de 25 linhagens de feijoeiro-comum do grupo comercial carioca cultivadas em diferentes ambientes de Minas Gerais. Janaúba-MG, 2015.

Geral (Todos os ambientes)					Sete Lagoas				
Fonte de Variação	gl	QUADRADOS MÉDIOS			Fonte de Variação	gl	QUADRADOS MÉDIOS		
		VPL ¹	GPV	M100			VPL	GPV	M100
Bloco/Ambiente	16	23,704	0,497	7,143	Bloco/Ambiente	4	24,045	0,552	3,661
Linhagem (L)	24	26,455 ^{ns}	1,745 ^{ns}	11,766 ^{ns}	Linhagem (L)	24	13,333 ^{ns}	0,644*	7,126 ^{ns}
Ambiente (A)	7	997,140**	20,230**	205,905**	Ambiente (A)	1	94,327 ^{ns}	5,908*	582,844*
G x E	115	32,215**	1,356**	8,350**	G x E	24	20,420**	0,269 ^{ns}	6,830 ^{ns}
Resíduo	384	8,788	0,454	4,234	Resíduo	96	6,953	0,417	6,308
CV (%)		24,86	14,63	9,32	CV (%)		18,2	13,97	11,28

Norte de Minas Gerais					Uberlândia				
Fonte de Variação	gl	QUADRADOS MÉDIOS			Fonte de Variação	gl	QUADRADOS MÉDIOS		
		VPL	GPV	M100			VPL	GPV	M100
Bloco/Ambiente	4	3,38	0,096	5,201	Bloco/Ambiente	8	32,194	0,67	9,854
Linhagem (L)	24	18,14 ^{ns}	3,903 ^{ns}	12,765 ^{ns}	Linhagem (L)	24	34,320 ^{ns}	0,745*	10,643*
Ambiente (A)	1	7,962 ^{ns}	11,564**	18,347 ^{ns}	Ambiente (A)	3	1084,591**	18,980*	229,837**
G x E	24	16,582**	4,349**	14,42**	G x E	72	26,006**	0,443 ^{ns}	6,143**
Resíduo	96	2,09	0,542	5,511	Resíduo	192	6,876	0,429	2,559
CV (%)		18,38	18,16	10,29	CV (%)		20,71	13,43	7,40

*,**,ns Significativo a 5 e 1%, e não significativo, respectivamente, pelo teste F a 5% de significância.¹Grau de liberdade ajustado=249.

TABELA 3- Resumo das análises de variância conjuntas das diferentes safras, para o número médio de vagens por planta (VPL), número médio de grãos por vagem (GPV) e massa de 100 grãos (M100) de 25 linhagens de feijoeiro-comum do grupo comercial carioca cultivadas em diferentes ambientes de Minas Gerais. Janaúba-MG, 2015.

Fonte de Variação	QUADRADOS MÉDIOS											
	INVERNO				ÁGUAS				SECA			
	gl	VPL	GPV	M100	gl	VPL	GPV	M100	gl	VPL	GPV	M100
Bloco/Ambiente	6	32,545	0,521	6,986	4	25,983	0,639	12,992	6	13,343	0,378	9,399
Linhagem (G)	24	44,347 ^{ns}	2,436 ^{ns}	20,556*	24	16,836 ^{ns}	0,508 ^{ns}	8,269*	24	8,869 ^{ns}	1,021 ^{ns}	5,464 ^{ns}
Ambiente (A)	2	1.846,218 ^{**}	5,924 ^{**}	293,025 ^{**}	1	720,291 ^{**}	14,601 ^{**}	83,926 ^{ns}	2	695,899 ^{**}	56,052 ^{**}	189,535 ^{**}
G x E	48	40,702 ^{**}	2,586 ^{**}	11,127 ^{**}	24	9,637 ^{**}	0,613 ^{ns}	3,662 ^{ns}	48	9,860 ^{**}	0,743 ^{**}	5,004 ^{ns}
Resíduo	144	9,176	0,494	5,484	96	3,817	0,522	2,54	144	3,475	0,37	4,114
CV (%)		22,17	15,48	10,4		17,07	15,8	7,71		17,76	12,94	8,98

*,**,ns Significativo a 5 e 1%, e não significativo, respectivamente pelo teste F a 5% de significância.

Para o número médio de vagens por planta, ao considerar todos os ambientes, verifica-se que na média das três regiões de cultivo, 14 das 25 linhagens apresentaram valores superiores aos demais, variando de 13,83 a 11,97. Dentre os melhores materiais, três foram as cultivares comerciais Pérola, BRSMG Majestoso e BRSMG Talismã (TABELA 4).

Estudando-se o comportamento das linhagens nas microrregiões de cultivo, observa-se que em Sete Lagoas as linhagens sempre apresentaram valores iguais ou superiores às demais microrregiões estudadas. No Norte de Minas Gerais, com exceção das linhagens RCII-2.19, CNFC 10408 e MAIV-15.204, todas as demais apresentaram menores valores em relação a Sete Lagoas e Uberlândia. Para a maioria das linhagens, não houve diferença entre os valores encontrados em Uberlândia e Sete Lagoas (TABELA 4).

Comparando-se as épocas de plantio, constatou-se que na safra de inverno foram obtidos maiores valores para o número médio de vagens por planta em comparação com as demais épocas de plantio, possivelmente pelas melhores condições climáticas para o cultivo do feijoeiro nesta época de plantio. A linhagem EMB-09 foi a única que apresentou, simultaneamente, as maiores médias de vagens por plantas quando avaliada dentro de cada safra e também entre as mesmas (TABELA 5).

O número de vagens por plantas é um dos principais componentes de produtividade do feijoeiro (KUREK *et al.*, 2001), sendo o que mais contribui para o rendimento de grãos; daí a necessidade de selecionar materiais que apresentem bom desempenho em relação a essa característica, como é o caso da linhagem EMB-09.

TABELA 4- Número médio de vagens por planta (VPL), grãos por vagem (GPV) e massa de 100 grãos (M100) de 25 linhagens de feijoeiro-comum do grupo comercial carioca cultivadas em Minas Gerais. Resultados apresentados de forma conjunta (Geral) e individual para as microrregiões do Norte de Minas Gerais (NMG), Sete Lagoas (SL) e Uberlândia (UBER). Janaúba-MG, 2015.

LINHAGEM	COMPONENTES DE PRODUÇÃO											
	VPL	GPV	M100 (g)	VPL			GPV			M100 (g)		
	Geral		NMG	SL	UBER	NMG	SL	UBER	NMG	SL	UBER	
BRSMG Madrepérola	10,50 b ¹	4,71 b	21,37 b	5,75 Bd	12,18 Aa	12,03 Ab	3,41 Bc	4,54 Aa	5,44 Aa	22,23 Ab	23,09 Aa	20,08 Ab
BRSMG Majestoso	12,25 a	4,53 c	22,01 b	7,67 Bc	13,78 Aa	13,78 Aa	3,80 Ac	4,37 Aa	4,97 Aa	22,76 Ab	20,70 Aa	22,28 Aa
BRSMG Talismã	12,13 a	4,20 c	22,13 a	6,96 Bc	13,53 Aa	14,02 Aa	3,12 Bc	4,46 Aa	4,62 Aa	24,15 Aa	24,00 Aa	20,18 Bb
CNFC 10408	12,31 a	4,42 c	21,22 b	13,16 Aa	13,32 Aa	11,38 Ab	3,34 Bc	5,00 Aa	4,67 Aa	21,85 Ab	22,85 Aa	20,08 Ab
CNFC 10432	9,12 b	4,93 b	21,05 b	5,63 Bd	13,45 Aa	8,70 Bc	3,79 Bc	5,59 Aa	5,17 Aa	20,95 Ab	21,54 Aa	20,85 Ab
CNFC 10763	11,24 b	4,43 c	22,28 a	6,58 Cd	15,88 Aa	11,25 Bb	3,61 Bc	4,75 Aa	4,68 Aa	22,67 Ab	21,57 Aa	22,45 Aa
CNFC 11965	13,24 a	4,40 c	22,03 b	7,75 Bc	16,49 Aa	14,37 Aa	3,79 Ac	4,52 Aa	4,63 Aa	22,23 Ab	22,17 Aa	21,86 Aa
CVIII-2	11,34 b	5,34 a	22,44 a	6,23 Bd	14,48 Aa	12,32 Ab	6,44 Aa	4,82 Ba	5,05 Ba	22,71 Ab	22,61 Aa	22,23 Aa
CVIII-5	12,43 a	4,34 c	21,43 b	8,83 Bb	13,54 Aa	13,67 Aa	3,27 Bc	4,58 Aa	4,75 Aa	22,27 Ab	21,64 Aa	20,91 Ab
EMB-14	12,45 a	4,49 c	22,01 b	7,16 Cc	17,45 Aa	12,58 Ba	4,64 Ab	4,53 Aa	4,40 Aa	24,10 Aa	20,92 Ba	21,52 Bb
EMB-4	13,47 a	4,31 c	22,83 a	9,79 Bb	15,28 Aa	14,40 Aa	3,65 Ac	4,36 Aa	4,61 Aa	23,00 Ab	23,43 Aa	22,46 Aa
EMB-9	13,83 a	4,50 c	21,58 b	9,00 Bb	15,35 Aa	15,48 Aa	3,65 Bc	4,51 Aa	4,92 Aa	21,77 Ab	21,83 Aa	21,37 Ab
MAIV-15.204	11,55 b	4,75 b	22,63 a	9,00 Ab	13,18 Aa	12,01 Ab	4,67 Ab	4,43 Aa	4,94 Aa	24,24 Aa	23,34 Aa	21,47 Ab
MAIV-18.259	11,72 b	4,38 c	23,46 a	8,76 Ab	13,80 Aa	12,17 Ab	3,55 Bc	4,27 Aa	4,85 Aa	24,38 Aa	22,63 Aa	23,42 Aa
MAIV-18.524	11,97 a	4,71 b	22,23 a	6,51 Bd	13,78 Aa	13,80 Aa	3,49 Bc	4,94 Ba	5,20 Ba	22,00 Ab	22,64 Aa	22,13 Aa
P-18.163	11,68 b	4,73 b	22,78 a	6,94 Bc	13,02 Aa	13,38 Aa	3,91 Bc	4,61 Aa	5,19 Aa	25,04 Aa	21,84 Ba	22,12 Ba
Pérola	12,52 a	4,46 c	22,60 a	5,67 Bd	17,43 Aa	13,48 Aa	4,41 Ac	4,56 Aa	4,43 Aa	24,15 Aa	22,17 Aa	22,03 Aa
RCII-2.19	12,32 a	4,65 c	21,83 b	9,22 Ab	13,20 Aa	13,43 Aa	4,24 Ac	4,39 Aa	4,99 Aa	22,72 Ab	20,55 Aa	22,03 Aa
VC-17	11,43 b	4,62 c	21,50 b	5,55 Bd	13,35 Aa	13,41 Aa	3,73 Bc	5,04 Ba	4,84 Ba	21,33 Bb	24,42 Aa	20,13 Bb
VC-18	12,37 a	4,36 c	23,59 a	7,96 Cc	16,82 Aa	12,36 Bb	3,78 Ac	4,21 Aa	4,73 Aa	25,10 Aa	23,01 Aa	23,13 Aa
VC-19	13,29 a	4,53 c	22,17 a	8,68 Bb	14,40 Aa	15,03 Aa	3,47 Bc	4,82 Aa	4,91 Aa	24,71 Aa	22,31 Ba	20,84 Bb
VC-20	10,88 b	5,12 a	21,38 b	7,63 Bc	15,88 Aa	10,00 Bc	5,81 Aa	5,07 Aa	4,81 Aa	21,26 Ab	20,11 Aa	22,07 Aa

Continua...

TABELA 4. Continuação

LINHAGEM	COMPONENTES DE PRODUÇÃO											
	VPL	GPV	M100 (g)	VPL			GPV			M100 (g)		
	Geral			NMG	SL	UBER	NMG	SL	UBER	NMG	SL	UBER
VC-21	11,00 b	4,83 b	21,83 b	8,22 Bb	13,88 Aa	10,96 Bb	4,76 Ab	4,68 Aa	4,94 Aa	21,91 Ab	23,70 Aa	20,85 Ab
VC-22	12,44 a	4,94 b	20,91 b	10,25 Ab	13,18 Aa	13,17 Aa	5,14 Ab	4,41 Aa	5,11 Aa	19,11 Ab	21,60 Aa	21,46 Ab
VC-23	10,54 b	4,51 c	22,74 a	7,75 Bc	15,60 Aa	9,42 Bc	3,93 Bc	4,10 Ba	5,01 Aa	23,95 Aa	21,76 Aa	22,62 Aa
CV (%)	24,87	14,63	9,31	18,38	18,2	20,71	18,16	13,97	13,43	10,28	11,28	7,4
Núm. de ambientes	8	8	8	2	2	4	2	2	4	2	2	4

¹Médias seguidas por mesma letra, maiúscula na linha (comparam as microrregiões) e minúscula na coluna (comparam linhagens), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

TABELA 5 - Vagens por planta (VPL), grãos por vagem (GPV) e massa de 100 grãos (M100) de 25 linhagens de feijoeiro-comum do grupo carioca cultivados em Minas Gerais apresentados de forma conjunta (GERAL) e individual para as épocas de plantio de inverno (INV), águas (AG) e seca (SC). Janaúba, MG, 2015.

LINHAGEM	COMPONENTES DE PRODUÇÃO											
	VPL	GPV	M100 (g)	VPL			GPV			M100 (g)		
	G			INV	AG	SC	INV	AG	SC	INV	AG	SC
BRSMG Madrepérola	10,50 b ¹	4,71 b	21,37 b	9,94 Ac	11,63 Ab	10,30 Ab	4,42 Ac	5,13 Aa	4,72 Ab	21,45 Ac	19,03 Bb	22,84 Aa
BRSMG Majestoso	12,25 a	4,53 c	22,01 b	15,68 Aa	11,00 Bb	9,66 Bb	4,36 Ac	4,70 Aa	4,57 Ab	22,29 Ab	21,98 Aa	21,73 Aa
BRSMG Talismã	12,13 a	4,20 c	22,13 a	15,21 Aa	9,60 Bb	10,74 Ba	4,19 Ac	4,32 Aa	4,14 Ab	24,38 Aa	18,17 Bb	22,51 Aa
CNFC 10408	12,31 a	4,42 c	21,22 b	16,25 Aa	8,70 Bb	10,78 Ba	4,24 Ac	4,35 Aa	4,64 Ab	20,91 Bc	19,15 Bb	22,89 Aa
CNFC 10432	9,12 b	4,93 b	21,05 b	8,16 Ac	10,20 Ab	9,36 Ab	4,46 Ac	5,17 Aa	5,23 Aa	19,54 Ac	21,77 Aa	22,07 Aa
CNFC 10763	11,24 b	4,43 c	22,28 a	11,83 Ac	11,13 Ab	10,72 Aa	4,16 Ac	4,65 Aa	4,56 Ab	22,75 Ab	21,15 Aa	22,57 Aa

Continua...

TABELA 5. Continuação

LINHAGEM	COMPONENTES DE PRODUÇÃO											
	VPL	GPV	M100 (g)	VPL			GPV			M100 (g)		
				G	INV	AG	SC	INV	AG	SC	INV	AG
CNFC 11965	13,24 a	4,40 c	22,03 b	15,55 Aa	10,37 Ab	12,85 Aa	4,55 Ac	4,28 Aa	4,31 Ab	21,74 Ac	21,60 Aa	22,60 Aa
CVIII-2	11,34 b	5,34 a	22,44 a	12,47 Ac	11,73 Ab	9,94 Ab	6,46 Aa	4,58 Ba	4,73 Bb	22,71 Bb	20,43 Bb	23,51 Aa
CVIII-5	12,43 a	4,34 c	21,43 b	13,56 Ab	12,70 Aa	11,12 Aa	4,09 Ac	4,53 Aa	4,45 Ab	22,19 Ab	19,32 Bb	22,09 Aa
EMB-14	12,45 a	4,49 c	22,01 b	13,32 Ab	13,43 Aa	10,91 Aa	4,79 Ab	3,83 Aa	4,63 Ab	23,03 Ab	21,28 Aa	21,48 Aa
EMB-4	13,47 a	4,31 c	22,83 a	16,59 Aa	14,13 Aa	9,91 Bb	4,07 Ac	4,55 Aa	4,37 Ab	22,96 Ab	22,32 Aa	23,05 Aa
EMB-9	13,83 a	4,50 c	21,58 b	16,03 Aa	12,67 Aa	12,40 Aa	4,53 Ac	4,62 Aa	4,39 Ab	22,53 Ab	20,05 Ab	21,65 Aa
MAIV-15.204	11,55 b	4,75 b	22,63 a	13,29 Ab	12,62 Aa	9,09 Ab	4,79 Ab	4,83 Aa	4,63 Ab	22,29 Ab	21,50 Aa	23,71 Aa
MAIV-18.259	11,72 b	4,38 c	23,46 a	14,07 Ab	11,33 Ab	9,63 Ab	3,83 Ac	4,53 Aa	4,83 Ab	25,17 Aa	22,13 Ba	22,64 Ba
MAIV-18.524	11,97 a	4,71 b	22,23 a	12,48 Ac	13,63 Aa	10,36 Ab	4,52 Ac	4,93 Aa	4,74 Ab	22,04 Ab	20,17 Bb	23,78 Aa
P-18.163	11,68 b	4,73 b	22,78 a	13,92 Ab	11,63 Ab	9,47 Ab	4,54 Ac	4,70 Aa	4,93 Aa	24,72 Aa	20,32 Bb	22,47 Ba
PEROLA	12,52 a	4,46 c	22,60 a	12,01 Ac	14,73 Aa	11,55 Aa	4,76 Ab	4,12 Aa	4,38 Ab	23,74 Aa	20,12 Bb	23,10 Aa
RCII-2.19	12,32 a	4,65 c	21,83 b	15,81 Aa	10,62 Bb	9,97 Bb	4,88 Ab	4,57 Aa	4,47 Ab	22,57 Ab	20,93 Aa	21,69 Aa
VC-17	11,43 b	4,62 c	21,50 b	13,52 Ab	11,00 Ab	9,63 Ab	4,21 Ac	4,42 Aa	5,15 Aa	19,83 Bc	20,42 Bb	23,88 Aa
VC-18	12,37 a	4,36 c	23,59 a	15,80 Aa	10,88 Bb	9,94 Bb	4,31 Ac	4,40 Aa	4,37 Ab	25,01 Aa	22,52 Aa	22,88 Aa
VC-19	13,29 a	4,53 c	22,17 a	16,12 Aa	14,03 Aa	9,95 Bb	4,50 Ac	4,42 Aa	4,62 Ab	22,32 Ab	20,75 Aa	22,98 Aa
VC-20	10,88 b	5,12 a	21,38 b	10,72 Ac	9,87 Ab	11,71 Aa	5,04 Ab	4,72 Aa	5,48 Aa	21,31 Ac	21,57 Aa	21,31 Aa
VC-21	11,00 b	4,83 b	21,83 b	13,31 Ab	9,87 Ab	9,45 Ab	4,44 Ac	4,60 Aa	5,38 Aa	23,22 Ab	19,07 b	22,27 Aa
VC-22	12,44 a	4,94 b	20,91 b	15,09 Aa	9,50 Ab	11,75 Aa	5,24 Ab	4,52 Aa	4,92 Aa	19,98 Ac	21,65 Aa	21,34 Aa
VC-23	10,54 b	4,51 c	22,74 a	10,88 Ac	9,13 Ab	11,15 Aa	4,02 Ac	4,83 Aa	4,79 Ab	23,91 Aa	19,65 Bb	23,61 Aa
CV (%)	24,87	14,63	9,31	22,17	17,07	17,76	15,48	15,8	12,94	10,4	7,71	8,98
Núm. de ambientes	8	8	8	3	2	3	3	2	3	3	2	3

¹Médias seguidas por mesma letra, maiúscula na linha (comparam as safras) e minúscula na coluna (comparam linhagens), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

O número de vagens por plantas é o componente que apresenta maior variação em função das características ambientais, sendo também um dos mais importantes a serem observados dentro dos programas de melhoramento do feijoeiro (RAMALHO *et al.*, 1993). É válido ressaltar que esse componente é muito instável e de baixa herdabilidade, dependente de características morfológicas como o número de nós e ramos laterais, além de fatores fisiológicos relacionados ao crescimento da planta (CASQUERO *et al.*, 2006; ZILIO *et al.*, 2011), o que de certa forma dificulta o processo de seleção.

Quando comparadas, de forma geral, a linhagem-elite CVIII-2 foi a que apresentou maior número de grãos por vagem em relação aos demais materiais. Não foram verificadas diferenças entre as microrregiões de Sete Lagoas e Uberlândia para todas as linhagens, exceto para a VC-23, cujo maior valor foi observado na região de Uberlândia. No Norte de Minas Gerais, a linhagem-elite CVIII-2 foi a que apresentou maior valor de grãos por vagem, não diferindo apenas da linhagem VC-20. Onze das 25 linhagens estudadas na região do Norte de Minas Gerais não diferiram em relação às regiões de Sete Lagoas e Uberlândia. Apenas a linhagem-elite VC-20 ficou, simultaneamente, entre os materiais com maior média dentro de cada safra e que não diferiu entre as mesmas.

Nas diferentes safras, o número de grãos por vagem, de maneira geral, não variou para a maioria das linhagens quando comparadas entre as safras. Na safra de inverno, a linhagem com maior valor para essa característica foi a CVIII-2, sendo a única que diferenciou em relação às safras, melhor na safra de inverno do que nas demais safras estudadas. Não foram verificadas diferenças entre as linhagens na safra de inverno. Na seca, as linhagens com maior valor de grãos por vagem foram CNFC 10432, P-18.163, VC-17, VC-20, VC-21 e VC-22.

A massa de 100 grãos foi superior para 12 das 25 linhagens avaliadas, cujas médias variaram entre 20,91 e 23,59 g, e apenas as linhagens comerciais Pérola e BRSMG Talismã não diferiram dos materiais com maior valor. Estudando-se as linhagens dentro de cada microrregião de cultivo, constata-se que no Norte de Minas Gerais 9 das 25 linhagens apresentaram valores de massa de 100 grãos superiores às demais, com valores variando entre 19,11 e 25,10 g. Em Sete Lagoas, estes valores variaram entre 20,11 e 24,42 g, não sendo observadas diferenças estatísticas significativas entre as linhagens. Já em Uberlândia, 13 linhagens se destacaram entre as demais, sendo que as médias variaram de 20,08 a 23,42 g. As linhagens VC-18, MAIV-18.259, VC-23 e Pérola foram as que apresentaram os maiores valores simultaneamente em todas as microrregiões estudadas.

Os valores médios da massa de 100 grãos podem ser afetados tanto pela cultivar como pelo ambiente, visto que para a cultivar comercial Pérola, que é mais cultivada e consumida no país, a massa média de cem grãos ideal é em torno de 27 g (PEREIRA *et al.*, 2013). Analisando-se os valores médios da massa de 100 grãos, de forma geral, apenas as linhagens elite MAIV-18.259 e VC-18 apresentaram o mínimo exigido comercialmente, que é de 23 g (RAMALHO & ABREU, 2006). Mesmo se avaliando de forma decomposta entre microrregiões e safras, a maioria das linhagens também apresentou massa média de 100 grãos aquém da ideal. Isso pode estar associado à falta de controle de doenças nos ensaios, o que pode ter prejudicado o enchimento dos grãos na fase final do ciclo do feijoeiro (PEREIRA *et al.*, 2013).

Quando comparada à massa de 100 grãos nas diferentes safras, as linhagens MAIV-18.259, P-18.163, VC-18 e VC-23, as cultivares Pérola e BRSMG Talismã foram as que apresentaram os maiores valores na safra de inverno. Já na safra das águas, 12 das 25 linhagens apresentaram maiores valores, sendo que nenhuma diferença significativa entre os materiais foi

observada na safra da seca. A linhagem VC-18 apresentou o maior valor de massa de 100 grãos, simultaneamente, tanto dentro como entre as safras.

Percebe-se que para o número de grãos por vagem e massa de 100 grãos, mesmo havendo variação significativa nos valores médios das linhagens, a mesma é relativamente baixa. De acordo com Barilli *et al.* (2011), isso está associado ao fato de que, em culturas como o feijão, a preferência se dá a determinados ideótipos de plantas, o que muitas vezes acaba por restringir a variação entre as linhagens. Entretanto, Casquero *et al.* (2006) também afirmam que os componentes de rendimento podem aumentar e outros diminuir dependendo das condições ambientais, o que de muitas vezes acaba contribuindo para a estabilidade produtiva dos genótipos.

De maneira geral, a safra de inverno foi a que proporcionou os melhores valores de componentes de rendimento, o que certamente está associado às melhores condições climáticas para o cultivo do feijoeiro, como temperaturas mais amenas, umidade relativa do ar adequada, menor ocorrência de plantas daninhas e menor encharcamento do solo, por conta da baixa ocorrência de chuvas. A não realização de controle de doenças nos ensaios também pode ter contribuído para a menor produção nas safras das águas e da seca, visto que o feijoeiro é atacado por diversas doenças, que têm maior ocorrência em épocas de cultivo com chuvas, altas temperaturas, e molhamento foliar prolongado.

Ao se avaliar o grau de associação entre os componentes de rendimento e as produtividades das diferentes microrregiões e safras (TABELA 6), constataram-se baixos valores de correlação, os quais foram classificados, em sua maioria, como moderados positivos ou fracos positivos (FIGUEIREDO FILHO & SILVA JÚNIOR, 2009; SANTOS, 2007), com maioria dos valores variando entre 0,1 e 0,8.

Esses baixos valores podem estar associados ao fato de que a produtividade final também é associada ao estande final, que provavelmente foi

diferente nos ensaios avaliados, o que pode estar associado a maior ou menor resistência a doenças de solo no início dos cultivos, e que também pode contribuir para diferenças na produtividade das linhagens. Barili *et al.* (2010) destacam que para os melhoristas é fundamental estudar o grau de associação entre os caracteres agronômicos, uma vez que seleção baseada em um caráter adaptativo pode influenciar o comportamento de outros, e conseqüentemente afetar a produtividade.

TABELA 6- Coeficientes de correlação fenotípica de Pearson entre os componentes de rendimento e as produtividades médias de 25 linhagens de feijoeiro-comum do grupo comercial “carioca” avaliadas de forma geral e individual para as microrregiões do Norte de Minas Gerais (NMG), Sete Lagoas (SL) e Uberlândia, e as safras de inverno, águas e seca. Janaúba-MG, 2015.

COMPONENTE	MICRORREGIÕES			
	GERAL	NMG	SL	UBER
Vagens por planta	0,39	0,5	-0,14	0,47
Grãos por vagem	0,22	0,37	0,35	0,09
Massa de 100 grãos	0,41	0,17	0,61	0,5
COMPONENTE	SAFRAS			
	GERAL	INVERNO	ÁGUAS	SECA
Vagens por planta	-	0,41	-0,19	0,58
Grãos por vagem	-	0,35	0,27	0,02
Massa de 100 grãos	-	0,45	0,00	0,44

As análises de variância individuais referentes aos dados de rendimento de grãos das linhagens em cada ambiente estudado revelaram que os coeficientes de variação atenderam ao preconizado pelas normas dos ensaios de VCU (inferior a 25%), com acurácia seletiva variando de alta a muito alta (> 0,7) (CARGNELUTTI FILHO; STORCK; RIBEIRO, 2009), com exceção dos ambientes 1 e 5, os quais apresentaram valores de AS igual a 0,57 e 0,33,

respectivamente. Isso é importante pois indica que aproximadamente 78% dos ensaios avaliados apresentaram boa precisão (TABELA 7).

A análise de variância conjunta do rendimento de grãos apontou que não houve efeito significativo ($p > 0,05$) das linhagens estudadas, havendo, porém, interação significativa ($p < 0,05$) entre as mesmas e os ambientes avaliados (TABELA 8). Isso denota o comportamento diferenciado das linhagens em função dos ambientes avaliados, com valores médios variando de 2.141 a 1.568 kg ha⁻¹, indicando a importância de uma recomendação mais específica para as diferentes regiões de cultivo.

Os ambientes avaliados contribuíram com 62,16% da variação total, enquanto que a interação G x E contribuiu com 23,05%, de acordo com o R² encontrado. A fonte de variação “linhagens” não foi significativa, sendo este efeito o de menor importância (3,02%) na variação total dos resultados.

Vários trabalhos têm evidenciado a maior relevância das interações em relação às linhagens (PEREIRA *et al.* 2013; PEREIRA *et al.* 2010; MELO *et al.* 2007). Tendo em vista a grande relevância dos efeitos dos ambientes e da interação G x E, fica clara a necessidade da avaliação dessas linhagens em um maior número de locais, safras e anos de cultivo, de forma a aumentar a precisão da seleção das linhagens mais produtivas e estáveis para diferentes regiões.

TABELA 7- Resumo da análise de variância individual para o rendimento de grãos dos ensaios conduzidos com 25 linhagens de feijoeiro-comum em três regiões do Estado de Minas Gerais. Janaúba-MG, 2015

Ambiente	Quadrados Médios (BLOCO)	Quadrados Médios (LINHAGEM)	Quadrados Médios (RESÍDUO)	Coefficiente de Variação (%)	Acurácia Seletiva
1	1.127.016,84	289.756,82 ^{ns}	194.070,46	16,41	0,57
2	65.212,65	167.342,30 ^{**}	53.278,41	16,34	0,83
3	113.090,65	1.071.510,55 ^{**}	92.662,001	21,08	0,96
4	20.443,24	17.053,369 ^{ns}	44.259,08	18,04	0,78
5	822.003,37	182.754,40 ^{ns}	163.367,38	17,21	0,33
6	84.027,05	493.562,10 ^{**}	58.179,73	21,67	0,94
7	368.053,56	2.267.349,54 ^{**}	298.141,67	18,36	0,93
8	162.119,09	515.454,54 ^{**}	122.464,38	20,95	0,87
9	44.418,41	306.790,27 ^{**}	55.045,42	20,51	0,91
gl	2	24	48	-	-

^{*,**},^{ns} Significativo a 5 e 1%, e não significativo, respectivamente pelo teste F a 5% de significância.

TABELA 8- Resumo da análise de variância conjunta para a produtividade de grãos de 25 linhagens de feijoeiro-comum cultivados em Minas Gerais. Janaúba-MG, 2015.

Fonte de Variação	gl	Produtividade (kg ha ⁻¹)	
		Quadrados Médios	R ²
Bloco/Ambiente	18	311.820,542	
Linhagem (G)	24	614.638,226 ^{ns}	3,02
Ambiente (E)	8	37.993.120,220**	62,16
G x E	192	587.116,962**	23,05
Resíduo	432	120.163,175	
Total	674		
Média Geral		1773	
CV (%)		19,55	

**^{ns}Significativo a 5% e não significativo, respectivamente, pelo teste F a 5% de significância.

A análise de adaptabilidade e estabilidade mostrou que quando foram utilizados os valores médios de produtividade dos nove ambientes avaliados, seis das 25 linhagens apresentaram índice de recomendação (W_i) acima de 100%, sendo estas as linhagens MAIV-18.259 (115,16%), RCII-2.19 (109,23%), VC-20 (106,54%), MAIV-15.204 (105,45%), VC-22 (105,32%) e EMB-4 (102,41%) (TABELA 9).

Este resultado permite afirmar que dentre todos os materiais avaliados, os que se destacaram apresentam 75% de probabilidade de produzirem respectivamente 15,16, 9,23, 6,54, 5,45, 5,32 e 2,41% acima da média geral obtida nos ensaios. Estas linhagens, além de mais estáveis, também foram as que apresentaram maior produtividade média (TABELA 9), sendo as mesmas linhagens que demonstram potencial para recomendação comercial, visto o bom desempenho tanto em relação à produtividade como também a maior adaptabilidade e estabilidade em relação às demais.

Para a adaptabilidade e estabilidade das linhagens dentro de cada microrregião de cultivo (TABELA 9), observa-se que no Norte de Minas Gerais as linhagens EMB-4, CNFC 10408, MAIV-15.204, RCII-2.19, VC-22, VC-23 e VC-20 foram as mais estáveis, podendo produzir, respectivamente, 18,67, 12,83, 12,37 e 10,84% a mais que a média geral das linhagens para esta região.

Em Sete Lagoas, as linhagens que apresentaram maior adaptabilidade e estabilidade foram CNFC 11965 (111,76%), PÉROLA (106,51%), VC-17 (105,00%) e CNFC 10432 (103,26%). Já em Uberlândia, as linhagens MAIV-18.259 (138,53%), RCII-2.19 (117,66%), VC-22 (115,02%) e VC-20 (109,63%) foram os materiais com maior adaptabilidade.

A linhagem MAIV-18.259 foi a única que se manteve entre as mais produtivas em todas as regiões avaliadas, não apresentando alta adaptabilidade e estabilidade apenas para a microrregião de Sete Lagoas. De maneira geral, as linhagens comerciais apresentaram desempenho aquém das linhagens-elites

estudadas, apresentando baixos valores de produtividade e índice de recomendação. Não foram verificadas diferenças entre as produtividades das microrregiões (TABELA 9).

A cultivar comercial Pérola, que ainda é uma das mais cultivadas no Brasil e também nas microrregiões estudadas, não apresentou desempenho satisfatório nos locais estudados. A linhagem MAIV-18.259 se destacou tanto para a produtividade quanto para a adaptabilidade e estabilidade, o que permite inferir que seja um material com potencial para tornar-se uma linhagem comercial. Esta linhagem apresentou produtividade média 27% superior à da cultivar Pérola, quando estudados todos os ambientes, o que representa acréscimo superior a 450 kg ha⁻¹.

Já em relação às safras, as linhagens MAIV-18.259, RCII-2.19 e VC-22 foram os materiais que apresentaram maior produtividade, independente da safra avaliada. Ao avaliar entre as safras, essas mesmas linhagens não diferiram, além de estarem entre os materiais com maiores produtividades (TABELA 10).

TABELA 9- Estimativas de parâmetros de adaptabilidade/estabilidade (Wi) pelo método de Annicchiarico (1992) para a produtividade de grãos de forma conjunta (GL) e com decomposição em três regiões: Norte de Minas Gerais (NMG), Sete Lagoas (SL) e Uberlândia (UBER), de 25 linhagens de feijoeiro-comum avaliadas em Minas Gerais. Janaúba-MG, 2015.

LINHAGENS	Produtividade (kg ha ⁻¹)				Annicchiarico							
	GERAL	NMG	SL	UBER	Wi (G)	C ²	Wi (NMG)	C	Wi (SL)	C	Wi (UBER)	C
MAIV-18.259	2141 a ¹	1936 Aa	1738 Aa	2496 Aa	115,16	1	104,44	9	98,29	13	138,53	1
MAIV-15.204	2032 a	2249 Aa	1878 Aa	1944 Ab	105,45	4	112,37	3	100,28	9	104,14	7
RCII-2.19	1974 a	2184 Aa	1619 Aa	1993 Ab	109,23	2	110,84	4	91,82	22	117,66	2
VC-20	1945 a	2063 Aa	1817 Aa	1921 Ab	106,54	3	107,07	7	101,47	5	109,63	4
EMB-4	1934 a	2195 Aa	1738 Aa	1836 Ab	102,41	6	118,67	1	98,9	12	96,04	11
VC-22	1893 a	2046 Aa	1494 Aa	1977 Ab	105,32	5	109,14	5	84,52	25	115,02	3
VC-23	1875 a	2002 Aa	1911 Aa	1761 Ab	99,35	7	107,69	6	97,95	14	93,18	13
EMB-9	1857 a	1745 Ab	1856 Aa	1940 Ab	96,62	9	92,61	15	100,89	7	98,88	9
CVIII-5	1809 b	1628 Ab	1753 Aa	1972 Ab	96,13	10	80,93	20	99,67	11	108,22	5
MAIV-18.524	1796 b	1581 Ab	1795 Aa	1957 Ab	92,8	11	76,72	21	97,02	16	103,92	8
P-18.163	1783 b	1685 Ab	1596 Aa	1949 Ab	90,42	13	86,34	18	90,78	23	93,82	12
VC-19	1740 b	2013 Aa	1710 Aa	1550 Ac	91,49	12	104,73	8	96,97	17	80,54	18
EMB-14	1733 b	1795 Ab	1765 Aa	1670 Ac	97,02	8	97,18	11	100,27	10	97,96	10
VC-18	1721 b	2072 Aa	1623 Aa	1506 Ac	85,98	20	100,63	10	91,93	21	73,16	22
BRSMG Majestoso	1716 b	1452 Ab	1530 Aa	2006 Ab	88,11	15	73,84	24	86,41	24	104,65	6
BRSMG Madrepérولا	1702 b	1558 Ab	1867 Aa	1726 Ab	88,36	14	74,73	23	101,18	6	92,64	14
CVIII-2	1691 b	1913 Aa	1700 Aa	1518 Ac	87,34	17	93,42	13	96,33	18	79,13	19
PEROLA	1683 b	1885 Aa	1979 Aa	1383 Ac	86,55	19	86,39	17	106,51	2	76,96	20

Continua...

TABELA 9. Continuação

LINHAGENS	Produtividade (kg ha ⁻¹)				Annicchiario							
	GERAL	NMG	SL	UBER	Wi (G)	C ²	Wi (NMG)	C	Wi (SL)	C	Wi (UBER)	C
VC-21	1674 b	1612 Ab	1768 Aa	1672 Ac	83,79	22	86,95	16	100,53	8	75,96	21
CNFC 11965	1627 b	1751 Ab	1966 Aa	1364 Ac	83,58	23	93,67	12	111,76	1	67,45	25
CNFC 10763	1622 b	1768 Ab	1745 Aa	1450 Ac	87,62	16	82,22	19	97,84	15	86,74	15
CNFC 10408	1619 b	2098 Aa	1683 Aa	1228 Ac	87,17	18	112,83	2	95,37	20	70,29	23
CNFC 10432	1609 b	1563 Ab	1847 Aa	1524 Ac	81,95	25	68,01	25	103,26	4	83,09	16
BRSMG Talismã	1576 b	1766 Ab	1691 Aa	1375 Ac	82,18	24	92,71	14	95,99	19	69,56	24
VC-17	1568 b	1597 Ab	1847 Aa	1405 Ac	84,22	21	75,92	22	105	3	82	17
CV (%)	19,55	18,23	18,34	21,17	-	-	-	-	-	-	-	-
Média Geral	1773	1847	1757	1725	-	-	-	-	-	-	-	-
Número de ambientes	9	3	2	4	9	3	2	4				

¹Médias seguidas por mesma letra, maiúscula na linha (comparam microrregiões) e minúscula na coluna (comparam linhagens), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. ²Classificação, sendo 1 o mais estável.

Verificou-se também que as linhagens MAIV-15.204 (117,45%), VC-18 (115,55%), EMB-4 (110,43%), VC-19 (109,80%), MAIV-18.259 (107,30%) e RCII-2.19 (105,63%), foram os que apresentaram maior adaptabilidade e estabilidade quando considerado apenas a safra de inverno. Com exceção da linhagem VC-18 e VC-19, todas essas linhagens citadas estão entre os materiais com maiores produtividades na análise geral. Também não foram identificadas linhagens comerciais com alta adaptabilidade e estabilidade para esta época de cultivo.

Para a safra das águas, as linhagens MAIV-18.259 (137,21%), VC-22 (136,13%), MAIV-18.524 (124,30%), RCII-2.19 (119,73%), EMB-14 (112,28%) e VC-20 (111,24%) foram as que apresentaram maior adaptabilidade e estabilidade. Dentre as seis linhagens com maior adaptabilidade e estabilidade nesta época de plantio, apenas as linhagens MAIV-18.524 e EMB-14 não apresentaram maiores valores de produtividade geral.

Na safra da seca, se destacaram como mais produtivas as linhagens MAIV-18.259 (111,66%), CVIII-5 (111,60%) e VC-23 (110,26%), sendo a CVIII-5 (111,60%) a única que não se apresentou no grupo de maior produtividade média (TABELA 9).

Ao se comparar a produtividade das linhagens entre as safras de cultivo, nota-se que na safra de inverno as linhagens apresentaram os maiores valores, sendo 48,6 e 26,5 % superior às safras das águas e da seca, respectivamente. Observou-se também que a linhagem-elite MAIV-18.259 revelou uma ampla adaptação em relação às safras, pois se mostrou adaptável e estável, independente da safra avaliada. Além disso, esta linhagem só não apresentou adaptabilidade e estabilidade para a região de Sete lagoas (TABELA 8).

TABELA 10- Estimativas de parâmetros de adaptabilidade/estabilidade (Wi) pelo método de Annicchiarico (1992) para a produtividade de grãos de forma conjunta (G) e com decomposição em três safras: inverno (INV), águas (AG) e seca (SC) para 25 linhagens de feijoeiro-comum avaliadas em Minas Gerais. Janaúba- MG, 2015.

LINHAGEM	Produtividade (kg ha ⁻¹)				Annicchiarico							
	G	INV	AG	SC	Wi (G)	C ²	Wi (INV)	C	Wi (AG)	C	Wi (SC)	C
MAIV-18.259	2141 a ¹	2419 Aa	2041 Aa	1837 Aa	115,16	1	107,3	5	137,21	1	111,66	1
MAIV-15.204	2032 a	2611 Aa	1344 Bc	1717 Ba	105,45	4	117,45	1	94,23	13	100,08	11
RCII-2.19	1974 a	2265 Aa	1729 Aa	1748 Aa	109,23	2	105,63	6	119,73	4	103,4	5
VC-20	1945 a	2268 Aa	1608 Ab	1739 Aa	106,54	3	105,24	7	111,24	6	105,49	4
EMB-4	1934 a	2361 Aa	1491 Ab	1660 Aa	102,41	6	110,43	3	98,92	10	94,9	15
VC-22	1893 a	2072 Aa	1909 Aa	1643 Aa	105,32	5	99,23	10	136,13	2	99,65	12
VC-23	1875 a	2188 Aa	1198 Bc	1908 Aa	99,35	7	99,93	9	85,06	17	110,26	3
EMB-9	1857 a	2315 Aa	1151 Bc	1716 Ba	96,62	9	102,13	8	79,09	18	100,47	9
CVIII-5	1809 b	1970 Ab	1397 Ab	1869 Aa	96,13	10	86,57	18	94,27	12	111,6	2
MAIV-18.524	1796 b	1966 Ab	1737 Aa	1608 Aa	92,8	11	82,36	20	124,3	3	89,97	18
P-18.163	1783 b	2117 Aa	1285 Ac	1668 Aa	90,42	13	89,31	15	75,2	19	100,35	10
VC-19	1740 b	2289 Aa	1036 Bc	1478 Bb	91,49	12	109,8	4	72,94	20	87,2	20
EMB-14	1733 b	1836 Ab	1641 Ab	1656 Aa	97,02	8	88,85	16	112,28	5	100,88	8
VC-18	1721 b	2460 Aa	921 Bc	1268 Bb	85,98	20	115,55	2	63,92	23	72,59	24
BRSMG Majestoso	1716 b	2088 Aa	1357 Ac	1458 Ab	88,11	15	84,99	19	94,98	11	87,27	19
BRSMG Madrepérola	1702 b	1816 Ab	1418 Ab	1737 Aa	88,36	14	77,93	22	90,2	15	101,26	7
CVIII-2	1691 b	2023 Ab	1564 Ab	1331 Ab	87,34	17	95,35	12	93,95	14	72,32	25
Pérola	1683 b	1823 Ab	1487 Ab	1627 Aa	86,55	19	79,06	21	103,06	8	85,33	21
VC-21	1674 b	2145 Aa	848 Bc	1595 Ba	83,79	22	95,49	11	51,86	25	96,6	14

Continua...

TABELA 10. Continuação

LINHAGEM	Produtividade (kg ha ⁻¹)				Annicchiarico							
	G	INV	AG	SC	Wi (G)	C ²	Wi (INV)	C	Wi (AG)	C	Wi (SC)	C
CNFC 11965	1627 b	1895 Ab	1175 Ac	1571 Ab	83,58	23	91,14	13	64,42	22	85,15	22
CNFC 10763	1622 b	1643 Ab	1494 Ab	1678 Aa	87,62	16	71,71	25	102,36	9	102,12	6
CNFC 10408	1619 b	1906 Ab	1065 Ac	1606 Aa	87,17	18	90,47	14	70,58	21	94,65	16
CNFC 10432	1609 b	1745 Ab	1495 Ab	1503 Ab	81,95	25	72,64	24	104,61	7	80,71	23
BRSMG Talismã	1576 b	1838 Ab	1097 Ac	1545 Ab	82,18	24	87,62	17	58,88	24	92,64	17
VC-17	1568 b	1606 Ab	1293 Ac	1699 Aa	84,22	21	73,19	23	86,97	16	97,39	13
CV (%)	19,55	19,18	21,59	18,41	-	-	-	-	-	-	-	-
Média geral	1773	2067	1391	1634								
Nº de ambientes	9	4	2	3	9	4	2	3				

¹Médias seguidas por mesma letra, maiúscula na linha (comparam safras) e minúscula na coluna (comparam linhagens), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. ²Classificação, sendo 1 o mais estável.

As safras de inverno, úguas e seca apresentam características edafoclimáticas bastante distintas, o que afeta o comportamento produtivo das linhagens, em especial para a produtividade de grãos, porque o desempenho produtivo dessa cultura é muito influenciado pelas condições ambientais (PEREIRA *et al.*, 2009). Cultivares com comportamento previsível e que melhor respondam às variações ambientais podem ser identificadas a partir da análise de adaptabilidade/estabilidade, tanto em condições específicas como amplas (CRUZ & REGAZZI, 2003). De maneira geral, a linhagem MAIV-18.259 foi a que apresentou a melhor adaptabilidade e estabilidade, além de alta produtividade, o que indica um potencial para se tornar uma linhagem comercial.

A diferença na performance produtiva das linhagens estudadas nas diferentes microrregiões está associada principalmente à interação G x E, a qual é observada especialmente para o carácter produtividade de grãos, como reportado em diversos trabalhos conduzidos com a cultura no país (MELO *et al.*, 2007; RIBEIRO *et al.*, 2009; PEREIRA *et al.*, 2013; CARVALHO *et al.*, 2006).

O baixo desempenho das linhagens comerciais deixa claro também a necessidade das recomendações de novos materiais que sejam mais produtivos e com maior estabilidade produtiva, de forma que as produtividades médias das lavouras sejam beneficiadas pelo uso de cultivares que maximizem os lucros e estimulem o cultivo do feijoeiro nas regiões estudadas.

CONCLUSÕES

O número médio de vagens por plantas foi o componente de produção que mais se correlacionou com a produtividade.

De maneira geral, a safra de inverno proporcionou as maiores produtividades nas microrregiões estudadas.

A interação Genótipos x Ambientes foi a fonte de variação que mais contribuiu para a variação total da produtividade;

Ao considerar todos os ambientes, as linhagens com melhor desempenho foram MAIV-18.259, RCII-2.19, VC-20, MAIV-15.204, VC-22 e EMB-4.

Para o Norte de Minas Gerais, as linhagens mais produtivas foram MAIV-18.259, MAIV-15.204, RCII-2.19, VC-20, EMB-4, VC-22, VC-23, VC-19, VC-18, CVIII-2, PEROLA, CNFC 10408. Considerando os componentes de produção e a produtividade nas diferentes situações estudadas, a linhagem MAIV-18.259 é a que apresenta melhor desempenho nos ambientes estudados, possuindo bom potencial para se tornar uma cultivar comercial, em especial para o Norte de Minas Gerais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfafa trials in Northern Italy. **Journal of Genetics and Plant Breeding**, Czech Republic, v. 46, p. 269-278, 1992.

BARILI, L. D. *et al.* Componentes do rendimento em acessos de feijão. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages-SC, v. 9, n. 2, p. 125-133, 2010.

BARILI, L. D. *et al.* Correlação fenotípica entre componentes do rendimento de grãos de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1263-1274, 2011.

BEZERRA, A. P. A. *et al.* Rendimento, componentes da produção e uso eficiente da terra nos consórcios sorgo x feijão-de-corda e sorgo x milho. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 38, n. 1, p. 104-108, 2007.

BRASIL. **Instrução Normativa nº 25, de 23 de maio de 2006. Anexo I. Requisitos mínimos para determinação do valor de cultivo e uso de feijão (*Phaseolus vulgaris*) para a inscrição no registro nacional de cultivares - RNC.** Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 19 jun. 2006. Disponível em: <<http://extranet.agricultura.gov.br/sislegisconsulta/servlet/VisualizarAnexo?id=11376>>. Acesso em: 5 ago. 2014.

CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L.; RIBEIRO, N. D. Medidas da precisão experimental em ensaios com genótipos de feijão e de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 10, p. 1225-1231, 2009.

CARVALHO, H. W. L. *et al.* **Adaptabilidade e Estabilidade de Genótipos de Feijoeiro-comum no Nordeste Brasileiro no Ano Agrícola de 2005.** Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Aracajú: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2006.

CASQUERO, P. A. *et al.* Performance of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) landraces from Spain in the Atlantic and Mediterranean environments. **Genetic Resources and Crop Evolution**, [s.l.], v. 53, n. 5, p. 1021-1032, 2006.

CHAGAS, J. M. *et al.* Feijão. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ, V. V. H. (Eds.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação.** Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 306-307.

COCHRAN, W. G. The combination of estimates from different experiments. **Biometrics**, Washington, v. 10, n.1, p. 101-129, 1954.

CRUZ, C. D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético.** 2. ed. rev. Viçosa: UFV, 2003.

DEL PELOSO, M. J.; MELO, L. C. **Potencial de rendimento da cultura do feijoeiro-comum.** Santo Antônio de Goiás-GO: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 131 p.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Dados conjunturais da produção de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e caupi (*Vigna unguiculata* L.) no Brasil (1985 a 2013): área, produção e rendimento.** Santo Antonio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2014. Disponível em: <<http://www.cnpaf.embrapa.br/socioeconomia/index.htm>>. Acesso em: 03 dez. 2014.

FIGUEIREDO FILHO, D. B. F.; SILVA JÚNIOR, J. A. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, Recife, v. 18, n. 1, 2009.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Estações e dados**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>>Acesso: 05 ago. 2014.

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

MELO, L. C. *et al.* Interação com ambientes e estabilidade de genótipos de feijoeiro-comum na Região Centro-Sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 5, p. 715-723, 2007. MELO, C. L. P. *et al.* **BRS Notável: nova cultivar de feijoeiro-comum semiprecoce do grupo carioca para Mato Grosso do Sul**. Dourados-MS: Embrapa Agropecuária Oeste, 2012. Comunicado Técnico).

OLIVEIRA, G. V. *et al.* Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de feijão comum em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 2, p. 257-265, 2006.

PEREIRA, H. S. *et al.* Interação entre linhagens de feijoeiro e ambientes no Estado de Pernambuco: estabilidade, estratificação ambiental e decomposição da interação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, p. 2603-2614, 2013.

PEREIRA, H. S. *et al.* Adaptabilidade e estabilidade de genótipos de feijoeiro-comum com grãos tipo carioca na Região Central do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 1, p. 29-37, 2009.

PEREIRA, H. S. *et al.* Estratificação ambiental na avaliação de linhagens de feijoeiro-comum tipo Carioca em Goiás e no Distrito Federal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 6, p. 554-562, 2010.

PIMENTEL-GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. São Paulo: Editora Nobel, 2000. 466 p.

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

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. **Genética Quantitativa aplicada ao melhoramento de plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: Editora da UFG, 1993. 271 p.

RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 3, p. 182-194, 2007.

RIBEIRO, N. D. *et al.* Estabilidade de produção de cultivares de feijão de diferentes grupos comerciais no estado do Rio Grande do Sul. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 2, p. 339-346, 2009.

ROCHA, F. *et al.* Efeito de ambiente sobre a produtividade de feijão-carioca para o Estado de Santa Catarina. **Bragantia**, Campinas, v. 68, p. 621-627, 2009.

SANTOS, C. **Estatística descritiva: manual de auto-aprendizagem**. Lisboa: Sílabo, 2007.

VIEIRA, C.; PAULA JR., T. J.; BORÉM, A. (Eds.) **Feijão**. 2 ed. amp./rev. Viçosa: Editora UFV, 2006. 600 p.

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

CAPITULO II

PRODUTIVIDADE E ESTABILIDADE DE LINHAGENS-ELITE DE FEIJOEIRO-COMUM DE GRÃOS ESPECIAIS, EM DIFERENTES AMBIENTES DE MINAS GERAIS

RESUMO

BRITO, Orlando Gonçalves. **Produtividade e estabilidade de linhagens-elite de feijoeiro-comum de grãos especiais, em diferentes ambientes de Minas Gerais**. 2015. Cap. 2. p. 63-99. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba-MG⁵.

Este trabalho teve como objetivo identificar linhagens-elite de grãos especiais com maior performance agrônômica, adaptabilidade e estabilidade produtiva em diferentes ambientes de Minas Gerais, visando a possível recomendação de novas cultivares de feijão-comum, especialmente para a região Norte do Estado. Os ensaios foram instalados nas microrregiões de Sete Lagoas (STL), Uberlândia (UBER) e do Norte de Minas Gerais (NMG), nas cidades de Janaúba e Jaíba, conduzidos nas safras de primavera-verão (águas), verão-outono (seca) e outono-inverno (inverno). Cada local e época de plantio estudados foram considerados como um ambiente de cultivo. Cada experimento contou com 16 linhagens de feijão-comum, que compunham os ensaios de VCU de linhagens de grãos especiais, formados por genótipos dos grupos comerciais vermelho, roxo, mulatinho, rosinha, rajado e manteigão. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições. Além da produtividade de grãos, foram avaliados o número médio de vagens por plantas (VPL), o número médio de grãos por vagem (GPV) e a massa média de 100 grãos (M100). Os dados obtidos foram submetidos à análises de variância individuais e conjuntas e as médias estatisticamente diferentes foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância. Além disso, os dados de produtividade foram submetidos também à análise de adaptabilidade e estabilidade, através do método de Annicchiarico, estudando-se os resultados tanto de forma conjunta, considerando-se todos os ambientes estudados, quanto de forma individual, considerando-se cada região ou safra de cultivo. Os resultados obtidos permitiram concluir que a linhagem CNFRx 15275 foi a que apresentou maior produtividade, adaptabilidade e estabilidade ao se considerar todos os ambientes estudados. A safra de inverno proporcionou melhor desempenho para a maior parte das linhagens. Ao considerar o Norte de Minas, os materiais de melhor performance foram as linhagens CNFJ 15288, CNFRx 15275 e Jalo EEP, juntamente com a cultivar comercial BRS Radiante.

Palavras-chave: tipos de grãos, diversidade genética, genótipo, ambiente.

⁵ **Comitê orientador:** Prof. Dr. Abner José de Carvalho – UNIMONTES (Orientador), Thiago Lívio Pessoa Oliveira de Souza – EMBRAPA Arroz e Feijão (Coorientador).

CHAPTER II

PRODUCTIVITY AND STABILITY OF COMMON-BEAN ELITE LINES OF "SPECIAL GRAIN" IN DIFFERENT ENVIRONMENTS OF MINAS GERAIS

ABSTRACT

BRITO, Orlando Gonçalves. **Productivity and stability of common-bean elite lines of "special grain" in different environments of Minas Gerais.** 2015. Chapter 2. p. 63-99. Dissertation (Master's degree in Plant Production in the Semi-arid) - State University of Montes Claros, Janaúba-M⁶G.

This study aimed to identify of special grains elite lines with higher agronomic performance, adaptability and stability in different environments of Minas Gerais, to possible recommendation of new common bean cultivars, particularly in the Northern region of the state. The assays were installed in the regions of Sete Lagoas (STL), Uberlândia (UBER) and North of Minas Gerais (NMG) in Janaúba and Jaíba, conducted in spring-summer (water), summer-autumn (dry) and autumn-winter (winter) crops. Each local and studied planting period was considered a cultivation environment. Each experiment included 16 common bean lines that comprised the VCU tests of special grain lines formed by genotypes of red commercial class, purple, 'mulatinho', 'rosinha', 'rajado' and 'Manteigão'. The design was in randomized complete block with three replications. Besides the grain yield, the average number of pods per plant (VPL), the average number of seeds per pod (GPV) and average weight of 100 grains (M100) were evaluated. The data were submitted to individual and combined analysis of variance and the statistically different means were compared by Scott-Knott test at 5% significance level. In addition, the productivity data were also subjected to analysis of adaptability and stability by the Annicchiarico's method, studying the results both jointly, considering all studied environments, as individually, considering each region or crop growing period. The results showed that the CNFRx 15275 line showed the highest productivity, adaptability and stability when considering all studied environments. The winter season provides better performance for most of the lines. When considering the North of Minas Gerais, the best performance materials were the CNFJ 15288, CNFRx 15275 and Jalo EEP lines, jointly with the BRS Radiante commercial cultivar.

Keywords: grain types, genetic diversity, genotype, environment.

⁶ **Guidance committee:** Prof. Dr. Abner José de Carvalho – UNIMONTES (Advisor), Dr. Tiago Lívio Pessoa Oliveira de Souza – EMBRAPA Arroz e Feijão (Co-Advisor).

1. INTRODUÇÃO

A cultura do feijoeiro-comum está entre as mais importantes do Brasil, gerando renda e atuando como uma cultura de importante papel socioeconômico. Minas Gerais destaca-se como o segundo maior produtor de feijão-comum do país, com uma produção estimada em 564.295 toneladas e produtividade média de 1.440 kg ha⁻¹ no ano de 2013 (EMBRAPA, 2014).

O feijão-comum apresenta uma grande diversidade de formas, tipos e cores de grãos, sendo que a preferência dos consumidores brasileiros pelos diferentes grupos comerciais ocorre de forma regionalizada (EMBRAPA, 2003; ZIMMERMAN *et al.*, 1996). No Brasil, o grupo comercial “carioca” atende exclusivamente ao mercado consumidor brasileiro, suprindo aproximadamente 70% do consumo nacional. Todavia, feijões de grãos especiais, que englobam tipos como roxo, mulatinho, rosinha, vermelho e manteigão, além de atender uma parte do mercado consumidor brasileiro, também possuem um mercado potencial de exportação.

Os programas de melhoramento genético no Brasil visando à recomendação de grãos especiais ainda são muito restritos (RIBEIRO *et al.*, 2014). Embora haja uma demanda frequente por cultivares comerciais de grãos especiais, a maioria das recomendações de cultivares de feijoeiro-comum é realizada para o grupo comercial carioca, que é o mais cultivado, o que de certa forma limita a expansão do cultivo de feijão de outros grupos comerciais, reforçando, assim, a necessidade de pesquisas com outros tipos de feijão.

As condições de cultivo do feijoeiro são bastante diversificadas, o que afeta diretamente os processos de seleção de linhagens, os quais devem buscar materiais com maior adaptabilidade e estabilidade, de forma a minimizar o efeito do ambiente sobre o potencial genético da linhagem. A primeira refere-se à capacidade de os genótipos apresentarem respostas vantajosas ao ambiente;

enquanto a segunda, à previsibilidade do comportamento das linhagens às variações ambientais (MARIOTT *et al.*, 1976). A interação entre genótipos e ambientes (G x E) atua fortemente no processo de seleção de linhagens de feijoeiro, fazendo com que a previsibilidade da produtividade seja afetada, uma vez que essas linhagens podem apresentar variações expressivas na produtividade quando cultivadas em diferentes ambientes.

Ressalta-se também que apenas o estudo da interação G x E não disponibiliza informações detalhadas para a seleção das melhores linhagens para os diferentes ambientes (OLIVEIRA *et al.*, 2006). O estudo de adaptabilidade e estabilidade torna-se indispensável neste processo de seleção, de forma a minimizar o efeito dessas interações, sendo possível obter dados suficientes para selecionar linhagens com comportamento previsível e que melhor respondam a melhorias no ambiente (CRUZ & REGAZZI, 2001). Selecionar materiais com alta adaptabilidade e estabilidade é importante para que se possam recomendar linhagens comerciais com alta produtividade e ampla adaptação.

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo identificar linhagens-elite de grãos especiais com maior performance agrônômica, adaptabilidade e estabilidade produtiva em diferentes ambientes de Minas Gerais, visando à possível recomendação de novas cultivares de feijão-comum, especialmente para a região Norte do Estado.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização e implantação dos ensaios

Os ensaios foram instalados nas microrregiões de Sete Lagoas (STL), Uberlândia (UBER) e Norte de Minas Gerais (NMG), nas cidades de Janaúba e Jaíba, conduzidos nas safras de primavera-verão, verão-outono e outono-inverno, definidas respectivamente como safras das “águas”, “seca” e “inverno” (VIEIRA *et al.*, 2006), entre os anos de 2010 e 2013. A combinação de cada microrregião, safra e ano de condução foi considerada como um ambiente de cultivo. A descrição de cada ambiente estudado, assim como as características climáticas e a localização de cada microrregião, está apresentada na Tabela 1.

Os experimentos referem-se ao ensaio de VCU de feijão-comum de grãos especiais no ciclo de 2011 a 2012, sendo compostos por 12 linhagens-elite e mais 4 cultivares comerciais utilizadas como testemunhas (BRS Radiante, BRS Vereda, BRS Timbó e Ouro Vermelho), todas selecionadas pelo convênio que reúne os programas de melhoramento da UFV, UFLA, EPAMIG e Embrapa Arroz e Feijão. O respectivo tipo comercial de cada linhagem utilizada nos diferentes ensaios está descrito na Tabela 2. O delineamento experimental utilizado nos ensaios foi o de blocos casualizados, com três repetições.

O preparo do solo foi convencional, com realização de uma aração e duas gradagens. Em seguida, a área foi sulcada e adubada utilizando-se semeadora mecanizada, ajustada para o espaçamento de 0,5 m entre linhas com uma densidade de plantio de cerca de 15 plantas m^{-1} . As parcelas foram constituídas por quatro fileiras de plantas, com 4 m de comprimento, perfazendo uma área total de 20 m^2 . As avaliações foram realizadas utilizando-se as plantas das duas fileiras centrais de cada parcela.

A adubação dos experimentos foi realizada conforme os resultados das análises químicas de solo das áreas experimentais, sendo as doses estabelecidas

com base nas recomendações oficiais para a cultura em Minas Gerais (CHAGAS *et al.*, 1999) para o nível 2 de tecnologia. Foi utilizada irrigação suplementar e manejo de pragas quando necessário, entretanto o controle de doenças não foi realizado, conforme preconizado pelas normas de ensaios de VCU (BRASIL, 2006). A colheita do feijão foi realizada manualmente, por ocasião da maturidade fisiológica de cada linhagem.

TABELA 1- Descrição dos ambientes, características climáticas, coordenadas geográficas, época de plantio e ano de cultivo dos ensaios de VCU do grupo comercial de grãos especiais realizados em Minas Gerais nos municípios de Janaúba, Jaíba, Uberlândia e Sete Lagoas. Janaúba-MG, 2015.

Ambiente	Local	Altitude (m)	Dados climáticos (média anual) ¹			Latitude	Longitude	Safr	Ano
			Precipitação (mm)	Umidade Relativa (%)	Temperatura (°C)				
1	Janaúba	510	870	70,0	25,2	15° 48' 13"	43° 19' 3"	Inverno	2011
2	Janaúba	510	870	70,0	25,2	15° 48' 13"	43° 19' 3"	Seca	2012
3	Jaíba	475	938	68,5	24,2	15° 20' 14"	43° 41' 9"	Inverno	2013
4	Sete Lagoas	751	1328	70,5	20,9	19° 28' 4"	44° 14' 52"	Inverno	2012
5	Sete Lagoas	751	1328	70,5	20,9	19° 28' 4"	44° 14' 52"	Seca	2012
6	Uberlândia	843	1479	69,0	21,5	18° 54' 41"	48° 15' 44"	Águas	2010
7	Uberlândia	843	1479	69,0	21,5	18° 54' 41"	48° 15' 44"	Inverno	2011
8	Uberlândia	843	1479	69,0	21,5	18° 54' 41"	48° 15' 44"	Águas	2011
9	Uberlândia	843	1479	69,0	21,5	18° 54' 41"	48° 15' 44"	Seca	2012

¹Fonte: INMET

TABELA 2- Descrição das 16 linhagens e seus respectivos grupos comerciais, utilizadas nos ensaios de VCU conduzidos nos anos de 2010 a 2013. Janaúba-MG, 2015.

Linhagem	Grupo Comercial
CNFJ 15288	Manteigão Jalo
Jalo EPP	Manteigão Jalo
BRS Radiante	Manteigão Rajado
RAD/E550-284	Manteigão Rajado
RC2RAD-155	Manteigão Rajado
BRS Vereda	Rosinha
PT-65	Rosinha
PT-68	Rosinha
BRS Timbó	Roxo
CNFRx 15275	Roxo
Ouro Vermelho	Vermelho
VR-14	Vermelho
VR-15	Vermelho
VR-16	Vermelho
VR-17	Vermelho
VR-18	Vermelho

2.2 Características avaliadas e análises estatísticas

A descrição das características avaliadas e das análises estatísticas realizadas estão descritas no Capítulo I desta dissertação, visto que houve modificação apenas no grupo comercial avaliado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância dos componentes de produção (TABELA 3) demonstrou que, em praticamente todas as decomposições, houve efeito significativo da interação entre linhagens e ambientes avaliados. Isso não foi verificado apenas para os grãos por vagem em Sete Lagoas, que não houve efeito significativo de nenhuma das fontes de variação, e também para a massa de 100 grãos no Norte de Minas Gerais, que apresentou resposta significativa apenas ao efeito das linhagens.

Em relação ao desempenho dos componentes de produção das linhagens nas diferentes safras, houve interação significativa para todos os componentes e em todas as safras (TABELA 4). Esse indicativo reforça a existência de variabilidade genética entre as linhagens, em especial para a produtividade, já que a mesma é afetada pela dinâmica desses componentes de produção.

TABELA 3- Resumo das análises de variância conjuntas geral e das microrregiões, para o número médio de vagens por planta (VPL), número médio de grãos por vagem (GPV) e massa de 100 grãos (M100) de 16 linhagens de feijoeiro-comum de grãos especiais, cultivadas em diferentes ambientes de Minas Gerais. Janaúba-MG, 2015.

GERAL (TODOS OS AMBIENTES)					SETE LAGOAS				
Fonte de Variação	gl	QUADRADOS MÉDIOS			Fonte de Variação	gl	QUADRADOS MÉDIOS		
		VPL	GPV ¹	M100 ²			VPL	GPV	M100
Bloco/Ambiente	16	8,577	0,491	9,11	Bloco/Ambiente	4	6,097	0,878	12,93
Linhagem (G)	15	28,660 ^{ns}	5,535**	579,161**	Linhagem (G)	15	29,879 ^{ns}	1,496 ^{ns}	110,961 ^{ns}
Ambiente (E)	7	871,370**	15,79**	499,771**	Ambiente (E)	1	0,308 ^{ns}	1,865 ^{ns}	130,947*
G x E	91	23,332**	1,029**	148,225**	G x E	15	19,911**	0,937 ^{ns}	137,758**
Resíduo	203	7,543	0,384	20,348	Resíduo	60	7,645	0,648	23,795
CV (%)		23,78	14,64	17,93	CV (%)		21,48	18,29	18,98

NORTE DE MINAS GERAIS					UBERLÂNDIA				
Fonte de Variação	gl	QUADRADOS MÉDIOS			Fonte de Variação	gl	QUADRADOS MÉDIOS		
		VPL	GPV	M100 ³			VPL	GPV	M100
Bloco/Ambiente	4	1,839	0,58	17,576	Bloco/Ambiente	8	13,186	0,254	2,968
Linhagem (G)	15	19,367*	2,800 ^{ns}	270,277**	Linhagem (G)	15	40,659 ^{ns}	2,997**	517,983**
Ambiente (E)	1	0,052 ^{ns}	8,863*	128,876 ^{ns}	Ambiente (E)	3	1460,314**	8,331**	1067,011**
G x E	15	7,816*	1,620*	34,855 ^{ns}	G x E	45	23,592**	0,962**	30,116**
Resíduo	60	4,181	0,321	20,233	Resíduo	120	6,846	0,284	3,399
CV (%)		25,94	16,31	17,95	CV (%)		20,58	11,75	7,4

***,ns Significativo a 5 e 1%, e não significativo, respectivamente pelo teste F a 5% de significância. ¹gl ajustado: G x E=105 e resíduo=240; ²gl ajustado: G x E=59 e resíduo=127; ³gl ajustado: G x E=15 e resíduo=37.

TABELA 4- Resumo das análises de variância conjuntas das diferentes safras, para o número médio de vagens por planta (VPL), número médio de grãos por vagem (GPV) e massa de 100 grãos (M100) de 16 linhagens de feijoeiro-comum de grãos especiais, cultivadas em diferentes ambientes de Minas Gerais. Janaúba-MG, 2015.

Fonte de Variação	QUADRADOS MÉDIOS											
	INVERNO				ÁGUAS				SECA			
	gl	VPL	GPV	M100	gl	VPL	GPV	M100	gl	VPL	GPV	M100
Bloco/Ambiente	6	16,04	0,35	16,346	4	3,156	0,242	3,975	6	4,728	0,799	5,299
Linhagem (G)	15	21,566 ^{ns}	2,942 ^{**}	253,268 [*]	15	23,392 ^{ns}	1,148 ^{ns}	237,157 ^{**}	15	18,866 ^{ns}	2,833 [*]	189,887 ^{ns}
Ambiente (E)	2	1889,27 ^{**}	13,637 ^{**}	394,201 ^{**}	1	615,093 ^{**}	0,293 ^{ns}	1487,588 ^{**}	2	310,2 ^{**}	41,018 ^{**}	167,736 ^{**}
G x E	30	27,409 ^{**}	0,873 [*]	115,913 ^{**}	15	30,995 ^{**}	1,732 ^{**}	64,5 ^{**}	30	19,386 ^{**}	1,668 ^{**}	154,609 ^{**}
Resíduo	90	8,437	0,488	19,173	60	4,421	0,274	2,569	90	5,629	0,353	24,371
CV (%)		21,25	16,27	16,25		21,64	12,54	6,93		22,29	14,1	19,97

^{*,**,.ns} Significativo a 5 e 1%, e não significativo, respectivamente pelo teste F a 5% de significância.

Os maiores valores de vagens por plantas, considerando todos os ambientes, foram verificados nas linhagens pré-comerciais CNFJ 15288, CNFRx 15275, RAD/E550-284, VR-14, VR-15 e VR-16, e também nas cultivares Ouro Vermelho e BRS Timbó, com valores médios variando de 11,69 a 12,91 vagens por planta (TABELA 5). No Norte de Minas Gerais e em Sete Lagoas, não foi observado diferença entre as linhagens avaliadas. Já em Uberlândia, 11 linhagens apresentaram maiores valores de vagens por planta, das quais três foram as linhagens comerciais BRS Timbó, BRS Vereda e Ouro Vermelho.

Ao comparar entre as diferentes microrregiões, constata-se que no Norte de Minas Gerais 8 linhagens revelaram valores estatisticamente iguais aos encontrados em Sete Lagoas e Uberlândia, dentre elas as cultivares BRS Timbó e BRS Radiante. A cultivar BRS Vereda e a pré-comercial VR-17 foram as únicas que tiveram desempenho inferior em Sete Lagoas, quando comparadas ao desempenho nas demais microrregiões (TABELA 5). Apenas a linhagem RC2RAD-155 apresentou desempenho inferior em Uberlândia quando comparada em Sete Lagoas, não diferindo do desempenho obtido no Norte de Minas Gerais.

Tanto em relação às safras quanto às épocas, o comportamento dos componentes da produtividade é fortemente influenciado pelas condições climáticas, em especial pela temperatura, sendo que número de vagens por plantas geralmente apresenta grande variação em função, principalmente, das variações ambientais, principalmente a temperatura ambiental (RIBEIRO *et al.*, 2014; GOMES JÚNIOR *et al.*, 2005).

A produção de vagens e o número de grãos por vagem podem sofrer forte declínio quando as plantas são expostas a temperaturas elevadas durante o período de floração, pois temperaturas superiores a 30 °C podem promover o abortamento floral do feijoeiro (ANDRADE *et al.*, 2006; DIDONET & VITÓRIA, 2006; HOFFMANN JÚNIOR, 2007).

Os menores valores de vagem por planta obtidos no Norte de Minas Gerais possivelmente estão associados, além de fatores genéticos, ao fato de que esta microrregião tradicionalmente possui temperaturas mais elevadas do que Sete Lagoas e Uberlândia. Corroborando estes resultados, Ribeiro *et al.* (2014), trabalhando com linhagens de grãos especiais em quatro ambientes de estudo, encontraram valores de vagem por planta similares.

Ao considerar a produção de vagens pelas linhagens dentro de cada safra, não foi observado diferença significativa entre as mesmas (TABELA 6). Já o comportamento entre as diferentes safras variou, onde as linhagens pré-comerciais RC2RAD-155, CNFJ 15288, VR-14 e a cultivar BRS Radiante apresentaram os maiores valores exclusivamente no inverno, enquanto as demais linhagens não diferiram entre as safras.

A safra de “inverno” revelou melhores resultados para todas as linhagens, visto que nessa época são apresentadas melhores condições climáticas do que a das “águas” e da “seca”, principalmente no que se refere a temperaturas mais amenas e também pelo uso obrigatório da irrigação, o que evita estresse hídrico sobre a cultura. Esse fato também reforça a necessidade de cultivares mais precoces, para que períodos mais críticos de desenvolvimento da cultura não coincidam com períodos longos de estresses ambientais, como a restrição hídrica em cultivos não irrigados, por exemplo.

O número de grãos por vagem, considerando todos os ambientes, foi maior nas linhagens pré-comerciais VR-14 e VR-18 e nas cultivares BRS Vereda e Ouro Vermelho, variando entre 4,73 a 5,17 grãos por vagem. No Norte de Minas Gerais, a linhagem pré-comercial VR-18 e a cultivar BRS Vereda foram as que apresentaram a maior quantidade de grãos por vagem.

Em Sete Lagoas, as linhagens pré-comerciais VR-14 e VR-16 e as cultivares BRS Vereda e Ouro Vermelho apresentaram maiores valores de grãos por vagem. Em Uberlândia, 8 linhagens obtiveram maiores valores, sendo duas

as cultivares BRS Vereda e Ouro Vermelho, com valores médios variando de 3,99 a 5,33. Com exceção da linhagem VR-17, que apresentou maior valor em Uberlândia, todas as linhagens, quando cultivadas em Sete Lagoas ou Uberlândia, apresentaram valores iguais ou superiores aos encontrados no Norte de Minas Gerais.

TABELA 5- Valores médios de número de vagens por planta (VPL), número de grãos por vagem (GPV) e massa de 100 grãos (M100) de 16 linhagens de feijoeiro-comum de grãos especiais cultivadas em Minas Gerais, apresentados de forma conjunta (GERAL) e para as três diferentes regiões do Estado: Norte de Minas Gerais (NMG), Sete Lagoas (SL) e Uberlândia (UBER).

LINHAGEM	COMPONENTES DE PRODUÇÃO											
	GERAL			NMG			SL			UBER		
	VPL	GPV	M100	VPL	GPV	M100	VPL	GPV	M100	VPL	GPV	M100
BRS Radiante	10,17 b ¹	3,71 c	34,94 a	8,00 Aa	9,28 Aa	11,70 Ab	2,59 Bc	4,11 Ab	4,08 Ab	36,99 Aa	33,16 Aa	34,80 Aa
BRS Timbó	12,15 a	3,89 c	22,04 d	10,42 Aa	10,91 Aa	13,63 Aa	3,34 Ac	4,00 Ab	4,12 Ab	19,14 Bb	34,74 Aa	17,14 Bc
BRS Vereda	11,12 b	5,17 a	21,13 d	6,19 Ba	9,99 Ba	14,15 Aa	5,05 Aa	4,97 Aa	5,33 Aa	21,01 Ab	23,53 Ab	19,98 Ac
CNFJ 15288	12,91 a	3,86 c	25,16 c	9,91 Aa	15,84 Aa	12,95 Aa	3,60 Ab	4,35 Ab	4,75 Ab	23,16 Ab	26,96 Ab	25,26 Ab
CNFRx 15275	12,78 a	4,39 b	23,08 c	9,39 Aa	14,91 Aa	13,42 Aa	3,62 Bb	4,34 Ab	4,81 Aa	23,50 Ab	24,55 Ab	22,14 Ac
Jalo EEP	9,89 b	3,78 c	33,32 a	6,53 Aa	12,24 Aa	10,39 Ab	2,50 Bc	4,33 Ab	4,15 Ab	40,65 Aa	22,43 Bb	35,09 Aa
Ouro Vermelho	12,53 a	4,86 a	20,71 d	5,79 Ba	16,75 Aa	13,78 Aa	3,96 Bb	5,33 Aa	5,08 Aa	20,68 Ab	21,56 Ab	20,30 Ac
PT-65	9,81 b	3,76 c	25,70 c	6,56 Aa	12,65 Aa	10,02 Ab	3,15 Ac	3,71 Ab	3,09 Ab	25,04 Ab	27,33 Ab	25,23 Ab
PT-68	11,09 b	3,93 c	23,42 c	9,11 Aa	13,65 Aa	10,79 Ab	2,90 Bc	4,20 Ab	4,32 Ab	24,69 Ab	24,50 Ab	22,24 Ac
RAD/E550-284	12,41 a	3,78 c	32,18 b	7,98 Ba	12,13 Aa	14,77 Aa	2,66 Bc	4,10 Ab	4,18 Ab	35,32 Aa	20,40 Bb	36,49 Aa
RC2RAD-155	10,63 b	3,77 c	31,28 b	9,53 Ba	14,70 Aa	9,15 Bb	3,08 Bc	4,15 Ab	4,93 Ab	27,35 Bb	27,92 Bb	34,92 Aa

Continua....

TABELA 5. Continuação

LINHAGEM	COMPONENTES DE PRODUÇÃO											
	VPL			GPV			M100			M100		
	GERAL			NMG			SL			UBER		
VR-14	11,82 a	4,76 a	20,13 d	10,57 Aa	11,47 Aa	12,62 Aa	4,14 Ab	4,78 Aa	4,06 Aa	19,02 Ab	21,62 Ab	19,93 Ac
VR-15	13,34 a	4,35 b	21,41 d	7,89 Ba	14,34 Aa	15,57 Aa	3,43 Bc	4,25 Ab	4,86 Aa	22,21 Ab	26,11 Ab	18,66 Ac
VR-16	11,69 a	4,63 b	21,55 d	7,54 Ba	13,60 Aa	12,81 Aa	3,54 Bb	5,43 Aa	5,77 Aa	21,36 Ab	21,76 Ab	21,54 Ac
VR-17	11,18 b	4,38 b	23,57 c	5,89 Ba	9,57 Ba	14,63 Aa	3,74 Bb	3,79 Bb	3,99 Aa	21,14 Bb	31,16 Aa	20,98 Bc
VR-18	11,22 b	4,73 a	22,96 c	4,84 Ba	13,93 Aa	13,04 Aa	4,32 Aa	4,56 Ab	4,01 Aa	19,64 Ab	23,39 Ab	24,40 Ab
CV (%)	23,79	14,63	17,93	25,94	21,48	28,58	16,31	18,29	11,75	17,95	18,98	7,39
Nº ambientes	8	8	8	2	2	4	2	2	4	2	2	4

¹Médias seguidas por mesma letra, maiúscula na linha (comparam microrregiões) e minúscula na coluna (comparam linhagens), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

TABELA 6- Vagens por planta (VPL), grãos por vagem (GPV) e massa de 100 grãos (M100) de 16 linhagens de feijoeiro-comum de grãos especiais cultivadas em Minas Gerais, apresentados de forma conjunta (GERAL) e para as épocas de plantio de inverno (INV), águas (AG) e seca (SC).

LINHAGEM	COMPONENTES DE PRODUÇÃO																	
	VPL			GPV			M100			VPL			GPV			M100		
	GERAL	INV	AG	SC	INV	AG	SC	INV	AG	SC	INV	AG	SC					
BRS Radiante	10,17 b ¹	3,71 c	34,94 a	13,31 Aa	6,70 Ba	9,34 Ba	3,80 Ab	3,83 Aa	3,55 Ab	38,00 Aa	32,42 Aa	33,56 Aa						
BRS Timbó	12,15 a	3,89 c	22,04 d	14,57 Aa	12,58 Aa	9,44 Aa	3,96 Ab	3,83 Aa	3,86 Ab	21,60 Ad	15,83 Bb	26,62 Aa						
BRS Vereda	11,12 b	5,17 a	21,13 d	12,18 Aa	11,40 Aa	9,87 Aa	5,19 Aa	4,68 Aa	5,47 Aa	23,12 Ad	19,00 Ab	20,55 Ab						
CNFJ 15288	12,91 a	3,86 c	25,16 c	16,50 Aa	9,87 Ba	11,36 Ba	3,83 Ab	3,60 Aa	4,06 Ab	25,90 Ac	22,08 Ab	26,47 Aa						
CNFRx 15275	12,78 a	4,39 b	23,08 c	12,99 Aa	11,10 Aa	13,69 Aa	4,32 Ab	4,73 Aa	4,24 Ab	26,63 Ac	19,58 Ab	21,87 Ab						
Jalo EEP	9,89 b	3,78 c	33,32 a	12,64 Aa	7,67 Aa	8,62 Aa	3,95 Ab	3,85 Aa	3,57 Ab	36,30 Aa	32,83 Aa	30,65 Aa						
Ouro Vermelho	12,53 a	4,86 a	20,71 d	14,99 Aa	9,18 Aa	12,30 Aa	5,28 Aa	4,42 Aa	4,73 Aa	20,43 Ad	19,10 Ab	22,07 Ab						
PT-65	9,81 b	3,76 c	25,70 c	11,06 Aa	6,92 Aa	10,49 Aa	3,83 Ab	3,53 Aa	3,84 Ab	27,69 Ac	23,42 Ab	25,25 Ab						
PT-68	11,09 b	3,93 c	23,42 c	12,77 Aa	7,73 Aa	11,64 Aa	4,17 Ab	3,55 Aa	3,95 Ab	26,21 Ac	20,00 Ab	22,90 Ab						
RAD/E550-284	12,41 a	3,78 c	32,18 b	13,87 Aa	11,13 Aa	11,80 Aa	3,99 Ab	3,93 Aa	3,47 Ab	32,72 Ab	33,08 Aa	31,02 Aa						
RC2RAD-155	10,63 b	3,77 c	31,28 b	13,88 Aa	7,33 Ba	9,58 Ba	3,47 Ab	3,18 Aa	3,80 Ab	30,21 Ab	34,17 Aa	30,42 Aa						
VR-14	11,82 a	4,76 a	20,13 d	15,31 Aa	9,87 Ba	9,63 Ba	5,38 Aa	4,33 Ba	4,42 Ba	19,61 Ad	18,58 Ab	21,68 Ab						
VR-15	13,34 a	4,35 b	21,41 d	15,62 Aa	10,73 Aa	12,80 Aa	4,28 Ab	4,40 Aa	4,38 Ab	27,57 Ac	17,67 Bb	17,75 Bb						
VR-16	11,69 a	4,63 b	21,55 d	14,82 Aa	10,02 Aa	9,67 Aa	4,73 Aa	4,58 Aa	4,55 Aa	23,33 Ad	20,08 Ab	20,76 Ab						
VR-17	11,18 b	4,38 b	23,57 c	11,41 Aa	13,05 Aa	9,69 Aa	4,08 Ab	4,63 Aa	4,51 Ab	28,33 Ac	18,50 Bb	22,18 Bb						
VR-18	11,22 b	4,73 a	22,96 c	12,73 Aa	10,15 Aa	10,41 Aa	4,45 Ab	4,68 Aa	5,02 Ab	23,60 Ad	23,67 Ab	21,85 Ab						
CV (%)	23,79	14,64	9,32	21,25	21,64	22,28	16,27	12,54	14,10	16,24	6,93	19,97						
Nº de ambientes	8	8	8	3	2	3	3	2	3	3	2	3						

¹Médias seguidas por mesma letra, maiúscula na linha (comparam safras) e minúscula na coluna (comparam linhagens), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Ao analisar cada safra (TABELA 6), as linhagens BRS Vereda, Ouro Vermelho, VR-14 e VR-16 se destacaram com maiores valores na safra de inverno. Na safra das águas, as linhagens não diferiram entre si. Já na seca, as linhagens com maiores valores foram as mesmas da safras de inverno, porém com valores variando de 4,42 a 5,47 grãos por vagem. A linhagem pré-comercial VR-14 foi a única que diferiu entre as safras, com maior produção de grãos por vagem na safra de inverno, não havendo diferença entre as safras das águas e seca para este genótipo, o que é indicativo de ser um bom material.

Valores ideais de grãos por vagem geralmente variam de 4 a 10 em *Phaseolus vulgaris* L. (ZIMMERMAN & TEIXEIRA, 1996), os quais foram verificados nas melhores linhagens. Todavia, em muitas linhagens foram constatados valores aquém dos desejados, possivelmente associados às altas temperaturas ocorridas nessas safras, que acabam por dificultar a fixação de grãos por vagem (RIBEIRO *et al.*, 2014). O estande de plantas, que não foi avaliado em todos os ensaios, também pode ter afetado indiretamente o número de vagem e grãos por planta, sendo estes componentes muito afetados pela população de plantas (STONE & SILVEIRA, 2008; DIDONET & COSTA, 2004).

Ao avaliar a massa de 100 grãos, os maiores valores foram observados na linhagem pré-comercial Jalo EEP e também na linhagem comercial BRS Radiante, quando os ambientes foram avaliados de forma geral. Quando as regiões foram estudadas separadamente, as linhagens com maior massa de 100 grãos no Norte de Minas foram a Jalo EEP, RAD/E550-284 e a BRS Radiante. Em Sete Lagoas as linhagens que se destacaram foram a BRS Timbó, BRS Radiante e a VR-17, enquanto que em Uberlândia as linhagens com a maior massa de 100 grãos foram a Jalo EEP, RAD/E550-284, RC2RAD-155 e a BRS Radiante.

Com exceção das linhagens BRS Timbó e VR-17, que pertencem aos grupos roxo e vermelho, respectivamente, todas as linhagens que apresentaram destaque pertencem ao grupo manteigão, que naturalmente apresentam grãos maiores que os demais grupos, o que justifica o melhor desempenho das linhagens desse grupo em relação aos demais.

Ao comparar entre as safras, 11 linhagens não diferiram entre as mesmas, sendo que dentre elas estão as cultivares BRS Vereda, Ouro Vermelho e BRS Radiante, em que esta última foi a única linhagem que apresentou maiores valores dentro de cada safra e também entre as safras, simultaneamente.

A massa média dos grãos especiais é determinante para a classificação do seu tamanho de grãos, os quais são superiores a 25 g 100 grãos⁻¹, sendo considerados de tamanho médio aqueles com massa de 25 a 40 g 100 grãos⁻¹ e grandes com massa superior a > 40 g 100 grãos⁻¹ (BLAIR *et al.*, 2010). Dessa forma, todas as linhagens apresentaram grãos médios, inclusive as linhagens de grãos dos tipos manteigão (jalo e rajado).

Possivelmente os menores valores verificados nas linhagens estudadas podem estar associados principalmente às condições edafoclimáticas dos ensaios, como possíveis estresses hídricos, altas temperaturas e deficiências nutricionais, o que muitas vezes pode mascarar o potencial da linhagem. Stone & Silveira (2008) também afirmam que o valor máximo de um componente de produtividade, na ausência de fatores ambientais limitantes como a radiação e a temperatura, é exclusivo da resposta varietal apresentada em determinado ambiente.

Barili *et al.* (2010) reforçam a importância de se conhecer também o inter-relacionamento entre os componentes de produção dentro dos programas de melhoramento. Estudar a correlação existente entre os componentes de produção e a produtividade permite avaliar o quanto um componente pode afetar a magnitude de outros (RIBEIRO *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2009).

Esses estudos de correlação podem inclusive auxiliar no processo de seleção de linhagens dentro dos programas de melhoramento, desde que a causa de variação seja de origem genética, a qual é herdável pelo genótipo (CRUZ & REGAZZI, 1997). Todavia, as correlações estudadas neste trabalho são tidas como fenotípica, por serem avaliadas diretamente (FALCONER, 1981) e também possuírem causas genéticas e ambientais (BARILI *et al.*, 2011).

Neste estudo, de maneira geral, os coeficientes de Pearson apontaram baixo grau de associação entre os componentes e a produtividade das microrregiões ou safras estudadas (TABELA 7), possivelmente pelo fato de que a produtividade também está relacionada à população de plantas (DIDONET & COSTA, 2004), entretanto, este caractere não foi avaliado em todos os ensaios.

Ao considerar todos os ambientes (geral) e a microrregião de Sete Lagoas e Uberlândia, a produtividade apresentou maior grau de associação com o número de vagens por plantas, com valores de 0,49, 0,36 e 0,63 (TABELA 7), classificados como um grau de associação fraco positivo (FIGUEIREDO FILHO & SILVA JÚNIOR, 2009; SANTOS, 2007). Em relação a Sete Lagoas, as associações entre produtividade e os componentes foram classificadas como ínfimas negativas (FIGUEIREDO FILHO & SILVA JÚNIOR, 2009; SANTOS, 2007).

TABELA 7- Coeficientes de correlação fenotípica de Pearson entre os componentes de rendimento e as produtividades médias de 16 linhagens de feijoeiro-comum de grãos especiais avaliados de forma geral e individual para as microrregiões do Norte de Minas Gerais (NMG), Sete Lagoas (SL) e Uberlândia, e as safras de inverno, águas e seca. Janaúba-MG, 2015.

COMPONENTE	MICRORREGIÕES			
	GERAL	NMG	SL	UBER
Vagens por planta	0,49	0,36	-0,07	0,63
Grãos por vagem	0,30	0,18	-0,09	0,45
Massa de 100 grãos	0,18	0,26	-0,05	0,17
COMPONENTE	SAFRAS			
	GERAL	INVERNO	ÁGUAS	SECA
Vagens por planta	-	0,56	0,11	0,4
Grãos por vagem	-	0,35	0,52	0,19
Massa de 100 grãos	-	0,31	-0,29	0,14

Em relação às safras, as vagens por planta também foram as que apresentaram maior grau de associação com a produtividade, com os valores de 0,56 no inverno e 0,40 na seca, considerados moderado e baixo, respectivamente (FIGUEIREDO FILHO & SILVA JÚNIOR, 2009; SANTOS, 2007). Na safra das águas, a maior associação com a produtividade foi estabelecida com o número de grãos por vagem, com valor de 0,52, tido como moderado.

Os baixos coeficientes de correlação também estão relacionados ao fato de que há uma baixa variação entre os valores observados em cada ambiente, visto que esta análise tem como objetivo avaliar esta variação (MONTARDO *et al.*, 2003). Esta baixa variação é explicada principalmente pelo fato de que, dentro dos programas de melhoramento, as linhagens selecionadas, mesmo apresentando variabilidade genética, devem apresentar características bastante similares para ideótipos de plantas exigidos pelo mercado (BARILI *et al.*, 2011).

Os coeficientes de variação dos ensaios apresentaram valores satisfatórios (TABELA 8), além de revelarem ótimos valores de acurácia seletiva (AS) variando de alta a muita alta (CARGNELUTTI FILHO; STORCK; RIBEIRO, 2009). Isso é indicativo de que 100% dos ensaios tiveram boa precisão experimental.

Avaliando-se a contribuição de cada componente da análise de variância da produtividade, considerando todos os ambientes, verifica-se que boa parte da variação total da mesma foi devida ao efeito ambiental, não sendo observado efeito significativo das linhagens ($p < 0,05$), as quais apresentaram baixa contribuição para a variação total estimada, sendo esta de apenas 4,45% (TABELA 9).

A análise conjunta da produtividade apontou interação significativa ($p < 0,05$), o que é indicativo de comportamento diferenciado das linhagens nos diferentes ambientes e, conseqüentemente, de variabilidade genética (TABELA 9). O efeito dos ambientes foi o que mais contribuiu, com 67,27%, seguido da interação G x E, com 19,60%. A maior importância, tanto dos ambientes quanto da interação, indica a necessidade de repetição desses estudos em um maior número possível de ambientes (locais, épocas e anos de cultivo).

TABELA 8- Resumo da análise de variância individual para o rendimento de grãos (kg ha⁻¹) dos ensaios conduzidos com 16 linhagens de feijoeiro-comum de grãos especiais em três regiões de Minas Gerais. Janaúba-MG, 2015.

Ambiente	Quadrados Médios (BLOCO)	Quadrados Médios (LINHAGEM)	Quadrados Médios (RESÍDUO)	Coefficiente de Variação (%)	Acurácia Seletiva
1	650.171,313	7583.92,109**	347.206,135	19,16	0,74
2	25.912,146	125.441,943**	38.122,435	14,92	0,83
3	40.858,188	803.246,706**	58.661,676	15,73	0,96
4	4.140,021	25.659,588 ^{ns}	50.056,288	19,99	0,70
5	200.080,563	441.582,528**	11.5657,74	17,95	0,86
6	66.914,396	370.020,643**	28.906,685	22,98	0,96
7	76.856,688	504.444,099**	168.103,265	15,82	0,82
8	195.053,313	1.458.283,376**	39.022,801	18,03	0,99
9	168.267,938	988.715,810**	47.999,493	19,54	0,98
gl	2	15	30	-	-

**^{ns} Significativo a 1%, e não significativo, respectivamente, pelo teste F a 5% de significância.

TABELA 9- Resumo da análise de variância conjunta para o rendimento de grãos (kg ha^{-1}) dos ensaios conduzidos com 16 linhagens de feijoeiro-comum de grãos especiais em três regiões de Minas Gerais. Janaúba-MG, 2015.

Fonte de Variação	gl	Produtividade (kg ha^{-1})	
		QM	R ²
Bloco/Ambiente	18	158.694,951	
Linhagem (G)	15	1.017.059,512 ^{ns}	4,45
Ambiente (E)	8	28.723.675,018**	67,27
G x E	65	1.028.937,067**	19,60
Resíduo	138	194.290,547	
Total	431		
Média		1609,58	
CV (%)		27,38	

^{**},^{ns} Significativo a 1% e não significativo, respectivamente, pelo teste F a 5% de significância.

A adaptabilidade e a estabilidade das linhagens foram diferentes ao estudar todos os genótipos e também as diferentes decomposições de microrregiões e safras. Este comportamento diferenciado de linhagens de feijoeiro-comum em diferentes ambientes tem sido observado por vários autores (RIBEIRO *et al.*, 2014; PEREIRA *et al.*, 2012; OLIVEIRA *et al.*, 2006; ELIAS *et al.*, 2005).

Aos serem estudados conjuntamente todos os ambientes, as linhagens pré-comerciais CNFRx 15275 (121,12%) e VR-18 (104,33%), juntamente com a cultivar comercial BRS Vereda (112,02%), foram as que revelaram maior adaptabilidade e estabilidade, obtendo uma produtividade estimada de 21,12, 4,33 e 12,02 % a mais que a média geral dos genótipos (TABELA 10). Essas linhagens possuem grãos do tipo roxo, vermelho e rosinha, respectivamente.

A linhagem CNFRx 15275 foi a que apresentou maior produtividade entre as estudadas, considerando todos os ambientes de cultivo. Isso mostra que essa linhagem possui uma ampla adaptação aos ambientes estudados, podendo ser uma linhagem a se tornar cultivar comercial. Esta ampla adaptação é confirmada pelo W_i superior a 100% (PEREIRA *et al.*, 2013), o que ocorreu tanto de forma geral como também nas diferentes decomposições estudadas.

Mesmo o grupo comercial carioca sendo o mais visado pelo mercado consumidor, a falta de cultivares do grupo dos grãos especiais com potencial produtivo elevado e que atendam características tecnológicas do mercado muitas vezes tem limitado a expansão dos cultivos deste grupo, podendo a linhagem CNFRx 15275 ser esta futura alternativa. Considerando as cultivares já existentes no mercado e avaliadas neste trabalho, a BRS Vereda foi a que apresentou melhor desempenho, quando analisados todos os ambientes.

A produtividade no Norte de Minas Gerais foi sempre igual ou superior à das demais regiões, não havendo, porém, diferenças significativas entre as linhagens quando as mesmas foram estudadas separadamente na região, fato

esse que também ocorreu em Sete Lagoas. Para o Norte de Minas Gerais, as linhagens pré-comerciais CNFJ 15288 (116,60%), CNFRx 15275 (114,84%), Jalo EEP (114,61%), RAD/E550-284 (101,83%) e RC2RAD-155 (101,38%), e a cultivar BRS Radiante (107,58%) foram as que apresentaram maior adaptabilidade e estabilidade, podendo produzir 16,60, 14,84, 14,61, 1,83, 1,38 e 7,58% a mais que média geral das linhagens na região.

Em sete lagoas, 9 das 16 linhagens apresentaram adaptabilidade e estabilidade, sendo 2 as cultivares BRS Vereda (129,92%) e BRS Timbó (121,61%), ambas com os maiores W_i verificados. As linhagens pré-comerciais Jalo EEP (113,92%), VR-15 (111,79%) e VR-14 (111,37%) também apresentaram W_i elevados. Com relação à microrregião de Uberlândia, as linhagens com maior adaptabilidade e estabilidade foram CNFRx 15275 (143,87%), BRS Vereda (132,48%), VR-18 (130,68%) e VR-17 (105,77%), as quais também apresentaram as maiores produtividades na região e não diferiram da VR-16 e Ouro Vermelho, entretanto estas não apresentaram adaptabilidade e estabilidade.

A linhagem pré-comercial CNFRx 15275 foi a única que apresentou maior produtividade, adaptabilidade e estabilidade geral e em todas as decomposições avaliadas. A cultivar BRS Vereda também apresentou resultados bastantes significativos, porém a mesma não ficou entre as maiores produtividades ao avaliar todos os ambientes e também não apresentou adaptabilidade e estabilidade na microrregião do Norte de Minas Gerais.

Considerando as safras de cultivo, no inverno e na seca não foram verificadas diferenças significativas entre o desempenho das linhagens (TABELA 11). Nas águas, as linhagens com maior produtividade foram as pré-comerciais CNFRx 15275, VR-16 e VR-18, e as cultivares BRS Timbó e BRS Vereda, com grãos do tipo roxo, vermelho, vermelho, roxo e rosinha, respectivamente.

Ao avaliar o comportamento das linhagens entre as diferentes safras, a safra de inverno sempre apresentou valores iguais ou superiores às demais safras, enquanto que entre as safras das águas e da seca, nove linhagens não apresentaram diferenças significativas entre as duas safras.

Na safra de inverno, as linhagens pré-comerciais CNFRx 15275, Jalo EEP e PT-68, e a cultivar BRS Radiante foram as que apresentaram adaptabilidade e estabilidade para esta época de cultivo. Já na safra das águas, as linhagens de melhor performance foram VR-18 (157,03%), CNFRx 15275 (151,06%), BRS Vereda (149,67%), VR-16 (123,71%) e BRS Timbó (114,43%), as quais podem produzir entre 57,03, 51,06, 49,67, 23,71 e 14,43% a mais que a média das linhagens nessa safra (TABELA 9). Na seca, as linhagens pré-comerciais RC2RAD-155 (11,05%), VR-18 (107,76%) e CNFRx 15275 (107,09%) e as cultivares BRS Vereda (120,86%) e BRS Radiante (113,62%) foram as que apresentaram adaptabilidade e estabilidade.

Considerando a produtividade de grãos e também a adaptabilidade e estabilidade das linhagens para as diferentes safras de plantio, a linhagem pré-comercial CNFRx 15275 foi a que apresentou melhores resultados, ratificando o observado quando essa linhagem foi estudada de maneira geral e também nas diferentes microrregiões (TABELA 11). Esta linhagem apresentou maior produtividade na safra de inverno, entretanto foi a única que apresentou adaptabilidade e estabilidade em todas as safras e que também esteve entre as mais produtivas dentro de cada safra. Isso reforça a credibilidade da indicação desta linhagem como cultivar de ampla adaptação.

Analisando o desempenho das linhagens comerciais utilizadas, vale destacar o desempenho das cultivares comerciais BRS Vereda e BRS Radiante, que apresentaram bons resultados, mesmo não sendo os materiais com melhor produtividade, adaptabilidade e estabilidade em todas as decomposições estudadas.

Realizar a recomendação de cultivares baseado unicamente na análise final dos rendimentos pode contribuir para a indicação de cultivares com adaptação muito específica, cujo desempenho pode se tornar insatisfatório à medida que essa cultivar for exposta a diferentes condições de cultivo que ocorrem ao longo de diferentes anos de cultivo, daí a grande relevância dos dados de adaptabilidade e estabilidade obtidos neste estudo, de forma a contribuir para o desenvolvimento da cultura no Estado de Minas Gerais.

TABELA 10- Estimativas de parâmetros de adaptabilidade/estabilidade (Wi) pelo método de Annicchiarico (1992) para a produtividade de grãos de forma conjunta (Geral) e com decomposição em três regiões: Norte de Minas Gerais (NMG), Sete Lagoas (SL) e Uberlândia (UBER), de 16 linhagens de feijoeiro-comum avaliadas em Minas Gerais. Janaúba-MG, 2015.

LINHAGEM	Produtividade (kg ha ⁻¹)				Annicchiarico							
	Geral	NMG	SL	UBER	Wi (G)	C ²	Wi (NMG)	C	Wi (SL)	C	Wi (UBER)	C
CNFRx 15275	2084 a ¹	2521 Aa	1459 Ba	2070 Aa	121,12	1	114,84	2	105,53	7	143,87	1
BRS Vereda	1836 b	2018 Aa	1667 Aa	1784 Aa	112,02	2	98,14	9	129,92	1	132,48	2
VR-18	1791 b	1956 Aa	1392 Aa	1868 Aa	104,33	3	85,44	12	101,05	9	130,68	3
Jalo EEP	1731 b	2339 Aa	1590 Ba	1345 Bb	94,31	6	114,61	3	113,92	3	77,92	11
RC2RAD-155	1698 b	2175 Aa	1717 Aa	1330 Ab	98,94	4	101,38	6	107,19	6	95,35	7
BRS Radiante	1652 b	2132 Aa	1547 Aa	1345 Ab	86,57	9	107,58	4	45,67	16	69,74	14
VR-16	1634 b	1753 Aa	1685 Aa	1519 Aa	96,72	5	88,47	11	105,41	8	99,32	5
PT-68	1629 b	2076 Aa	1648 Aa	1285 Ab	85,85	10	95,71	10	56,80	13	70,03	13
VR-14	1556 c	2011 Aa	1543 Aa	1221 Ab	90,88	7	98,82	8	111,37	5	81,29	9
BRS Timbo	1543 c	1967 Aa	1440 Aa	1276 Ab	89,11	8	99,06	7	121,61	2	83,16	8
CNFJ 15288	1534 c	2275 Aa	1836 Aa	828 Bb	81,99	14	116,60	1	95,09	10	51,27	15
VR-17	1468 c	1489 Aa	1153 Aa	1610 Aa	85,24	11	70,03	16	85,58	11	105,77	4
PT-65	1452 c	1719 Aa	1496 Aa	1230 Ab	79,81	15	82,56	13	56,40	14	71,20	12
Ouro Vermelho	1442 c	1471 Aa	1262 Aa	1510 Aa	84,81	12	73,63	15	76,88	12	95,70	6
VR-15	1428 c	1584 Aa	1537 Aa	1257 Ab	82,13	13	78,71	14	111,79	4	78,38	10
RAD/E550-284	1276 c	2105 Aa	1140 Ba	722 Bb	65,64	16	101,83	5	47,12	15	43,22	16
CV (%)	27,38	26,96	20,41	19,21	-	-	-	-	-	-	-	-
Nº ambientes	9	3	2	4	9	3	2	4				

¹Médias seguidas por mesma letra, maiúscula na linha (comparam microrregiões) e minúscula na coluna (comparam linhagens), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. ²Classificação, sendo 1 o mais estável.

TABELA 11- Estimativas de parâmetros de adaptabilidade/estabilidade pelo método de Annicchiarico (1992) para a produtividade de grãos de forma conjunta (Geral) e com decomposição em três safras: inverno (INV), águas (AG) e seca (SC) para 16 linhagens de feijoeiro-comum avaliadas em Minas Gerais. Janaúba-MG, 2015.

LINHAGEM	Produtividade (kg ha ⁻¹)				Annicchiarico							
	Geral	INV	AG	SC	Wi (G)	C ²	Wi (IN)	C	Wi (AG)	C	Wi (SC)	C
CNFRx 15275	2084 a ¹	2600 Aa	1682 Ba	1665 Ba	121,12	1	115,39	1	151,06	2	107,09	5
BRS Vereda	1836 b	2072 Aa	1384 Aa	1823 Aa	112,02	2	95,03	8	149,67	3	120,86	1
VR-18	1791 b	1986 Aa	1719 Aa	1581 Aa	104,33	3	83,46	14	157,03	1	107,76	4
Jalo EEP	1731 b	2506 Aa	849 Bb	1285 Ba	94,31	6	115,35	2	86,94	7	72,96	14
RC2RAD-155	1698 b	2127 Aa	868 Bb	1678 Aa	98,94	4	93,84	9	94,01	6	111,05	3
BRS Radiante	1652 b	2249 Aa	446 Bb	1660 Aa	86,57	9	103,38	4	33,80	16	113,62	2
VR-16	1634 b	2061 Aa	1291 Ba	1293 Ba	96,72	5	98,16	5	123,71	4	80,72	12
PT-68	1629 b	2288 Aa	903 Bb	1236 Ba	85,85	10	107,60	3	67,13	11	73,15	13
VR-14	1556 c	2039 Aa	828 Bb	1396 Ba	90,88	7	95,80	7	83,45	8	89,23	9
BRS Timbo	1543 c	2024 Aa	1141 Ba	1168 Ba	89,11	8	96,80	6	114,43	5	68,28	15
CNFJ 15288	1534 c	1995 Aa	534 Bb	1588 Aa	81,99	14	93,32	10	55,02	13	86,40	11
VR-17	1468 c	1811 Aa	813 Bb	1448 Aa	85,24	11	78,62	16	81,73	9	94,15	8
PT-65	1452 c	1928 Aa	501 Bb	1451 Aa	79,81	15	89,87	12	46,41	14	95,89	7
Ouro Vermelho	1442 c	1786 Aa	705 Bb	1474 Aa	84,81	12	81,34	15	75,35	10	97,54	6
VR-15	1428 c	1860 Aa	701 Bb	1337 Aa	82,13	13	85,93	13	66,78	12	88,52	10
RAD/E550-284	1276 c	1972 Aa	323 Bb	984 Ba	65,64	16	90,94	11	34,28	15	62,99	16
CV (%)	27,38	18,98	20,08	17,98	-	-	-	-	-	-	-	-
Nº de ambientes	9	4	2	3	9	4	2	3				

¹Médias seguidas por mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

²Classificação, sendo 1 o mais estável.

CONCLUSÕES

De maneira geral, as microrregiões de Sete Lagoas e Uberlândia apresentaram valores de componentes de produção superiores ao Norte de Minas Gerais, porém com baixa correlação entre os componentes e a produtividade.

O efeito ambiental e a interação G x E foram as fontes de variação que mais contribuíram para a variação total da produtividade.

A safra de inverno apresentou, para a maioria das linhagens, valores iguais ou superiores de produtividade às demais safras, mostrando-se como a mais indicada para a maioria das linhagens;

A linhagem CNFRx 15275 foi a que apresentou maior produtividade, adaptabilidade e estabilidade ao se considerar todos os ambientes estudados, o que demonstra o seu potencial para tornar-se uma cultivar comercial do grupo comercial roxo recomendada para plantio nas microrregiões estudadas.

No Norte de Minas, as linhagens que se mostraram mais produtivas, adaptadas e estáveis foram CNFJ 15288, CNFRx 15275 e Jalo EEP, juntamente com a cultivar comercial BRS Radiante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, M. J. B.; CARVALHO, A. J.; VIEIRA, N. M. B. Exigências edafoclimáticas. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. (Eds.) **Feijão**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. p. 67-86.

ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. **Journal of Genetics and Plant Breeding**, Czech Republic, v. 46, p. 269-278, 1992.

BARILI, L. D. *et al.* Componentes do rendimento em acessos de feijão. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages-SC, v. 9, n. 2, 2010.

BARILI, L. D. 2006 Correlação fenotípica entre componentes do rendimento de grãos de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1263-1274, 2011.

BLAIR, M.W. *et al.* Genetic diversity, inter-gene pool introgression and nutritional quality of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) from Central Africa. **Theoretical Applied Genetic**, Heidelberg, v. 121, n. 2, p. 237-248, 2010.

CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L.; RIBEIRO, N. D. Medidas da precisão experimental em ensaios com genótipos de feijão e de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 10, p. 1225-1231, 2009.

CHAGAS, J. M. *et al.* Feijão. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa: Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 306-307.

COCHRAN, W. G. The combination of estimates from different experiments. **Biometrics**, Washington, v. 10, n.1, p. 101-129, 1954.

CRUZ, C. D. *GENES* - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Editora UFV, 2001. 390p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 1997. 390 p.

DIDONET, A. D.; COSTA, J. G. C. População de plantas e rendimento de grãos em feijoeiro-comum de ciclo precoce. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 34, n. 2, 2004.

DIDONET, A. D.; VITÓRIA, T. B. Resposta do feijoeiro-comum ao estresse térmico aplicado em diferentes estágios fenológicos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 36, n. 3, 2006.

ELIAS, H. T. *et al.* Análise de estabilidade de genótipos de feijoeiro no Estado de Santa Catarina. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, Maringá, v. 27, n. 4, 2005.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. **Cultivo do feijoeiro-comum: características da cultura**. Sistemas de produção: versão eletrônica. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2003. Disponível em: <
<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/CultivodoFeijoeiro/>>. Acesso em: 03 jan. 2014.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1981. 279 p.

FIGUEIRED FILHO, D. B. F.; SILVA JÚNIOR, J. A. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, Recife, v. 18, n. 1, 2009.

GOMES JUNIOR, F. G. *et al.* Rendimento do feijoeiro de inverno em resposta à época de semeadura e adubação nitrogenada em cobertura em diferentes estádios fenológicos. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 27, no. 1, p. 77-81, 2005.

HOFFMANN JÚNIOR, L. *et al.* Resposta de cultivares de feijão à alta temperatura do ar no período reprodutivo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, nov-dez, 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Estações e dados**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>> Acesso: 05 ago. 2014.

MARIOTTI, J. A. *et al.* Analisis de estabilidad y adaptabilidad de genótipos de caña de azucar. I. Interacciones dentro de una localidad experimental. **Revista Agronómica Norte Argentina**, Argentina, v. 13, n. 14, p. 405-12, 1976.

MONTARDO, D. P. *et al.* Análise de trilha para rendimento de sementes de trevo vermelho (*Trifolium pratense* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 5, 2003.

OLIVEIRA, G. V. *et al.* Adaptabilidade e estabilidade de linhagens de feijão comum em Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 2, 2006.

PEREIRA, H. S. *et al.* interação entre linhagens de feijoeiro e ambientes no Estado de Pernambuco: estabilidade, estratificação ambiental e decomposição da interação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, p. 2603-2614, 2013.

PEREIRA, H. S. *et al.* Influência do ambiente em cultivares de feijoeiro-comum em cerrado com baixa altitude. **Bragantia**, Campinas, v. 71, p. 165-172, 2012.

PIMENTEL-GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. São Paulo: Editora Nobel, 2000. 466 p.

RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 3, p. 182-194, 2007.

RIBEIRO, N. D. *et al.* Desempenho agrônômico e qualidade de cozimento de linhagens de feijão de grãos especiais. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 1, p. 92-100, 2014.

SANTOS, C. **Estatística descritiva: manual de auto-aprendizagem**. Lisboa: Sílabo, 2007.

SILVA, M. A. *et al.* Análise de trilha para caracteres morfológicos do feijão-bravo (*Capparis flexuosa*) no cariri paraibano. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 58, n. 221, 2009.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. Limites de competição dos componentes da produtividade de grãos da cultivar do feijoeiro-comum cv. Pérola. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 24, n. 2, 2008.

VIEIRA, C.; PAULA JR., T. J.; BORÉM, A. (Eds.) **Feijão**. 2 ed. amp./rev. Viçosa: Editora UFV, 2006. 600 p.

ZIMMERMANN, M. J. O.; TEIXEIRA, M. G. Origem e evolução. In: ARAÚJO, R. S. *et al.* **Cultura do feijoeiro-comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p. 57-70.

ZIMMERMANN, M. J.O. *et al.* Melhoramento genético e cultivares. In: ARAUJO, R. S. *et al.* (Coord.). **Cultura do feijoeiro-comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p. 223-273.

CAPITULO III

PRODUTIVIDADE E ESTABILIDADE DE LINHAGENS-ELITE DE FEJJOEIRO-COMUM DO GRUPO COMERCIAL PRETO, EM DIFERENTES AMBIENTES DE MINAS GERAIS

RESUMO

BRITO, Orlando Gonçalves. **Produtividade e estabilidade de linhagens-elite de feijoeiro-comum do grupo comercial preto, em diferentes ambientes de minas gerais**. 2015. Cap. 3. p. 100-134. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba-MG.⁷

Este trabalho teve como objetivo identificar linhagens-elite do grupo comercial “preto” com maior performance agrônômica, adaptabilidade e estabilidade produtiva em diferentes ambientes no estado de Minas Gerais, de forma a atender, em especial, a demanda do Norte de Minas Gerais por novas cultivares. Os ensaios foram instalados nas microrregiões de Sete Lagoas (STL), Uberlândia (UBER) e do Norte de Minas Gerais (NMG), nas cidades de Janaúba e Jaíba, conduzidos nas safras de primavera-verão (águas), verão-outono (seca) e outono-inverno (inverno). Cada combinação de local e época de plantio foi considerada como um ambiente de cultivo. Cada experimento contou com 16 linhagens de feijão-comum, que compunham os ensaios de VCU do grupo comercial preto. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições. Além da produtividade de grãos, foram avaliados o número médio de vagens por plantas (VPL), o número médio de grãos por vagem (GPV) e a massa média de 100 grãos (M100). Os dados obtidos foram submetidos à análises de variância individuais e conjuntas e as médias estatisticamente diferentes foram comparadas pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância. Além disso, os dados de produtividade foram submetidos à análise de adaptabilidade e estabilidade, pelo método de Annicchiarico, estudando-se os resultados tanto de forma conjunta, considerando-se todos os ambientes estudados, quanto de forma individual, considerando-se cada região ou safra de cultivo. Os resultados permitiram concluir que Sete Lagoas e Uberlândia apresentaram, para a maioria das linhagens, valores superiores de componentes de produção quando estudadas as diferentes microrregiões. Os ambientes e a interação G x E, foram as fontes de variação que mais contribuíram para a variação total verificada. As linhagens com maior produtividade, adaptabilidade e estabilidade ao foram as linhagens CNFP 10793, CNFP 10103 e VP-26, e a cultivar BRS Campeiro. Esses materiais também foram os de melhor performance no Norte de Minas Gerais, apresentando bom potencial para serem recomendadas como cultivares comerciais para plantio nas microrregiões estudadas.

Palavras-chave: clima, diversidade genética, interação genótipo ambiente.

⁷ **Comitê orientador:** Prof. Dr. Abner José de Carvalho – UNIMONTES (Orientador), Thiago Lívio Pessoa Oliveira de Souza – EMBRAPA Arroz e Feijão (Coorientador).

CHAPTER III

PRODUCTIVITY AND STABILITY OF COMMON-BEAN ELITE LINES OF BLACK COMMERCIAL CLASS, IN DIFFERENT ENVIRONMENTS OF MINAS GERAIS

ABSTRACT

BRITO, Orlando Gonçalves. **Productivity and stability of common-bean elite lines of black commercial class, in different environments of Minas Gerais.** 2015. Chapter 3. p. 100-134. Dissertation (Master's degree in Plant Production in the Semiarid) - State University of Montes Claros, Janaúba–MG⁸.

This study aimed to identify elite lines of the "Black" commercial class with higher agronomic performance, adaptability and stability in different environments in the state of Minas Gerais, to meet, in particular, demand for new cultivars in the North of Minas Gerais. The assays were installed in the regions of Sete Lagoas (STL), Uberlândia (UBER) and North of Minas Gerais (NMG) in Janaúba and Jaíba, conducted in spring-summer (water), summer-autumn (dry) and autumn-winter (winter) crops. Each combination of place and crop growing period was considered a cultivation environment. Each experiment included 16 common bean lines that comprised the VCU tests of black commercial class. The design was in randomized complete block with three replications. Besides the grain yield were evaluated the average number of pods per plant (NPV), the average number of seeds per pod (GPV) and average weight of 100 grains (M100). The data were submitted to individual and combined analysis of variance, and the statistically different means were compared by Scott-Knott test at 5% significance level. In addition, the productivity data were submitted to analysis of adaptability and stability, by the Annicchiarico's method, studying the results both jointly, considering all studied environments, as individually, considering each region or crop cultivation. The results showed that Sete Lagoas and Uberlândia showed, for most lines, higher values of production components when studied the different micro-regions. The environments and the G x E interaction were the sources of variation that contributed most to the total variation observed. The lines with the highest productivity, adaptability and stability were the CNFP 10793, CNFP 10103 and VP-26 lines, and BRS Campeiro cultivar. These materials also presented the best performance in the North of Minas Gerais, with good potential to be recommended as commercial cultivars for planting in the studied micro-regions.

Keywords: climate, genetic diversity, genotype environment interaction.

⁸ **Guidance committee:** Prof. Dr. Abner José de Carvalho – UNIMONTES (Advisor), Dr. Tiago Lívio Pessoa Oliveira de Souza – EMBRAPA Arroz e Feijão (Co-Advisor).

1. INTRODUÇÃO

O feijoeiro-comum apresenta uma grande diversidade de formas, cores e características tecnológicas de grãos, e possui consumo de forma variada nas diferentes regiões do Brasil. O feijão do grupo comercial “preto” é o segundo mais consumido no país, sendo responsável por 18% da área plantada (COMISSÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE FEIJÃO, 2012). Entretanto, a quantidade produzida de feijão no Brasil não atende à demanda do mercado interno, sendo necessária uma importação entre 180 mil e 300 mil toneladas desse produto anualmente (BRASIL, 2014).

O melhoramento do feijoeiro-comum tem buscado o incremento significativo da produtividade das cultivares (BERTOLDO *et al.*, 2009), além de conciliar a resistência a pragas, doenças e tolerância à seca, com foco voltado também às demandas do mercado consumidor (RAMALHO & ABREU, 2006). No entanto, o lançamento de novas cultivares comerciais atende, em sua maioria, ao grupo comercial carioca, o que reduz a expansão de cultivos dos demais grupos. Todavia, nos últimos anos, vários programas de melhoramento também tem focado na recomendação de cultivares de feijão-preto.

Dentre as limitações encontradas pelos melhoristas no processo de seleção das melhores linhagens, os efeitos do ambiente e também da interação entre genótipos e ambiente (G x E) são os que mais influenciam no processo (BERTOLDO *et al.*, 2009; PEREIRA *et al.*, 2010). Isso ocorre devido ao fato de que quanto maior a intensidade desses efeitos, menor a correlação entre o fenótipo e genótipo de determinada característica (CARMO *et al.* 2007).

Assim, a previsibilidade do comportamento produtivo de determinada linhagem é dificultada quando o efeito da interação G x E é alto, pois não é sabido se o seu desempenho produtivo é decorrente de uma causa genética, que é o esperado, ou simplesmente do efeito ambiental. Em resumo, o objetivo da

seleção é obter linhagens que apresentem menor sensibilidade aos efeitos das variações ambientais (BERTOLDO *et al.*, 2009).

O feijoeiro-comum apresenta uma grande diversidade de locais, épocas e anos de cultivo, o que aumenta ainda mais a relevância da interação G x E (PEREIRA *et al.*, 2012; CARNEIRO *et al.*, 2002). Uma forma de atenuar os efeitos desta interação é a seleção de linhagens que apresentem maior adaptabilidade e estabilidade produtiva, as quais são verificadas por meio de metodologias específicas de análise (PEREIRA *et al.*, 2012; CRUZ & REGAZZI, 2001).

A forte interferência do ambiente no processo de seleção de linhagens acaba por exigir um grande número de repetição dos ensaios em diversos ambientes (épocas, anos e safras). A escolha de linhagens com adaptação específica é uma boa opção para reduzir os efeitos da interação G x E, no entanto realizar vários ensaios para cada região de cultivo tornaria o processo muito oneroso. Assim, ao selecionar linhagens com maior adaptabilidade e estabilidade para diferentes ambientes, é possível atender a um maior número de ambientes com menor custo, tendo em vista a ampla adaptação destes materiais.

Dessa forma, este trabalho teve como objetivo identificar linhagens-elite do grupo comercial “preto” com maior performance agronômica, adaptabilidade e estabilidade produtiva em diferentes ambientes no estado de Minas Gerais, de forma a atender, em especial, à demanda do Norte de Minas Gerais por novas cultivares.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização e implantação dos ensaios

Os ensaios foram instalados nas microrregiões de Sete Lagoas (STL), Uberlândia (UBER) e Norte de Minas Gerais (NMG), nas cidades de Janaúba e Jaíba, conduzidos nas safras de primavera-verão, verão-outono e outono-inverno, definidas respectivamente como safras das “águas”, “seca” e “inverno” (VIEIRA *et al.*, 2006), entre os anos de 2010 e 2013. A combinação de cada microrregião, safra e ano de condução, foi considerada como um ambiente de cultivo. A descrição de cada ambiente estudado, assim como as características climáticas e a localização de cada microrregião, está apresentada na Tabela 1.

Os experimentos referem-se ao ensaio de VCU de feijão-comum do grupo comercial “carioca” no ciclo de 2011 a 2012, sendo compostos por 12 linhagens-elite e mais 4 cultivares comerciais utilizadas como testemunhas (BRS Campeiro, BRS Esplendor, BRS Ouro Negro e BRS Valente), ambas selecionadas pelo convênio que reúne os programas de melhoramento da UFV, UFLA, EPAMIG e Embrapa Arroz e Feijão. O delineamento experimental utilizado nos ensaios foi o de blocos casualizados, com três repetições.

O preparo do solo foi convencional, com realização de uma aração e duas gradagens. Em seguida, a área foi sulcada e adubada utilizando-se semeadora mecanizada, ajustada para o espaçamento de 0,5 m entre linhas com uma densidade de plantio de cerca de 15 plantas m⁻¹. As parcelas foram constituídas por quatro fileiras de plantas, com 4 m de comprimento, perfazendo uma área total de 20 m². As avaliações foram realizadas utilizando-se as plantas das duas fileiras centrais de cada parcela.

TABELA 1- Descrição dos ambientes, características climáticas, coordenadas geográficas, época de plantio e ano de cultivo dos ensaios de VCU do grupo comercial preto realizados em Minas Gerais nos municípios de Janaúba, Jaíba, Uberlândia e Sete Lagoas. Janaúba-MG, 2015.

Ambiente	Local	Altitude (m)	Dados climáticos (média anual) ¹			Latitude	Longitude	Safras	Ano
			Precipitação (mm)	Umidade Relativa (%)	Temperatura (°C)				
1	Janaúba	510	870	70,0	25,2	15° 48' 13"	43° 19' 3"	Inverno	2011
2	Janaúba	510	870	70,0	25,2	15° 48' 13"	43° 19' 3"	Seca	2012
3	Jaíba	475	938	68,5	24,2	15° 20' 14"	43° 41' 9"	Inverno	2013
4	Sete Lagoas	751	1328	70,5	20,9	19° 28' 4"	44° 14' 52"	Inverno	2012
5	Sete Lagoas	751	1328	70,5	20,9	19° 28' 4"	44° 14' 52"	Seca	2012
6	Uberlândia	843	1479	69,0	21,5	18° 54' 41"	48° 15' 44"	Águas	2010
7	Uberlândia	843	1479	69,0	21,5	18° 54' 41"	48° 15' 44"	Inverno	2011
8	Uberlândia	843	1479	69,0	21,5	18° 54' 41"	48° 15' 44"	Águas	2011
9	Uberlândia	843	1479	69,0	21,5	18° 54' 41"	48° 15' 44"	Seca	2012

¹Fonte: INMET

A adubação dos experimentos foi realizada conforme os resultados das análises químicas de solo das áreas experimentais, sendo as doses estabelecidas com base nas recomendações oficiais para a cultura em Minas Gerais (CHAGAS *et al.* 1999) para o nível 2 de tecnologia. Foi utilizada irrigação suplementar e manejo de pragas quando necessário, entretanto o controle de doenças não foi realizado, conforme preconizado pelas normas de ensaios de VCU (BRASIL, 2006). A colheita do feijão foi realizada manualmente, por ocasião da maturidade fisiológica de cada linhagem.

2.2 Características avaliadas e análises estatísticas

A descrição das características avaliadas e das análises estatísticas realizadas está descritas no capítulo I desta dissertação, visto que houve modificação apenas no grupo comercial avaliado.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância dos componentes de produção, considerando todos os ambientes, foi significativa para a interação G x E em todos os caracteres avaliados, não sendo verificado efeito isolado das linhagens para o número de vagens por planta e número de grãos por vagem (TABELA 2).

Ao analisar as microrregiões, houve interação significativa para todas as características, exceto para o número de grãos por vagem em Sete Lagoas e Uberlândia, e também para a massa de 100 grãos em Sete Lagoas (TABELA 2). Ao considerar as safras, não foram constatadas interações G x E para o número de grãos por vagem na safra da seca, e para a massa de 100 grãos nas safras das águas e seca (TABELA 3).

TABELA 2- Resumo das análises de variância conjuntas geral e das microrregiões, para o número médio de vagens por planta (VPL), número médio de grãos por vagem (GPV) e massa de 100 grãos (M100) de 16 linhagens de feijoeiro-comum do grupo comercial preto cultivadas em diferentes ambientes de Minas Gerais. Janaúba-MG, 2015.

GERAL (TODOS OS AMBIENTES)					SETE LAGOAS				
Fonte de Variação	gl	QUADRADOS MÉDIOS			Fonte de Variação	gl	QUADRADOS MÉDIOS		
		VPL	GPV ¹	M100 ²			VPL	GPV	M100
Bloco/Ambiente	16	16,274	0,521	5,228	Bloco/Ambiente	4	14,338	0,207	6,308
Linhagem (G)	15	24,251 ^{ns}	4,624 ^{ns}	29,340 ^{**}	Linhagem (G)	15	18,086 ^{ns}	0,799 ^{ns}	6,759 ^{ns}
Ambiente (E)	7	852,568 ^{**}	11,837 ^{**}	213,189 ^{**}	Ambiente (E)	1	41,213 ^{ns}	0,132 ^{ns}	400,615 ^{**}
G x E	85	22,994 ^{**}	3,064 ^{**}	12,533 ^{**}	G x E	15	19,017 [*]	0,566 ^{ns}	5,607 ^{ns}
Resíduo	187	8,07	0,541	6,477	Resíduo	60	9,199	0,472	8,018
CV (%)		23,06	15,43	12,63	CV (%)		20,26	13,61	13,34
NORTE DE MINAS GERAIS					UBERLÂNDIA				
Fonte de Variação	gl	QUADRADOS MÉDIOS			Fonte de Variação	gl	QUADRADOS MÉDIOS		
		VPL	GPV	M100			VPL	GPV	M100
Bloco/Ambiente	4	4,425	1,183	10,104	Bloco/Ambiente	8	23,167	0,347	2,251
Linhagem (G)	15	7,767 ^{ns}	10,822 ^{ns}	12,795 ^{ns}	Linhagem (E)	15	22,628 ^{ns}	1,764 ^{**}	30,206 ^{**}
Ambiente (E)	1	7,293 ^{ns}	3,554 ^{ns}	84,000 [*]	Ambiente (E)	3	498,696 ^{**}	14,15 ^{**}	256,987 ^{**}
G x E	15	13,022 ^{**}	10,646 ^{**}	6,753 [*]	G x E	45	24,678 ^{**}	0,493 ^{ns}	7,945 ^{**}
Resíduo	60	1,585	0,783	3,407	Resíduo	120	7,184	0,456	2,168
CV (%)		19,41	20,84	9,71	CV (%)		19,27	13,79	7,30

^{*,**}ns Significativo a 5 e 1%, e não significativo, respectivamente pelo teste F a 5% de significância. ¹gl ajustado: G x E=105 e resíduo=240; ²gl ajustado: G x E=68 e resíduo=146.

TABELA 3- Resumo das análises de variância conjuntas das diferentes safras, para o número médio de vagens por planta (VPL), número médio de grãos por vagem (GPV) e massa de 100 grãos (M100) de 16 linhagens de feijoeiro-comum do grupo comercial preto, cultivadas em diferentes ambientes de Minas Gerais. Janaúba-MG, 2015.

Fonte de Variação	QUADRADOS MÉDIOS											
	INVERNO				ÁGUAS				SECA			
	gl	VPL	GPV	M100	gl	VPL	GPV	M100	gl	VPL	GPV	M100
Bloco/Ambiente	6	27,609	0,183	8,124	4	12,899	0,569	2,614	6	7,19	0,826	4,075
Linhagem (G)	15	23,882 ^{ns}	2,867 ^{ns}	13,904 ^{ns}	15	19,084 ^{ns}	0,957 ^{ns}	14,961 ^{ns}	15	8,773 ^{ns}	7,418 ^{ns}	14,905 ^{ns}
Ambiente (E)	2	1966,467 ^{**}	15,803 ^{**}	251,866 ^{**}	1	0,027 ^{ns}	18,027 ^{**}	41,344 ^{ns}	2	685,248 ^{**}	11,345 ^{**}	339,261 ^{**}
G x E	30	14,693 ^{**}	2,463 ^{**}	8,358 ^{**}	15	42,664 [*]	0,605 ^{ns}	10,133 ^{**}	30	15,381 ^{**}	4,651 ^{**}	11,095 ^{ns}
Resíduo	90	7,226	0,61	3,252	60	6,806	0,514	3,016	90	5,004	0,49	9,441
CV (%)		20,03	16,58	8,64		19,76	19,74	9,26		21,06	14,09	15,1

^{*,**},^{ns} Significativo a 5 e 1%, e não significativo, respectivamente pelo teste F a 5% de significância.

Os componentes apresentaram diferentes comportamentos tanto de forma geral como para as diferentes decomposições em microrregiões e safras. Ao considerar todos os ambientes, 10 linhagens apresentaram os maiores valores de grãos por vagem, variando de 12,36 a 14,11 vagens por planta, estando entre elas as quatro linhagens comerciais. O número de grãos por vagem foi significativamente maior apenas para a linhagem pré-comercial CNFP 10793, com o valor médio de 5,79 grãos (TABELA 4).

Os maiores valores de massa de 100 grãos foram observados nas linhagens pré-comerciais VP-27, CNFP 10103, VP-26, VP-28 e CNFP 10793, e também na linhagem comercial BRS Campeiro. Os valores médios da massa de 100 grãos, nas melhores linhagens, variaram entre 20,48 e 22,16 g (TABELA 4).

Estudar os componentes de produção nos programas de melhoramento do feijoeiro podem contribuir para se analisar o quanto um componente interfere sobre a produtividade final, contribuindo assim para um auxílio indireto na seleção de cultivares (SILVA *et al.*, 2009a; BARILI *et al.*, 2010). Analisando o comportamento geral dos componentes, a linhagem CNFP 10793 foi a que apresentou os melhores valores em todos os ambientes, o que é indicativo de ser uma linhagem com alta produtividade.

O número de vagens por planta não diferiu entre as linhagens, quando avaliado cada microrregião isoladamente. Todavia, ao comparar entre as microrregiões, as linhagens apresentaram valores significativamente iguais em Sete Lagoas e Uberlândia, e valores inferiores no Norte de Minas Gerais para todas as linhagens.

As linhagens VP-29 e CNFP-10793 apresentaram os maiores valores de grãos por vagem no Norte de Minas Gerais, com valores de 6,27 e 7,02 grãos. Em Sete Lagoas, não houve diferenças entre as linhagens, enquanto que em Uberlândia oito linhagens apresentaram maior quantidade de grãos por vagem em relação às demais, com valores variando de 4,96 a 5,53 grãos (TABELA 4).

Não foi observado diferença entre os valores de grãos por vagem das linhagens nas microrregiões de Sete Lagoas e Uberlândia, que apresentaram valores inferiores ao Norte de Minas Gerais apenas para a VP-29 e CNFP 10793. As linhagens pré-comerciais CNFP 11977, VP-28, VP-26, CNFP 11990 e CNFP 11992, e a comercial BRS Esplendor não diferiram entre nenhuma das regiões para o número de grãos por vagem.

A massa de 100 grãos não diferiu entre as linhagens nas microrregiões Norte de Minas Gerais e Sete Lagoas. Já em Uberlândia, os maiores valores foram verificados para as linhagens VP-27, CNFP 10103, VP-28, VP-26 e CNFP 10793, e para a linhagem comercial BRS Campeiro. Ao comparar o desempenho das linhagens entre as diferentes microrregiões, Sete Lagoas apresentou valores iguais ou superiores a todas as regiões. Apenas 4 das 16 linhagens diferiram entre as microrregiões, das quais a linhagem CNFP 11977 apresentou maior massa no Norte de Minas e Sete Lagoas, a CNFP 11992 em Sete Lagoas, e a VP-26 e VP-28 em Sete Lagoas e Uberlândia (TABELA 4).

As diferenças observadas entre as regiões podem estar associadas, principalmente, ao fato de que o Norte de Minas Gerais apresenta características edafoclimáticas contrastantes das demais regiões, como mostra a Tabela 1, principalmente no que se refere à temperatura média, que afeta diretamente o comportamento dos órgãos reprodutivos do feijoeiro (ANDRADE *et al.*, 2006; HOFFMANN JÚNIOR, 2007). Esse comportamento variado dos componentes pode estar associado ao fato da grande versatilidade da planta do feijoeiro (FERRAZ *et al.*, 2012), que pode apresentar desempenhos bastante distintos quando submetidos a diferentes ambientes.

Em relação às safras (TABELA 5), o número de vagens por plantas não variou entre as linhagens ou safras estudadas. O número de grãos por vagem não diferiu entre as linhagens na safras de inverno e da seca, sendo que na seca os maiores valores foram observados para as linhagens CNFP 10793, CNFP 11992

e VP-29, com valores de 6,57, 6,11 e 6,66 grãos, respectivamente. Ao comparar entre as safras, não foram constatadas diferenças significativas entre as mesmas para a maioria das linhagens, sendo observado diferença apenas para a linhagem CNFP 10793 com maiores valores de grãos por vagem nas safras de inverno e seca, e para a CNFP 11977, com maior na safra de inverno.

Na safra de inverno, os maiores valores de massa de 100 grãos (TABELA 5) foram observados nas linhagens pré-comerciais CNFP 10103, VP-29, VP-28, VP-26 e CNFP 10793, e a comercial BRS Campeiro. Na safra das águas, oito linhagens apresentaram valores superiores às demais, variando de 19,15 a 21,18. Já na safra da seca, os destaques foram as linhagens pré-comerciais VP-29, VP-26, VP-28, CNFP 11990, VP-27, CNFP 10103 e CNFP 10793, e as linhagens comerciais BRS Ouro Negro e BRS Campeiro. Ao se comparar entre as diferentes safras, as linhagens CNFP 11977, VP-29 e CNFP 11990 foram as únicas que diferiram entre si, sendo os maiores valores observados para as safras de inverno e seca.

TABELA 4- Valores médios de número de vagens por planta (VPL), número de grãos por vagem (GPV) e massa de 100 grãos (M100) de 16 linhagens de feijoeiro-comum do grupo comercial preto cultivadas em Minas Gerais, e apresentados de forma conjunta (GERAL) e para as três diferentes regiões do Estado: Norte de Minas Gerais (NMG), Sete Lagoas (SL) e Uberlândia (UBER). Janaúba-MG, 2015.

LINHAGEM	COMPONENTES DE PRODUÇÃO											
	VPL	GPV	M100 (g)	VPL			GPV			M100		
				GERAL	NMG	SL	UBER	NMG	SL	UBER	NMG	SL
BRS Campeiro	12,41 a ¹	4,21 d	21,64 a	7,12 Ba	14,43 Aa	14,03 Aa	3,38 Bc	4,56 Aa	4,46 Ab	20,80 Aa	22,25 Aa	21,77 Aa
BRS Esplendor	13,76 a	4,96 c	18,11 b	5,43 Ba	18,62 Aa	15,50 Aa	4,91 Ab	4,99 Aa	4,96 Aa	18,20 Aa	19,73 Aa	17,26 Ab
BRS Valente	12,79 a	4,03 d	19,42 b	6,97 Ba	14,48 Aa	14,85 Aa	3,03 Bc	4,75 Aa	4,17 Ab	19,92 Aa	19,71 Aa	19,02 Ab
CNFP 10103	12,60 a	4,57 c	21,16 a	8,09 Ba	14,34 Aa	13,98 Aa	3,06 Bc	5,11 Aa	5,05 Aa	21,54 Aa	20,54 Aa	21,28 Aa
CNFP 10793	12,90 a	5,79 a	22,16 a	6,96 Ba	14,87 Aa	14,87 Aa	7,02 Aa	5,67 Ba	5,23 Ba	20,79 Aa	21,49 Aa	23,18 Aa
CNFP 11977	12,36 a	4,81 c	19,43 b	6,54 Ba	14,20 Aa	14,36 Aa	5,30 Ab	4,86 Aa	4,54 Ab	20,71 Aa	21,22 Aa	17,89 Bb
CNFP 11980	14,11 a	4,72 c	19,55 b	8,85 Ba	14,74 Aa	16,43 Aa	2,84 Bc	5,00 Aa	5,53 Aa	17,63 Aa	20,48 Aa	20,04 Ab
CNFP 11990	11,40 b	4,92 c	19,88 b	6,21 Ba	12,37 Aa	13,52 Aa	4,83 Ab	4,47 Aa	5,18 Aa	19,30 Aa	22,20 Aa	19,03 Ab
CNFP 11992	12,48 a	5,42 b	19,23 b	5,43 Ba	15,80 Aa	14,35 Aa	5,73 Ab	5,24 Aa	5,36 Aa	16,49 Ba	22,03 Aa	19,21 Bb
Ouro Negro	12,86 a	4,55 c	19,91 b	7,75 Ba	16,93 Aa	13,38 Aa	3,62 Bc	5,22 Aa	4,68 Ab	18,57 Aa	20,77 Aa	20,15 Ab

Continua...

TABELA 4. Continuação

LINHAGEM	COMPONENTES DE PRODUÇÃO											
	VPL	GPV	M100 (g)	VPL			GPV			M100		
	GERAL		NMG	SL	UBER	NMG	SL	UBER	NMG	SL	UBER	
VP-24	13,46 a	4,61 c	19,53 b	4,95 Ba	17,77 Aa	15,57 Aa	3,34 Bc	4,96 Aa	5,07 Aa	17,69 Aa	20,75 Aa	19,83 Ab
VP-25	11,32 b	4,91 c	18,99 b	5,41 Ba	15,22 Aa	12,33 Aa	2,95 Bc	5,94 Aa	5,38 Aa	17,39 Aa	20,10 Aa	19,23 Ab
VP-26	11,17 b	4,62 c	21,28 a	5,66 Ba	15,70 Aa	11,66 Aa	4,10 Ac	4,83 Aa	4,78 Ab	17,66 Ba	23,16 Aa	22,15 Aa
VP-27	11,61 b	4,29 d	20,48 a	6,86 Ba	12,85 Aa	13,37 Aa	2,72 Bc	4,97 Aa	4,73 Ab	19,44 Aa	20,70 Aa	20,89 Aa
VP-28	10,94 b	4,80 c	21,32 a	5,03 Ba	14,67 Aa	12,03 Aa	4,83 Ab	5,03 Aa	4,67 Ab	19,07 Ba	22,85 Aa	21,68 Aa
VP-29	10,90 b	5,12 b	20,24 b	6,48 Ba	12,52 Aa	12,30 Aa	6,27 Aa	5,09 Ba	4,56 Bb	19,02 Aa	21,71 Aa	20,13 Ab
CV (%)	23,06	15,43	12,63	19,41	20,26	19,27	4,24	13,62	13,79	9,71	13,34	7,3
Nº ambientes	8	8	8	2	2	4	2	2	4	2	2	4

¹Médias seguidas por mesma letra, maiúscula na linha (comparam as microrregiões) e minúscula na coluna (comparam linhagens), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

TABELA 5- Vagens por planta (VPL), grãos por vagem (GPV) e massa de 100 grãos (M100) de 16 linhagens de feijoeiro-comum de grãos especiais cultivadas em Minas Gerais, e apresentados de forma conjunta (GERAL) e para as épocas de plantio de inverno (INV), águas (AG) e seca (SC). Janaúba-MG, 2015.

LINHAGEM	COMPONENTES DE PRODUÇÃO											
	VPL	GPV	M100 (g)	VPL			GPV			M100		
	GERAL			INV	AG	SC	INV	AG	SC	INV	AG	SC
BRS Campeiro	12,41 a ¹	4,21 d	21,64 a	13,82 Aa	12,70 Aa	10,79 Aa	4,22 Aa	3,87 Aa	4,44 Ac	22,49 Aa	19,53 Aa	22,21 Aa
BRS Esplendor	13,76 a	4,96 c	18,11 b	15,53 Aa	14,30 Aa	11,63 Aa	4,52 Aa	4,57 Aa	5,65 Ab	18,73 Ab	16,90 Ab	18,30 Ab
BRS Valente	12,79 a	4,03 d	19,42 b	14,37 Aa	16,20 Aa	8,94 Ba	4,03 Aa	3,87 Aa	4,14 Ac	20,92 Ab	18,20 Ab	18,73 Ab
CNFP 10103	12,60 a	4,57 c	21,16 a	13,88 Aa	13,92 Aa	10,43 Aa	4,47 Aa	4,70 Aa	4,57 Ac	21,83 Aa	19,15 Aa	21,83 Aa
CNFP 10793	12,90 a	5,79 a	22,16 a	15,12 Aa	14,03 Aa	9,90 Aa	5,95 Aa	4,37 Ba	6,57 Aa	22,93 Aa	20,07 Aa	22,78 Aa
CNFP 11977	12,36 a	4,81 c	19,43 b	13,68 Aa	12,65 Aa	10,85 Aa	5,85 Aa	4,48 Ba	3,99 Bc	20,99 Ab	16,23 Bb	19,99 Ab
CNFP 11980	14,11 a	4,72 c	19,55 b	15,86 Aa	15,60 Aa	11,38 Aa	4,60 Aa	5,30 Aa	4,46 Ac	19,63 Ab	19,98 Aa	19,17 Ab
CNFP 11990	11,40 b	4,92 c	19,88 b	12,50 Aa	13,80 Aa	8,71 Aa	4,71 Aa	4,75 Aa	5,24 Ab	20,37 Ab	17,17 Bb	21,23 Aa
CNFP 11992	12,48 a	5,42 b	19,23 b	13,42 Aa	12,87 Aa	11,29 Aa	5,03 Aa	4,97 Aa	6,11 Aa	19,84 Ab	18,60 Ab	19,05 Ab
Ouro Negro	12,86 a	4,55 c	19,91 b	15,34 Aa	10,45 Aa	11,98 Aa	4,81 Aa	4,70 Aa	4,18 Ac	20,85 Ab	17,75 Ab	20,41 Aa
VP-24	13,46 a	4,61 c	19,53 b	13,61 Aa	15,83 Aa	11,73 Aa	4,92 Aa	4,83 Aa	4,16 Ac	19,53 Ab	19,15 Aa	19,77 Ab
VP-25	11,32 b	4,91 c	18,99 b	10,73 Aa	12,58 Aa	11,07 Aa	5,15 Aa	5,08 Aa	4,56 Ac	20,09 Ab	16,92 Ab	19,27 Ab
VP-26	11,17 b	4,62 c	21,28 a	12,70 Aa	10,07 Aa	10,38 Aa	4,51 Aa	4,25 Aa	4,98 Ac	22,15 Aa	21,18 Aa	20,48 Aa
VP-27	11,61 b	4,29 d	20,48 a	11,32 Aa	12,83 Aa	11,08 Aa	4,27 Aa	4,60 Aa	4,10 Ac	19,65 Ab	20,50 Aa	21,29 Aa
VP-28	10,94 b	4,80 c	21,32 a	11,95 Aa	12,00 Aa	9,23 Aa	4,24 Aa	4,28 Aa	5,69 Ab	22,09 Aa	21,15 Aa	20,67 Aa
VP-29	10,90 b	5,12 b	20,24 b	10,92 Aa	11,40 Aa	10,54 Aa	4,13 Aa	4,28 Aa	6,66 Aa	21,85 Aa	17,52 Bb	20,45 Aa
CV (%)	23,06	15,43	12,63	20,03	19,76	21,06	16,58	15,74	14,09	8,64	9,26	15,10
Nº de ambientes	8	8	8	3	2	3	3	2	3	3	2	3

¹Médias seguidas por mesma letra, maiúscula na linha (comparam as safras) e minúscula na coluna (comparam linhagens), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

A safra de inverno foi a que apresentou os melhores resultados para a maioria das linhagens, o que pode estar associado principalmente às temperaturas mais amenas, o que pode contribuir para um menor número de abortamento floral e conseqüentemente uma maior quantidade de órgão reprodutivos (VIEIRA *et al.*, 2006). As temperaturas ocorridas nesses períodos podem ter sido limitantes para o desempenho variado dos componentes nas diferentes safras, visto que a temperatura afeta diretamente a fase de florescimento e frutificação da cultura (PEREIRA *et al.*, 2014).

O uso de irrigação suplementar nos ensaios também pode ter contribuído para o fato de não ter havido diferença significativa entre as linhagens em cada microrregião avaliada, já que o estresse hídrico também contribui para a redução na translocação de fotoassimilados e, conseqüentemente, do número de vagens por planta, grãos por vagem e massa de 100 grãos (GUIMARÃES *et al.*, 2011). Outro ponto que pode justificar o comportamento variado das linhagens é o porte das mesmas, visto que linhagens com porte prostrado ou semiprostrado tendem a ser mais produtivas que linhagens de porte ereto (SILVA *et al.*, 2009b; NIENHUIS & SINGH, 1986; TEIXEIRA *et al.*, 1999).

Performances diferenciadas no desempenho dos componentes de produção vêm sendo relatadas em diversos trabalhos, conduzidos nos mais variados ambientes (BARILI *et al.*, 2011; CABRAL *et al.*, 2011; BARILI *et al.*, 2010), decorrentes principalmente de efeitos ambientais.

A massa de 100 grãos foi a que apresentou maior grau de associação com a produtividade, sendo o coeficiente de 0,65 considerado como moderado (FIGUEIREDO FILHO & SILVA JÚNIOR, 2009; SANTOS, 2007). No Norte de Minas Gerais, as correlações verificadas foram baixas, enquanto que em Sete Lagoas e Uberlândia, associação estabelecida foi entre a produtividade e a massa de 100 grãos, cujos coeficientes foram considerados como moderados (FIGUEIREDO FILHO & SILVA JÚNIOR, 2009; SANTOS, 2007).

TABELA 6- Coeficientes de correlação fenotípica de Pearson entre os componentes de rendimento e as produtividades médias de 16 linhagens de feijoeiro-comum do grupo comercial preto avaliadas de forma geral e individual para as microrregiões do Norte de Minas Gerais (NMG), Sete Lagoas (SL) e Uberlândia, e as safras de inverno, águas e seca. Janaúba-MG, 2015.

COMPONENTE	MICRORREGIÕES			
	GERAL	NMG	SL	UBER
Vagens por planta	0,48	0,23	-0,15	0,55
Grãos por vagem	0,25	0,36	0,15	0,21
Massa de 100 grãos	0,63	0,25	0,61	0,68
COMPONENTE	SAFRAS			
	GERAL	INVERNO	ÁGUAS	SECA
Vagens por planta	-	0,6	0,04	0,57
Grãos por vagem	-	0,33	0,12	0,21
Massa de 100 grãos	-	0,61	0,52	0,63

Ao avaliar o grau de associação entre os componentes de produção com a produtividade dentro de cada safra, a massa de 100 grãos apresentou os maiores coeficientes de correlação, indicando uma correlação positiva moderada (SANTOS, 2007). Nas safras de inverno e seca, o número de vagens por planta também apresentaram valores moderados de associação com a produtividade (TABELA 6).

Esses graus de associação verificados, em sua maioria, não corroboram o que se tem observado nas literaturas, onde o número de vagens por plantas tem sido o componente que mais se correlaciona positivamente com os aumentos de produtividade (FURTADO *et al.*, 2002; COIMBRA *et al.*, 1999). Todavia, ao analisar linhagens com produção semelhante de vagens por plantas, a produtividade é influenciada por outros componentes, como o número de grãos por vagem e também a massa de 100 grãos. Vale ressaltar também que os estandes finais contribuem de forma decisiva para produtividade final, entretanto os mesmos não foram avaliados em todos os ensaios.

As análises de variância individuais da produtividade (TABELA 7) apresentaram bons valores para os coeficientes de variação, além de que 7 dos 9 ambientes tiveram acurácia seletiva superior a 0,7, valores estes considerados como altos (CARGNELUTTI FILHO; STORCK; RIBEIRO, 2009). Isso reforça a boa precisão dos ensaios avaliados, com mais de 77% dos ensaios apresentando acurácia satisfatória.

A análise conjunta de variância mostrou efeito significativo ($p < 0,05$) da interação G x E, o que é indicativo de comportamento diferenciado das linhagens nos ambientes estudados, reforçando a existência de variabilidade entre as linhagens (TABELA 8). Ao analisar a contribuição das fontes de variação para a variação total, observa-se que mais de 75% da mesma foi resultante do ambiente, seguido pelo efeito da interação, com 12% de contribuição. Estes resultados reforçam a importância de se utilizar um número bastante elevado de ensaios, conduzidos em diferentes épocas, safras e anos, de forma a minimizar o efeito da interação e aumentar a confiança nos dados obtidos.

TABELA 7- Resumo da análise de variância individual para o rendimento de grãos (kg ha⁻¹) dos ensaios conduzidos com 16 linhagens de feijoeiro-comum de grãos especiais em três regiões de Minas Gerais. Janaúba-MG, 2015.

Ambiente	Quadrados Médios (BLOCO)	Quadrados Médios (LINHAGEM)	Quadrados Médios (RESÍDUO)	Coefficiente de Variação (%)	Acurácia Seletiva
1	206.577,146	679.352,022*	295.879,635	18,38	0,75
2	190.048,583	243.899,543**	213.97,339	16,53	0,96
3	146.253,521	657.517,844**	357.00,365	17,08	0,97
4	86.037,750	31.128,754 ^{ns}	409.18,883	17,80	0,49
5	1.434.126,438	200.620,572 ^{ns}	181.219,46	18,83	0,31
6	141.185,083	503.998,222**	26.222,172	19,12	0,97
7	1.354.179,938	767.850,200**	154.066,538	13,70	0,89
8	168.322,750	338.446,867**	58.011,283	22,10	0,91
9	30.665,3960	599.151,243**	40.696,818	17,25	0,97
gl	2	15	30	-	-

*, **, ^{ns} Significativo a 5 e 1%, e não significativo, respectivamente, pelo teste F a 5% de significância.

TABELA 8- Resumo da análise de variância conjunta para a produtividade (kg ha⁻¹) de grãos de 16 linhagens de feijoeiro-comum do grupo comercial preto cultivadas em três regiões de Minas Gerais. Janaúba-MG, 2015.

Fonte de Variação	gl	Produtividade	
		QM	R ²
Bloco/Ambiente	18	417.488,511	
Linhagem (G)	15	787.817,926 ^{ns}	3,15
Ambiente (E)	8	35.186.265,307**	75,07
G x E	65	724.062,838**	12,94
Resíduo	138	179.184,439	
Total	431		
Média		1590	
CV (%)		26,61	

**^{ns} Significativo a 1%, e não significativo, respectivamente, pelo teste F a 5% de significância.

A adaptabilidade e a estabilidade das linhagens ao estudar todos os ambientes (TABELA 9), maiores valores foram verificados para as linhagens pré-comerciais CNFP 10793 (114,18%), CNFP 10103 (104,08%) e VP-26 (101,88%), e as linhagens comerciais BRS Campeiro (103,42%). Os índices de determinação desses genótipos permitem afirmar que essas linhagens podem produzir, com 75% de probabilidade, 14,18, 4,08, 1,88 e 3,42% a mais que a média geral das linhagens nos ambientes estudados.

Essas linhagens também foram as que apresentaram as maiores produtividades, ao considerar todos os ambientes, o que mostra que esses materiais são superiores no que se refere a desempenho produtivo, adaptabilidade e estabilidade, indicando, assim, o potencial dessas linhagens pré-comerciais a se tornarem comerciais, além de reforçar a possível indicação da linhagem comercial BRS Vereda para cultivos em Minas Gerais.

Ao decompor o estudo da produtividade nas diferentes microrregiões, não foram constatadas diferenças significativas no desempenho das linhagens nas diferentes microrregiões e também entre as safras. No Norte de Minas Gerais, as linhagens pré-comerciais CNFP 10793 (137,40%) e CNFP 11977 (111,33%), as comerciais Ouro Negro (112,40%), BRS Campeiro (107,81%) e BRS Esplendor (100,48%), foram as que apresentaram os melhores valores de W_i e, conseqüentemente, maior adaptabilidade e estabilidade (TABELA 9).

Em Sete Lagoas, as linhagens com melhor adaptabilidade e estabilidade foram as CNFP 10793 (114,93%), CNFP 10103 (105,99%), VP-28 (5,58%), VP-26 (5,55%) e CNFP 11980 (5,37%). Já em Uberlândia, as linhagens comerciais com melhor adaptabilidade e estabilidade foram as CNFP 10103 (116,53%) e a VP-26 (110,64%), e as comerciais BRS Esplendor (103,70%) e BRS Campeiro (101,83%).

As linhagens pré-comerciais CNFP 10103 e CNFP 10793, juntamente com a linhagem comercial BRS Campeiro, foram as que apresentaram melhores

valores em todas as decomposições avaliadas, o que mostra a ampla adaptação dessas linhagens a essas microrregiões.

Ao estudar as diferentes safras, não houve diferenças significativas entre as produtividades das linhagens (TABELA 10). Ao comparar o desempenho entre as safras, no inverno as linhagens apresentaram produtividade igual ou superior às demais. A linhagem comercial Ouro Negro foi a única que diferiu entre as safras das águas e seca, porém com valores inferiores à safra de inverno.

No inverno as linhagens que apresentaram maiores adaptabilidade e estabilidade foram as pré-comerciais CNFP 10793 (125,59%), CNFP 11980 (108,34%) e CNFP 11977 (104,70%), além das quatro linhagens comerciais. Essas linhagens, por também estarem entre as mais produtivas, são materiais com grande potencial de cultivo para a safra de inverno (TABELA 10).

Na safra das águas, as linhagens que apresentaram adaptabilidade e estabilidade foram as pré-comerciais VP-28 (111,81%), CNFP 11992 (111,42%), VP-27 (107,86%), CNFP 10103 (102,82%), VP-26 (102,75%) e CNFP 10793 (100,79%), além da linhagem comercial BRS Esplendor (100,79%), a qual apresentou o maior Wi nessa safra. Na seca as linhagens com maior adaptabilidade e estabilidade foram CNFP 10103 (130,75%), VP-26 (121,90%), CNFP 10793 (105,69%), VP-29 (103,07%) e VP-28 (101,46%) (TABELA 10).

TABELA 9- Estimativas de parâmetros de adaptabilidade/estabilidade (Wi) pelo método de Annicchiarico (1992) para a produtividade de grãos de forma conjunta (GERAL), e com decomposição em três regiões: Norte de Minas Gerais (NMG), Sete Lagoas (SL) e Uberlândia (UBER), de 16 linhagens de feijoeiro-comum avaliadas em Minas Gerais. Janaúba-MG, 2015.

LINHAGEM	Produtividade (kg ha ⁻¹)				Annicchiarico							
	GERAL	NMG	SL	UBER	Wi (G)	C ²	Wi (NMG)	C	Wi (SL)	C	Wi (UBER)	C
CNFP 10793	1943 a ¹	2246 Aa	1952 Aa	1711 Aa	114,18	1	137,4	1	114,93	1	100,03	7
BRS Campeiro	1759 a	1778 Aa	1708 Aa	1771 Aa	103,42	3	107,81	4	100,36	7	101,83	4
CNFP 10103	1741 a	1503 Aa	1904 Aa	1838 Aa	104,08	2	91,64	9	105,99	2	116,53	1
VP-26	1724 a	1623 Aa	1886 Aa	1718 Aa	101,88	4	89,97	11	105,55	4	110,64	2
BRS Esplendor	1666 b	1887 Aa	1515 Aa	1576 Aa	99,47	5	100,48	5	88,33	14	103,7	3
CNFP 11980	1633 b	1680 Aa	1795 Aa	1516 Aa	97,84	6	97,23	6	105,37	5	94,15	9
CNFP 11977	1603 b	1820 Aa	1814 Aa	1335 Aa	91,27	9	111,33	3	100,59	6	75,5	13
CNFP 11992	1598 b	1583 Aa	1453 Aa	1683 Aa	93,16	7	94,83	7	83,99	16	98,63	8
VP-24	1585 b	1617 Aa	1717 Aa	1495 Aa	88,05	11	73,98	14	100,07	8	93,55	10
Ouro Negro	1576 b	1940 Aa	1605 Aa	1289 Aa	84,68	15	112,4	2	93,55	12	64,72	15
VP-27	1557 b	1590 Aa	1695 Aa	1462 Aa	92,27	8	77,55	13	99,62	9	101	5

Continua...

TABELA 9. Continuação

LINHAGEM	Produtividade (kg ha ⁻¹)				Annicchiarico							
	GERAL	NMG	SL	UBER	Wi (G)	C ²	Wi (NMG)	C	Wi (SL)	C	Wi (UBER)	C
BRS Valente	1543 b	1764 Aa	1607 Aa	1345 Aa	88,04	12	90,91	10	94,33	11	82,35	12
VP-28	1538 b	1286 Aa	1794 Aa	1600 Aa	90,02	10	68,77	15	105,58	3	100,89	6
CNFP 11990	1410 c	1502 Aa	1488 Aa	1303 Aa	86,22	13	89,22	12	87,45	15	83,58	11
VP-29	1377 c	1514 Aa	1682 Aa	1122 Aa	85,41	14	93,81	8	95,86	10	75,24	14
VP-25	1200 c	1067 Aa	1560 Aa	1120 Aa	60,66	16	47,16	16	90,24	13	58,73	16
CV (%)	26,61	30,15	19,62	17,69	-	-	-	-	-	-	-	-
Média Geral	1591	1650	1698	1493	-	-	-	-	-	-	-	-
Nº de ambientes	9	3	2	4	9	3	2	4				

¹Médias seguidas por mesma letra, maiúscula na linha (comparam as microrregiões) e minúscula na coluna (comparam linhagens), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. ²Classificação, sendo 1 o mais estável.

TABELA 10- Estimativas de parâmetros de adaptabilidade/estabilidade pelo método de Annicchiarico (1992) para a produtividade de grãos de forma conjunta (GERAL) e com decomposição em três safras: inverno (INV), águas (AG) e seca (SC) para 16 linhagens de feijoeiro-comum avaliadas em Minas Gerais.

LINHAGENS	Produtividade (kg ha ⁻¹)				Annicchiarico							
	GERAL	INV	AG	SC	Wi (G)	C ²	Wi (INV)	C	Wi (AG)	C	Wi (SC)	C
CNFP 10793	1943 a ¹	2578 Aa	1178 Ba	1606 Ba	114,18	1	125,59	1	100,79	7	105,69	3
BRS Campeiro	1759 a	2318 Aa	1138 Ba	1429 Ba	103,42	3	112,14	2	94,84	10	99,00	6
CNFP 10103	1741 a	1835 Aa	1140 Aa	2016 Aa	104,08	2	90,41	9	102,82	5	130,75	1
VP-26	1724 a	1966 Aa	1135 Aa	1794 Aa	101,88	4	89,22	11	102,75	6	121,90	2
BRS Esplendor	1666 b	2208 Aa	1215 Ba	1245 Ba	99,47	5	107,17	4	113,40	1	83,75	14
CNFP 11980	1633 b	2176 Aa	984 Ba	1342 Ba	97,84	6	108,34	3	95,97	9	87,01	10
CNFP 11977	1603 b	2162 Aa	708 Ba	1455 Ba	91,27	9	104,70	6	70,89	14	91,62	8
CNFP 11992	1598 b	2036 Aa	1189 Aa	1288 Aa	93,16	7	90,32	10	111,42	3	84,56	13
VP-24	1585 b	2063 Aa	811 Ba	1463 Aa	88,05	11	92,66	8	79,01	12	86,42	11
Ouro Negro	1576 b	2223 Aa	587 Ba	1374 Ba	84,68	15	106,10	5	39,58	16	94,67	7
VP-27	1557 b	1886 Aa	1094 Aa	1425 Aa	92,27	8	87,03	12	107,86	4	87,83	9
BRS Valente	1543 b	2134 Aa	959 Ba	1144 Ba	88,04	12	100,16	7	93,23	11	71,53	15
VP-28	1538 b	1747 Aa	1122 Aa	1538 Aa	90,02	10	71,37	15	111,81	2	101,46	5
CNFP 11990	1410 c	1686 Aa	1017 Aa	1305 Aa	86,22	13	81,65	13	99,05	8	85,95	12
VP-29	1377 c	1614 Aa	741 Aa	1484 Aa	85,41	14	80,64	14	73,68	13	103,07	4
VP-25	1200 c	1634 Aa	476 Ba	1105 Aa	60,66	16	71,13	16	41,16	15	59,86	16
CV (%)	26,61	23,01	21,19	26,30	-	-	-	-	-	-	-	-
Média Geral	1590	2017	968	1438	-	-	-	-	-	-	-	-
Nº de ambientes	9	4	2	3	9	4	2	3				

¹Médias seguidas por mesma letra, maiúscula na linha (comparam as safras) e minúscula na coluna (comparam linhagens), não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância. ²Classificação, sendo 1 o mais estável.

De maneira geral, a safra de inverno foi a que apresentou melhores desempenhos para a maioria das linhagens, o que ocorre possivelmente por essa safra apresentar as melhores condições climáticas para a cultura, em especial ao que se refere a temperatura ambiente e umidade relativa. Outros trabalhos conduzidos em diferentes locais e safras também vêm apontando o comportamento diferencial de linhagens do grupo preto em relação a suas produtividades e componentes (LEMOS *et al.*, 2012; PALOMINO *et al.*, 2005; COIMBRA *et al.*, 1999).

Esse comportamento diferenciado entre as decomposições estudadas ressalta o efeito do ambiente e da interação G x E, além dos fatores genéticos associados às linhagens, mesmo que em menor intensidade (PEREIRA *et al.*, 2013; CARBONELL *et al.*, 2003; RIBEIRO *et al.*, 2008). Selecionar linhagens de feijão-preto que atrelem não somente altas produtividades, mas também adaptabilidade e estabilidade, de forma a selecionar linhagens com comportamento previsível e alta performance agrônômica, deve ser o foco dos programas de melhoramento da cultura.

CONCLUSÕES

De maneira geral, a massa de 100 grãos foi o componente que apresentou maior grau de associação com o rendimento de grãos. A linhagem CNFP 10793 apresentou os melhores valores de componentes ao considerar todos os ambientes, microrregiões ou safras.

As microrregiões de Sete Lagoas e Uberlândia demonstraram, para a maioria das linhagens, valores superiores dos componentes de produção do que a microrregião Norte de Minas Gerais.

O ambiente e a interação G x E foram as fontes de variação que mais contribuíram para a variação total verificada.

As linhagens com maior produtividade, adaptabilidade e estabilidade foram CNFP 10793, CNFP 10103 e VP-26, e a cultivar BRS Campeiro. Esses materiais também foram os de melhor performance no Norte de Minas Gerais, revelando bom potencial para serem recomendados como cultivares comerciais para plantio nas microrregiões estudadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, M. J. B.; CARVALHO, A. J.; VIEIRA, N. M. B. Exigências edafoclimáticas. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BOREM, A. (Eds.) **Feijão**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. p. 67-86.

ANNICCHIARICO, P. Cultivar adaptation and recommendation from alfalfa trials in Northern Italy. **Journal of Genetics and Plant Breeding**, Czech Republic, v. 46, p. 269-278, 1992.

BARILI, L. D. *et al.* Componentes do rendimento em acessos de feijão. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages-SC, v. 9, n. 2, 2010.

BARILI, L. D. *et al.* Correlação fenotípica entre componentes do rendimento de grãos de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1263-1274, 2011.

BERTOLDO, J. G. *et al.* Rendimento de grãos em feijão-preto: o componente que mais interfere no valor fenotípico é o ambiente. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 7, 2009.

CABRAL, P. D. S. *et al.* Análise de trilha do rendimento de grãos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e seus componentes. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 1, 2011.

CARBONELL, S. A. M.; CARVALHO, C. R. L.; PEREIRA, V. R. Qualidade tecnológica de grãos de genótipos de feijoeiro cultivados em diferentes ambientes. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p. 369-379, 2003.

CARGNELUTTI FILHO, A.; STORCK, L.; RIBEIRO, N. D. Medidas da precisão experimental em ensaios com genótipos de feijão e de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 10, p. 1225-1231, 2009.

CARMO, S. L. M. *et al.* Avaliação do stay green em famílias segregantes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, p. 953-957, 2007.

CARNEIRO, J. E. S. **Alternativas para obtenção e escolha de populações segregantes no feijoeiro**. 2002. 134 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2002.

CHAGAS, J. M. *et al.* Feijão. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Eds.). **Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5ª Aproximação**. Viçosa: UFV, 1999. p. 306-307.

COCHRAN, W. G. The combination of estimates from different experiments. **Biometrics**, Washington, v. 10, n. 1, p. 101-129, 1954.

COIMBRA, J. L. M. *et al.* Análise de Trilha I: Análise do Rendimento de Grãos e seus Componentes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 29, n. 02, p. 213-218, 1999.

COMISSÃO TÉCNICA SUL-BRASILEIRA DE FEIJÃO (CTSBF). **Informações técnicas para o cultivo de feijão na Região Sul brasileira**. 2 ed. Florianópolis: Epagri, 2012. 157 p.

CRUZ, C. D. *GENES* - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: Editora UFV, 2001. 390 p.

FERRAZ, R. L. S. *et al.* Desenvolvimento e produção de ecótipos de feijoeiro cultivados na época das águas, sob irrigação suplementar. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 6, p. 920-928, 2012.

FIGUEIREDO FILHO, D. B. F.; SILVA JÚNIOR, J. A. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, Recife, v. 18, n. 1, 2009.

FURTADO, M. R. *et al.* Análise de trilha do rendimento do feijoeiro e seus componentes primários em monocultivo e em consórcio com a cultura do milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 32, n. 2, 2002.

GUIMARÃES, C. M. *et al.* Genótipos de feijoeiro-comum sob deficiência hídrica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 7, 2011.

HOFFMANN JÚNIOR, L. *et al.* Resposta de cultivares de feijão à alta temperatura do ar no período reprodutivo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, nov-dez, 2007.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Estações e dados**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/>> Acesso: 05 ago. 2014.

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

PALOMINO, E. C. *et al.* Desempenho agrônomo de genótipos de feijoeiro-comum dos grupos comerciais carioca e preto. **Revista de Agricultura**, Piracicaba, v. 80, p. 358-371, 2005.

PEREIRA, H. S. *et al.* interação entre linhagens de feijoeiro e ambientes no Estado de Pernambuco: estabilidade, estratificação ambiental e decomposição da interação. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 6, p. 2603-2614, 2013.

PEREIRA, H. S. *et al.* Estratificação ambiental na avaliação de linhagens de feijoeiro-comum tipo Carioca em Goiás e no Distrito Federal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 6, p. 554-562, 2010.

PEREIRA, H. S. *et al.* Influência do ambiente em cultivares de feijoeiro-comum em cerrado com baixa altitude. **Bragantia**, Campinas, v. 71, p. 165-172, 2012.

PEREIRA, V. G. C. *et al.* Exigências Agroclimáticas para a Cultura do Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, Curitiba, v. 3, 2014.

PIMENTEL-GOMES, F. P. **Curso de estatística experimental**. São Paulo: Editora Nobel, 2000. 466 p.

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

RESENDE, M. D. V.; DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 3, p. 182-194, 2007.

RIBEIRO, N. D. *et al.* Estabilidade de produção de linhagens-elite de feijão em diferentes ambientes no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 16, n.1 e 2, 2010.

SANTOS, C. **Estatística descritiva: manual de auto-aprendizagem**. Lisboa: Sílabo, 2007.

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

SILVA, M. A. *et al.* Análise de trilha para caracteres morfológicos do feijão-bravo (*Capparis flexuosa*) no cariri paraibano. **Archivos de Zootecnia**, Córdoba, v. 58, n. 221, p. 121-124, 2009a.

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

VIEIRA, C.; PAULA JR., T. J.; BORÉM, A. (Eds.) **Feijão**. 2 ed. amp./rev. Viçosa: Editora UFV, 2006. 600 p.