



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS

**QUALIDADE TECNOLÓGICA E
FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE
GENÓTIPOS SELECIONADOS DE FEIJÃO-
COMUM DO GRUPO COMERCIAL
CARIOCA**

MARINA BORGES DE OLIVEIRA

2014

MARINA BORGES DE OLIVEIRA

**QUALIDADE TECNOLÓGICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES
DE GENÓTIPOS SELECIONADOS DE FEIJÃO-COMUM DO
GRUPO COMERCIAL CARIOCA**

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
2014**

Oliveira, Marina Borges de

O48q Qualidade tecnológica e fisiológica de sementes de genótipos selecionados de feijão-comum do grupo comercial carioca [manuscrito] / Marina Borges de Oliveira. – 2014. 80 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2014.
Orientador: Prof. Dr. Abner José de Carvalho.

1. *Phaseolus vulgaris* L. 2. Genótipos de feijão. 3. Sementes viabilidade. I. Carvalho, Abner José de. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 635.652

Catálogo: Biblioteca Setorial Campus de Janaúba

MARINA BORGES DE OLIVEIRA

**QUALIDADE TECNOLÓGICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES
DE GENÓTIPOS SELECIONADOS DE FEIJÃO-COMUM DO
GRUPO COMERCIAL CARIOCA**

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 11 de julho de 2014.

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

Profa. Dra. Andréia Márcia
Santos de Souza David
UNIMONTES (Coorientadora)

Prof. Dr. José Eustáquio de Souza
Carneiro
UFV (Conselheiro)

Prof. Dr. Ignacio Aspiazú
UNIMONTES (Conselheiro)

**JANAÚBA
MINAS GERAIS-BRASIL
2014**

A Deus, pelo dom da vida. Aos meus pais, Milton e Anália, pelo amor, apoio, dedicação e orações. Aos meus irmãos, Magna, Rúbia e Warley, e, principalmente, a Penha e Lia, pela ajuda que não foi pouca, apoio, incentivo, amizade e brincadeiras. Aos meus sobrinhos, Maria Fernanda, Maria Helena, Ana Carolina, Maria Cecília, Pedro Henrique, Marco Antônio e João Vitor; em especial a minha sobrinha e afilhada, Maria Luísa. Aos cunhados, Jociane, Cláudio Henrique e, principalmente, a Fabrício pela presteza, ajuda, incentivo e amizade, e a toda a minha família pela alegria que traz a minha vida, por nunca permitir que eu desanime e por acreditar em mim. A Tiago que, não só no período do desenvolvimento desta dissertação mas durante toda a Pós-graduação, me ajudou com amor, paciência, carinho e compreensão. E a toda sua família pelo carinho e amizade. Aos meus amigos, que me ajudaram muito com suas experiências, dedicação, disposição e carinho.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela constância em minha vida, me dando coragem, saúde e discernimento nas minhas escolhas.

À Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES, pela minha formação.

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

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

Aos professores da pós-graduação, pelos ensinamentos e conhecimentos transmitidos.

Ao meu orientador, Professor Dr. Abner José de Carvalho, pela ajuda, orientação, ensinamentos, conhecimentos transmitidos, incentivo e amizade.

À Professora Dra. Andréia Márcia Santos de Souza David, pela ajuda, disponibilidade, ensinamentos, presteza, incentivo e amizade.

Ao Professor Dr. José Eustáquio de Souza Carneiro, pelo acolhimento, disposição, presteza, ajuda, incentivo e ensinamentos.

Às Professoras MSc. Luciana Albuquerque Caldeira Rocha e Dra. Érica Endo Alves, pela disponibilidade e ajuda.

Aos Professores Andréia Márcia Santos de Souza David, José Eustáquio de Souza Carneiro e Ignacio Aspiazú, por aceitarem participar da minha banca de defesa e pelas sugestões dadas.

Aos funcionários da Unimontes e MGS, pela disponibilidade e amizade.

Aos amigos do grupo de estudos Grandes Culturas, em especial, Vanet, Orlando, Marlon, Andrey, Jhonata e Paulo, pela disposição, presteza e amizade.

Aos amigos do laboratório de análise de sementes, em especial, Josiane, Miquéias, Lucas, e aos bolsistas do BIC Júnior, pela disposição, presteza e amizade.

Aos amigos, Bruna, Rayane, Laís, Patrícia, Maione, Hérica, Daniel, Flávio, Hugo, em especial a Pablo, pela ajuda constante, disponibilidade, companheirismo e amizade. Com vocês essa etapa se tornou mais gratificante.

A todos que de alguma forma estiveram comigo e me ajudaram nesta grande conquista. Muito obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	i
GENERAL ABSTRACT	ii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 A cultura do feijão-comum.....	3
2.2 Etapas do programa de melhoramento de feijão-comum.....	6
2.3 Qualidade tecnológica de grãos de feijão-comum	8
2.4 Testes para avaliação da qualidade tecnológica de grãos	11
2.5 Qualidade fisiológica de sementes de feijão-comum.....	13
2.6 Testes para avaliação da qualidade fisiológica de sementes.....	15
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19
CAPITULO I	27
QUALIDADE TECNOLÓGICA DE GRÃOS DE GENÓTIPOS SELECIONADOS DE FEIJÃO-COMUM DO GRUPO COMERCIAL CARIOCA	27
RESUMO.....	28
ABSTRACT	30
1. INTRODUÇÃO	31
2. MATERIAL E MÉTODOS	33
2.1 Localização e instalação do experimento	33
2.2 Características avaliadas	34
2.3 Análises estatísticas	37
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	54
CAPITULO II.....	59
QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE GENÓTIPOS SELECIONADOS DE FEIJÃO-COMUM DO GRUPO COMERCIAL CARIOCA	59
RESUMO.....	60
ABSTRACT	62
1. INTRODUÇÃO	63
2. MATERIAL E MÉTODOS	64
2.1 Localização e instalação do experimento	64
2.2 Características avaliadas	64
2.3 Análises estatísticas	67
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	68
CONCLUSÕES	77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78

RESUMO GERAL

OLIVEIRA, Marina Borges. **Qualidade tecnológica e fisiológica de sementes de genótipos selecionados de feijão-comum do grupo comercial carioca**. 2014. 80p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba - MG¹.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a variabilidade genética de genótipos selecionados de feijão-comum do grupo comercial carioca, para características associadas à qualidade tecnológica dos grãos e à qualidade fisiológica das sementes. O estudo foi conduzido no Laboratório de Pesquisa em Feijão na Universidade Federal de Viçosa (UFV), no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal e Vegetal e no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Montes Claros (DCA/UNIMONTES) campus de Janaúba-MG. Foram utilizadas sementes de 25 genótipos de feijão-comum sendo 21 linhagens e quatro cultivares (BRSMG Talismã, BRSMG Madrepérola, BRSMG Majestoso e Pérola). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições. As características tecnológicas avaliadas foram a forma e o grau de achatamento dos grãos, a massa de mil grãos, a porcentagem de grãos duros, o teor de sólidos solúveis, o tempo de cocção, a porcentagem de casca e a capacidade de hidratação. As características fisiológicas avaliadas foram teor de água, à germinação e o vigor (primeira contagem de germinação, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência, comprimento de plântulas, massa fresca e massa seca de plântulas e o envelhecimento acelerado). Os resultados revelaram que há variabilidade genética para todas as características associadas à qualidade comercial/tecnológica dos grãos e para o índice de velocidade de emergência, comprimento de plântulas, massas fresca e seca de plântulas e envelhecimento acelerado das sementes dos genótipos avaliados. As linhagens MAIV-18259, EMB4, EMB9, RCII-219, MAIV-18524 e MAIV-15204 e a cultivar BRSMG Talismã se destacam como superiores para a maioria das características avaliadas na qualidade fisiológica de sementes.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris* L, ensaio de VCU, tempo de cozimento, variabilidade, germinação e vigor de sementes.

¹ **Comitê orientador:** Prof. Dr. Abner José de Carvalho – UNIMONTES (Orientador), Prof. Dra. Andréia Márcia S. de S. David – UNIMONTES (Coorientadora).

GENERAL ABSTRACT

OLIVEIRA, Marina Borges. **Technological and physiological quality of seeds of selected genotypes of common bean of carioca commercial class.** 2014. 80p. Dissertation (Master's degree in. in Plant Production in the Semiarid)- State University of Montes Claros, Janaúba–MG².

This study aimed to evaluate the genetic variability of selected genotypes of common bean of carioca commercial class, for characteristics associated with grain technological quality and seed physiological quality. The study was conducted at laboratory of beans research at the Federal university of Viçosa (UFV), in the laboratory of animal and plant products technology and seed analysis laboratory, department of agricultural sciences of the state university of Montes Claros (ASD / UNIMONTES) campus Janaúba-MG. Seeds of 25 common bean genotypes, 21 lines and four cultivars (BRSMG Talismã, BRSMG Madrepérola, BRSMG Majestoso e Pérola). The experimental design was in randomized complete block with three replications. Evaluated technological characteristics were shape and flattening degree of grains, the thousand grain mass, percentage of hard grains, soluble solids content, cooking time, percentage of shell and hydration capacity. Evaluated physiological characteristics were water content, germination and vigor (first germination count, plantlets emergence, emergence speed index, plantlets length, fresh mass and dry mass of plantlets and accelerated aging). The results revealed that there is genetic variability for all traits associated with commercial/technological quality of grain and for emergence speed index, plantlets length, fresh and dry mass of plantlets and accelerated aging of seeds of the evaluated genotypes. The MAIV-18259, EMB4, EMB9, RCII-219, MAIV-18524 e MAIV-15204 lines and the BRSMG Talismã cultivar stand out as superior for most traits evaluated on physiological seed quality.

Keywords: *Phaseolus vulgaris* L, VCU test, cooking time, variability, germination and seed vigor.

² **Guidance committee:** Prof. Dr. Abner José de Carvalho – UNIMONTES (Advisor), Prof. Dr. Andréia Márcia S. de S. David – UNIMONTES (Co-Advisor).

1. INTRODUÇÃO GERAL

O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma das principais culturas produzidas no Brasil e no mundo. O Brasil destaca-se na produção de feijão-comum, sendo também o maior consumidor mundial desse grão. Trata-se de um dos principais produtos agrícolas, representando grande importância socioeconômica e uma das principais fontes de proteína na alimentação da população brasileira.

O estado de Minas Gerais é o segundo maior produtor nacional de feijão. Na safra 2012/2013, foram produzidas cerca de 565mil toneladas em uma área de aproximadamente 420 mil hectares. Considerando estes dados, a produtividade média de feijão no estado foi 1346 kg ha⁻¹ (CONAB, 2013). No país, no período de 1985 a 2012/2013, a produtividade média passou de 500 kg ha⁻¹ para 910 kg ha⁻¹ (CONAB, 2013). Este incremento de produtividade foi possível devido à melhoria nas técnicas de manejo e adubação da cultura e, especialmente ao lançamento de cultivares cada vez mais adaptadas a diferentes ambientes de cultivo e, sobretudo, mais produtivas.

Os Ensaio de Valor de Cultivo e Uso (VCU) são conduzidos em diferentes regiões produtoras de feijão e anos agrícolas, com o objetivo de avaliar o desempenho agrônomo de novas linhagens de feijoeiro em comparação às principais cultivares comerciais. Assim, para que uma nova cultivar seja recomendada para o cultivo, o genótipo deve apresentar alto potencial produtivo, tolerância a doenças, boas características de porte e arquitetura.

A variabilidade genética destes genótipos em relação a características relacionadas à qualidade tecnológica dos grãos ou à qualidade fisiológica das sementes, também deve ser explorada para a recomendação de novas cultivares, uma vez que a avaliação dessas características pode dar subsídio para a seleção

de genótipos que apresentem menor tempo de cocção, alta capacidade de hidratação, baixa porcentagem de casca, boa germinação e vigor das sementes.

Dessa maneira, o objetivo deste trabalho foi avaliar a variabilidade genética de genótipos selecionados de feijão-comum do grupo comercial carioca, para características associadas à qualidade tecnológica dos grãos e à qualidade fisiológica das sementes.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A cultura do feijão-comum

O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é um dos principais produtos agrícolas do Brasil e do mundo. Constitui uma das principais fontes de proteína na dieta humana, especialmente em países em desenvolvimento, de regiões tropicais e subtropicais, merecendo destaque no cenário nacional e internacional por suprir as necessidades dos consumidores como fonte básica e barata de proteína e calorias. Além disso, o feijão-comum tem grande importância socioeconômica devido, principalmente, à mão de obra empregada durante o ciclo da cultura. Estima-se que são utilizados, somente em Minas Gerais, cerca de 7 milhões de homens por dia ciclo de produção, envolvendo aproximadamente de 295 mil produtores (ABREU, 2005).

A cadeia de produção de grãos de feijão, o beneficiamento e a comercialização dos mesmos geram ocupação e renda, principalmente para a classe de menor poder aquisitivo, tornando o feijão um dos produtos agrícolas de maior importância econômico-social, devido, especialmente, à mão de obra empregada desde o preparo para o plantio até o produto embalado nas prateleiras do mercado (GONÇALVES *et al.*, 2010).

Considerando as três últimas safras de feijão-comum, estima-se uma produção nacional de 3,30 milhões de toneladas e área total de 3,16 milhões de hectares (CONAB, 2013).

A semente do feijoeiro apresenta ampla variabilidade de cores, variando do preto ao bege, roxo, róseo, vermelho, marrom, amarelo e branco, e, pode apresentar, ou não, halo (auréola de cor diferente da do tegumento) de uma ou duas cores (VILHORDO, 1978). O tegumento pode ser de cor uniforme (cor primária), ou de duas cores, uma cor primária e uma cor secundária, expressa na

forma de estrias, manchas ou pontuações; e ser brilhoso, opaco, ou de brilho intermediário (SILVIA, 2005).

A grande variabilidade apresentada pelas características externas da semente tem sido usada para diferenciar e classificar cultivares de feijão em grupos ou tipos comerciais distintos, principalmente a cor e o tamanho da semente. Os principais grupos de feijão-comum são: Preto, Mulatinho, Carioca, Roxinho, Rosinha, Amarelo, Manteigão, Branco, dentre outros (VIEIRA, 1983; VILHORDO E MÜLLER, 1981; VILHORDO *et al.*, 1996).

No mercado brasileiro, há uma ampla diversidade e preferência dos consumidores quanto aos tipos de grãos comercializados, especialmente no que se refere a forma, tamanho, brilho e cores. A preferência por determinadas cores de grãos varia de acordo com o estado ou mesmo entre regiões. Na região Sul, em certas regiões de Santa Catarina e Paraná, Rio de Janeiro e Espírito Santo, a preferência é pelo tipo comercial preto. Em São Paulo predomina o consumo de grãos do tipo comercial carioca e em algumas regiões de Minas Gerais, as preferências são pelos feijões de cor, sobretudo os de tipo mulatinho, roxinho, rosinha e pardo (MOURA, 1998). Embora existam diferenças quanto a cor dos grãos consumidos no país, a preferência em todo o território nacional predomina sobre o grão tipo carioca. Os grãos tipo carioca devem apresentar rajadas marrons e a cor do fundo do grão o mais clara possível, denominada de cor leite pelos "compradores", os quais associam a cor mais clara ao fato de o feijão ter sido recentemente colhido.

O feijão-comum é produzido em todos os estados do Brasil. Os principais estados produtores são Paraná, Minas Gerais, Bahia, São Paulo e Goiás. Minas Gerais é o segundo maior produtor nacional de feijão. Em 2012/2013, foram produzidas cerca de 565 mil toneladas em uma área de aproximadamente 420 mil hectares. Considerando estes dados, a produtividade média de feijão no estado foi 1346 kg ha⁻¹ (CONAB, 2013).

De acordo com Araújo e Ferreira (2006), a produção do feijão em Minas Gerais é realizada em quatro safras: O cultivo de “primavera-verão” (plantio de primavera) denominado feijão das “águas”, é realizado geralmente por pequenos produtores. Nesse sistema de plantio entre outubro e novembro, geralmente, não há necessidade de irrigação, porque coincide com o período de chuvas. No entanto, a colheita pode ser prejudicada se houver excesso de chuvas, o que compromete a qualidade dos grãos e gera perda parcial ou total da produção. O cultivo de “verão-outono” (plantio de verão), denominado plantio da “seca”, ocorre entre os meses de fevereiro e março e, geralmente, é realizado por pequenos produtores. Entretanto, no plantio de verão existe risco de perder a produção por escassez de chuvas, porque, normalmente, a partir de março, a tendência é reduzir as chuvas na região Norte de Minas Gerais. Assim, o feijão plantado no verão, por ser colhido em época praticamente livre de chuvas, apresenta melhor qualidade de sementes.

O cultivo de “outono-inverno” (plantio de outono) corresponde ao plantio realizado nos meses de abril a junho, com a colheita entre julho e setembro (inverno), comumente chamada de “terceira época”. Caracteriza-se por um período seco, quando praticamente não chove, sendo necessário o uso de irrigação. Este plantio é realizado pelos grandes produtores do norte e noroeste de Minas Gerais, os quais utilizam alta tecnologia e uso de irrigação por pivô central. Nessas regiões, concentra-se a maior produção de feijão do estado devido à adoção de alta tecnologia para a produção.

No cultivo de “inverno-primavera” (plantio de inverno) em regiões com inverno rigoroso, a semeadura do feijão é feita em meados de julho até princípio de agosto, para escapar do frio durante o estágio reprodutivo. Todavia, a colheita ocorre em meados de novembro, com maior probabilidade de período chuvoso. Ademais, o cultivo tem que ser irrigado, pois não ocorrem chuvas em quantidade suficiente neste período.

2.2 Etapas do programa de melhoramento de feijão-comum

A obtenção de novas cultivares que substituam com vantagem as já existentes é um desafio crescente para os melhoristas. Isso porque as exigências são cada vez maiores em relação à resistência às diferentes raças dos patógenos, grãos com tamanho, cor e formato dentro dos padrões comerciais, com boas propriedades culinárias, além da estabilidade associada à alta produtividade de grãos.

O feijoeiro é planta autógama, sua taxa de fecundação cruzada varia conforme a cultivar e as condições ambientais. No estado de Minas Gerais, as estimativas são 3,0 % (VIEIRA, BORÉM, RAMALHO, 1999). Dessa forma, geralmente, nos programas de melhoramento dessa cultura, busca-se obtenção de linhagens homozigotas superiores às existentes em cultivo.

Segundo Zimmermann *et al.* (1996), quando se deseja reunir alelos favoráveis presentes em diferentes genitores, o melhoramento do feijoeiro baseia-se, principalmente, em cruzamentos entre linhagens e/ou cultivares, visando a obtenção de populações segregantes. Essas populações são conduzidas por algum método de melhoramento, geralmente até a geração F₆, quando se obtém o nível de homozigose esperado. Desse modo, as melhores plantas são selecionadas e colhidas individualmente, formando as famílias F₇. Essas famílias são multiplicadas por um ciclo para a obtenção das linhagens (RIBEIRO, 2011). Assim, as linhagens são submetidas a diferentes ensaios de competição para avaliação do seu potencial agrônomo. Logo após, as linhagens mais produtivas são avaliadas em ensaios de valor de cultivo e uso – VCU.

Os ensaios de VCU para a cultura do feijoeiro são realizados simultaneamente em diferentes regiões do Estado de Minas Gerais, como Zona da Mata, Sul de Minas e Triângulo Mineiro. Esses ensaios seguem regras específicas determinadas pelo ministério da Agricultura, Pecuária e

Abastecimento (MAPA). Esse tipo de ensaio é exigido pelo Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC), tendo como finalidade fundamental estudar valor agrônomo, produção, produtividade, resistência a pragas e doenças, precocidade, qualidade e outras características agrônômicas de interesse.

Para atender aos requisitos mínimos na determinação do VCU de feijão-comum, para a inscrição no registro nacional de cultivares - RNC, os ensaios devem ser conduzidos, no mínimo, em três locais de importância para a cultura por época de semeadura, por estado. A inscrição no RNC será por época de semeadura. Os ensaios devem ser realizados por um período mínimo de dois anos (MAPA, 2006).

Quanto aos tratamentos culturais, recomenda-se não efetuar o controle de doenças, exceto o tratamento de sementes. Já as pragas devem ser controladas sempre que necessário. O uso de irrigação é recomendado somente para o estabelecimento da população inicial de plantas ou quando essa prática for usual no sistema de produção utilizado. Caso haja interesse por parte do requerente/responsável pela cultivar, dados adicionais de ensaios conduzidos com controle químico de doenças poderão ser apresentados (MAPA, 2006).

O delineamento experimental deve ser em blocos casualizados com, no mínimo, três repetições, ou outro delineamento com igual ou maior precisão experimental. As parcelas devem ser constituídas de, no mínimo, quatro fileiras de 4 m de comprimento, tendo como área útil as duas fileiras centrais. No mínimo, devem ser utilizadas duas cultivares inscritas no RNC, como testemunhas, preferencialmente por grupo de cor, devendo ser as cultivares mais plantadas na região ou as cultivares com maior potencial de rendimento. Os ensaios devem ser analisados estatisticamente, sendo que serão considerados bons aqueles que apresentarem coeficiente de variação de, no máximo, 25% ou F significativo a 5% (MAPA, 2006).

Nas avaliações do VCU, o rendimento de grãos dos genótipos é determinado pelo peso total dos grãos da área útil da parcela, transformado em kg ha⁻¹ e ajustado para 13% de umidade. Será inscrita no RNC a cultivar que, nos ensaios de VCU, tenha obtido uma produtividade igual ou superior à média das cultivares testemunhas. Caso contrário, o interessado na inscrição deverá indicar a existência de outras características importantes que justifiquem a sua inclusão no RNC.

A avaliação da qualidade tecnológica da cultivar e das testemunhas será expressa pelo tempo médio de cozimento em minutos, determinada no cozedor de Mattson (PROCTOR e WATTS, 1987).

Para a realização dessa análise, as amostras deverão ser coletadas de, no mínimo, uma repetição por época de semeadura. Quando o registro for para mais de um estado, as análises deverão ser realizadas em amostras coletadas em no mínimo um estado.

2.3 Qualidade tecnológica de grãos de feijão-comum

A qualidade tecnológica dos grãos é de grande importância no lançamento de novas cultivares, visto que o feijão geralmente é comercializado “in natura”, não passando por nenhum processamento industrial que garanta agregação de valor ao produto. Assim, a qualidade tecnológica dos grãos deve ser mantida nas cultivares lançadas para garantir a aceitabilidade pelo consumidor.

As principais características tecnológicas dos grãos são a capacidade de hidratação e o tempo de cozimento (COELHO *et al.*, 2009; CORRÊA *et al.*, 2010). Carbonell *et al.* (2003) destacam que a identificação de cultivares de feijão com menor tempo de cozimento e rápida capacidade de hidratação é determinante na aceitação da nova cultivar pelos consumidores. Geralmente, essas características são influenciadas pela constituição genotípica e pelas

condições ambientais durante o cultivo e o armazenamento dos genótipos (DALLA CORTE *et al.*, 2003; RODRIGUES *et al.*, 2005b; COELHO *et al.*, 2009). Vários trabalhos têm demonstrado a existência da interação genótipos e ambientes, ocorrendo diferenças no comportamento das linhagens e das cultivares não só em locais, como também nos anos agrícolas e nas épocas de semeadura (CARBONELL E POMPEU, 2000; BURATTO *et al.*, 2007; PEREIRA *et al.*, 2009; FARINELLI E LEMOS, 2010).

Diferenças entre genótipos de feijoeiro quanto às qualidades tecnológicas também têm sido reportadas pelos programas de melhoramento nacionais, como: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA - Arroz e Feijão); Instituto Agrônomo Campinas (IAC); Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR); Universidade Federal de Lavras (UFLA) e Universidade Federal de Viçosa (UFV). Carneiro *et al.* (1999a) avaliaram a qualidade tecnológica de genitores de grãos tipo carioca, os quais demonstraram alta variabilidade entre genitores carioca para o tempo de cocção. Carneiro *et al.* (1999b) avaliaram linhagens de ensaio nacional de feijão carioca e verificaram alta variabilidade entre os genótipos para os caracteres tempo de cocção, porcentagem de sólidos solúveis e de casca, e escurecimento do tegumento.

Durante o armazenamento dos grãos de feijão, ocorrem algumas alterações químicas e/ou estruturais que levam à depreciação da qualidade geral e do valor nutritivo do produto (SOUSA, 2003). Essa perda de qualidade caracteriza-se por mudanças no sabor, escurecimento do tegumento dos grãos em algumas cultivares e o aumento no grau de dureza dos grãos, o que resulta em acréscimos no tempo de cozimento.

No mercado do feijão, especialmente do grupo comercial carioca, os grãos com o tegumento escuro representam uma perda econômica devido à baixa aceitação pelos consumidores por associar essa característica com grãos envelhecidos. Dessa maneira, os programas de melhoramento do feijoeiro-

comum têm buscado grãos com o fundo claro e, com manutenção da cor clara por maior tempo possível (SILVA *et al.*, 2008). Dentre alguns genótipos de feijão-comum que foram desenvolvidos de forma a não escurecer durante o armazenamento, destaca-se a cultivar BRSMG Madrepérola (ABREU *et al.*, 2011).

O escurecimento dos grãos de feijão após a colheita ocorre mais rápido em ambientes com altas temperaturas e umidade relativa do ar e presença de luz e oxigênio (JUNK-KNIEVEL *et al.*, 2007), as quais são também favoráveis ao aparecimento do fenômeno de endurecimento conhecido como “hard-to-cook” ou difícil de cozinhar (NASAR-ABBAS *et al.*, 2008).

O termo “hard-to-cook” é empregado para descrever a condição na qual os grãos requerem um tempo prolongado de cozimento para amolecer, ou não amolecem, mesmo depois de cozimento prolongado em água em ebulição.

O endurecimento dos grãos de feijão tem sido atribuído à ação de polifenóis, por meio de dois mecanismos: polimerização na casca ou pela lignificação dos cotilédones, ambos influenciando na capacidade de absorção de água pelos grãos, em que o primeiro dificulta a penetração de água, e o segundo, limitando a capacidade de hidratação (MOURA, 1988).

A absorção de água pela semente é um processo físico e varia de acordo com a permeabilidade do tegumento, temperatura, composição química, e as condições fisiológicas (SOUSA, 2003). Fatores genéticos também afetam a capacidade de hidratação. Rodrigues *et al.* (2004) constataram interação entre as cultivares e o tempo de embebição dos grãos.

O tempo de cozimento do feijão é determinante para que as propriedades químicas, físicas e sensoriais do feijão sejam preservadas no processamento (RIBEIRO, 2008). Se um tempo demasiadamente longo for necessário para que se obtenha a maciez considerada adequada para o consumo, ocorrem perdas de minerais, vitaminas e proteínas (PUJOLA *et al.*, 2007; RAMÍREZ-CÁRDENAS

et al., 2008). Ademais, há necessidade de maior gasto de energia para o preparo e, por isso, os consumidores poderão rejeitar esse produto.

Alguns estudos indicam que a determinação da capacidade de hidratação dos grãos antes do cozimento pode ser um bom indicativo do tempo de cocção, ou seja, menor tempo de hidratação e maior quantidade de água absorvida causariam um menor tempo de cocção (RODRIGUES *et al.*, 2005a). Contudo, não há consenso sobre a associação entre a capacidade de absorção de água pelos grãos e o tempo de cozimento. Alguns autores têm relatado correlação significativa entre esses caracteres (DALLA CORTE *et al.*, 2003; LIMA, 2010). Outros, porém, constataram não haver relação entre a capacidade de absorção e o tempo de cocção (CARBONELL *et al.*, 2003). No entanto, como enfatizado por Rodrigues *et al.* (2004), é possível que tais discordâncias possam ser justificadas pelas diferenças genéticas e ausência de padronização do período de embebição dos grãos em água destilada, na realização dessas avaliações.

Cultivares de feijão-comum com tempo de cozimento menor do que 30 minutos têm preferência do consumidor, visto que representa economia de energia e de capital (RODRIGUES *et al.*, 2005b; RIBEIRO, 2008), uma vez que o consumidor, além de dispor de tempo reduzido para o preparo da refeição, busca diminuir os custos com a utilização de energia.

Assim, a identificação de genótipos com características tecnológicas favoráveis, principalmente em relação à sua capacidade de hidratação e ao seu tempo de cozimento, é indispensável para o sucesso de uma nova cultivar no mercado consumidor.

2.4 Testes para avaliação da qualidade tecnológica de grãos

Na avaliação da qualidade tecnológica, a análise do tempo de cocção de grãos de feijão pode ser feita por métodos visuais, manuais e mecânicos. Os

métodos mecânicos de avaliação permitem minimizar as variações e a subjetividade dos métodos manuais por eliminarem os desvios atribuídos ao fator humano envolvido. Existem aparelhos disponíveis e métodos padrão desenvolvidos para se realizar a avaliação mecânica do grau de cocção ou maciez de alimentos.

A metodologia utilizada para determinar o tempo de cocção consiste no cozimento do feijão após ser hidratado por 16 horas, utilizando-se o cozedor experimental de Mattson (MATTSON, 1946). Alguns estudos demonstraram variação entre genótipos quanto ao tempo necessário para a máxima hidratação dos grãos (RAMOS JÚNIOR *et al.*, 2005; RODRIGUES *et al.*, 2005a; CORRÊA *et al.*, 2010). Entretanto, esses trabalhos foram realizados com poucos genótipos, especialmente com cultivares já recomendadas, o que enfatiza a necessidade de estudos com novos genótipos.

O cozimento é fundamental no preparo do feijão para consumo, assegurando a inativação dos fatores antinutricionais. Para o feijão recém-colhido, a casca contribui com cerca de 55% do seu tempo de cocção. No feijão armazenado, contribui com mais de 75% desse tempo. Revela-se, portanto, que a casca é a primeira barreira para o cozimento do feijão e é fator responsável pela dureza do grão e, conseqüentemente, pelo grande tempo de cocção (BASSINELLO, s/d). Além disso, a casca é também a primeira barreira que a água deve enfrentar antes de penetrar no interior da semente, e esta penetração depende da espessura e da textura da casca, assim como do tamanho do hilo e da forma e do tamanho da micrópila. De acordo com os estudos de Sefa-Dedeh *et al.* (1979), a espessura da casca e o tamanho do hilo são os responsáveis pela maior parte da água absorvida pela semente nas primeiras 12 horas do período de hidratação.

A porcentagem de casca é um fator bastante relevante numa cultivar de feijão. Esta característica indicará a presença de casca na boca ao final da

mastigação, sendo que quanto menor esta porcentagem menor será os resquícios de casca ao final da mastigação e maior aceitação terá a cultivar (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

As determinações laboratoriais do conteúdo de sólidos solúveis presentes no caldo, da capacidade de absorção de água dos grãos, tempo de cocção e do percentual de casca das cultivares são características importantes no melhoramento para avaliação e seleção de linhagens promissoras.

A porcentagem de sólidos solúveis é importante na verificação do caldo obtido no feijão pós-cozimento. Vale ressaltar que a maior preferência popular é por um caldo mais viscoso e encorpado, indicando ser interessante uma porcentagem maior de sólidos solúveis nas cultivares a serem lançadas (BASSINELLO, s/d).

Para a absorção de água, é necessário indicar que existem pelo menos três possíveis fatores que incidem na capacidade de absorção de água: um relacionado à casca, outro aos cotilédones e o terceiro que envolve tanto a casca como o cotilédone.

O uso da capacidade de hidratação dos grãos, com base no menor tempo para o grão atingir a sua máxima hidratação, pode ser um parâmetro de avaliação desde que a maior capacidade de hidratação seja um indicativo do menor tempo de cocção. Essa relação direta foi observada por Rodrigues *et al.* (2005a), Pujola *et al.* (2007) e Corrêa *et al.* (2010). Todavia, não é regra, pois nem sempre a maior capacidade de hidratação indica menor tempo de cocção (CARBONELL *et al.*, 2003; DALLA-CORTE *et al.*, 2003; COELHO *et al.*, 2008).

2.5 Qualidade fisiológica de sementes de feijão-comum

A qualidade fisiológica da semente é de fundamental importância, pois sementes com elevado nível de qualidade proporcionam a maximização da ação dos demais insumos. A qualidade de sementes compreende uma série de

características ou de atributos que determinam o seu valor para a semeadura, os quais são considerados como de natureza genética, física, fisiológica e sanitária.

A qualidade fisiológica das sementes é caracterizada pela germinação e pelo vigor. Vigor de sementes é definido como a soma de atributos que conferem à semente o potencial para germinar, emergir e resultar rapidamente em plântulas normais sob ampla diversidade de condições ambientais (FREITAS, 2006). Dessa maneira, o objetivo básico dos testes de vigor é identificar diferenças importantes no potencial fisiológico de lotes de sementes, especialmente daqueles que apresentam poder germinativo elevado e semelhante (MARCOS FILHO, 1999a).

No estabelecimento de um plantio, a qualidade da semente caracteriza-se como fator primordial, visto que sementes de baixa qualidade, com germinação e vigor reduzido originam lavouras com população inadequada de plantas, implicando instabilidade e prejuízo econômico (KRZYZANOWSKI *et al.*, 1993).

O uso de grãos na semeadura é uma das principais limitações no estabelecimento de qualquer plantio, e tem como principais consequências falhas na germinação, demora na emergência e maior exposição a patógenos, propiciando um estande desuniforme desde o início do plantio. Essas implicações geralmente são ocasionadas pela tradição do produtor de feijão em utilizar os grãos colhidos na própria lavoura como material de semeadura, frequentemente de baixa qualidade fisiológica, e também pela falta de sementes certificadas no mercado. O uso de sementes de feijão com alta qualidade dificilmente alcança 20% da área cultivada (VIEIRA, 2000).

A falta de sementes de qualidade ainda constitui um empecilho na cultura do feijão, uma vez que plantas originadas dessas sementes não resultam em produtividade conforme o potencial genético da cultivar e ainda podem ocasionar um maior custo de produção.

As sementes não melhoram seu estado fisiológico após ter sido produzida, processada e armazenada. O componente fisiológico é influenciado pelo ambiente em que as sementes se formaram e pelas condições de colheita, de secagem, de beneficiamento e de armazenamento (VIEIRA *et al.*, 1993b). Contudo, segundo Krzyzanowski *et al.* (1993), independentemente da escolha de regiões favoráveis à produção de sementes, do controle do ambiente no armazenamento, ou das práticas culturais aplicadas à melhoria de sua qualidade, o fator determinante e fundamental da qualidade fisiológica é intrínseco e depende do controle genético dessa característica pela cultivar.

Devido à utilização de diferentes genótipos cultivares e linhagens no ensaio de VCU, torna-se importante avaliar as características relacionadas à qualidade fisiológica de sementes nos programas de seleção de novas linhagens, visto que esses genótipos podem apresentar diferenças na qualidade das sementes produzidas.

2.6 Testes para avaliação da qualidade fisiológica de sementes

A avaliação do potencial fisiológico das sementes é fundamental como base para os processos de produção, distribuição e comercialização dos lotes de sementes. Portanto, as empresas produtoras e laboratórios de análise de sementes devem utilizar testes que ofereçam resultados reproduzíveis, confiáveis e que indiquem, com segurança, a qualidade de um lote de sementes, especialmente no que se refere ao vigor (FRIGERI, 2007).

A avaliação da qualidade fisiológica das sementes é feita por meio dos testes de germinação e de vigor (primeira contagem de germinação de sementes, índice de velocidade de emergência, emergência de plântulas, comprimento de plântulas, massa fresca e massa seca de plântulas e o envelhecimento acelerado).

O teste de germinação é conduzido sob condições favoráveis de umidade, temperatura e substrato, permitindo expressar o potencial máximo de produzir plântulas normais. Para o feijão, o método do teste de germinação está padronizado e descrito nas Regras de Análises de Sementes - RAS (BRASIL, 2009) para avaliar a qualidade fisiológica do lote de sementes.

Embora o teste de germinação seja de grande importância, ele é restrito, visto que não permite avaliar o estado de deterioração das sementes e o seu potencial para armazenamento, sobretudo quanto à diferenciação de lotes e em relação à emergência das plântulas em campo para estimar o seu desempenho, onde as condições nem sempre são favoráveis. Dessa forma, os resultados de emergência das plântulas em campo podem ser consideravelmente inferiores aos obtidos no teste de germinação em laboratório.

É de suma importância que informações mais detalhadas sobre a qualidade das sementes sejam obtidas em complementação às fornecidas pelo teste de germinação. Assim, torna-se necessário desenvolver metodologias com sensibilidade suficiente para estimar com maior precisão a qualidade das sementes, conseguindo detectar a deterioração das sementes antes que as mesmas apresentem declínio na germinação.

O principal desafio das pesquisas sobre testes de vigor está na identificação de parâmetros adequados, comuns à deterioração das sementes, de forma que quanto mais distante da perda da capacidade de germinação estiver o parâmetro empregado, mais promissor será o teste, fornecendo, assim, informações complementares àquelas obtidas através do teste padrão de germinação (AOSA, 1983).

Segundo Marcos Filho (1999b), uma das finalidades dos testes de vigor é revelar diferenças na qualidade fisiológica que não são detectadas no teste de germinação. O uso de testes de vigor é de grande utilidade no monitoramento da

qualidade das sementes a partir da maturidade, pois a queda do vigor precede a perda de viabilidade (DIAS E MARCOS FILHO, 1995b).

Consoante Dias *et al.* (2010), o vigor das sementes está relacionado diretamente com a emergência rápida e uniforme de plântulas e crescimento inicial das plantas, fator que pode auxiliar significativamente na habilidade competitiva por recursos como água, luz e nutrientes.

Informações relativas ao vigor das sementes são extremamente importantes, visto que frequentemente observa-se que lotes de sementes apresentando germinação semelhante exibem comportamentos distintos no campo e/ou armazenamento. Os testes de vigor são indicados para identificar diferenças entre lotes, mormente daqueles que possuem porcentagem de germinação semelhante (MARCOS FILHO, 1999a).

Em relação aos métodos para testar o vigor das sementes, Carvalho e Nakagawa (2012) relatam que entre os testes diretos, os mais utilizados são velocidade de emergência no campo, população inicial, peso da matéria verde, peso da matéria seca e crescimento de plântulas. Entre os indiretos, destacam-se o tetrazólio, teste de condutividade elétrica, primeira contagem, velocidade de germinação, crescimento da raiz, da plântula, transferência de matéria seca, envelhecimento acelerado, dentre outros.

O teste de primeira contagem de germinação tem como princípio que as amostras que apresentam maiores porcentagens de plântulas normais na primeira contagem estabelecida pela RAS serão as mais vigorosas, ao correlacionar com a velocidade de germinação (BRASIL, 2009).

Na avaliação do comprimento de plântulas, velocidade de germinação e matéria seca de plântulas, esses testes consideram que lotes que apresentam sementes mais vigorosas originarão plântulas com maiores taxas de desenvolvimento e ganho de massa por apresentarem maior capacidade de

transformação dos tecidos, suprimento das reservas dos tecidos de armazenamento e formação do eixo embrionário (FRIGERI, 2007).

O teste de envelhecimento acelerado vem sendo incluído em programas de controle de qualidade de empresas produtoras de sementes. Baseia-se no princípio de que lotes de alto vigor irão manter sua viabilidade quando submetidos, durante curtos períodos, a condições de temperatura e umidade relativa do ar elevadas, enquanto que os de baixo vigor terão sua viabilidade reduzida (RODO *et al.*, 2000). Esse teste foi desenvolvido para determinar o potencial de armazenamento das sementes. No entanto, além de estudos nesse sentido, também têm sido realizados trabalhos para verificar sua eficiência na avaliação do potencial de emergência das plântulas em campo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A. F. B. Cultivo do Feijão da Primeira e Segunda Safras na Região Sul de Minas Gerais. **Importância Econômica**. Embrapa Arroz e Feijão. Sistemas de produção, n. 6, dez. 2005. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoPrimSegSafrasulMG/>>. Acesso em: 20 maio 2014.

ABREU, A. de F. B. *et al.* **BRSMG Madrepérola: cultivar de feijão tipo carioca com escurecimento tardio dos grãos**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2011. 4 p. (Comunicado Técnico).

ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS – AOSA. **Seed vigor testing handbook**. East Lansing: AOSA, 1983. 93 p.

ARAÚJO, G. A. de A.; FERREIRA, A. C. de B. Manejo do solo e plantio. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J. de; BORÉM, A. **Feijão**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. p. 87-114.

BASSINELLO, P. Z. Grãos. In: BASSINELLO, P. Z. **Arvoré do conhecimento feijão**. [s/d]. Embrapa: Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Brasília, DF.. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao/arvore/CONTAG01_2_28102004161635.html#>. Acesso em: 20 maio 2014.

BRASIL. Ministério Da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: DNDV/CLAV, 2009. 365 p.

BURATTO, J. S. *et al.* Adaptabilidade e estabilidade produtiva em genótipos precoces de feijão do estado do Paraná, **Semina - Ciências Agrárias**, Londrina, v. 28, p. 373-380, 2007.

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.

CARBONELL, S. A. M.; POMPEU, A. S. Estabilidade fenotípica de linhagens de feijoeiro em três épocas de plantio no Estado de São Paulo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 2, p. 321-329, 2000.

CARNEIRO, J. D. S. *et al.* Qualidade tecnológica dos grãos de linhagens de feijão. In: RENAFE – REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador, BA. **Resumos expandidos...** Goiânia: EMBRAPA - Arroz e Feijão, 1999a. v. 1. p. 412-415. (Documentos, 99).

CARNEIRO, J. D. S. *et al.* Potencial tecnológico dos grãos de linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). In: RENAFE – REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador, BA. **Resumos expandidos...** Goiânia: EMBRAPA Arroz e Feijão, 1999b. v. 1. p. 408-411 (Documentos, 99).

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciências, tecnologia e produção**. 5 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590 p.

COELHO, C. M. M. *et al.* Capacidade de cocção de grãos de feijão em função do genótipo e da temperatura da água de hidratação. **Ciências e Agroecologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1080-1086, 2008.

COELHO, S. R. M. *et al.* Alterações no tempo de cozimento e textura dos grãos de feijão comum durante o armazenamento. **Ciências e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 2, p. 539-544, 2009.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO - CONAB.
Acompanhamento da safra brasileira de grãos, safra 2013-2014, v. 1, n. 2, 2013. Disponível em:
<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_06_12_16_15_32_boletim_portugues_junho_2012.pdf>. Acesso em: 14 abr. 2013.

CORRÊA, M. M. *et al.* Water absorption, hard Shell and cooking time of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **African Journal of Food Science and Technology**, Nigeria, v. 1, n. 1, p. 13-20, 2010.

DALLA CORTE, A. *et al.* Environment effect on grain quality in early common bean cultivars and lines. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa-MG, v. 3, n. 3, p. 193-202, 2003.

DIAS, D. C. F. S.; MARCOS FILHO, J. Teste de vigor baseados na permeabilidade de membranas celulares: I Condutividade elétrica. **Informativo ABRATES**, Brasília, v. 5, n. 1, p. 26-36, 1995b.

DIAS, M. A. N.; MONDO, V. H. V.; CICERO, S. M. Vigor de sementes de milho associado à mato-competição, **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 144-152, 2010.

FARINELLI, R.; LEMOS, L. B. Características agronômicas de genótipos de feijoeiro cultivados nas épocas da seca e das águas, **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 2, p. 361-366, 2010.

FREITAS, R. A. de, NASCIMENTO, W. M. Teste de envelhecimento acelerado em sementes de lentilha, **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 28, n. 3, p. 59-63, 2006.

FRIGERI, T. **Interferência de patógenos nos resultados dos testes de vigor em sementes de feijoeiro**. 2007. 77 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2007.

GONÇALVES, J. G. R. *et al.* Estudo da estabilidade fenotípica de feijoeiro com grãos especiais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 34, n. 4, p. 922-931, 2010.

JUNK-KNIELVEL, D. C.; VANDENBERG, A.; BETT, K. E. An accelerated postharvest seed-coat darkening protocol for pinto beans grown across different environments. **Crop Science**, Madison, v. 47. p. 692-700, 2007.

KRZYZANOWSKI, F. C., GILIOLI, J. L., MIRANDA, L. C. Produção de sementes no cerrado. In: ARANTES, N. E.; SOUZA, P. I. M. (Eds). **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p. 465-522

LIMA, M. S. **Caracterização morfoagronômica, culinária e de raízes de genótipos do banco de germoplasma de feijão da UFV**. 2010. 62 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa – UFV, Viçosa–MG, 2010.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999a. cap. 1. p. 1-21.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. **Vigor de Sementes: Conceitos e Teses**. Londrina: ABRATES, 1999 b. cap. 3. p. 1-24.

MATTSON, S. The cookability of yellow peas: a colloidechemical and biochemical study. **Acta Agriculturae Scandinavica**, Stockholm, v. 2, n. 1, p. 185-231, 1946.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Instrução Normativa N° 25, de 23 de maio de 2006**. Publicação: D.O.U. do dia 19/06/2006, Seção 1. Disponível em: < <http://www.abrasem.com.br/wp-content/uploads/2012/10/Instru%C3%A7%C3%A3o-Normativa-n%C2%B0-25-de-23-de-maio-de-2006-Crit%C3%A9rios-para-VCU-de-Feij%C3%A3o.pdf>> Acesso em: 28 jun. 2014.

MOURA, A. C. C. **Análises físico-químicas e enzimáticas antes e após armazenamento em grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) submetidos a diferentes tempos e tipos de secagem.** 1998. 70 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) –Universidade Federal de Lavras, Lavras. 1998.

NASAR-ABBAS, S. M. *et al.* Cooking quality off aba bean after storage at high temperature and the role of lignins and other phenolies in bean hardening. **LWT – Food Science and Technology**, London, v. 41, p. 1260-1267, 2008.

OLIVEIRA, V. R. *et al.* Perfil sensorial de cultivares de feijão sob diferentes tempos de cozimento. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 24, n. 2, p. 145-152, 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.

PROCTOR, J. R.; WATTS, B. M. Development of a modified Mattson bean cooker procedure based on sensory panel cookability evaluation. **Canadian Institute of Food Science and Technology Journal**, Apple Hill, v. 20, n. 1, p. 9-14, 1987.

PUJOLA, M.; FARRERAS, A.; CASANAS, F. Protein and starch content of raw, soaked and cooked beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Food Chemistry**, Reino Unido, v. 102, n. 4, p. 1034-1041, 2007.

RAMIREZ-CÁRDENAS, L. R.; LEONEL, A. J.; COSTA, N. M. B. Efeito do processamento doméstico sobre o teor de nutrientes e de fatores antinutricionais de cultivares de feijão comum. **Ciência e Tecnologia dos alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 200-213, 2008.

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

RIBEIRO, E. H. **Adaptabilidade e estabilidade, qualidade tecnológica e nutricional e divergência genética entre linhagens de feijoeiro-comum**. 2011. 136 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de plantas), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes-RJ, 2011.

RIBEIRO, N. D. **Qualidade tecnológica e nutricional de feijoeiro e interação com o ambiente**. (Documentos), IAC, Campinas, v. 85, 2008.

RODRIGUES, J. A. *et al.* Standardization of imbibition time of common bean grains to evaluate cooking quality. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v. 4, n. 4, p. 465-471, 2004.

RODRIGUES, J. A. *et al.* Correlação entre absorção de água e tempo de cozimento de cultivares de feijão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 209-214, 2005a.

RODRIGUES, J. A. *et al.* Qualidade para o cozimento de grãos de feijão obtidos em diferentes épocas de semeadura. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 3, p. 369-376, 2005b.

RODO, A. B.; PANOBIANCO, M.; MARCOS FILHO, J. Metodologia alternativa do teste de envelhecimento acelerado para sementes de cenoura. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 289-292, 2000.

SEFA-DEDEH, S.; STANLEY, D. W.; VOISEY, P. W. Effect of storage time and conditions on the hard-to-cook defect in cowpeas (*Vigna unguiculata*). **Journal Food Science**, Chicago, v. 44, p. 790-796, 1979.

SILVA, G. S. *et al.* Genetic control of early grain darkening of carioca bean common. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 8, p. 299-304, 2008.

SILVA, H. T. da. **Descritores mínimos indicados para caracterizar cultivares/variedades de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 32 p. (Documentos / Embrapa Arroz e Feijão). Disponível em: <http://www.cnpaf.embrapa.br/transferecia/informacoestecnicas/publicacoesonline/seriedocumentos_184.pdf>. Acesso em: 16 ago 2014.

SOUSA, L. V. **Estimação de parâmetros genéticos e fenotípicos associados com a qualidade fisiológica de sementes de feijão**. 2003. 53 p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas). Faculdade de Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

VIEIRA, C. **Cultura do feijão**. 2. ed. Viçosa-MG: UFV, 1983. 146 p.

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

VIEIRA, E. H. N.; YOKOYAMA, M. Colheita, processamento e armazenamento. In: VIEIRA, E. H. N.; RAVA, C. A. **Sementes de Feijão: Produção e Tecnologia**. Santo Antônio de Goiás: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2000. p. 233-248.

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

VILHORDO, B. W. **Caracterização botânica de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) pertencentes aos oito grupos comerciais**. 1978. 227 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1978.

VILHORDO, B. W. *et al.* Morfologia. In: ARAUJO, R. S. *et al.* (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p. 71-99.

VILHORDO, B. W.; MÜLLER, L. **Correlação entre caracterização botânica e classificação comercial em cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.)**. Porto Alegre: IPAGRO, 1981. 62 p. (Boletim Técnico, 8).

ZIMMERMANN, M. J. O. *et al.* Melhoramento genético e cultivares. In: ARAÚJO, R. S. *et al.* (Ed.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p. 224-273.

CAPITULO I

QUALIDADE TECNOLÓGICA DE GRÃOS DE GENÓTIPOS SELECIONADOS DE FEIJÃO-COMUM DO GRUPO COMERCIAL CARIOCA

RESUMO

OLIVEIRA, Marina Borges. **Qualidade tecnológica de grãos de genótipos selecionados de feijão-comum do grupo comercial carioca**. 2014. Cap. 1. p. 27-58. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido)-Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba-MG³.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a variabilidade genética para características associadas à qualidade comercial e tecnológica de grãos de genótipos selecionados de feijão-comum do grupo comercial carioca. O estudo foi conduzido no Laboratório de Pesquisa em Feijão na Universidade Federal de Viçosa (UFV) e no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal e Vegetal, do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Montes Claros, em Janaúba-MG. Foram utilizados grãos dos 25 genótipos de feijão-comum selecionados para compor o ensaio de VCU do grupo comercial carioca, sendo 21 linhagens e quatro cultivares (BRSMG Talismã, BRSMG Madrepérola, BRSMG Majestoso e Pérola). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições. As características avaliadas foram a forma e o grau de achatamento dos grãos, a massa de mil grãos, a porcentagem de grãos duros, o teor de sólidos solúveis, o tempo de cocção, a porcentagem de casca e a capacidade de hidratação. Os resultados obtidos revelaram que há variabilidade genética para todas as características avaliadas entre os genótipos de feijão testados. Os genótipos EMB14, CNFC10432, CNFC10408, EMB4, P-18163, BRSMG Madrepérola e Pérola apresentam forma e o grau de achatamento dos grãos de acordo com o padrão comercial. As linhagens EMB 9, EMB 4, MAIV-18524, CNFC 11965, VC-17 e CNFC 10432 apresentam menor tempo de cozimento que os demais. Vinte dos genótipos avaliados apresentam tempo de cocção inferior ao exigido como padrão comercial.

Palavras-chave: Cocção, embebição, ensaio de VCU, *Phaseolus vulgaris* L.

³ **Comitê orientador:** Prof. Dr. Abner José de Carvalho – UNIMONTES (Orientador), Prof. Dr. Andréia Márcia S. de S. David – UNIMONTES (Coorientadora).

CHAPTER I

**TECHNOLOGICAL QUALITY OF GRAIN OF SELECTED
GENOTYPES OF COMMON BEAN OF THE COMMERCIAL CLASS
CARIOCA**

ABSTRACT

OLIVEIRA, Marina Borges. **Technological quality of grain of selected genotypes of common bean of the carioca commercial class**. 2014. Chapter 1. p. 27-58. Dissertation (Master's degree in Plant Production in the Semiarid)-State University of Montes Claros, Janaúba-MG⁴.

The aim of this study was to evaluate the genetic variability for traits associated with commercial and technological quality of grain of selected genotypes of common bean of the carioca commercial class. The study was carried out at the Laboratory of Beans Research at the Federal University of Viçosa (UFV) and the Laboratory of Technology of Animal and Plant Products, Department of Agricultural Sciences, State University of Montes Claros, in Janaúba-MG. Grains of 25 selected genotypes of common bean to compose the VCU testing of the Carioca commercial class, with 21 lines and four cultivars (BRSMG Talismã, BRSMG Madrepérola, BRSMG Majestoso and Pérola). The experimental design was in a randomized complete block with three replications. The evaluated characteristics were shape and flattening degree of the grains, the thousand grain mass, percentage of hard grains, the soluble solids content, the cooking time, the percentage of shell and hydration capacity. The results revealed that there is genetic variability for all traits among bean genotypes tested. The genotypes EMB14, CNFC10432, CNFC10408, EMB4, P-18163, BRSMG Madrepérola and Pérola have the shape and flattening degree of the grain in accordance with the commercial standard. The EMB 9, EMB 4, MAIV-18524, CNFC 11965, VC-17 and CNFC 10432 lines spend shorter cooking time than the others. Twenty genotypes evaluated spend shorter cooking time than the one required as commercial standard.

Keywords: Cooking, *Phaseolus vulgaris* L., soaking, VCU testing.

⁴ **Guidance committee:** Prof. Dr. Abner José de Carvalho – UNIMONTES (Advisor), Prof. Dr. Andréia Márcia S. de S. David – UNIMONTES (Co-Advisor).

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, vários grupos comerciais de feijão são cultivados e o grupo comercial “carioca” é o principal consumido e comercializado em todo o território nacional. Nesse sentido, os principais programas de melhoramento de feijão têm dado ênfase ao melhoramento de cultivares deste grupo comercial.

Para a recomendação de novas cultivares de feijão, tão importante quanto à produtividade é a qualidade tecnológica do grão comercializado. Dentre as características de qualidade tecnológica, o tempo médio de cozimento, o teor de sólidos totais, a porcentagem de grãos inteiros, a absorção de água pela amostra antes e após o cozimento e o teor de proteína são necessários para a inscrição dos genótipos no Registro Nacional de Cultivares do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, s/d). No entanto, outras características como a forma e grau de achatamento dos grãos, porcentagem de grãos duros, teor de sólidos solúveis, porcentagem de casca e a capacidade de hidratação dos grãos também podem influenciar na aceitabilidade do produto pelos consumidores.

A variabilidade genética para a capacidade de absorção de água e tempo de cocção de grãos de feijão já foi observada por vários autores (COSTA *et al.*, 2001; RIBEIRO *et al.*, 2003; LEMOS *et al.*, 2004; BORDIN *et al.*, 2010; OLIVEIRA *et al.*, 2012). Contudo, ainda se conhece pouco sobre as diferenças genéticas para outras características associadas à qualidade tecnológica nas cultivares recomendadas para cultivo e nas linhagens componentes dos ensaios de VCU. Assim, estudos que visem complementar a avaliação do desempenho agrônomo das linhagens associando-o às características tecnológicas dos grãos podem contribuir para maior aceitação das novas cultivares por parte dos consumidores e maior geração de renda aos produtores.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a variabilidade genética para características associadas à qualidade comercial e tecnológica de grãos de genótipos selecionados de feijão-comum do grupo comercial carioca.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e instalação do experimento

O experimento foi realizado no Laboratório de Pesquisa em Feijão da Universidade Federal de Viçosa (UFV), em Viçosa, Minas Gerais, e no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal e Vegetal, do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Montes Claros (UNIMONTES), Campus de Janaúba, Minas Gerais.

Foram utilizados grãos de 25 genótipos, sendo 21 linhagens, desenvolvidas pelos programas de melhoramento da UFV, UFLA e Embrapa Arroz e Feijão, mais quatro cultivares comerciais (BRSMG Talismã, BRSMG Madrepérola, BRSMG Majestoso e Pérola) do grupo comercial carioca, selecionados para compor o ensaio de Valor de Cultivo e Uso (VCU) do grupo comercial carioca, durante o ciclo de avaliação 2010-12.

O ensaio de campo que deu origem aos grãos utilizados neste estudo foi conduzido na Fazenda Experimental da UFV localizada em Coimbra-MG, na safra de outono-inverno de 2012. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com três repetições. Após a colheita e beneficiamento dos grãos, parte dos grãos foi levada ao laboratório do Programa Feijão da UFV, em Viçosa, Minas Gerais, para determinação do tempo de cocção. Nesse caso, foram utilizadas apenas duas repetições. Em seguida, uma amostra de aproximadamente 600 gramas de grãos de cada parcela foi enviada ao Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Animal e Vegetal da UNIMONTES, em Janaúba-MG. Estas amostras foram acondicionadas em sacos de papel craft e mantidas em câmara fria à temperatura de 10 ± 2 °C e 65 % de umidade relativa do ar até a finalização da realização das avaliações.

2.2 Características avaliadas

As características avaliadas foram a forma e o grau de achatamento dos grãos, a massa de mil grãos, a porcentagem de grãos duros, o teor de sólidos solúveis, o tempo de cocção, a porcentagem de casca, a capacidade de hidratação e o tempo de cocção.

Para avaliar a forma e o grau de achatamento dos grãos, retirou-se, ao acaso, uma amostra de 20 grãos de cada parcela para medição do comprimento, largura e espessura de cada grão.

A forma dos grãos foi determinada pela relação entre o seu comprimento e largura, e o grau de achatamento determinado pela relação entre espessura e largura com posterior classificação de acordo com Puerta Romero (1961) (QUADRO 1).

QUADRO 1. Classificação de grãos de feijão-comum quanto à forma (comprimento/largura) e o grau de achatamento (espessura/largura).

Relação Comprimento e largura	Classificação quanto à forma do grão
1,16 - 1,42	Esférica
1,43 - 1,65	Elíptica
1,66 - 1,85	Oblonga reniforme curta
1,86 - 2,00	Oblonga reniforme média
>2,00	Oblonga reniforme longa
Relação Espessura e largura	Classificação quanto o grau de achatamento
<0,69	Achatada
0,70 - 0,79	Semicheia
>0,80	Cheia

Classificação de acordo Puerta Romero (1961).

Para estimar a massa de mil grãos, foi tomada ao acaso e pesada em balança de precisão de 0,001 g uma amostra de mil grãos de cada parcela, corrigindo-se o valor obtido para 13% de umidade.

Para a estimativa da porcentagem de grãos duros, utilizou-se uma amostra de cem grãos de cada parcela. Os grãos foram embebidos em 200 mL de água destilada à temperatura média de 25 °C e após 16 horas os grãos que não embeberam foram identificados pelo enrugamento da casca. O resultado foi expresso em % de grãos duros.

A Capacidade de hidratação foi determinada por meio do método descrito por Garcia-Vela e Stanley (1989), que leva em consideração a diferença de massa antes e após a embebição dos grãos. Foram pesados aproximadamente 8 g de grãos de cada parcela, e colocados em copo plástico de 400 mL, contendo 100 mL de água destilada, por 24 horas. Nas primeiras 4 horas, os grãos foram drenados por 1 minuto a cada 1 hora e, posteriormente, pesados. Após 8 e 24

horas os grãos foram drenados e pesados novamente. A relação de hidratação foi obtida pela fórmula:

$$CH = [(Pf - Pi) / Pi] \times 100$$

CH = percentual de água absorvida;

Pi = peso inicial da amostra;

Pf = peso final da amostra.

A análise da capacidade de hidratação foi feita em esquema fatorial 25 x 7 com três repetições, sendo 25 genótipos e sete tempos de hidratação (0, 1, 2, 3, 4, 8 e 24 horas).

Para quantificar o teor de sólidos solúveis no caldo do feijão, foi tomada uma amostra com aproximadamente 8 g de grãos de cada parcela e embebidos em 100 mL de água destilada durante 24 horas. Após a embebição, os grãos foram colocados em béquer de 250 mL, contendo 100 mL de água, e em seguida colocados para ferver em banho-maria até o amolecimento dos grãos, identificados pela penetração do garfo. Após cocção deixou-se o caldo esfriar e retirou-se uma alíquota de 2 mL, que foi colocada em refratômetro digital para determinar os sólidos solúveis, expresso em °Brix.

Para a estimativa da porcentagem de casca, foi tomada uma amostra de cinco grãos cozidos na etapa anterior. Destes grãos foram separados a casca e os cotilédones e colocados em sacos de papel para posterior secagem em estufa, a 105 °C até peso constante. Em seguida, efetuou-se a pesagem da casca e dos cotilédones, para a determinação da porcentagem de casca, conforme a fórmula a seguir:

$$\%Casca = ((Pesodacasca + Pesocotilédone) \times 100)$$

O tempo de cocção foi determinado por meio de duas amostras de 25 grãos, previamente imersos em 50 mL de água destilada durante 16 horas. Após a hidratação, os grãos foram cozidos, utilizando-se o cozedor de Mattson, com 25 hastes de 90 g e 1,0 mm de diâmetro na ponta, de acordo com o método de

Proctor e Watts (1987). O aparelho foi colocado em um copo de 2 L com água destilada fervente, mantendo-se o aquecimento. À medida que ocorria o cozimento, as hastes caíam e atravessavam os grãos. Anotou-se o tempo decorrido do início da fervura até a queda da décima terceira haste nos grãos, sendo esse considerado o tempo de cozimento.

2.3 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. No caso de significância do teste F, os efeitos dos genótipos foram estudados pelo teste de Scott-Knott, a 5% de significância. Já para as médias referentes à capacidade de hidratação, além do teste de média para o estudo dos efeitos dos genótipos, os efeitos dos tempos de hidratação foram estudados por análise de regressão. Adotou-se o modelo sigmoidal $y = a / (1 + \exp(-(x - x_0) / b))$, graficamente representado na Figura 1, em que a descreve a máxima porcentagem de capacidade de hidratação, b descreve a inclinação da resposta de capacidade de hidratação e x_0 estima o valor de tempo de embebição equivalente a 50% da máxima capacidade de hidratação dos grãos de genótipos de feijão-comum.

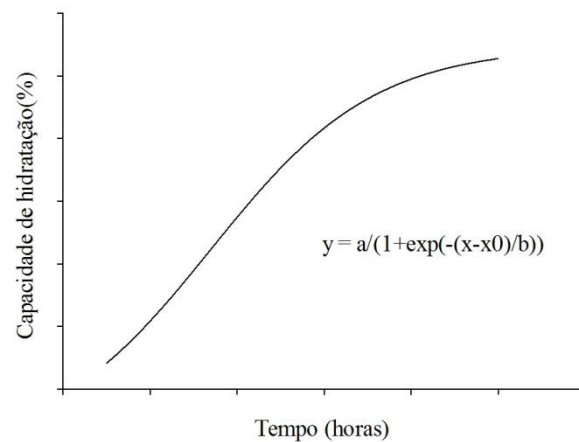


FIGURA 1. Modelo Sigmoidal selecionado para representar o efeito dos tempos de hidratação sobre a capacidade de hidratação de grãos de 25 genótipos de feijão-comum do grupo comercial carioca.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os genótipos de feijão-comum apresentaram variabilidade genética em relação à forma e ao grau de achatamento dos grãos (TABELA 1). Quanto à forma dos grãos, a maioria dos genótipos foi classificada como elíptica. Apenas os genótipos BRSMG Majestoso e VC-22 foram classificados como forma esférica, e o EMB9 como oblonga reniforme curta (TABELA 1). Para o mercado consumidor, o padrão de forma de grãos desejável é a elíptica, sendo as formas esférica e reniforme considerada fora do padrão comercial (CARBONELL *et al.*, 2010).

Com relação ao grau de achatamento dos grãos, 16 dos 25 genótipos foram classificados como achatados. Os genótipos CNFC 10432, CNFC 10408, EMB9, EMB4, P-18163, Pérola, BRSMG Madrepérola e VC-19 tiveram seus grãos classificados como semicheio, enquanto a linhagem EMB14 apresentou grãos classificados como cheios (TABELA 1). A preferência do mercado consumidor é pelos grãos classificados como perfil semicheio a cheio e com forma elíptica (CARBONEL *et al.*, 2010).

TABELA 1. Valores médios e classificação da forma (comprimento/largura) e o grau de achatamento (espessura/largura) dos grãos de 25 genótipos de feijão-comum do grupo comercial carioca cultivados na safra de inverno de 2012, em Coimbra, MG.

GENÓTIPOS	Forma do grão	Classificação	Achatamento	Classificação
	(mm)		(mm)	
MAIV-18259	1,49	Elíptica	0,65	Achatada
RCII-219	1,48	Elíptica	0,65	Achatada
CVIII-2	1,50	Elíptica	0,66	Achatada
MAIV-15204	1,45	Elíptica	0,68	Achatada
MAIV-18524	1,49	Elíptica	0,63	Achatada
EMB14	1,51	Elíptica	0,86	Cheia
CNFC 10432	1,49	Elíptica	0,78	Semicheia
CNFC 11965	1,61	Elíptica	0,69	Achatada
VC-17	1,49	Elíptica	0,68	Achatada
CNFC 10763	1,52	Elíptica	0,69	Achatada
CVIII-5	1,50	Elíptica	0,69	Achatada
CNFC 10408	1,43	Elíptica	0,70	Semicheia
EMB9	1,73	Oblonga reniforme curta	0,73	Semicheia
EMB4	1,52	Elíptica	0,75	Semicheia
P-18163	1,56	Elíptica	0,75	Semicheia
VC-23	1,49	Elíptica	0,66	Achatada
BRSMG TALISMÃ	1,50	Elíptica	0,69	Achatada
PÉROLA	1,48	Elíptica	0,70	Semicheia
BRSMG MADREPÉROLA	1,51	Elíptica	0,74	Semicheia
BRSMG MAJESTOSO	1,36	Esférica	0,63	Achatada
VC-21	1,49	Elíptica	0,67	Achatada
VC-22	1,36	Esférica	0,58	Achatada
VC-20	1,56	Elíptica	0,64	Achatada
VC-19	1,47	Elíptica	0,70	Semicheia
VC-18	1,58	Elíptica	0,68	Achatada
VC-18	1,58	Elíptica	0,68	Achatada

Classificação da forma e grau de achatamento de acordo com Puerta Romero (1961).

A análise de variância revelou que as variáveis massa de mil grãos, porcentagem de grãos duros, teor de sólidos solúveis, tempo de cocção e

porcentagem de casca foram influenciados pelos genótipos (TABELA 2), o que indica a existência de variabilidade entre os diferentes genótipos estudados.

TABELA 2. Resumo das análises de variância dos dados referentes à massa de mil grãos (MMG), porcentagem de grãos duros (GD), teor de sólidos solúveis (SS), tempo de cocção (COCÇÃO) e porcentagem de casca (CASCA) de grãos de 25 genótipos de feijão-comum do grupo comercial carioca cultivado na safra de inverno de 2012, em Coimbra, MG.

FONTES DE VARIÇÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS				
		MMG	GD	SS	COCÇÃO	CASCA
GENÓTIPOS	24	80,7358*	0,2741**	31,3367**	23,9108**	17,3154**
BLOCOS	2(1)	38,7361*	0,0035 ^{ns}	0,0133 ^{ns}	0,0242 ^{ns}	1,0470 ^{ns}
ERRO	48(24)	8,7222	0,0035	0,3050	0,5867	1,3593
CV(%)		1,44	7,06	10,03	2,78	12,91

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

Valores entre parênteses referem-se aos GL para a variável tempo de cocção.

A linhagem MAIV-18259 exibiu os maiores valores de massa de mil grãos, seguida das linhagens VC-20 e VC-23. Por sua vez, a linhagem CNFC 11965 foi a que apresentou o menor valor de massa de grãos (TABELA 3). Os valores de massa de mil grãos variaram entre 191,31 e 263,87 g. Entretanto, apenas os genótipos MAIV-18259, VC-20, VC-23, RCII-219, CVIII-2, EMB4, MAIV-15204, CVIII-5 e BRSMG Majestoso apresentaram massa de grãos compatível com o padrão comercial para grãos do tipo carioca, que é de, no mínimo, 23 g por cem grãos (RAMALHO e ABREU, 2006). Para a massa de mil sementes neste estudo verificou-se uma ampla variabilidade genética entre os genótipos avaliados. Porém, Zilio *et al.* (2011), trabalhando com componentes de rendimento na produtividade de genótipos crioulos de feijão-comum, verificaram resposta diferenciada entre os genótipos quanto à massa de 100 grãos aos ambientes de cultivo.

Em trabalho realizado por Abreu *et al.* (2011), os grãos da cultivar BRSMG Madrepérola apresentaram massa média de cem grãos de 25,4 g e permaneceram mais tempo sem escurecer em comparação a outras cultivares de grãos tipo carioca. Pereira *et al.* (2013) obtiveram massa de cem grãos de 22,2 g para a cultivar Pérola. Perina *et al.* (2014) relataram que genótipos com elevada massa de mil grãos apresentam maior expansão volumétrica e, conseqüentemente, maior rendimento de panela, o que é requerido tanto pelo consumidor como pelo mercado atacadista e ou varejista.

A maioria dos genótipos avaliados não apresentou grãos duros, exceto os genótipos MAIV-18259, VC-23, VC-18, CVIII-5 e BRSMG Madrepérola (TABELA 3). Grãos duros é uma característica indesejável para feijão, uma vez que resulta em acréscimos no tempo de cozimento, o que pode refletir na sua depreciação comercial. A ocorrência de grãos duros está relacionada ao endurecimento dos grãos, conhecido como “hard-to-cook” ou difícil de cozinhar (NASAR-ABBAS *et al.*, 2008a; RIBEIRO *et al.*, 2007). Esse termo “hard-to-cook” é empregado para descrever a condição na qual os grãos requerem um tempo prolongado de cozimento para amolecer ou não amolecem, mesmo depois de cozimento prolongado em água em ebulição.

O endurecimento dos grãos está relacionado à sua lignificação, que promove o desenvolvimento do endurecimento com a polimerização dos compostos fenólicos, provenientes principalmente das cascas, que são ricas nestas substâncias. O processo é mediado por enzimas óxido-redutases e pela formação de ligações entre os compostos fenólicos e as proteínas da parede celular dos cotilédones (NASAR-ABBAS *et al.*, 2008).

TABELA 3. Médias de massa de mil grãos (MMG), porcentagem de grãos duros (GD), teor de sólidos solúveis (SS), tempo de cocção (COCÇÃO) e porcentagem de casca (CASCA) de grãos de 25 genótipos de feijão-comum do grupo comercial carioca cultivados na safra de inverno de 2012, em Coimbra, MG.

GENÓTIPOS	MMG (g)	GD (%)	SS (°Brix)	COCÇÃO (min)	CASCA (%)
EMB9	228,79 d	0,00 d	5,57 g	22,7f	11,45 a
MAIV-18259	263,87 a	2,00 a	11,27 b	29,4d	6,09 c
VC-20	249,78 b	0,00 d	5,27 g	31,0c	9,32 b
VC-23	253,97 b	2,00 a	6,63 g	28,5d	10,94 a
PÉROLA	223,87 e	0,00 d	1,90 i	25,7e	9,20 b
RCII-219	240,88 c	0,00 d	7,20 e	26,7e	5,50 c
CVIII-2	241,96 c	0,00 d	2,57 i	28,8d	6,46 c
VC-18	223,72 e	0,66 c	7,47 e	27,4e	10,08 b
EMB4	232,17 d	0,00 d	7,47 e	23,2f	11,02 a
MAIV-18524	224,60 e	0,00 d	2,30 i	24,2f	6,58 c
BRSMG TALISMÃ	212,87 g	0,00 d	2,03 i	25,9e	11,78 a
CNFC 11965	191,31 h	0,00 d	4,57 h	24,7f	4,82 c
VC-22	216,66 f	0,00 d	2,27 i	27,7e	7,04 c
BRSMG MAJESTOSO	234,26 d	0,00 d	2,27 i	29,2d	9,24 b
EMB14	222,84 e	0,00 d	2,47 i	25,4e	9,39 b
CNFC 10763	216,88 f	0,00 d	3,97 h	26,0e	8,35 b
MAIV-15204	236,02 d	0,00 d	9,07 d	26,6e	4,66 c
VC-21	206,34 g	0,00 d	2,10 i	25,9e	13,08 a
CNFC 10408	214,73 g	0,00 d	13,63 a	36,0a	12,28 a
P-18163	212,28 g	0,00 d	9,93 c	31,6c	10,53 a
VC-17	212,12 g	0,00 d	6,40 g	23,6f	9,75 b
CVIII-5	231,71 d	1,00 b	8,27 d	34,0b	9,47 b
VC-19	211,14 g	0,00 d	3,90 h	30,6c	10,74 a
BRSMG MADREPÉROLA	225,84 e	2,00 a	1,63 i	29,3d	11,07 a
CNFC 10432	210,30 g	0,00 d	6,73 g	23,4f	7,01 c
CV(%)	1,44	7,06	10,03	2,78	12,91

Médias seguidas de mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

A linhagem CNFC 10408 foi a que apresentou o maior teor de sólidos solúveis no caldo do feijão, seguida das linhagens MAIV-18259 e P-18163. O teor de sólidos solúveis entre essas linhagens variou de 9,93 a 13,63 °Brix (TABELA 3). Cabe salientar que esses genótipos apresentaram teores de sólidos solúveis compatíveis ou até superiores às cultivares existentes no mercado.

Em trabalho realizado por Abreu *et al.* (2007) as cultivares BRSMG Majestoso, Pérola e BRSMG Talismã apresentaram 8,9; 10,6; e 11,0% de teor de sólidos solúveis, respectivamente. Todavia, no presente estudo, os genótipos Pérola, CVIII-2, MAIV-18524, BRSMG Talismã, VC-22, BRSMG Majestoso, EMB14, VC-21 e BRSMG Madrepérola apresentaram os menores teores com o valor máximo de 2,57 °Brix (TABELA 3). O teor de sólidos solúveis é importante na verificação do caldo obtido no feijão pós-cozimento. Dessa forma, as cultivares a serem lançadas devem possuir igual ou maior concentração de sólidos solúveis no caldo após cozimento, visto que a preferência dos consumidores é por um caldo mais viscoso após o feijão preparado (BASSINELLO, s/d).

Diferenças entre genótipos de feijoeiro quanto às qualidades tecnológicas assim como no presente estudo também têm sido reportadas pelos programas de melhoramento nacionais, como EMBRAPA - Arroz e Feijão, UFLA e UFV. Carneiro *et al.* (1999b), em estudo com linhagens de ensaio nacional de feijão carioca, verificaram alta variabilidade entre os genótipos para os caracteres tempo de cocção, porcentagem de sólidos solúveis e de casca, e escurecimento do tegumento.

As linhagens EMB 9, EMB 4, MAIV-18524, CNFC 11965, VC-17 e CNFC 10432 apresentam o menor tempo de cozimento (TABELA 3). Dessa maneira, essas linhagens mostraram-se superiores às cultivares utilizadas como testemunhas, que levaram tempo de cocção dos grãos entre 25,7 e 29,3 minutos (TABELA 3) e variabilidade diferenciada entre os genótipos. A existência da

variabilidade genética também foi observada por Carneiro *et al.* (1999a), Bordin *et al.* (2010) e Ribeiro (2011) para o tempo de cocção.

Em trabalho conduzido por Abreu *et al.* (2007), as cultivares BRMG Majestoso, Pérola e BRSMG Talismã apresentaram entre 27 e 31 minutos para cocção dos grãos.

Desse modo, pelo fato de as seis linhagens ora citadas apresentarem um tempo reduzido para cocção, a seleção para esta característica pode ser útil também na identificação de linhagens com maior facilidade para absorção de água pelos grãos desde que haja uma relação entre essas características.

Cultivares de feijão com tempo de cozimento inferior a 30 minutos são desejáveis, pois significa economia de energia e de capital. Embora tenha realizado o cozimento em panela de pressão, diferindo do presente trabalho, que foi conduzido em aparelho de Mattson, Oliveira *et al.* (2013) obtiveram tempo de 20 a 25 minutos para o cozimento de grãos de cultivares de feijão carioca. O tempo de cozimento do feijão é determinante para que as propriedades químicas, físicas e sensoriais do feijão sejam preservadas no processamento (RIBEIRO, 2008).

Se um tempo demasiadamente longo for necessário para que se obtenha a maciez adequada para o consumo, há perdas de minerais, vitaminas e proteínas (PUJOLA *et al.*, 2007; RAMÍREZ-CÁRDENAS *et al.*, 2008). Ademais, gasta-se mais energia para o preparo e, por isso, os consumidores poderão rejeitar esse produto. Portanto, o desenvolvimento de cultivares de feijão de rápido cozimento é essencial para atender às necessidades do mercado consumidor que dispõe de tempo reduzido para o preparo da refeição e quer diminuir os custos com a utilização de energia (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Os maiores valores de porcentagem de casca foram exibidos pelos genótipos EMB9, VC-23, EMB4, BRSMG Talismã, VC-21, CNFC 10408, P-18163, VC-19 e BRSMG Madrepérola. Por outro lado, as linhagens MAIV-

18259, RCII-219, CVIII-2, MAIV-18524, CNFC 11965, VC-22, MAIV-15204 e CNFC10432 foram as que apresentaram os menores valores para esta característica (TABELA 3). A porcentagem de casca é um fator bastante relevante numa cultivar de feijão, uma vez que quanto menor for o valor obtido, menores serão os resquícios de casca ao final da mastigação e a cultivar terá maior aceitação (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

Com base na análise de variância referente à capacidade de hidratação (TABELA 4), constatou-se significância para as fontes de variação genótipos, tempo de hidratação e para a interação genótipos x tempo.

O desdobramento da fonte de variação genótipos em cada tempo de hidratação revelou que, para o tempo 0, não houve diferença significativa entre os genótipos avaliados (TABELA 5). Dessa maneira, os valores encontrados nesse tempo representam a umidade inicial dos grãos. Cabe ressaltar que, nesse caso, a umidade inicial foi igual para todos os genótipos avaliados, evitando que o teste fosse influenciado por alguma possível diferença de umidade.

O genótipo CNFC 11965 apresentou maior capacidade de hidratação nos tempos 1 e 2, seguido dos genótipos CNFC 10432, EMB 14, EMB 4 e MAIV-18259. Nos tempos 3 e 4, o genótipo CNFC 11965 apresentou maior capacidade de hidratação, seguido dos genótipos CNFC 10432, EMB 14 e EMB 9. Os genótipos CNFC 10763, CNFC 11965, CNFC 10432, VC-18 e VC-21 apresentaram maior capacidade de hidratação do que os demais genótipos avaliados no tempo de 8 horas (TABELA 5).

Observa-se que o genótipo CNFC 11965 apresentou a maior capacidade de hidratação nos tempos 1, 2, 3, 4 e 8 horas (TABELA 5). Esse resultado sugere que, devido ao genótipo não apresentar grãos duros, maior capacidade de hidratação e, também, menor tempo de cocção foram favorecidas.

As características de hidratação e cocção geralmente estão relacionadas, visto que alguns autores associam a maior capacidade de absorção de água pelos

grãos com o menor tempo de cocção (PÉREZ HERRERA *et al.*, 2002; RODRIGUES *et al.*, 2005b), mas nem sempre a maior capacidade dos grãos hidratarem indica menor tempo de cocção (CARBONELL *et al.*, 2003; DALLA CORTE *et al.*, 2003).

TABELA 4. Resumo da análise de variância referente à capacidade de hidratação de grãos (CH) de genótipos de feijão-comum do grupo comercial carioca cultivado na safra de inverno de 2012, em Coimbra, MG.

FONTES DE VARIÇÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS
GENÓTIPOS	24	4040,1424**
TEMPOS	6	145961,3565**
GENÓTIPOS X TEMPOS	144	454,6740**
BLOCOS	2	3957,2385**
ERRO	348	67,6285
CV(%)		13,13

^{ns} não significativo; ** significativo a 1%; * significativo a 5% de significância pelo teste

F.

TABELA 5. Valores médios da capacidade de hidratação (%) em diferentes tempos para grãos de 25 genótipos de feijão-comum do grupo comercial carioca cultivados na safra de inverno de 2012, em Coimbra, MG.

GENÓTIPOS	TEMPO DE HIDRATAÇÃO (Horas)						
	0	1	2	3	4	8	24
CNFC 10408	11,98 a	18,70 d	25,17 d	41,11 e	55,68 d	107,45 c	133,13 b
CNFC 10432	11,09 a	59,93 b	75,36 b	93,09 b	104,69 b	127,81 a	133,17 b
CNFC 10763	10,98 a	27,38 c	42,70 c	60,54 d	74,70 c	136,78 a	151,03 a
CNFC 11965	11,51 a	84,71 a	96,33 a	110,59 a	119,20 a	131,19 a	128,26 b
CVIII-2	12,30 a	15,96 d	17,39 d	22,12 f	30,16 e	81,08 d	125,71 b
CVIII-5	11,58 a	23,99 c	34,40 c	53,63 d	69,79 c	110,83 b	131,03 b
EMB 14	10,66 a	56,30 b	71,54 b	88,97 b	99,15 b	117,04 b	125,86 b
EMB 4	11,49 a	44,88 b	70,20 b	88,60 b	99,88 b	120,76 b	129,62 b
EMB 9	11,70 a	18,81 d	27,54 d	40,36 e	59,15 d	111,84 b	130,49 b
BRSMG MADREPÉROLA	10,72 a	20,15 d	28,44 d	39,54 e	57,95 d	120,07 b	141,47 a
MAIV-15204	12,65 a	20,13 d	24,88 d	33,92 e	47,17 d	98,43 c	124,93 b
MAIV-18259	10,85 a	49,49 b	60,74 b	69,69 c	78,77 c	104,41 c	127,24 b
MAIV-18524	11,32 a	34,33 c	43,40 c	56,03 d	69,36 c	110,00 b	128,52 b

Continua...

TABELA 5. Continuação

GENÓTIPOS	TEMPO DE HIDRATAÇÃO (Horas)						
	0	1	2	3	4	8	24
BRSMG MAJESTOSO	8,53 a	12,14 d	18,75 d	31,70 e	48,15 d	107,08 c	118,90 b
P-18163	10,97 a	15,30 d	18,27 d	24,10 f	35,57 e	99,21 c	128,31 b
PÉROLA	11,19 a	14,76 d	20,03 d	29,89 e	45,32 d	116,28 b	138,61 a
RCII-219	11,73 a	32,71 c	42,71 c	55,23 d	69,23 c	104,07 c	125,81 b
BRSMG TALISMÃ	11,42 a	20,02 d	37,09 c	59,47 d	77,04 c	115,98 b	132,40 b
VC-17	11,08 a	22,91 c	36,89 c	56,95 d	76,18 c	117,19 b	133,45 b
VC-18	11,35 a	24,58 c	48,45 c	74,67 c	94,88 b	126,63 a	132,93 b
VC-19	11,32 a	18,51 d	33,90 c	57,65 d	81,19 c	119,57 b	125,18 b
VC-20	11,12 a	13,57 d	15,88 d	24,45 f	30,56 e	90,33 d	123,57 b
VC-21	11,52 a	14,63 d	20,30 d	33,16 e	57,08 d	129,92 a	140,11 a
VC-22	11,74 a	15,07 d	19,51 d	32,53 e	54,94 d	121,20 b	130,45 b
VC-23	10,90 a	15,62 d	18,30 d	22,65 f	27,49 e	79,57 d	126,74 b

Médias seguidas de mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Os genótipos CVIII-2, P-18163, VC-20 e VC-23, por apresentarem menor capacidade de hidratação (TABELA 5), devem possuir alguma característica que confere uma menor permeabilidade aos seus tegumentos. Segundo Pujola *et al.* (2007), essas diferenças na capacidade de hidratação entre as cultivares podem estar associadas à rigidez do tegumento (menores espaços intracelulares), aderência dos cotilédones (deposição de pectatos de cálcio na lamela média), elasticidade, porosidade e propriedades coloidais na absorção de água pelos grãos das diferentes cultivares. Além disso, devido a diferenças na constituição genética, ou variabilidade dos genótipos. Presença da variabilidade genética foi constatada por vários autores (COSTA *et al.*, 2001; RIBEIRO *et al.*, 2003; LEMOS *et al.*, 2004; BORDIN *et al.*, 2010; OLIVEIRA *et al.*, 2012) para capacidade de hidratação dos grãos.

No tempo de 24 horas, os genótipos CNFC 10763, BRSMG Madrepérola, Pérola e VC-21 demonstraram maior capacidade de hidratação dentre os demais genótipos avaliados (TABELA 5).

A análise de regressão revelou efeito dos tempos de hidratação sobre a capacidade de hidratação de todos os genótipos avaliados e que todos eles apresentaram resposta que seguiu modelo sigmoidal (FIGURA 1). Os coeficientes da equação obtida pelos resultados de cada genótipo estão apresentados na Tabela 6.

A linhagem CNFC 11965 seguida das linhagens EMB4, EMB14 e CNFC 10432 revelaram os menores tempos no processo de embebição para obter 50% da máxima capacidade de hidratação dos grãos (TABELA 6). A determinação da capacidade de hidratação dos grãos antes do cozimento pode ser um bom indicativo do tempo de cocção, ou seja, menor tempo de hidratação e maior quantidade de água absorvida propiciariam um menor tempo de cocção (RODRIGUES *et al.*, 2005b).

Somente os genótipos CNFC 11965, EMB4, EMB14 e CNFC 10432 atingiram, em menor tempo, tanto 50% da máxima capacidade de absorção quanto menor tempo de cocção (TABELAS 2 e 6). Os genótipos VC-23, VC-20 e CVIII-2 precisaram de mais tempo no processo de embebição para atingir 50% da máxima capacidade de hidratação (TABELA 6). Dessa maneira, a diferença entre os genótipos no ensaio de VCU foi verificada pela variação observada no tempo gasto para atingir 50% da capacidade de hidratação dos grãos. A velocidade de embebição depende das características de cada espécie, dentre essas, da composição química e da permeabilidade do tegumento (ALBUQUERQUE *et al.*, 2009).

O genótipo VC-23, além de demandar maior tempo para atingir 50% da máxima capacidade de hidratação, apresentou uma maior porcentagem de grãos duros (TABELAS 2 e 6). Esses resultados sugerem que esse genótipo pode conter alguma propriedade que confere menor permeabilidade ao tegumento, o que pode ter ocasionado absorção mais lenta de água e maior porcentagem de grãos duros. De acordo com Rodrigues *et al.* (2004), fatores genéticos também afetam a capacidade de hidratação. Além disso, as características químicas e enzimáticas também podem influenciar na capacidade de absorção de água.

Cabe enfatizar que a avaliação de características comercial/tecnológicas dos grãos deve ser feita em conjunto com as características agronômicas, sendo de suma importância para a aceitação comercial de novas cultivares no mercado.

Novos estudos devem ser realizados para dar mais confiança a recomendações de cultivo e comercialização de novas cultivares de feijão-comum, visto que todas as características associadas à qualidade tecnológica podem ser influenciadas pela constituição genética do grão e pelas condições ambientais bem como pela interação entre ambas, e são importantes na aceitação de uma nova cultivar.

TABELA 6. Coeficientes de regressão logística sigmoidal da relação entre o tempo de embebição e a capacidade de hidratação de 25 genótipos de feijão-comum do grupo comercial carioca, em que *a* descreve a máxima porcentagem de capacidade de hidratação, *b* descreve a inclinação da resposta de capacidade de hidratação e x_0 estima o valor de tempo de embebição equivalente a 50% da máxima capacidade de hidratação.

GENÓTIPOS	<i>a</i>	<i>b</i>	x_0	R²
BRSMG MADREPÉROLA	141,7546**	1,9421**	4,7273**	0,99
BRSMG MAJESTOSO	119,4258**	1,6137**	4,6208**	0,99
PÉROLA	139,5742**	1,8174**	5,2386**	0,99
BRSMG TALISMÃ	127,7623**	1,5430**	3,3666**	0,99
CVIII-2	126,2538**	2,5497**	6,6483**	0,99
CVIII-5	128,0357**	1,8990**	3,7818**	0,99
EMB4	123,9323**	1,1912**	1,8763**	0,97
EMB9	130,1377**	1,9128**	4,4487*	0,99
EMB14	119,6222**	1,1905*	1,6191**	0,95
CNFC 10408	132,5153**	2,1079**	4,7888**	0,99
CNFC 10432	128,7843**	1,2471*	1,6893**	0,95
CNFC 10763	150,9606**	1,8398**	3,8751**	0,99
CNFC 11965	119,7252**	0,4494 ^{ns}	0,7480*	0,93
MAIV-15204	125,3357**	2,2865**	5,1260**	0,99
MAIV-18259	120,3653**	2,0511*	2,4466*	0,93
MAIV-18524	126,8112**	2,1460**	3,5647**	0,98
P-18163	129,1852**	2,0283**	5,7476**	0,99
RCII-219	123,0621**	2,2023**	3,5473**	0,98
VC-17	129,8503**	1,6445**	3,4904**	0,99
VC-18	130,4532**	1,2247**	2,7058**	0,99
VC-19	124,0024**	1,2922**	3,1998**	0,99
VC-20	124,2426**	2,1472**	6,0503**	0,99
VC-21	141,5782**	1,5109**	4,6132**	0,99
VC-22	131,9523**	1,5438**	4,5480**	0,99
VC-23	127,3012**	2,5889**	6,8256**	0,99

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

CONCLUSÕES

Há variabilidade genética para todas as características associadas à qualidade tecnológica avaliadas nos grãos dos genótipos de feijão do grupo comercial carioca estudados.

Os genótipos EMB14, CNFC10432, CNFC10408, EMB4, P-18163, BRSMG Madrepérola e Pérola apresentam forma e o grau de achatamento dos grãos de acordo com o padrão comercial.

As linhagens EMB 9, EMB 4, MAIV-18524, CNFC 11965, VC-17 e CNFC 10432 demandam menor tempo de cozimento que os demais genótipos. Vinte dos genótipos avaliados apresentam tempo de cocção inferior ao exigido como padrão comercial.

As linhagens CNFC 11965, EMB4, EMB14 e CNFC 10432 despendem menor tempo para hidratação dos grãos.

A linhagem CNFC 11956 apresenta os melhores resultados para a maioria das características associadas à qualidade tecnológica de grãos (sem grãos duros, menor tempo de cocção, menor porcentagem de casca e menor tempo para hidratação dos grãos).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, A de. F. B. *et al.* **BRSMG Madrêperola: Cultivar de Feijão Tipo Carioca com Escurecimento Tardio dos Grãos**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA, 2011. (Comunicado Técnico, 200).

ABREU, A de. F. B. *et al.* BRSMG Majestoso: another common bean cultivar of carioca grain type for the state of Minas Gerais. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, n. 7. p. 403-405, 2007.

ALBUQUERQUE, K. S. *et al.* Alterações fisiológicas e bioquímicas durante a embebição de sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* Kunth.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 12-19, 2009.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Anexo IV. **Requisitos mínimos para determinação do valor de cultivo e uso de feijão (*Phaseolus vulgaris*), para a inscrição no registro nacional de cultivares – RCN**. [s.d.] 8 p. Disponível em: <http://www.cisoja.com.br/downloads/legislacao/anexo_PT_294_4.pdf>. Acesso em: 16 jun. 2014.

BASSINELLO, P. Z. Grãos. In: BASSINELLO, P. Z. **Árvore do conhecimento feijão**. Embrapa: Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Brasília, DF, [s/d].. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao/arvore/CONTAG01_2_28102004161635.html#>. Acesso em: 20 maio 2014.

BORDIN, L. C. *et al.* Diversidade genética para a padronização do tempo e percentual de hidratação preliminar ao teste de cocção de grãos de feijão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 4, p. 890-896, out.-dez. 2010.

CARBONELL, S. A. M. *et al.* Qualidade tecnológica de grãos de genótipos de feijoeiro cultivados em diferentes ambientes. **Bragantia**, Campinas, v. 62, n. 3, p. 369-379, 2003.

CARBONELL, S. A. M. *et al.* Tamanho de grão comercial em cultivares de feijoeiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, n. 10, p. 2067-2073, 2010.

CARNEIRO, J. D. S. *et al.* Qualidade tecnológica dos grãos de linhagens de feijão. In: RENAFE – REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador, BA. **Resumos expandidos...** Goiânia: EMBRAPA Arroz e Feijão, 1999a. v. 1. p. 412-415. (Documentos, 99).

CARNEIRO, J. D. S. *et al.* Potencial tecnológico dos grãos de linhagens de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). In: RENAFE – REUNIÃO NACIONAL DE PESQUISA DE FEIJÃO, 6., 1999, Salvador, BA. **Resumos expandidos...** Goiânia: EMBRAPA Arroz e Feijão, 1999b. v. 1. p. 408-411 (Documentos, 99).

COSTA, G. R.; RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B. Variabilidade para absorção de água nos grãos de feijão do germoplasma da UFLA. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 4, p. 1017-1021, 2001.

DALLA CORTE, A. *et al.* Environment effect on grain quality in early common bean cultivars and lines. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 3, n. 3, p. 193-202, 2003.

GARCIA-VELA, L. A.; STANLEY, D.W. Water-holding capacity in hard-to-cook bean (*Phaseolus vulgaris* L.): effect of pH and ionic strength. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 54, n. 4, p. 1080-1081, 1989.

LEMOS, L. B. *et al.* Características agronômicas e tecnológicas de genótipos de feijão do grupo comercial Carioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 4, p. 319-326, abr. 2004.

NASAR-ABBAS, S. M. *et al.* Cooking quality of faba bean after storage at high temperature and the role of lignins and other phenolics in bean hardening. **LWT – Food Science and Technology**, London, v. 41, p. 1260-1267, 2008.

OLIVEIRA, D. P. *et al.* Qualidade tecnológica de grãos de cultivares de feijão-comum na safra das águas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 5, p. 1831-1838, set./out. 2012.

OLIVEIRA, V. R. *et al.* Perfil sensorial de cultivares de feijão sob diferentes tempos de cozimento. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 24, n. 2, p. 145-152, 2013.

PEREIRA, H. S. *et al.* Interação entre genótipos 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.

PÉREZ HERRERA, P. *et al.* Caracterización física, culinaria y nutricional de frijol del altiplano subhúmedo de México. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 52, n. 2, p. 172-180, 2002. Suplemento 2.

PERINA, E. F. *et al.* Technological quality of common bean grains obtained in different growing seasons. **Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 1, p.14-22, 2014.

PUERTA ROMERO, J. **Variedades de judía cultivadas en España**. Madri: Ministério da Agricultura, 1961. 798 p. (Monografias, 11).

PUJOLA, M.; FARRERAS, A.; CASANAS, F. Protein and starch content of raw, soaked and cooked beans (*Phaseolus vulgaris* L.). **Food Chemistry**, London, v. 102, n. 4, p. 1034-1041. 2007.

PROCTOR, J. R.; WATTS, B. M. Development of a modified Mattson bean cooker procedure based on sensory panel cookability evaluation. **Canadian Institute of Food Science and Technology Journal**, Apple Hill, v. 20, n. 1, p. 9-14, 1987.

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

RAMÍREZ-CÁRDENAS, L.; LEONEL, A. J.; COSTA, N. M. B. Efeito do processamento doméstico sobre o teor de nutrientes e de fatores antinutricionais de diferentes cultivares de feijão comum. **Ciência e Tecnologia de alimentos**, Campinas, v. 28, n. 1, p. 200-213, 2008.

RIBEIRO, E. H. **Adaptabilidade e estabilidade, qualidade tecnológica e nutricional e divergência genética entre linhagens de feijoeiro-comum**. 2011. 136f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de plantas) Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes-RJ, 2011.

RIBEIRO, N. D. **Qualidade tecnológica e nutricional de feijoeiro e interação com o ambiente**. Campinas: IAC, 2008.(Documentos, 85).

RIBEIRO, N. D. *et al.* Efeito de períodos de semeadura e das condições de armazenamento sobre a qualidade de grãos de feijão para o cozimento. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 1, p. 157-163, 2007.

RIBEIRO, N. D. *et al.* Variabilidade genética para absorção de água em grãos de feijão. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, Porto Alegre, v. 9, n. 1-2, p. 77-83, 2003.

RODRIGUES, J. A. *et al.* Correlação entre absorção de água e tempo de cozimento de cultivares de feijão. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 1, p. 209-214, 2005b.

RODRIGUES, J. A. *et al.* Standardization of imbibition time of common bean grains to evaluate cooking quality. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Londrina, v. 4, n. 4, p. 465-471, 2004.

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

CAPITULO II

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE GENÓTIPOS SELECIONADOS DE FEIJÃO-COMUM DO GRUPO COMERCIAL CARIOCA

RESUMO

OLIVEIRA, MARINA BORGES. **Qualidade fisiológica de sementes de genótipos selecionados de feijão-comum do grupo comercial carioca.** 2014. p. 59-80. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido)-Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba–MG⁵.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a variabilidade genética para caracteres associados à qualidade fisiológica de sementes de genótipos de feijão-comum do grupo comercial carioca. O estudo foi conduzido no Laboratório de Análise de Sementes, do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Montes Claros, em Janaúba, MG. Foram utilizadas sementes dos 25 genótipos de feijão-comum sendo 21 linhagens e quatro cultivares (BRSMG Talismã, BRSMG Madrepérola, BRSMG Majestoso e Pérola). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com três repetições. As características avaliadas foram o teor de água das sementes, a porcentagem de germinação, e o vigor das sementes por meio dos testes de primeira contagem de germinação, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência, envelhecimento acelerado, comprimento de plântulas, massa fresca e massa seca de plântulas. Não foram detectadas diferenças estatísticas entre os genótipos avaliados quanto à porcentagem de germinação, primeira contagem de germinação e a emergência de plântulas. Foi verificada variabilidade genética entre os genótipos quanto à qualidade fisiológica para os caracteres índice de velocidade de emergência, comprimento de plântulas, massa fresca e seca de plântulas e envelhecimento acelerado. As linhagens MAIV-18259, EMB4, EMB9, RCII-219, MAIV-18524 e MAIV-15204 e a cultivar BRSMG Talismã apresentam os melhores resultados para a maioria das características avaliadas associadas à qualidade fisiológica de sementes.

Palavras-chave: Germinação, vigor, ensaio de VCU, *Phaseolus vulgaris* L.

⁵ **Comitê orientador:** Prof. Dr. Abner José de Carvalho – UNIMONTES (Orientador), Prof. Dra. Andréia Márcia S. de S. David – UNIMONTES (Coorientadora).

CHAPTER II

PHYSIOLOGICAL QUALITY OF SEEDS OF SELECTED GENOTYPES OF COMMON BEAN OF THE CARIOCA COMMERCIAL CLASS

ABSTRACT

OLIVEIRA, Marina Borges. **Physiological quality of seeds of selected genotypes of common bean of the carioca commercial class**. 2014. p. 59-80. Dissertation (Master's degree in Plant Production in Semiarid)- State University of Montes Claros, Janaúba-MG⁶.

This study aimed to evaluate the genetic variability for traits associated with physiological quality of seeds of common bean genotypes of carioca commercial class. The study was conducted at the Laboratory of Seed Analysis, Department of Agricultural Sciences, State University of Montes Claros, in Janaúba-MG. Seeds of 25 genotypes of common bean with 21 lines and four cultivars (BRSMG Talismã, BRSMG Madrepérola, BRSMG Majestoso and Pérola). The experimental design was in a randomized complete block with three replications. The evaluated characteristics were water content of the seeds, the germination percentage and seed vigor by means of the first germination count, plantlets emergence, emergence speed index, accelerated aging, plantlets length, fresh and dry mass of plantlets. There was no statistical differences between the genotypes for germination percentage, first count of germination and plantlets emergence. Genetic variability was observed among genotypes for physiological characters quality emergence speed index, plantlets length, fresh and dry mass of plantlets and accelerated aging. The MAIV-18259, EMB4, EMB9, RCII-219, MAIV-18524 and MAIV-15204 lines and BRSMG Talisman cultivar show the best results for most of the evaluated characteristics associated with physiological seed quality.

Keywords: Germination, *Phaseolus vulgaris* L., VCU testing, vigor.

⁶ **Guidance committee:** Prof. Dr. Abner José de Carvalho – UNIMONTES (Advisor), Prof. Dr. Andréia Márcia S. de S. David – UNIMONTES (Co-Advisor).

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e consumidor mundial de feijão-comum, com uma produção em torno de 2,8 milhões de toneladas e um consumo de cerca de 3,1 milhões de toneladas anuais (CONAB, 2013). Embora sejam produzidos e consumidos diferentes tipos de feijões, a maior preferência é pelo feijão do tipo carioca.

Os ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU) constituem a última etapa do melhoramento do feijão para o lançamento de novas cultivares. Nessa etapa, além da produtividade é necessário avaliar outros caracteres agronômicos como os relacionados à qualidade fisiológica das sementes, que determinam a sua capacidade de germinar e emergir rapidamente para que a cultura se estabeleça e produza plantas vigorosas, mesmo quando as condições no campo não sejam as mais adequadas.

A qualidade de sementes pode ser expressa pela interação dos componentes: genético, físico, sanitário e fisiológico. O componente fisiológico pode ser influenciado pelo ambiente em que as sementes se formam. Portanto, deve-se considerar a germinação e o vigor, procurando-se diferenciar os genótipos que apresentam sementes com maior potencial fisiológico.

A variabilidade genética entre genótipos de feijão-comum para caracteres relacionados à qualidade fisiológica de sementes já foi relatada por vários autores Coelho *et al.* (2010), Silva *et al.* (2008), Maia *et al.* (2011).

Assim, com a avaliação da qualidade fisiológica das sementes das linhagens de feijão-comum, os ensaios de VCU podem assegurar uma recomendação de novas cultivares.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a variabilidade genética para caracteres associados à qualidade fisiológica de sementes dos genótipos de feijão-comum do grupo comercial carioca.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e instalação do experimento

O experimento foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes, do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Montes Claros, Campus de Janaúba, Minas Gerais.

Foram utilizadas sementes de 25 genótipos de feijão-comum, sendo 21 linhagens e quatro cultivares (BRSMG Talismã, BRSMG Madrepérola, BRSMG Majestoso e Pérola), selecionados para compor o ensaio de Valor de Cultivo e Uso (VCU) do grupo comercial carioca, durante o ciclo de avaliação 2010-2012.

O ensaio de campo que deu origem às sementes foi conduzido na Fazenda Experimental da UFV localizada em Coimbra, Minas Gerais na safra de outono-inverno de 2012. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com três repetições. Após a colheita e beneficiamento dos grãos, parte dos grãos foi levada ao laboratório do Programa Feijão da UFV, em Viçosa, Minas Gerais. Em seguida, uma amostra de aproximadamente 600 gramas de grãos de cada parcela foi enviada ao Laboratório de Análise de Sementes da UNIMONTES, em Janaúba-MG. Essas amostras foram acondicionadas em sacos de papel craft e mantidas em câmara fria à temperatura de 10 ± 2 °C e 65% de umidade relativa do ar até a finalização da realização das avaliações.

2.2 Características avaliadas

As características avaliadas foram o teor de água das sementes, a porcentagem de germinação, e o vigor das sementes, por meio de testes de primeira contagem de germinação, emergência de plântulas, índice de

velocidade de emergência, comprimento de plântulas, massa fresca e massa seca de plântulas e envelhecimento acelerado.

O teor de água das sementes foi determinado conforme método descrito nas Regras para Análise de Sementes – RAS (Brasil, 2009). Para tanto, aproximadamente 5 g de sementes de cada parcela foram colocados em estufa a 105 ± 3 °C, durante 24 horas. O teor de água foi expresso em % (base úmida).

Para o teste de germinação, 50 sementes de cada parcela foram semeadas em papel “germitest” umedecido com água destilada no volume de 2,5 vezes o peso do papel. Posteriormente, as sementes foram colocadas para germinar em germinador digital previamente regulado à temperatura constante de 25 °C. A avaliação da germinação foi realizada no quinto e nono dia (porcentagem de germinação) após a semeadura por meio de contagem das plântulas consideradas normais, segundo os critérios estabelecidos pela RAS (BRASIL, 2009).

A primeira contagem de germinação foi obtida pelo número de plântulas normais, determinado por ocasião do teste de germinação, no quinto dia após a semeadura (BRASIL, 2009).

Para a estimativa da emergência de plântulas, 50 sementes foram semeadas a uma profundidade de 2 cm em bandejas plásticas contendo como substrato areia lavada e esterilizada com quantidade de água equivalente a 60% da capacidade de retenção, cuja umidade foi mantida por meio de irrigações diárias (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos pela porcentagem de plântulas normais emergidas no nono dia após a semeadura.

O índice de velocidade de emergência (IVE) foi estimado pela contagem diária do número de plântulas emergidas, com alça cotiledonar visível, até a estabilização do estande, que ocorreu nove dias após a semeadura no teste de emergência de plântulas. Assim, o IVE foi calculado empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962):

$$\text{IVE} = E1/N1 + E2/N2 + \dots + En/Nn, \text{ em que:}$$

IVE = Índice de velocidade de emergência;

E1, E2, ..., En = Número de plântulas emergidas no dia, computadas na primeira, segunda, ..., última contagem;

N1, N2, ..., Nn = Número de dias da sementeira à primeira, segunda, ..., última contagem.

O comprimento de plântulas foi determinado no final do teste de emergência, medindo-se o comprimento da haste principal de 20 plantas de cada parcela, desde o hipocótilo até o epicótilo com o auxílio de uma régua milimetrada, com resultados expressos em cm por plântula.

A massa fresca de plântulas e a massa seca de plântulas foram determinadas utilizando-se todas as plântulas oriundas do teste de emergência. Para tanto, essas foram pesadas em balança de precisão logo após a coleta para estimativa da massa fresca. Logo após, as plântulas foram colocadas em sacos de papel e levadas para secar em estufa com circulação forçada de ar, a 65 °C constante, durante 72 horas. Após esse período, as amostras foram colocadas para resfriar em dessecadores e pesadas em balança de precisão para estimativa da massa seca. Os resultados foram expressos em g por plântula.

Para o envelhecimento acelerado, uma amostra de 50 sementes de cada parcela foi submetida ao método “gerbox” (MARCOS FILHO *et al.*, 1987), sob condições controladas de temperatura e umidade relativa do ar (41 °C e 100% de UR) durante 72 horas. Decorrido esse período, as sementes foram colocadas em rolos de papel tipo “germitest” e postas a germinar de maneira semelhante à descrita para o teste de germinação. A avaliação foi realizada no quinto dia após a montagem do teste.

2.3 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando significativos, os efeitos foram estudados pelo teste Scott-Knott a 5% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância dos dados referentes ao teor de água, porcentagem de germinação, primeira contagem de germinação, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência, comprimento de plântulas, massa fresca e massa seca de plântulas e o envelhecimento acelerado, encontra-se na Tabela 1. Verifica-se que não houve efeito significativo de genótipos apenas para porcentagem de germinação, primeira contagem de germinação e emergência de plântulas.

Para o teor de água das sementes, observou-se que os genótipos BRSMG Talismã, CVIII-2, CVIII-5, EMB4, EMB9, CNFC 10408, CNFC 11965, MAIV-15204, RCII-219, VC-21 e VC-22 apresentaram os maiores valores (TABELA 2).

Cabe ressaltar que, embora haja diferença entre os genótipos no teor de água, os valores variaram entre 9,6 a 11,2% de umidade. Portanto, todos os genótipos revelaram teor de água conforme os padrões considerados ideais para o armazenamento de sementes de feijão. Bertolin *et al.* (2011), em trabalho realizado com diferentes cultivares de feijão-comum, constataram teores de água de 11,45%. Estes valores foram próximos aos encontrados nas sementes de feijão-comum do presente trabalho. Segundo Coimbra *et al.* (2009), o teor de água reduzido é imprescindível para a obtenção de resultados consistentes na avaliação da qualidade fisiológica de sementes das diferentes amostras. Teores de umidade superiores a 13% provocam aumento da taxa respiratória da semente e, acima de 17%, além de conduzir a uma rápida deterioração, também favorecem o desenvolvimento de fungos (BARROS, 2011).

TABELA 1. Resumo das análises de variância dos dados referentes ao teor de água (TA), germinação (GER), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de emergência (IVE), emergência de plântulas (EP), comprimento de plântulas (CP), massa fresca de plântulas (MF), massa seca de plântulas (MS), e envelhecimento acelerado (EA) de genótipos de feijão-comum do grupo comercial carioca cultivado na safra de inverno de 2012, em Coimbra, MG.

FONTES DE VARIÇÃO	GL	QUADRADOS MÉDIOS								
		TA	GER	PCG	IVE	EP	CP	MF	MS	EA
GENÓTIPOS	24	0,4589**	56,4356 ^{ns}	77,2311 ^{ns}	1,3693**	35,00 ^{ns}	8,5411**	158,2778**	146,8411**	312,6311**
BLOCOS	2	1,6901**	16,48 ^{ns}	77,44 ^{ns}	0,3438 ^{ns}	42,4533 ^{ns}	187,48**	61,24 ^{ns}	63,6133*	9,0133 ^{ns}
ERRO	48	0,1552	53,2022	59,5511	0,5543	29,9533	2,9244	21,3094	21,1411	17,6244
CV(%)		3,86	8,61	9,29	6,93	5,99	3,77	5,38	5,77	9,15

^{ns} não significativo; ** significativo a 1%; * significativo a 5% de significância pelo teste F.

Apesar de não haver diferença entre os genótipos em relação à porcentagem de germinação, observa-se que, com exceção dos genótipos CVIII-2, CNFC 10408, MAIV-18524 e P-18163, os demais genótipos apresentaram porcentagem de germinação acima do padrão mínimo exigido para comercialização de sementes de feijão (TABELA 2), que é de 80% para sementes certificadas (BRASIL, 2005). Dessa maneira, verifica-se a alta porcentagem de germinação de todos os genótipos, pois atingiram valor de viabilidade das sementes superior a 70% sendo este o padrão mínimo recomendado para a comercialização de sementes básicas de feijão, de acordo com Brasil (2005).

Coelho *et al.* (2010), em trabalho com sementes das cultivares de feijão crioulo, registraram elevado potencial fisiológico em relação a cultivar comercial, em função da maior porcentagem inicial de germinação e elevada emergência de plântulas. Os genótipos de feijão-comum no presente estudo demonstraram elevada porcentagem de germinação. No entanto, não foram verificadas diferenças na variabilidade genética para os genótipos de feijão-comum apesar de as sementes terem sido produzidas nas mesmas condições de campo e armazenadas também nas mesmas condições.

A qualidade fisiológica das sementes é caracterizada pela germinação e pelo vigor. Dessa maneira, os testes de vigor objetivam identificar diferenças importantes no potencial fisiológico de lotes de sementes, especialmente daqueles que apresentam poder germinativo elevado e semelhante (MARCOS FILHO, 1999a).

Ao avaliar o vigor das sementes dos genótipos pelo teste de primeira contagem de germinação, constatou-se que todas as linhagens avaliadas apresentaram valores semelhantes às cultivares utilizadas como testemunhas (TABELA 2). Contudo, todos esses genótipos alcançaram germinação acima de 70%.

A primeira contagem do teste de germinação é um teste de vigor simples, realizado simultaneamente ao teste de germinação, e baseia-se no pressuposto de que as sementes mais vigorosas germinam mais rápido (ABUD *et al.*, 2013). Caso contrário, quando as sementes entram em processo de deterioração, verifica-se por meio do teste de primeira contagem que a velocidade de germinação é um dos primeiros parâmetros a ser afetado (MARTINS *et al.* 2002).

Somente os genótipos BRSMG Madrepérola, BRSMG Majestoso, Pérola, CVIII-2, CVIII-5, P-18163, VC-17, VC-19, VC-20 e VC-23 apresentaram menor índice de velocidade de emergência que os demais genótipos estudados (TABELA 2). Maiores valores de IVE indicam que as sementes germinaram mais rapidamente e de maneira uniforme, sendo, portanto, mais vigorosas (OLIVEIRA *et al.*, 2014). Essa característica é bastante desejável, uma vez que as plântulas ficam menos suscetíveis às condições adversas do meio por emergirem e desenvolverem mais rapidamente e de maneira uniforme, estabelecendo, assim, plântulas de maior vigor.

Maia *et al.* (2011) relataram existência de variabilidade genética para genótipos de feijão-comum ao avaliar o vigor das plântulas por meio do índice de velocidade de emergência.

A velocidade de emergência está relacionada com os processos metabólicos desencadeados durante germinação e emergência, fazendo com que as reservas sejam mais rapidamente mobilizadas das sementes e realocadas em tecidos das plântulas, resultando em uma maior rapidez na emergência das plântulas originadas de sementes de melhor qualidade (LUDWIG *et al.*, 2008).

TABELA 2. Médias de teor de água (TA), germinação (GER), primeira contagem de germinação (PCG), índice de velocidade de emergência (IVE), emergência de plântulas (EP), comprimento de plântulas (CP), massa fresca de plântulas (MF), massa seca de plântulas (MS), e envelhecimento acelerado (EA), de genótipos de feijão-comum do grupo comercial carioca cultivado na safra de inverno de 2012, em Coimbra, MG.

GENÓTIPOS	TA (%)	GER (%)	PC (%)	IVE	EP (%)	CP (cm)	MF (g)	MS (g)	E A (%)
BRSMG MADREPÉROLA	9,7 b	82,0 a	72,0 a	9,8 b	90 a	45,7 a	86,25 b	79,85 b	42,0 c
BRS MG MAJESTOSO	9,7 b	87,3 a	86,7 a	10,4 b	88 a	46,3 a	78,79 c	72,84 c	60,7 a
PÉROLA	10,1 b	87,3 a	87,3 a	10,5 b	91 a	45,5 a	96,25 a	90,16 a	32,7 d
BRSMG TALISMÃ	10,2 a	88,7 a	88,7 a	11,3 a	93 a	44,7 b	87,84 b	81,38 a	40,7 c
CVIII-2	10,9 a	77,3 a	75,3 a	10,5 b	92 a	46,1 a	88,90 b	83,07 a	41,3 c
CVIII-5	10,4 a	82,7 a	80,0 a	9,9 b	87 a	46,1 a	85,11 c	79,36 b	56,0 b
EMB4	10,3 a	86,7 a	86,7 a	11,2 a	91 a	45,4 a	90,29 b	84,17 a	39,3 c
EMB9	10,5 a	85,3 a	85,3 a	11,3 a	93 a	44,4 b	88,99 b	82,87 a	47,3 b
EMB14	9,6 b	84,0 a	84,0 a	11,8 a	96 a	46,2 a	84,80 c	79,20 b	33,3 d
CNFC 10408	10,7 a	79,3 a	77,3 a	10,8 a	91 a	43,4 b	79,32 c	73,75 c	35,3 d
CNFC 10432	10,0 b	85,3 a	85,3 a	11,1 a	93 a	42,0 b	77,46 c	72,23 c	42,7 c
CNFC 10763	9,9 b	84,0 a	78,7 a	10,9 a	93 a	43,3 b	78,70 c	72,45 c	40,7 c
CNFC 11965	10,3 a	87,3 a	87,3 a	11,8 a	95 a	44,0 b	76,41 c	71,11 c	49,3 b

Continua...

TABELA 2. Continuação

GENÓTIPOS	TA (%)	GER (%)	PCG (%)	IVE	EP (%)	CP (cm)	MF (g)	MS (g)	EA (%)
MAIV-15204	11,2 a	83,3 a	81,3 a	10,7 a	95 a	46,5 a	94,15 a	87,29 a	48,0 b
MAIV-18259	9,8 b	88,0 a	84,0 a	11,5 a	95 a	47,8 a	97,93 a	90,32 a	68,0 a
MAIV-18524	10,2 b	77,3 a	76,0 a	11,0 a	93 a	46,4 a	93,15 a	87,07 a	52,7 b
P-18163	9,9 b	76,0 a	76,0 a	9,7 b	87 a	45,2 a	75,67 c	68,75 c	44,7 c
RCII-219	10,5 a	89,3 a	88,7 a	11,8 a	96 a	47,5 a	96,63 a	89,82 a	51,3 b
VC-17	10,0 b	92,0 a	91,3 a	10,4 b	85 a	43,5 b	81,03 c	75,21 c	36,7 d
VC-18	10,2 b	87,3 a	87,3 a	11,1 a	93 a	44,0 b	78,60 c	73,36 c	31,3 d
VC-19	10,2 b	84,0 a	84,0 a	10,2 b	86 a	43,6 b	74,86 c	69,46 c	66,0 a
VC-20	10,0 b	80,0 a	79,3 a	10,2 b	91 a	49,1 a	92,05 b	85,72 a	44,0 c
VC-21	10,3 a	90,0 a	88,0 a	10,8 a	92 a	47,1 a	82,56 c	76,67 b	56,7 b
VC-22	10,5 a	82,7 a	80,7 a	11,0 a	92 a	44,0 b	83,81 c	77,10 b	52,7 b
VC-23	9,8 b	90,7 a	84,7 a	9,2 b	84 a	46,2 a	95,89 a	89,06 a	34,0 d

Médias seguidas de mesma letra na coluna pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Apesar de não terem sido detectadas diferenças significativas entre os genótipos em relação à porcentagem de emergência de plântulas, os genótipos apresentaram porcentagem de emergência entre 84 e 96% (TABELA 2), o que representa um bom potencial fisiológico das sementes para essa característica. Dessa maneira, esses resultados indicam que, apesar da elevada porcentagem de emergência de plântulas, não houve variabilidade genética entre os genótipos avaliados. Porém, Coelho *et al.* (2010), trabalhando com a caracterização de genótipos crioulos quanto ao potencial fisiológico das sementes, verificaram a existência da variabilidade.

Os genótipos de feijão-comum apresentaram variabilidade genética em relação ao comprimento das plântulas (TABELA 2). Os genótipos BRSMG Madrepérola, BRSMG Majestoso, Pérola, CVIII-2, CVIII-5, EMB4, EMB14, MAIV-15204, MAIV-18259, MAIV-18524, P-18163, RCII-219, VC-20, VC-21 e VC-23 apresentaram maior comprimento de plântulas (TABELA 2). Esses resultados evidenciaram maior vigor das sementes para as plântulas de maior crescimento, possibilitando, assim, a seleção dos genótipos com maior desenvolvimento vegetativo inicial. Consoante Dias *et al.* (2010), o vigor das sementes está diretamente relacionado à emergência rápida e uniforme de plântulas e crescimento inicial de plantas.

Sementes mais vigorosas, com melhor desempenho fisiológico, originarão plântulas com maiores taxas de desenvolvimento e ganho de massa em função dessas apresentarem maior capacidade de transformação dos tecidos (FRIGERI, 2007).

Quanto à massa fresca de plântulas, constatou-se que os maiores valores foram obtidos pelos genótipos Pérola, MAIV-15204, MAIV-18259, MAIV-18524, RCII- 219 e VC-23. Já para a massa seca de plântulas, os maiores valores foram revelados pelos genótipos Pérola, BRSMG Talismã, CVIII-2, EMB4, EMB9, MAIV-15204, MAIV-18259, MAIV-18524, RCII-219, VC-20 e VC-23

(TABELA 2). De acordo com os resultados obtidos nos testes de massa fresca e seca das plântulas, os genótipos que obtiveram os maiores valores possuem maior vigor de plântulas. Em trabalho realizado por Kolchinski *et al.* (2006), com soja, foi observado que plantas provenientes de sementes de alto vigor possuem maior área foliar e produção de matéria seca e maiores taxas de crescimento.

Maia *et al.* (2011), ao avaliar massa seca da parte aérea de plântulas, verificaram existência de variabilidade genética para linhagens de feijão-comum.

Sementes de baixo vigor podem provocar reduções na porcentagem e na velocidade de emergência de plântulas, no tamanho inicial, na produção de matéria seca, na área foliar e nas taxas de crescimento das plantas (SCHUCH *et al.*, 2000; MACHADO, 2002; HÖFS, 2003, MELO *et al.*, 2006), podendo afetar o estabelecimento da cultura, o seu desempenho ao longo do ciclo e a produtividade de sementes.

As linhagens MAIV-18524 e RCII-219 apresentaram maior índice de velocidade de emergência, comprimento de plântulas, massa fresca e massa seca de plântulas. A linhagem MAIV-18259 foi o único genótipo que se manteve entre os que obtiveram os maiores valores para o índice de velocidade de emergência, envelhecimento acelerado, comprimento de plântulas, massa fresca e massa seca de plântulas (TABELA 2). Entretanto, cabe salientar que, para todas as características avaliadas, a maioria dos genótipos demonstrou bom desempenho, sugerindo boa qualidade fisiológica das sementes.

Após o teste de envelhecimento acelerado, as linhagens MAIV-18259, VC-19 e a cultivar BRSMG Majestoso apresentaram maiores valores de porcentagem de germinação que os demais genótipos avaliados (TABELA 2). No entanto, nenhum dos genótipos atingiram a germinação mínima exigida pelas

classes de sementes básicas e ou certificadas para comercialização de sementes de feijão.

Coelho *et al.* (2010) observaram que após a submissão das sementes ao envelhecimento acelerado, houve um decréscimo acentuado na porcentagem de germinação em função do estresse causado aos genótipos. Contudo, as respostas foram diferentes entre os genótipos, assim como no presente trabalho.

No teste de envelhecimento acelerado para sementes de feijão há uma queda expressiva na germinação e no vigor (BINOTTI *et al.*, 2008) devido a exposição das sementes a temperatura e umidade levadas. Desse modo, percebe-se que, devido às sementes dos genótipos terem passado por um estresse sendo submetidas a temperatura e umidade relativa elevadas durante o período de envelhecimento, apresentaram, de maneira geral, baixo desempenho na capacidade germinativa.

Os resultados referentes à qualidade fisiológica das sementes por meio das características índice de velocidade de emergência, comprimento de plântulas, massa fresca e seca de plântulas, e o envelhecimento acelerado permitiram identificar a existência de variabilidade genética entre os genótipos estudados.

CONCLUSÕES

Não foi detectada variabilidade genética entre os genótipos avaliados quanto à porcentagem de germinação, primeira contagem de germinação e emergência de plântulas.

Existe variabilidade genética entre os genótipos quanto ao índice de velocidade de emergência, comprimento de plântulas, massa fresca e massa seca de plântulas e envelhecimento acelerado.

As linhagens MAIV-18259, EMB4, EMB9, RCII-219, MAIV-18524 e MAIV-15204 e a cultivar BRSMG Talismã apresentam os melhores resultados para a maioria das características associadas à qualidade fisiológica das sementes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABUD, H. F. *et al.* Qualidade fisiológica de sementes das pimentas malagueta e biquinho durante a ontogênese. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 12, p. 1546-1554, dez. 2013.

BARROS, E. S. **Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de feijão-comum do grupo carioca procedente da região Centro Sul do estado de Sergipe**. 2011. 32 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas), Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2011.

BERTOLIN, D. C.; SÁ, M. E.; MOREIRA, E. R. Parâmetros do teste de envelhecimento acelerado para determinação do vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 104 -112, 2011.

BINOTTI, F. F. S. *et al.* Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 247-254, 2008.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instrução Normativa 25/2005. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Anexo V- Padrões para produção e comercialização de sementes de feijão)**. Brasília-DF: SNAD/DNDN/CLAV: D. O. U. Brasília, DF, 20 dez, 2005, p. 18.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: DNDV/CLAV, 2009. 365 p.

COELHO, C. M. *et al.* Potencial fisiológico em sementes de cultivares de feijão crioulo (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 3, p. 97-105, 2010.

COIMBRA, R. A. *et al.* Testes de vigor utilizados na avaliação da qualidade fisiológica de lotes de sementes de milho-doce (*sh2*). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 9, p. 2402-2408, 2009.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO

Acompanhamento da safra brasileira de grãos, safra 2013-2014. v. 1. n. 2.

2013. Disponível em:

<http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_06_12_16_15_32_boletim_portugues_junho_2012.pdf>. Acesso em: 14 maio 2013.

DIAS, M. A. N.; MONDO, V. H. V.; CICERO, S. M. Vigor de sementes de milho associado à mato-competição. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 32, n. 2, p. 93-101, 2010.

FRIGERI, T. **Interferência de patógenos nos resultados dos testes de vigor em sementes de feijoeiro**. 2007. 77 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2007.

HÖFS, A. **Vigor de sementes de arroz e desempenho da cultura**. 2003. 44 f. Tese (Doutorado em ciência e tecnologia de sementes)-Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2003.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH L. O. B.; PESKE S. T. Crescimento inicial de soja em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 2, p. 163-166, abr-jun, 2006.

LUDWIG, M. P. *et al.* Desempenho de plantas de feijão originadas de lotes de sementes com diferentes níveis de qualidade fisiológica. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, Uruguaiana, v. 15, n. 2, p. 44-52. 2008.

MACHADO, R. F. **Desempenho de aveia-branca (*Avena sativa* L.) em função do vigor de sementes e população de plantas**. 2002. 46 f. Dissertação (Mestrado em ciência e tecnologia de sementes)- Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2002.

MAGUIRE, D. J. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n. 2, p. 176-177, Mar/Apr. 1962.

MAIA, L. G. S. *et al.* Variabilidade genética associada à germinação e vigor de sementes de linhagens de feijoeiro comum. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 2, p. 361-367, 2011.

MARCOS FILHO, J.; CÍCERO, S. M.; SILVA, W. R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230 p.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B (Eds.) **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999a. p. 1-24.

MARTINS, C. C. *et al.* Comparação entre métodos para a avaliação do vigor de lotes de sementes de couve-brócolos (*Brassica oleracea* L. var. *italica* Plenck). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 24, n. 2, p. 96-101, 2002.

MELO, P. T. B. S. *et al.* Comportamento individual de plantas originadas de sementes com diferentes níveis de qualidade fisiológica em populações de arroz irrigado. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 28, n. 2, p. 84-94, 2006.

OLIVEIRA, M. B. *et al.* Épocas de colheita e qualidade fisiológica de sementes de crambe. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 35, n. 4, jul./ago. 2014.

SCHUCH, L. O. B. *et al.* Vigor de sementes e análise de crescimento de aveia preta. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 305-312, 2000.

SILVA, G. C. *et al.* Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) provenientes do estado de Goiás. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 29, n. 1, p. 29-34, 2008.