



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS**

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES  
DE FEIJÃO DE CULTIVARES DE  
DIFERENTES HÁBITOS DE CRESCIMENTO,  
EM FUNÇÃO DE DENSIDADES  
POPULACIONAIS, NO NORTE DE MINAS  
GERAIS**

**HUGO TIAGO RIBEIRO AMARO**

**2012**

**HUGO TIAGO RIBEIRO AMARO**

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO DE  
CULTIVARES DE DIFERENTES HÁBITOS DE CRESCIMENTO, EM  
FUNÇÃO DE DENSIDADES POPULACIONAIS, NO NORTE DE MINAS  
GERAIS**

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**  
**2012**

A485q	<p>Amaro, Hugo Tiago Ribeiro.</p> <p>Qualidade fisiológica de sementes de feijão de cultivares de diferentes hábitos de crescimento, em função de densidades populacionais, no Norte de Minas Gerais [manuscrito] / Hugo Tiago Ribeiro Amaro. – 2012. 71 p.</p> <p>Dissertação (mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal no Semiárido, Universidade Estadual de Montes Claros - Janaúba, 2012. Orientador: Dr. Abner José de Carvalho.</p> <p>1. Arranjos espaciais. 2. <i>Phaseolus vulgaris</i> L. 3. Safras. 4. Vigor de sementes. I. Carvalho, Abner José de. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.</p> <p>.</p>
-------	--

**HUGO TIAGO RIBEIRO AMARO**

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO DE  
CULTIVARES DE DIFERENTES HÁBITOS DE CRESCIMENTO, EM  
FUNÇÃO DE DENSIDADES POPULACIONAIS, NO NORTE DE MINAS  
GERAIS**

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 09 de julho de 2012.**

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

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Andréia Márcia Santos de  
Souza David  
UNIMONTES  
(Co-orientadora)

Prof. Dr. Ignacio Aspiazú  
UNIMONTES

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Neiva Maria Batista  
Vieira  
IFSULDEMINAS  
Campus Machado

**JANAÚBA  
MINAS GERAIS – BRASIL  
2012**

***A DEUS,***

Razão de todas as vitórias, luz de todos os caminhos. Que por Sua Benção ilumina minha vida, tornando reais os meus sonhos.

***A MINHA FAMÍLIA***

Sempre presente. Obrigado pela confiança e por fazer parte dessa caminhada, fortalecendo minha fé.

***AOS AMIGOS***

Pelo apoio constante e palavras de incentivo.

***Dedico...***

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, pelo dom da vida e por ser a fonte das forças que me permitiu concluir mais uma etapa de minha vida. Sempre abençoando meus passos, concebendo-me discernimento para continuar firme nessa caminhada.

À Universidade Estadual de Montes Claros – Unimontes, por mais essa oportunidade.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa que muito contribuiu para a conclusão do curso, e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo apoio financeiro.

Um agradecimento especial aos meus orientadores: A professora Dra. Andréia Márcia Santos de Souza David, obrigado pela dedicação, orientação, ensinamentos transmitidos, pela amizade construída ao longo desses anos e por toda a confiança depositada em mim e no meu trabalho. Ao professor Dr. Abner José de Carvalho, obrigado pela orientação, amizade, incentivo constante e por ter acreditado no meu potencial. A vocês, serei eternamente grato pelas oportunidades que muito ajudaram na minha formação e, pelos bons conselhos, onde sempre ensinaram que a vitória é resultado da dedicação, trabalho e crescimento conjunto.

Aos professores Dr. Ignacio Aspiazú e Dra. Neiva Maria Batista Vieira. Obrigado pelo apoio, amizade, conhecimentos transmitidos e pelas valiosas contribuições para a conclusão do trabalho.

Agradeço aos professores da Unimontes, campus Janaúba, em especial aos professores Dr. Dorismar David Alvez e Dr. Wagner Ferreira da Mota, obrigado pelas oportunidades, atenção e incentivo. Aos funcionários, pela colaboração e apoio, agradeço!

Um agradecimento especial aos amigos do Laboratório de Análise de Sementes: Miquéias, Izabel, Marina, Bruno Rafael, Cecília, Lucas, Jerfesson, Rebeca e todos que ajudaram na condução do experimento. Obrigado pela dedicação e principalmente pela convivência e amizades construídas.

Aos amigos Marcos Gleidson, Paulo Henriques, Alceu Batista, Vanet Batista e todos que contribuíram na instalação e condução do experimento na fazenda experimental. Agradeço também aos amigos da Unimontes e todos aqueles que me ajudaram durante esses anos de estudos na cidade de Janaúba. Obrigado...

E por último e não menos importante, agradeço aos meus queridos pais Edmar (*in memória*) e Cláudia. Sempre ao meu lado e com humildade, amor e dedicação, me ensinaram grandes valores que guardarei por toda a vida.... Verdadeiros mestres, presentes de Deus..... Agradeço aos meus irmãos Diego e Diogo e toda a minha família. Obrigado pelo apoio, carinho e por fazerem parte deste sonho.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização desse trabalho.

**MUITO OBRIGADO!!!**

*“Nada me perturbe. Nada me amedronte. Tudo passa. A paciência tudo alcança. A quem tem Deus, nada falta. Só Deus basta”*

*(Santa Tereza D'Ávila)*

*Amanhã, quando nossos passos forem mais firmes, nossos anseios mais concretos e realizados, restará sempre a lembrança daqueles que muito contribuíram para isto.*

*(Autor desconhecido)*

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	i
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	iii
<b>RESUMO</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2 REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	3
2.1 Importância socioeconômica do feijão .....	3
2.2 Hábitos de crescimento do feijoeiro .....	5
2.3 Competição intra e interespecífica .....	9
2.4 Densidades populacionais na cultura do feijoeiro .....	11
2.5 Épocas de plantio .....	15
2.6 Qualidade fisiológica de sementes .....	18
2.7 Testes para avaliação da qualidade fisiológica de sementes .....	21
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	24
3.1 Localização e caracterização da área experimental .....	24
3.2 Tratamentos e delineamento experimental .....	28
3.3 Instalação e condução do experimento .....	30
3.4 Características avaliadas .....	31
3.5 Análises estatísticas .....	33
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	34
4.1 Teor de água.....	36
4.2 Germinação.....	42
4.3 Primeira contagem de germinação .....	45
4.4 Emergência de plântulas .....	47
4.5 Índice de velocidade de emergência.....	49
4.6 Envelhecimento acelerado .....	54
<b>5 CONCLUSÃO</b> .....	59
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	60

## LISTA DE TABELAS

### Páginas

<b>TABELA 1.</b> Resultados de análises de características químicas de amostras de material do solo das áreas experimentais, retiradas na camada de 0 a 20 cm de profundidade. Janaúba, MG. 2012. ....	25
<b>TABELA 2.</b> Principais características das cultivares de feijoeiro estudadas. Janaúba, MG. 2012. ....	29
<b>TABELA 3.</b> Resumo da análise de variância dos dados referentes ao teor de água (TA), germinação (GE), primeira contagem de germinação (PC), emergência de plântulas (EP), índice de velocidade de emergência (IVE) e envelhecimento acelerado (EA) de cultivares de feijoeiro cultivadas em diferentes densidades populacionais, nas safras da seca e de inverno de 2011. Janaúba, MG. 2012. ....	35
<b>TABELA 4.</b> Valores médios do teor de água (%) de sementes de cultivares de feijoeiro semeadas em diferentes densidades populacionais, nas safras da seca e de inverno de 2011. Janaúba, MG. 2012. ....	37
<b>TABELA 5.</b> Valores médios de germinação (%) de sementes de cultivares de feijoeiro semeadas em diferentes densidades populacionais, nas safras da seca e de inverno de 2011. Janaúba, MG. 2012. ....	42
<b>TABELA 6.</b> Valores médios de primeira contagem de germinação (%) de sementes de cultivares de feijoeiro semeadas em diferentes densidades populacionais, nas safras da seca e de inverno de 2011. Janaúba, MG. 2012. ...	46
<b>TABELA 7.</b> Valores médios de emergência de plântulas (%) de cultivares de feijoeiro semeadas em diferentes densidades populacionais, nas safras da seca e de inverno de 2011. Janaúba, MG. 2012. ....	48
<b>TABELA 8.</b> Valores médios do índice de velocidade de emergência de cultivares de feijoeiro semeadas em diferentes densidades populacionais, nas safras da seca e de inverno de 2011. Janaúba, MG. 2012. ....	50
<b>TABELA 9.</b> Valores médios do índice de velocidade de emergência de cultivares de feijoeiro semeadas em diferentes densidades populacionais, nas safras da seca e de inverno de 2011. Janaúba, MG. 2012. ....	52

**TABELA 10.** Valores médios de germinação de sementes (%) após o envelhecimento acelerado de cultivares de feijoeiro semeadas em diferentes densidades populacionais, nas safras da seca e de inverno de 2011. Janaúba, MG. 2012.....54

**TABELA 11.** Valores médios de germinação de sementes (%) após o envelhecimento acelerado de cultivares de feijoeiro semeadas em diferentes densidades populacionais, nas safras da seca e de inverno de 2011. Janaúba, MG. 2012.....56

## LISTA DE FIGURAS

### Páginas

- FIGURA 1.** Variação diária das médias de precipitação, temperatura (máxima, média e mínima) e umidade relativa do ar durante o ano de 2011. Dados obtidos na Estação Climatológica da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Nova Porteirinha, MG. Janaúba, MG. 2012. ....27
- FIGURA 2.** Teor de água (%) de sementes das cultivares Ouro Vermelho e Madrepérola semeadas em diferentes densidades populacionais, na safra de inverno de 2011. Janaúba, MG. 2012. ....40
- FIGURA 3.** Índice de velocidade de emergência (IVE) da cultivar Madrepérola semeada em diferentes densidades populacionais, nas safras da seca e de inverno de 2011. Janaúba, MG. 2012.....53
- FIGURA 4.** Germinação (%) de sementes após o envelhecimento acelerado da cultivar Ouro Negro semeada em diferentes densidades populacionais, nas safras da seca e de inverno de 2011. Janaúba, MG. 2012.....57

## RESUMO

AMARO, Hugo Tiago Ribeiro. **Qualidade fisiológica de sementes de feijão de cultivares de diferentes hábitos de crescimento, em função de densidades populacionais, no Norte de Minas Gerais**. 2012. 71p. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal no Semiárido)-Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG<sup>1</sup>.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de quatro cultivares de feijoeiro com diferentes hábitos de crescimento, em função de densidades populacionais e da época de semeadura, nas condições do Norte de Minas Gerais. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Unimontes, localizada no município de Janaúba, Minas Gerais, nas safras da seca e de inverno de 2011, com análises realizadas no Laboratório de Análise de Sementes da Unimontes, campus Janaúba. Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 4x5, envolvendo quatro cultivares de feijoeiro (Ouro Vermelho, Ouro Negro, Madrepérola e Manteigão Vermelho) e cinco densidades de semeadura (100, 200, 300, 400 e 500 mil plantas ha<sup>-1</sup>). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada a partir das seguintes características: teor de água, germinação, primeira contagem de germinação, emergência de plântulas, índice de velocidade de emergência e envelhecimento acelerado. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância conjunta, envolvendo as duas safras de cultivo. Os efeitos da densidade de semeadura foram estudados por meio de análise de regressão, e os efeitos das cultivares foram estudados pelo teste de Tukey, a 5% de significância, enquanto os efeitos das épocas de plantio foram comparados pelo

---

<sup>1</sup> **Comitê de orientação:** Prof. Dr. Abner José de Carvalho - DCA/UNIMONTES (Orientador); Profa. Dra. Andréia Márcia Santos de Souza David - DCA/UNIMONTES (Coorientador).

teste F, a 1 e a 5% de significância. Os resultados obtidos permitiram concluir que as sementes da variedade Manteigão Vermelho apresentam menor qualidade fisiológica do que as das cultivares Ouro Vermelho, Ouro Negro e Madrepérola, nas condições de cultivo do Norte de Minas Gerais. O cultivo do feijoeiro na safra da seca mostra-se mais adequado para a produção de sementes com elevada qualidade fisiológica. O aumento na densidade de semeadura não interfere na qualidade fisiológica de sementes de feijão, independente do tipo de hábito de crescimento da cultivar.

**Palavras-chave:** *Phaseolus vulgaris* L., vigor de sementes, arranjos espaciais, safras.

## ABSTRACT

AMARO, Hugo Tiago Ribeiro. **Physiological quality seeds of bean cultivars with different growth habits, depending on population densities in the north of Minas Gerais**. 2012. 71p. Dissertation (Master's degree in Plant Production in the Semi-arid) - Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG<sup>2</sup>

The objective of this study was to evaluate the physiological quality of seeds of four bean cultivars with different growth habits, depending on sowing rates and sowing dates, under the conditions of the North of Minas Gerais. The experiment was conducted at the Experimental Farm Unimontes, located in the municipality of Janaúba, Minas Gerais, during the harvest and the dry winter of 2011, with analyzes performed at the Laboratory of Seeds Analysis Unimontes, Janaúba campus. The treatments were arranged in a 4x5 factorial scheme, involving four bean cultivars (Ouro Vermelho, Ouro Negro, Madrepérola and Manteigão Vermelho) and five seeding rates (100, 200, 300, 400 and 500 thousand plants ha<sup>-1</sup>). The experimental design was a randomized complete block with four replications. The physiological seed quality was evaluated from the following characteristics: moisture content, germination, first count germination, seedling emergence, speed of emergence and accelerated aging. The data were subjected to analysis of variance, involving the two growing seasons. The effects of planting density were studied by means of regression analysis, and the effects of cultivars were studied by the Tukey test at 5% significance level, while the effects of planting dates were compared by F test at 1 and 5 % significance level. The results showed that the seeds of the cultivar Manteigão Vermelho have lower physiological quality than the cultivars Ouro Vermelho, Ouro Negro e Madrepérola, growing conditions in the North of

---

<sup>2</sup> **Guidance committee:** Prof. Dr. Abner José de Carvalho - DCA/UNIMONTES (Advisor); Profa. Dra. Andréia Márcia Santos de Souza David - DCA/UNIMONTES (Co-advisor).

Minas Gerais. The bean crop in the dry season seems more suitable for the production of seeds with high physiological quality. The increase in seeding rate does not affect the physiological quality of bean seeds, regardless of the growth habit of the cultivar.

**Keywords:** *Phaseolus vulgaris* L, force seeds, spatial arrangements, crops.

## 1 INTRODUÇÃO

Alimento tradicional e muito consumido pelos brasileiros, o feijão constitui importante fonte proteica na dieta de enorme parcela da população mundial, merecendo destaque no cenário nacional e internacional. É uma das principais explorações agrícolas do país, sendo que sua cadeia de produção, beneficiamento e comercialização gera ocupação e renda, principalmente às classes menos privilegiadas.

O Brasil se destaca como o maior produtor e consumidor de feijão, considerando a área semeada e a produtividade esperada, a produção de feijão na safra 2011/12 deve ser de 3,137 milhões de toneladas (CONAB, 2012), com produtividade estimada em 873 kg ha<sup>-1</sup>. Em Minas Gerais, a produção de feijão na safra 2011/12 deve alcançar 606 mil toneladas, em uma área de aproximadamente 403,6 mil hectares, equivalendo a um ganho de quase 1% em relação à área do período anterior (SEAPA, 2012).

A produção de semente de feijão de elevada qualidade fisiológica é um desafio para o setor sementeiro, onde, na maioria dos sistemas de produção, a utilização de técnicas apropriadas de manejo ainda é incipiente. Nessas áreas é comum a utilização do próprio grão colhido na safra anterior para semeadura, bem como adoção de cultivares e populações de plantas inadequados nas diferentes condições de cultivo, o que pode ser prejudicial à qualidade das sementes produzidas, com efeitos também na produtividade da cultura.

Para obtenção de maiores respostas a tecnologias que resultem em produção de sementes de elevada qualidade na cultura do feijão, o emprego de população adequada de plantas é fator fundamental, por ter influência marcante em várias características morfofisiológicas da cultura. Todavia, o melhor arranjo de plantas depende das características intrínsecas da cultivar, como porte, hábito de crescimento e arquitetura de planta, bem como do sistema de manejo da

cultura (BEZERRA *et al.*, 2009), fatores estes que irão determinar a capacidade de utilização dos recursos disponíveis.

Em adição, as condições climáticas representam outro fator limitante à qualidade fisiológica de sementes das cultivares de diferentes hábitos de crescimento, principalmente nos estádios de florescimento e maturação, que são os pontos mais críticos. Portanto, o planejamento da época de plantio deve coincidir com as condições climáticas favoráveis nas diferentes safras de cultivo, uma vez que variações na temperatura, umidade relativa do ar e precipitação podem acarretar danos às sementes, com prejuízos a sua qualidade fisiológica.

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar a qualidade fisiológica de sementes de quatro cultivares de feijoeiro-comum, de diferentes hábitos de crescimento, em função de densidades populacionais e de épocas de semeadura, no Norte de Minas Gerais.

## 2 REFERÊNCIAL TEÓRICO

### 2.1 Importância socioeconômica do feijão

Alimento tradicional e muito consumido pelos brasileiros, o feijão é considerado um dos principais componentes da dieta alimentar do país. O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é bastante difundido em todo o território nacional, seja no sistema solteiro ou consorciado com outras culturas. A cultura é reconhecida como de subsistência em pequenas propriedades, muito embora tenha havido, no últimos 25 anos, crescente interesse de produtores de outras classes com a adoção de tecnologias avançadas, incluindo irrigação, controle fitossanitário, colheita mecanizada (PAULA JÚNIOR *et al.*, 2008) bem como uso de sementes de qualidade e adequação de populações ideais de plantas nas áreas de produção.

O feijão constitui importante fonte proteica na dieta de enorme parcela da população mundial, merecendo destaque no cenário nacional e internacional, principalmente nos países em desenvolvimento das regiões tropicais e subtropicais, particularmente nas Américas (47% da produção mundial) e no leste e sul da África (10% da produção mundial). A maioria dos cultivares de feijão utilizados no Brasil apresenta de 20 a 25% de proteína, todavia, existem outros com mais de 30% que podem ser empregados como genitores em programas de melhoramento, visando desenvolver cultivares com maior qualidade nutricional (BORÉM e CARNEIRO, 2006).

Além da importância do feijão na alimentação da população brasileira e mundial, a cadeia de produção, beneficiamento e comercialização gera ocupação e renda, principalmente às classes menos privilegiadas. Estima-se que no cultivo do feijão sejam utilizados cerca de 7 milhões de homens/dia-ciclo de produção, envolvendo cerca de 295.00 produtores só em Minas Gérias. Esta leguminosa é

cultivada em todas as regiões do Estado, com os mais variados níveis tecnológicos e sistemas de produção (BORÉM e CARNEIRO, 2006).

O Brasil é o maior produtor e consumidor mundial de feijão, considerando a área semeada e a produtividade esperada, a produção de feijão na safra 2011/12 deve ser de 3,137 milhões de toneladas, com queda de 595,4 mil toneladas em relação a safra anterior (CONAB, 2012), em uma área de aproximadamente 3,67 milhões de hectares. O feijoeiro é cultivado em praticamente todos os estados brasileiros, sendo Paraná (23,5%), Minas Gerais (21,9%), Goiás (12,4%), São Paulo (8,3%) e Mato Grosso (7,7%) os principais produtores nacionais (IBGE, 2012). Em Minas Gerais, a produção de feijão na safra 2011/12 deve alcançar 606 mil toneladas, em uma área de aproximadamente 403,6 mil hectares, equivalendo a um ganho de quase 1% em relação à área do período anterior (SEAPA, 2012).

A cultura do feijão tem apresentado uma variação significativa de comportamento em relação à área cultivada, influenciada por diversos fatores que podem determinar a baixa produtividade da cultura, bem como produção de sementes, quando é destinado a esse fim. Entretanto, com a evolução das práticas culturais, aliada ao desenvolvimento de cultivares melhoradas e à adoção de tecnologias pelos agricultores brasileiros, permitiu expressivo ganho em produtividade, saindo de patamares de 500 kg ha<sup>-1</sup> de média nacional, no final da década de 1970, para 1.000 kg ha<sup>-1</sup> na safra 2009/2010. Em alguns estados do país, onde se utilizam níveis tecnológicos elevados, a produtividade supera os 2.000 kg ha<sup>-1</sup> (CONAB, 2012).

O mercado brasileiro de feijão caracteriza-se por grande preferência pelo tipo comercial carioca, entretanto, pesquisas têm mostrado que há interesse por outros tipos de feijão como o jalo, rosinha, vermelho, preto e amarelo, constituindo novas nichos de mercados para outras cultivares. Pode-se dizer ainda que, consumidores de renda mais alta têm claramente suas preferências

por outros tipos de feijão, talvez haja um mercado potencial para feijão com qualidades especiais, como, por exemplo, com maior teor de fibra, ou mesmo para produtos industrializados (YOKOYAMA, 2002), sendo de crucial importância a condução de estudos para identificar as preferências dos consumidores, fortalecendo a cadeia produtiva da cultura.

## **2.2 Hábitos de crescimento do feijoeiro**

O feijão é considerado um dos alimentos mais antigos entre as culturas de interesse agrícola, cultivado em uma grande diversidade de ambientes e em muitos países de todo o mundo, o que o torna uma das espécies com maior variabilidade de caracteres agrônômicos. O processo de domesticação do feijoeiro resultou na seleção de características importantes para a sobrevivência da população nas condições de cultivo. De acordo com Singh *et al.* (1991), as modificações mais aparentes que ocorreram no processo de domesticação do feijoeiro incluem o aparecimento de características de gigantismo das folhas, vagens e sementes; supressão da deiscência explosiva das sementes; perda da dormência das sementes; aparecimento de uma grande variedade de tamanhos, formas e cores de semente e seleção para insensibilidade ao fotoperíodo, além da mudança no hábito de crescimento.

Dentre os caracteres presentes no feijoeiro, o hábito de crescimento é considerado um dos mais importantes, pois ele é essencial na descrição dos cultivares, na escolha dos mais adequados para o plantio nas mais variadas condições de cultura e, também, na obtenção de novos cultivares pelo melhoramento, uma vez que a expressão do potencial produtivo das cultivares poderá requerer práticas específicas para cada hábito de crescimento (SANTOS e GAVILANES, 2006).

Na classificação dos hábitos de crescimento do feijão, atenção deve ser dada ao hábito de florescimento das plantas, que pode ser determinado ou indeterminado. As plantas de hábito determinado são as que desenvolvem uma inflorescência no ápice da haste principal e das hastes laterais. Geralmente, a primeira flor se abre na inflorescência apical da haste principal, e, posteriormente, abrem-se as outras flores das inflorescências das hastes laterais. Nesse tipo de planta, o florescimento ocorre do ápice da planta para a base e determina o final do crescimento das plantas. Nas plantas de hábito indeterminado, os meristemas apicais da haste principal e das laterais continuam vegetativos durante o florescimento. Nessas plantas, normalmente a primeira flor abre-se em inflorescência posicionada na base e, em seguida, abrem-se as flores nas posições superiores. Assim, nas plantas com hábito de crescimento indeterminado, o florescimento ocorre da base para o ápice, como descrito por Santos e Gavilanes (2006).

A classificação dos hábitos de crescimento do feijão considera, além dos hábitos determinado e indeterminado, também o número de nós e o comprimento dos internódios ao longo da haste principal, a intensidade de ramificação lateral e a habilidade trepadora da planta. Com base nesses caracteres, Santos e Gavilanes (2006) relatam que os hábitos de crescimento dos cultivares são classificados em tipos Ia, Ib, IIa, IIb, IIIa, IIIb, IVa e IVb.

O tipo I inclui as cultivares de hábito de crescimento determinado e arbustivo, principalmente porque elas possuem os menores números e os mais curtos internódios dentre todas as cultivares (Ia). Aquelas com maior número e com internódios mais longos tendem a acamar (Ib). As cultivares do tipo I geralmente florescem e amadurecem durante um período menor do que as outras cultivares, além de serem mais precoces na maioria dos casos (SANTOS e GAVILANES, 2006).

O ciclo das plantas relacionadas a esse tipo de crescimento varia entre 60 a 75 dias, cujo período de florescimento oscila entre 7 a 12 dias. Variedades de feijão do tipo I possuem baixa tolerância a falta d'água (estresse), baixa capacidade de compensação e concentram suas vagens no terço médio da planta. A maturação é uniforme e as vagens raramente tocam o solo.

O tipo IIa corresponde às plantas eretas e arbustivas, enquanto o IIb às semitrepadoras. Evidentemente, a habilidade trepadora sofre grande influência das condições ambientais, como luminosidade, umidade e fertilidade do solo. Os cultivares do tipo II possuem geralmente mais de doze nós na haste principal e são chamados de “guia” ou ramo curto. O número de hastes laterais é ligeiramente maior do que o do tipo I.

O ciclo das plantas desse tipo de crescimento varia de 80 a 95 dias, cujo período de florescimento oscila entre 10 a 15 dias. Variedades desse grupo possuem média tolerância á falta de água, boa compensação de vagens, concentrando-as no terço médio a inferior da planta. A maturação é desuniforme e algumas vagens podem ter contato com o solo.

Os cultivares do tipo IIIa são prostrados ou semitrepadores, com tendência arbustiva em ambientes onde as plantas desenvolvem-se menos. Já o tipo IIIb são plantas prostradas ou trepadoras e possuem menor número de hastes laterais do que o tipo IIIa. As hastes das plantas do tipo III são mais desenvolvidas do que as das plantas do tipo II, porque elas possuem maior número de nós e o comprimento médio dos internódios é ligeiramente maior.

Nas plantas tipo III, o período de florescimento é extremamente amplo para a espécie (15 a 20 dias) quando comparado ao tipo I (cinco a sete dias) e ao tipo II (10 a 15 dias). Este tipo de planta se destaca pelo grande potencial de produção; excelente capacidade de compensação de espaços vazios (baixo estande) e rusticidade. Entretanto, apresenta grande desuniformidade de maturação dos legumes e grande quantidade de legumes localizada na parte

basilar da planta, o que possibilita seu contato com o solo, além de frequentes reduções de produção quando da constatação de inadequada distribuição ou excesso de plantas na área (DOURADO NETO e FANCELLI, 2000).

O hábito de crescimento IV é o das plantas com grande capacidade trepadora. A haste principal possui entre 20 e 30 nós e pode alcançar mais de dois metros de comprimento. Nos cultivares desse tipo, o período de florescimento é mais amplo, podendo-se observar em uma planta desde flores abrindo até vagens já maduras. Com base no modo de distribuição das vagens na planta, os cultivares são classificados em tipo IVa (vagens distribuídas por toda a planta) e IVb (maior concentração de vagens na parte superior da planta). Os cultivares do tipo IV necessitam de tutoramento para expressarem a máxima produtividade (SANTOS e GAVILANES, 2006).

Devido ao seu longo ciclo, estes feijoeiros trepadores são cultivados em regiões mais úmidas e são mais trabalhosos para o cultivo. Acredita-se que a domesticação tenha ocorrido a partir dos trepadores para os arbustivos e dos feijoeiros de sementes pequenas na direção das de sementes maiores (EVANS, 1973).

As cultivares normalmente plantadas em Minas Gerais são de hábito de crescimento II, como ‘Carioca MG’ e Rio Tibagi’, e principalmente do tipo III, como ‘Carioca’, ‘Aporé’ e ‘Jalo’. Algumas cultivares do tipo I mais conhecidas são as mais precoces, como ‘Mateigão Foscol1’, ‘Goiano Precoce’ e ‘Eriparza’ (SANTOS e GAVILANES, 2006). A preferência do consumidor é regionalizada e diferenciada, principalmente quanto à cor e ao tipo do grão, sendo que a preferência predominante no Brasil é de feijões do grupo carioca.

### **2.3 Competição intra e interespecífica**

Segundo Wilson (1988), a competição é uma interação entre indivíduos, provocada por uma exigência compartilhada para um recurso de provisão limitada, conduzindo a uma redução no crescimento e sobrevivência da espécie menos adaptada. As plantas podem competir entre si (competição intraespecífica) e com plantas de outras espécies (competição interespecífica) pelos recursos do meio, como luz, água, nutrientes e CO<sub>2</sub>.

O conhecimento dos mecanismos que regulam a competição entre plantas de diferentes hábitos de crescimento, arquiteturas e habilidades competitivas, é de grande importância no contexto agrícola, uma vez que a duração do tempo da competição em resposta a esses fatores determina o sucesso na produção das culturas.

A competição entre plantas ocorre tanto abaixo como acima do solo. Entretanto, a competição que ocorre abaixo do solo frequentemente reduz a performance de plantas de forma mais acentuada que a competição que ocorre acima do solo. Uma redução considerável no crescimento de espécies, tanto em combinações intra como interespecíficas, é resultante da competição espacial entre grupos de plantas que ocupam o mesmo local em um determinado período de tempo (ZANINE e SANTOS, 2004).

Na competição abaixo do solo verifica-se que a água é um dos mais importantes recursos pelos quais as plantas competem, uma vez que sua falta pode afetar significativamente o movimento e a disponibilidade dos nutrientes. Em adição, quando elementos minerais estão em falta ou quando ocorre competição entre plantas por um elemento particular, a fixação de outro elemento pode ser igualmente afetada, desbalanceado o desenvolvimento normal das plantas.

Segundo Bezerra *et al.* (2008), a competição em intensidade elevada, nos estádios iniciais do desenvolvimento da cultura, pode favorecer o surgimento de plantas improdutivas, causar a diminuição do estande produtivo final e, conseqüentemente, o rendimento de grãos.

A principal determinante da eficiência na captura dos recursos pelas plantas em competição é o tamanho das raízes, distribuição em relação a disponibilidade e atividade dos órgãos de fixação. Assim, o tamanho do sistema radicular normalmente sofre redução quando a planta cresce em competição com plantas vizinhas, sendo a densidade populacional um fator importante.

Na competição acima da superfície do solo, maior atenção é dada à capacidade de interceptação luminosa expressa pelas plantas, uma vez que espécies com maior habilidade competitiva são aquelas que desenvolvem mais rapidamente uma arquitetura capaz de interceptar luz, por meio da rápida expansão de área foliar (LEMAIRE, 2001). Entretanto, plantas com elevada habilidade competitiva acima do solo podem não dominar determinada área, se não dispõem de recursos do solo, enquanto plantas com elevada capacidade de absorção de nutrientes podem ser desfavorecidas pelo sombreamento exercido por outras de maior produção de biomassa aérea, sendo necessário a definição de adequados arranjos espaciais que minimizem a competição por luz (ZANINE e SANTOS, 2004).

Segundo Zanine e Santos (2004), uma maior ou menor densidade de plantas, em uma determinada área, gera um comportamento produtivo diferenciado, em função de competição por espaços, água, luz e nutrientes. Esses mesmos autores relatam que o arranjo equidistante de plantas minimiza o auto-sombreamento e retarda o início da competição intraespecífica por recursos do solo.

Eagles (1976) enfatizou que a habilidade competitiva pode mudar em diferentes ambientes, devido a diferenças no hábito de crescimento das plantas,

considerando-se que o hábito de crescimento mais ereto pode resultar em vantagem na competição por luz. Entretanto, com relação ao aproveitamento de nutrientes do solo, não é regra que as plantas mais altas obtenham vantagem competitiva.

Santos e Gavilanes (2006) relatam que a morfologia do feijoeiro é fator preponderante quanto à capacidade competitiva, onde os genótipos de hábitos de crescimento tipo I e II, com porte ereto e poucos ramificados, são menos competitivos. Por outro lado, os genótipos tipo III, os mais cultivados, promovem maior cobertura do solo, sendo mais eficientes na competição interespecífica.

Em geral, o aumento da capacidade competitiva de plantas é atribuído à emergência precoce, elevado vigor de plântulas, culminando com rápido crescimento do sistema radicular (SANDERSON e ELWINGER, 2002), e, segundo Gustafson *et al.* (2004), plantas portadoras de elevada velocidade de emergência e de crescimento inicial possuem prioridade na utilização dos recursos do meio.

O efeito da competição sobre o desenvolvimento e produção das plantas é variável e os resultados dependem do estágio de desenvolvimento no qual esta ocorre. Assim, o arranjo entre plantas pode ser utilizado para minimizar o efeito da competição inter e intraespecífica, melhorando o desempenho da cultura nas áreas de produção.

#### **2.4 Densidades populacionais na cultura do feijoeiro**

A densidade populacional e o arranjo das plantas são fatores determinantes para o sucesso da produção e pode influenciar na qualidade das sementes. Assim, a melhor população de plantas deve possibilitar além de alta produtividade das cultivares, maior facilidade dos tratos culturais, bem como

maior eficiência na interceptação da radiação solar e utilização dos recursos do meio.

Segundo Bezerra (2005), a arquitetura da planta e o sistema de produção influenciam na determinação do arranjo de plantas mais adequado para que os fatores de produção sejam eficientemente aproveitados e o potencial produtivo da cultivar maximizado. Devido à sua grande importância na fase de implantação da lavoura, o melhor arranjo de plantas nos diferentes ambientes de produção é um assunto que ainda desperta bastante interesse da pesquisa, pois, se executado de forma inadequada, compromete as fases posteriores do desenvolvimento fisiológico das plantas.

A cultura do feijoeiro mostra-se tolerante a uma grande variação na população de plantas sem sofrer alterações no rendimento de grãos, devido à facilidade de emitir ramificações. Essa capacidade é definida como plasticidade fenotípica, representando a capacidade da planta de se adaptar às condições ambientais e de manejo, por meio de modificações na morfologia da planta e nos componentes do rendimento (HEIFFIG, 2002). Assim, por meio da plasticidade fenotípica, variações nas características ambientais e de manejo, como o ajuste de densidades populacionais, podem ser mais facilmente contornados pelas plantas em busca de uma melhor adaptação às novas condições.

O arranjo espacial das plantas na área de cultivo constitui fator preponderante na definição das relações de competição entre estas, influenciando a produtividade do feijoeiro. A produção por planta depende do arranjo de sua população no campo e da plasticidade morfológica da espécie, sendo este fator dependente das características intrínsecas da cultivar, como porte, hábito de crescimento e arquitetura de planta, bem como do sistema de manejo da cultura (BEZERRA *et al.*, 2009).

Com o aumento do número de plantas por área existe distribuição diferenciada de luminosidade nos vários estratos do dossel vegetativo da cultura,

proporcionando assim, alteração na utilização da energia solar. Segundo Portes (1988), o feijoeiro é uma planta C<sub>3</sub>, com baixo ponto de saturação luminosa, que é de aproximadamente 1/3 da luz solar máxima. Em condições de pouca luminosidade, a cultura é capaz de reduzir sua taxa respiratória, diminuindo seu ponto de compensação luminosa, e de incrementar a sua área foliar, aumentando a interceptação da luz. Assim, a melhor distribuição da luz pode ser obtida mediante adequado arranjo das plantas, no qual as folhas inferiores recebam maiores taxas de iluminação, aumentando sua contribuição no processo fotossintético e conseqüente ganhos em produção.

Sendo assim, pode-se buscar maior produtividade por meio da utilização de arranjo espacial mais equidistante entre as plantas, fechando os espaçamentos entre as fileiras de semeadura e compensando com menor densidade na fileira. Esta modificação no modelo de semeadura pode resultar na obtenção de altas populações com menor número de plantas nas fileiras (CROTHERS *et al.*, 1976; ROCHA, 1991). Embora existam outros fatores relacionados, como clima, solo e manejo da cultura, o hábito de crescimento da cultivar também deve ser considerado, sendo um dos principais fatores envolvidos na resposta do feijoeiro à densidade populacional (SOUZA *et al.*, 2008).

De maneira geral, são recomendados para o feijoeiro espaçamentos entre 0,40 e 0,60 m entre fileiras, com 10 a 15 plantas por metro (CULTIVO..., 2009), correspondendo a populações entre 167 e 375 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Segundo Fancelli e Dourado Neto (2007), a recomendação mais adequada para escolha de espaçamento na cultura do feijoeiro deve levar em consideração o tipo de hábito de crescimento da cultivar. Segundo esses autores, a densidade populacional indicada para cultivares de hábito de crescimento tipo I varia entre 230 e 270 mil plantas ha<sup>-1</sup>; para cultivares do tipo II, de 190 a 240 mil plantas ha<sup>-1</sup> e para cultivares do tipo III, 170 a 230 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

Como pode ser observado, a grande maioria das informações disponíveis mostram os efeitos de densidades populacionais e habilidades compensatórias na produtividade do feijoeiro. No entanto, pouco se conhece sobre o efeito desses fatores na qualidade fisiológica de sementes de feijão, e os resultados encontrados na literatura são bastante variados.

Alguns trabalhos envolvendo o efeito de arranjos populacionais em cultivares de diferentes hábitos de crescimento têm relatado efeito significativo sobre o desempenho fisiológico de sementes (CARVALHO *et al.*, 1998). Entretanto, outros autores não encontraram diferença significativa entre as populações estudadas (ARF *et al.*, 1996; VAZQUEZ *et al.*, 2008).

Lazarini *et al.* (2001) avaliando a qualidade fisiológica de sementes de cultivares de soja semeadas em diferentes densidades na região de Selvíria-MS, durante o outono e primavera, concluíram que a densidade de semeadura afetou o vigor das sementes das cultivares estudadas. Comportamento semelhante foi observado por Crusciol *et al.* (2002) em trabalho com soja, observando acréscimos na qualidade fisiológica das sementes quando as populações foram elevadas de 300.000 para 500.000 pl ha<sup>-1</sup>.

Nesse sentido, Vieira e Yokoyama (2000) relatam que em populações muito baixas pode haver maior ocorrência de invasoras e desuniformidade na maturação, ocasionando queda significativa na qualidade da semente. Populações muito altas aumentam o custo com maior gasto de semente, bem como dificultam os tratos culturais (CHAGAS, 1988) e, em alguns casos, proporcionam, em função do tipo de hábito de crescimento da planta, queda na qualidade das sementes (FANCELLI e DOURADO NETTO, 2007).

Em condições de altas temperaturas e umidade, altas densidades podem ampliar danos causados por doenças nas raízes e maior umidade dos grãos (VIEIRA e YOKOYAMA, 2000). Maeda *et al.* (1983) avaliando o efeito da população de plantas de soja sobre a qualidade das sementes produzidas,

verificaram que na menor população, as sementes apresentaram maior massa de 100 sementes, germinação e vigor.

O componente fisiológico das sementes é influenciado pelo ambiente em que estas se formaram e pelas condições de colheita, secagem, de beneficiamento e de armazenamento. 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 durante a produção de sementes, o fator determinante e fundamental da qualidade fisiológica é intrínseco e depende do controle genético dessa característica.

Assim, diferentes cultivares das espécies em estudo podem revelar diferenças na qualidade das sementes produzidas, sendo necessário estudar o efeito das condições de cultivo associado as cultivares disponíveis no mercado, revelando as reais respostas desses fatores na produção de sementes com elevada qualidade fisiológica.

## **2.5 Épocas de plantio**

O feijoeiro destaca-se entre as principais culturas anuais, podendo ser estabelecido em diferentes épocas do ano, dependendo da área produtora. Segundo Paula Júnior *et al.* (2008), o feijoeiro é pouco tolerante a fatores extremos do ambiente, revelando-se relativamente exigente no que diz respeito à maioria das condições edafoclimáticas, e as épocas mais indicadas para a sua semeadura são períodos em que a probabilidade de se obter boa produtividade é maior.

As denominações das safras anuais de feijão se confundem em regiões diferentes. Enquanto está colhendo a primeira safra e semeando a segunda no Centro-Sul, a região Nordeste está semeando a primeira e quando o Nordeste

está semeando a segunda safra, o Centro-Sul está colhendo a terceira. Na região Centro-Sul, a primeira safra de feijão tem desenvolvimento normal com alguns Estados enfrentando problemas devido ao excesso de chuvas, neste início de colheita, com o produto perdendo qualidade (CONAB, 2011).

Araujo e Ferreira (2006) relatam que em Minas Gerais, tradicionalmente, a produção do feijão ocorre em duas épocas de plantio, nas safras das “águas” e da “seca”. Nos últimos anos, com a expansão do uso da irrigação no período de entressafra, o feijoeiro tornou-se uma opção muito rentável por ter um ciclo relativamente curto e pelo fato de sua cotação no mercado ter mantido índices de preços atrativos para o produtor.

Basicamente pode-se dizer que a semeadura do feijão no Estado normalmente ocorre em outubro-novembro (“águas”), fevereiro-março (“seca”) e abril-junho (“inverno”), o que significa que há feijão no campo quase todo o ano. Por isso, houve uma nova nomenclatura para designar as distintas épocas de plantio, em função das datas de plantio e de colheita. Assim, têm-se os cultivos de primavera-verão, verão-outono, outono-inverno e inverno-primavera, ou seja, as semeaduras de primavera, verão, outono e inverno.

O cultivo de “primavera-verão” (plantio de primavera), constitui o que os agricultores denominam feijão das “águas”, praticado principalmente por pequenos produtores. Nesse sistema de plantio não há necessidade de irrigação, porque coincide com o período de chuvas, com plantio entre outubro e novembro. Entretanto, a colheita pode ser prejudicada, porque, se houver excesso de chuvas na colheita, fica comprometida a qualidade dos grãos, levando à perda parcial ou total da produção (ARAÚJO e FERREIRA, 2006).

O cultivo de “verão-outono” (plantio de verão) é muito apreciado pelos pequenos agricultores. É o plantio da “seca”, que ocorre entre os meses de fevereiro e março. Em contraste ao que ocorre no plantio da primavera, no plantio de verão existe risco de se perder a produção por escassez de chuvas,

porque, normalmente, a partir de março, a tendência é de reduzir a precipitação pluviométrica na região Norte de Minas Gerais. A grande vantagem do feijão plantado no verão é que a colheita ocorre em época praticamente livre de chuvas, dando ao produto colhido excelente qualidade de grãos e sementes.

O cultivo de “outono-inverno” (plantio de outono) é o preferido pelos grandes produtores do norte e noroeste de Minas Gerais, os quais utilizam alta tecnologia, incluindo o emprego de irrigação por pivô central. Essa safra possibilita maior envolvimento do empresário agrícola, pois, tratando-se de cultura irrigada, exige investimento e alta tecnologia. 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. Nessas regiões, concentra-se a maior produção de feijão do Estado devido à utilização de alta tecnologia de produção.

Em regiões onde há inverno rigoroso, a semeadura do feijão é feita em meados de julho até princípio de agosto, com o objetivo de a cultura escapar dos rigores do frio durante o estágio reprodutivo. É o cultivo de “inverno-primavera” (plantio de inverno). A colheita ocorre em novembro, com maior probabilidade de colheita em período chuvoso. Nessa época, o cultivo tem que ser, obrigatoriamente irrigado, pois não ocorrem chuvas em quantidade suficiente (ARAÚJO e FERREIRA, 2006).

Em relação à produção de sementes, para a manutenção da qualidade fisiológica em resposta às diferentes épocas de plantio, estas devem ser colhidas no momento adequado, evitando-se retardamentos do momento ideal para a operação. O retardamento de colheita resultará em reduções de germinação, vigor e no aumento nos índices de infecção da semente por fungos de campo (COSTA *et al.*, 1983). Ressalta-se também a necessidade da seleção de regiões

mais propícias à produção de semente, associado a utilização de épocas de semeadura adequadas durante as operações de produção.

Quanto à definição de épocas de semeadura, para a produção de grão, os plantios devem ser ajustados para a obtenção de máximas produtividades, entretanto, para a qualidade fisiológica de sementes, o fator qualidade tem prioridade sobre o fator produtividade. A época de semeadura deve ser ajustada de tal modo que a maturação da semente ocorra sob condições de temperaturas amenas associadas a menores índices de precipitação, como descrito por França Neto *et al.* (2007), visando à produção de sementes de qualidade.

## **2.6 Qualidade fisiológica de sementes**

A qualidade da semente é definida como o somatório de todos os atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários que afetam a sua capacidade de originar plantas de alta produtividade. A qualidade fisiológica está relacionada à capacidade da semente desempenhar suas funções vitais, caracterizando-se pela longevidade, germinação e vigor. Portanto, os efeitos sobre a qualidade, geralmente, são traduzidos pelo decréscimo na porcentagem de germinação, aumento de plântulas anormais e redução do vigor das plântulas (TOLEDO *et al.*, 2009)

No estabelecimento da lavoura a qualidade da semente caracteriza-se como fator primordial. Sementes de baixa qualidade, com germinação e vigor reduzidos, originam lavouras com população inadequada de plantas, implicando em instabilidade e prejuízo econômico para o produtor (KRZYZANOWSKI *et al.*, 1993). A utilização de sementes de qualidade comprovada (genética, fisiológica e sanitária) é o fator que, isoladamente, mais contribui para a obtenção de altas produtividades de grãos na cultura do feijão (YOKOYAMA *et al.*, 2000).

A capacidade de germinação das sementes se constitui em um dos pontos mais críticos para determinar o sucesso no estabelecimento de um estande adequado de plantas. Dentro do processo de produção, é fundamental a obtenção de sementes de alta qualidade, pois de um modo geral, a germinação e a emergência das plântulas são reflexos da qualidade fisiológica, como relatado por Braga *et al.* (1999).

Guimarães *et al.* (2006) relatam que o uso de sementes de qualidade é um componente essencial para o bom desempenho das culturas, considerando que transporta todo o potencial genético da cultivar e é responsável pela perfeita distribuição espacial das plantas no terreno e todas essas considerações justificam a importância do estudo da fisiologia de sementes.

O uso de sementes de baixa qualidade pelo agricultor, invariavelmente impede o estabelecimento de adequada população de plantas e exige a realização de outra semeadura. Assim, o conhecimento das condições ideais para manter a qualidade de sementes e a expressão do potencial de germinação de uma determinada espécie é de fundamental importância, uma vez que pode afetar toda a produção da cultura.

Vários fatores afetam a qualidade fisiológica de sementes. No campo, estresses climáticos e nutricionais, frequentemente associados com danos causados por insetos e por microrganismos, são considerados como as principais causas da deterioração da semente, com efeitos imediatos na perda da qualidade. Em sementes de soja, França Neto *et al.* (2007) relatam que a exposição da semente a ciclos alternados de elevada e baixa umidades antes da colheita, devido à ocorrência de chuvas frequentes ou às flutuações diárias de alta e baixa umidade relativa do ar, resultará na sua deterioração por umidade, com consequências diretas na qualidade da semente.

No Brasil, verifica-se que a produção de semente de feijão de elevada qualidade é um desafio para o setor sementeiro, principalmente em regiões de

crescente demanda pelo produto. A taxa de utilização de sementes certificadas de feijão ainda é pequena na maioria dos sistemas de produção, especialmente os praticados pelos agricultores familiares, onde a utilização de técnicas apropriadas de manejo ainda é incipiente, sendo comum a utilização do próprio grão colhido na safra anterior para semeadura, o que prejudica a produção de sementes de qualidade, com reflexos também na produtividade da cultura.

Segundo dados da Associação Brasileira de Sementes e Mudanças, Abrasem (ESTATÍSTICAS, 2012), na safra 2009/2010 apenas 11% da área de feijão no Brasil foi plantada com sementes certificadas, enquanto que em Minas Gerais esse dado é mais assustador, chegando a menos de 1%, reduzindo a qualidade das sementes produzidas com efeitos negativos no estabelecimento de novas áreas de produção.

A taxa de utilização de sementes melhoradas em outras culturas produtoras de grãos (arroz, milho, soja, trigo), acima de 50%, tem sido considerada como um dos fatores responsáveis por cerca de 70% dos acréscimos de produtividade de grãos nos últimos 10 anos, sendo o “cultivar” o fator preponderante (YOKOYAMA *et al.*, 2000).

Uma das etapas mais importantes para o sucesso produtivo da cultura do feijoeiro é a obtenção de sementes de qualidade. Contudo, algumas características intrínsecas à planta, como maturação desuniforme e baixa altura de inserção das primeiras vagens, podem contribuir para o aumento das perdas qualitativas de sementes (KAPPES *et al.*, 2012). Em vários trabalhos foi enfatizada a perda da qualidade das sementes quando as mesmas ficaram expostas a condições adversas de umidade e temperatura do ambiente, durante o processo de maturação, após o ponto de maturidade fisiológica e, também, no período de pré-colheita (LACERDA *et al.*, 2005; KAPPES *et al.*, 2009).

A qualidade da semente é de fundamental importância no contexto agrícola, uma vez que somente aquelas de elevado nível de qualidade

proporcionam a maximização da ação dos demais insumos e fatores de produção empregados na lavoura, com respostas na produtividade das culturas.

## **2.7 Testes para avaliação da qualidade fisiológica de sementes**

Pelo seu papel na história da humanidade e na cadeia agrícola, a semente se apresenta como um insumo indispensável, desempenhando importante papel para o aumento quantitativo e qualitativo de produtividade, portanto, a utilização de sementes de alta qualidade é um fator preponderante para o sucesso de qualquer cultura (GASPAR e NAKAGAWA, 2002).

Segundo Brasil (2009), a comercialização de sementes é feita com base nos resultados de testes de laboratório, dentre os quais se destaca o teste de germinação, que deve ser conduzido em condições ideais para a espécie e que possibilitem a sua padronização, essencial para se ter reprodutibilidade de resultados. Neste teste, a temperatura, a umidade, o substrato e a forma de semeadura adotada são fatores que exercem grande influência nos resultados, que devem expressar o potencial máximo de germinação do lote (MARCOS FILHO, 2005). Essa informação é importante, pois estabelece o limite para o desempenho do lote de sementes após a semeadura.

Apesar de ser um teste rotineiro (muitas vezes o único), o teste de germinação apesar de útil não informa sobre o vigor, não obstante, ter prazo de 7 a 28 dias para informar os resultados, período relativamente longo para atender interesses dos produtores de sementes.

Para complementar a avaliação da qualidade fisiológica das sementes e propiciar uma melhor caracterização, são utilizados testes que procuram avaliar o vigor do lote de sementes, havendo para essa finalidade diversas metodologias baseadas em diferentes princípios. O vigor é caracterizado como sendo a soma das propriedades que determinam o nível potencial de atividade e desempenho de uma semente ou de um lote de sementes durante a germinação e a emergência

da plântula. Assim, o vigor reflete a manifestação de um conjunto de características que determinam o potencial para a emergência rápida e uniforme de plântulas expostas às mais variadas situações do ambiente (MARCOS FILHO, 2005).

Os testes de vigor se mostram então muito úteis nas etapas de um programa de produção de sementes. Duas abordagens são predominantes na determinação do vigor de sementes: na primeira, há a avaliação da resposta das sementes submetidas a alguma condição de estresse, como nos testes de frio, envelhecimento acelerado, deterioração controlada. Na segunda, avalia-se o vigor *per se*, ou seja, o estado metabólico atual da semente, em que as determinações são dirigidas a aspectos específicos do complexo que determina a expressão do potencial fisiológico (MARCOS FILHO, 2005).

Quanto aos métodos para testar o vigor das sementes, Carvalho e Nakagawa (2000) relatam que entre os testes diretos, os mais estudados ou empregados são: teste de frio (Cold test), velocidade de emergência no campo, população inicial, peso da matéria verde, peso da matéria seca, crescimento de plântulas. Entre os indiretos, destacam-se os testes de respiração, tetrazólio, teste de condutividade elétrica, primeira contagem, velocidade de germinação, crescimento da raiz, da plântula, transferência de matéria seca, dentre outros.

O teste de primeira contagem de germinação se baseia no princípio de que as amostras que apresentam maiores porcentagens de plântulas normais na primeira contagem estabelecidas pelas Regras para Análises de Sementes – RAS (BRASIL, 2009) serão as mais vigorosas, o que se correlaciona com a velocidade de germinação. Como se utiliza o próprio teste de germinação para sua execução basta que se siga as normas das RAS (BRASIL, 2009), onde a uniformidade e a velocidade de emergência de plântulas são os mais importantes componentes dentro da conceituação atual de vigor de sementes.

O teste de velocidade de emergência, assim como os de matéria seca e comprimento de plântulas, são testes onde consideram que lotes apresentando sementes mais vigorosas, originarão plântulas com maiores taxas de desenvolvimento e ganho de massa em função de apresentarem maior capacidade de transformação dos tecidos e suprimento das reservas dos tecidos de armazenamento (FRIGERI, 2007).

O teste de envelhecimento acelerado tem sido bastante estudado e recomendado para diferentes espécies e vem sendo incluído em programas de controle de qualidade de empresas produtoras de sementes. Baseia-se no princípio de que lotes de alto vigor manterão sua viabilidade quando submetidos, durante curtos períodos de tempo, a condições severas de temperatura e umidade relativa do ar, enquanto que os de baixo vigor terão sua viabilidade reduzida, possibilitando a separação de lotes de sementes em diferentes níveis de vigor (RODO *et al.*, 2000).

Assim, a avaliação do potencial fisiológico das sementes é fundamental como base para os processos de produção, distribuição e comercialização dos lotes de sementes. Assim, 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, principalmente no que se refere ao vigor (FRIGERI, 2007).

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Localização e caracterização da área experimental

O experimento foi instalado na Fazenda Experimental do Departamento de Ciências Agrárias (DCA) da Universidade Estadual de Montes Claros–UNIMONTES, localizada no município de Janaúba-MG, nas safras de Verão-outono (safra da seca), com plantio em março de 2011, e de Inverno-primavera (safra de inverno), com plantio em agosto de 2011, e as análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Análise de Sementes do DCA/UNIMONTES no município de Janaúba, Minas Gerais. A área experimental está localizada às margens do projeto Gorutuba, com latitude de 15°47'50''S e longitude 43°18'31''W e altitude de 516 m, em solo do tipo Latossolo Vermelho eutrófico (EMBRAPA, 2006). O clima da região é classificado por Koppen como “AW” (tropical com inverno seco).

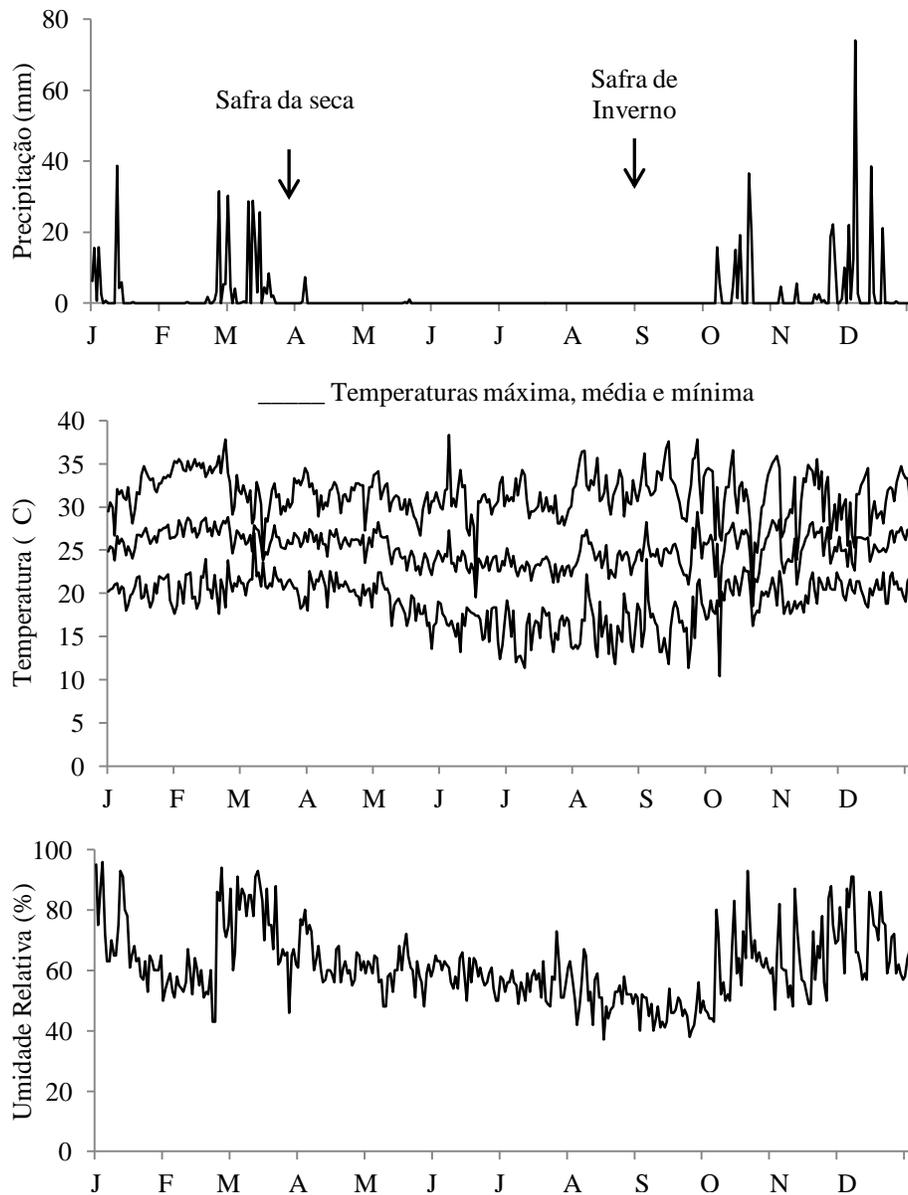
Os resultados das análises químicas de amostras de material do solo das áreas experimentais, coletadas à profundidade de 0 a 20 cm estão apresentados na Tabela 1.

**TABELA 1.** Resultados de análises de características químicas de amostras de material do solo das áreas experimentais, retiradas na camada de 0 a 20 cm de profundidade\*. Janaúba, MG. 2012.

<b>Características</b>	<b>Safra da seca</b>		<b>Safra de inverno</b>	
Matéria Orgânica (dag kg <sup>-1</sup> )	2,2	Médio	1,7	Baixo
pH em água (1:2,5)	5,4	Acidez média	5,3	Acidez média
P (mg dm <sup>-3</sup> )	7,3	Muito baixo	8,7	Muito baixo
K (mg dm <sup>-3</sup> )	164,0	Muito bom	96,0	Bom
Al <sup>3+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,2	Muito baixo	0,1	Muito baixo
Ca <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	2,8	Bom	4,1	Muito bom
Mg <sup>2+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	0,7	Médio	1,0	Bom
Zn (mg dm <sup>-3</sup> )	2,4	Alto	3,3	Alto
Fe (mg dm <sup>-3</sup> )	45,8	Alto	44,7	Alto
Mn (mg dm <sup>-3</sup> )	12,9	Alto	9,9	Bom
Cu (mg dm <sup>-3</sup> )	3,5	Alto	3,6	Alto
B (mg dm <sup>-3</sup> )	4,2	Alto	11,5	Alto
H + Al <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	1,6	Baixo	1,6	Baixo
SB <sup>+</sup> (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	3,9	Bom	5,3	Bom
V (%)	70,0	Bom	77,0	Bom
m (%)	4,0	Muito baixo	1,0	Muito baixo
CTC efetiva (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	4,1	Médio	5,4	Bom
CTC total (cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )	5,6	Médio	7,0	Médio
P-rem	33,1		34,5	

\*Análise realizada pelo laboratório de solos da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) e interpretada segundo Ribeiro *et al.* (1999).

As ocorrências diárias de precipitação, temperatura e umidade relativa registradas, durante o período de condução dos ensaios, estão apresentadas na Figura 1.



**FIGURA 1.** Variação diária das médias de precipitação, temperatura (máxima, média e mínima) e umidade relativa do ar durante o ano de 2011. Dados obtidos na Estação Climatológica da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Nova Porteirinha, MG. Janaúba, MG. 2012.

### 3.2 Tratamentos e delineamento experimental

Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 4x5, envolvendo quatro cultivares de feijoeiro (Ouro Vermelho, Ouro Negro, Madrepérola e Manteigão Vermelho), e cinco densidades populacionais (100, 200, 300, 400 e 500 mil plantas ha<sup>-1</sup>). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com quatro repetições. As principais características das cultivares utilizadas no estudo estão apresentadas na Tabela 2.

A cultivar Ouro Vermelho apresenta grãos do grupo comercial vermelho, com ciclo vegetativo variando de 80 a 90 dias e floração média de 38 dias. Possui porte semiprostrado e tipo de hábito de crescimento II/III (indeterminado). Suas flores apresentam coloração branca, vagem com coloração rosa-avermelhada na maturação e quando seca possui a coloração marrom-arroxeadada. Os grãos são vermelhos e a massa de 100 grãos varia de 24 a 26g. Cultivar recomendada para Minas Gerais desde 2005, apresenta resistência a várias raças do fungo causador da antracnose (*colletotrichum lindemuthianum*), de acordo com Paula Júnior *et al.* (2010). A cultivar Ouro Negro possui grãos do grupo comercial preto e ciclo variando de 80 a 100 dias e floração média de 38 dias. Seu porte é prostrado, hábito de crescimento tipo III (indeterminado) e de ciclo médio. As flores são violetas e vagens com coloração arroxeadada na maturação e amarelo-areia quando secas, com massa de cem grãos de 25-27 g, sendo estes pretos opacos (PAULA JUNIOR *et al.*, 2010). Apresenta alta capacidade de fixação simbiótica de nitrogênio, resistente à ferrugem e à antracnose e tolerante ao frio. É recomendada para o Estado de Minas Gerais desde 1991, com ampla adaptabilidade e estabilidade de produção. A cultivar Madrepérola apresenta grãos do grupo comercial carioca. O porte das plantas é prostrado, hábito de crescimento tipo III (indeterminado) com ciclo de 80 dias e baixa tolerância ao acamamento. Apresenta alto potencial produtivo. Suas flores

são brancas, com vagens verde-amareladas na maturação e amarelo-areia-claro quando secas, e massa de cem grãos de 24-25 g. Apresenta resistência ao vírus do mosaico comum e a várias raças de antracnose. A variedade Manteigão Vermelho é do grupo comercial Manteigão, com grãos de coloração vermelha. Seu ciclo varia de 80 a 90 dias, apresenta hábito de crescimento tipo II (indeterminado), porte semiereto e massa de cem grãos de 30-40 g (TABELA 2).

**TABELA 2.** Principais características das cultivares de feijoeiro estudadas. Janaúba, MG. 2012.

<b>Características</b>	<b>Ouro Vermelho<sup>1</sup></b>	<b>Ouro Negro<sup>1</sup></b>	<b>BRSMG Madrepérola<sup>1</sup></b>	<b>Manteigão Vermelho<sup>2</sup></b>
<b>Grupo comercial</b>	Vermelho	Preto	Carioca	Manteigão
<b>Cor de grãos</b>	vermelho	Preto	Rajado	Vermelho
<b>Hábito de crescimento</b>	tipo II/III	tipo III	tipo III	tipo II
<b>Massa de 100 grãos</b>	24-26 g	25-27 g	24-25 g	30-40 g
<b>Porte</b>	semiprostrado	prostrado	prostrado	Semiereto
<b>Ciclo</b>	médio	médio	médio	médio

<sup>1</sup>Fonte: PAULA JÚNIOR *et al.* (2010).

<sup>2</sup>Observação pessoal.

Cada parcela foi composta por 6 fileiras de feijoeiro com 5 m de comprimento, espaçadas de 0,5 m entre si, perfazendo área total de 15 m<sup>2</sup>. Entretanto, para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes foram utilizadas, por ocasião da colheita, as sementes oriundas das plantas localizadas nos quatro metros centrais da quarta e da quinta fileiras de cada parcela, perfazendo uma área útil de 4 m<sup>2</sup>.

### 3.3 Instalação e condução do experimento

Em ambas as safras de cultivo, o preparo do solo das áreas experimentais foi realizado de maneira convencional, sendo realizadas uma aração e duas gradagens em pré-plantio. Baseado nos resultados das análises químicas de amostras de material do solo (Tabela 1), o cálculo da necessidade de calagem, realizado de acordo com o método de saturação por bases (ALVAREZ e RIBEIRO, 1999), revelou que não havia a necessidade de aplicação de calcário. A adubação do feijoeiro foi baseada na recomendação oficial para o Estado de Minas Gerais para o nível 3 de tecnologia (CHAGAS *et al.*, 1999) e constou, em ambas as safras, de 375 kg ha<sup>-1</sup> da formulação NPK 04-30-10 no plantio, mais 40 kg ha<sup>-1</sup> de N em cobertura, fonte uréia, aplicados via solo em forma de filete contínuo durante o estágio V<sub>3</sub>-V<sub>4</sub> da cultura. Além disso, foi realizada também uma aplicação de 40 g ha<sup>-1</sup> de molibdênio via foliar, utilizando o molibdato de sódio como fonte.

Após o preparo do solo, utilizou-se uma semeadora de tração mecanizada, ajustada para o espaçamento de 0,5m entre linhas para a confecção dos sulcos e distribuição do adubo de plantio. Antes da semeadura, as sementes foram tratadas com a mistura dos fungicidas carboxin e thiram na dosagem de 300 ml 100 kg<sup>-1</sup> de sementes. Em seguida, realizou-se a semeadura com o uso de semeadoras manuais. Para ajustar a densidade de semeadura, foi utilizada uma régua de madeira graduada conforme cada densidade populacional pré-determinada pelos tratamentos. Em cada ponto graduado na régua foram semeadas duas sementes. Após a emergência das plântulas foi realizado um desbaste, deixando-se uma planta por posição.

Durante a condução dos experimentos, o controle das plantas daninhas foi realizado com a aplicação de uma mistura de tanque dos herbicidas fomesafen e fluazifop-p-butyl na dosagem de 125 g ha<sup>-1</sup>, aos 25 dias após a

emergência. Os experimentos foram constantemente monitorados e todas as medidas fitossanitárias foram tomadas de acordo com a necessidade da cultura. Em ambas as safras, o experimento recebeu irrigação complementar por aspersão convencional e a colheita foi feita manualmente por volta dos 88 e 75 dias após a emergência, nas safras da seca e de inverno, respectivamente.

### 3.4 Características avaliadas

Após a colheita e trilha do feijão, as sementes foram limpas e secadas e em seguida, levadas para o Laboratório de Análise de Sementes da UNIMONTES, onde foram realizados os seguintes testes de avaliação da qualidade fisiológica:

**Teor de água:** O teor de água foi determinado conforme metodologia prescrita nas Regras para Análise de Sementes - RAS (BRASIL, 2009). Utilizou-se o método da estufa a  $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$  durante 24 h, com 50 sementes por repetição, sendo os resultados expressos em % de teor de água (b.u.).

**Teste de germinação:** No teste de germinação foram utilizadas 50 sementes de cada repetição, tendo como substrato o rolo de papel “germitest” umedecido com água destilada no volume de 2,5 vezes o peso do papel. As sementes foram colocadas para germinar em um germinador digital previamente regulado à temperatura constante de  $25^{\circ}\text{C}$ . A avaliação da germinação foi realizada no quinto e nono dias após instalação do teste por meio de contagem das plântulas consideradas normais, segundo critérios estabelecidos pelas RAS (BRASIL, 2009).

**Primeira contagem de germinação:** Foi determinada em conjunto com o teste de germinação. Os resultados para o teste de primeira contagem foram obtidos pelo número de plântulas normais, determinada por ocasião da primeira

contagem do teste de germinação, ou seja, no quinto dias após a montagem (BRASIL, 2009), e os resultados expressos em porcentagem.

**Emergência de plântulas:** Foi conduzido sob condições laboratoriais, tendo como substrato areia lavada e esterilizada em estufa a 200 °C, durante duas horas. As sementes foram semeadas a três centímetros de profundidade em bandejas plásticas com areia lavada e o teor de água mantido com irrigações leves diariamente (BRASIL, 2009). Os resultados foram obtidos pelo número de plântulas normais emergidas, determinado por ocasião do nono dia após a montagem, sendo o resultado expresso em porcentagem (BRASIL, 2009).

**Índice de velocidade de emergência:** O índice de velocidade de emergência (IVE) foi conduzido em conjunto com o teste de emergência de plântulas, anotando-se diariamente, o número de plântulas que apresentam alça cotiledonar visível. Ao final do teste foi calculado o índice de velocidade de emergência, empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962):

$$IVE = E_1/N_1 + E_2/N_2 + \dots + E_n/N_n, \text{ sendo:}$$

IVE = Índice de velocidade de emergência;

$E_1, E_2, \dots, E_n$  = número de plântula emergidas no dia, computadas na primeira, segunda, ..., última contagem;

$N_1, N_2, \dots, N_n$  = número de dias da semeadura à primeira, segunda, ..., última contagem.

**Envelhecimento acelerado:** O teste de envelhecimento acelerado foi conduzido com 50 sementes por repetição, empregando-se o método “gerbox”, citado por Marcos Filho (1999). As sementes foram distribuídas uniformemente sobre uma tela de alumínio fixada no interior da caixa plástica tipo gerbox. No interior desta, foram adicionados 40 ml de água destilada e em seguida, as caixas foram transferidas para uma incubadora tipo BOD sob 41 °C e 100% de umidade

relativa, onde permaneceram durante 72 horas. No final do período, as sementes foram retiradas da câmara e postas para germinar nas mesmas condições descritas para o teste de germinação, sendo o número de plântulas normais registradas no 5º dia após a semeadura e os resultados expressos em porcentagem.

### **3.5 Análises estatísticas**

Os dados não foram transformados por terem atendido às pressuposições dos testes de normalidade e de homogeneidade. Em seguida, foram submetidos à análise de variância conjunta, envolvendo as duas safras estudadas. Os efeitos das densidades populacionais foram estudados por análise de regressão, escolhendo-se os modelos adequados para representá-los em função do seu comportamento biológico, da significância dos coeficientes do modelo e do valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Os efeitos das cultivares foram estudados pelo teste de Tukey a 5% de significância, enquanto os efeitos das safras foram estudados pelo teste F a 5 e a 1% de significância.

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância conjunta dos dados referentes às características avaliadas nas sementes de feijoeiro colhidas nas safras da seca e de inverno de 2011 encontra-se resumida na Tabela 3. Verifica-se que houve efeito significativo da fonte de variação cultivares (CV) sobre todas as características avaliadas. A densidade de semeadura (D) influenciou significativamente apenas o teor de água e o envelhecimento acelerado. Com exceção de emergência de plântulas e índice de velocidade de emergência, as demais variáveis foram influenciadas pelas safras de cultivo (S). A interação dupla CV x D foi significativa para o teor de água, índice de velocidade de emergência e envelhecimento acelerado, enquanto a interação CV x S foi significativa para todas as características avaliadas. A interação D x S influenciou significativamente o teor de água, enquanto a interação CV x D x S, foi significativa apenas para o teor de água de sementes.

**TABELA 3.** Resumo da análise de variância dos dados referentes ao teor de água (TA), germinação (GE), primeira contagem de germinação (PC), emergência de plântulas (EP), índice de velocidade de emergência (IVE) e envelhecimento acelerado (EA) de cultivares de feijoeiro cultivadas em diferentes densidades populacionais, nas safras da seca e de inverno de 2011. Janaúba, MG. 2012.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios											
		TA		GE		PC		EP		IVE		EA	
<b>Cultivar (CV)</b>	3	98,695	**	9257,241	**	29579,220	**	7624,300	**	512,011	**	5544,980	**
<b>Densidade (D)</b>	4	5,292	*	215,993	ns	139,906	ns	27,837	ns	2,507	ns	397,181	*
<b>Safra (S)</b>	1	1551,830	**	15249,020	**	36693,300	**	260,100	ns	5,292	ns	18297,006	**
<b>CV x D</b>	12	4,742	*	161,767	ns	74,431	ns	101,987	ns	4,631	*	344,114	**
<b>CV x S</b>	3	71,607	**	2747,441	**	897,472	**	2434,566	**	50,693	**	445,239	*
<b>D x S</b>	4	5,997	*	166,259	ns	172,306	ns	80,912	ns	0,356	ns	64,693	ns
<b>CV x D x S</b>	12	3,674	*	624,502	ns	150,014	ns	59,629	ns	3,342	ns	104,593	ns
<b>Bloco</b>	3	0,048	ns	1218,703	ns	125,089	ns	16,566	ns	3,916	ns	172,256	ns
<b>Erro</b>	117	2,084		293,676		94,542		78,925		2,034		78,925	
<b>CV%</b>		10,60		15,58		16,01		10,49		12,61		21,07	

<sup>ns</sup> não significativo; \*\* significativo a 1% ; \* significativo a 5% pelo teste F.

#### **4.1 Teor de água**

O desdobramento da interação CV x D x S, estudando o efeito das cultivares dentro de cada safra e densidade de semeadura, revelou que na safra da seca todas as cultivares apresentaram teor de água estatisticamente semelhantes após a colheita, com valores variando entre 9,2 a 12,0% (TABELA 4).

Segundo Vieira e Yokoyama (2000), esses valores estão dentro dos padrões considerados ideais para colheita e armazenamento de sementes de feijão. Fonseca e Silva (2004) afirmam que as sementes apresentando mais de 14% de umidade após a colheita, devem ser submetidas ao primeiro estágio do beneficiamento, a pré-limpeza e à secagem, visando preservar a sua longevidade.

**TABELA 4.** Valores médios do teor de água (%) de sementes de cultivares de feijoeiro semeadas em diferentes densidades populacionais, nas safras da seca e de inverno de 2011. Janaúba, MG. 2012.

Densidade de semeadura	Saфра	Cultivares			
		Ouro Vermelho	Ouro Negro	Madrepérola	Manteigão Vermelho
100	Seca	11,8 Ba	10,5 Ba	9,3 Ba	9,6 Ba
	Inverno	18,0 Aa	20,2 Aa	17,0 Ab	15,1 Ac
200	Seca	11,4 Aa	10,6 Ba	10,3 Ba	9,4 Ba
	Inverno	12,6 Ab	19,0 Aa	18,0 Aa	13,2 Ab
300	Seca	11,2 Ba	11,0 Ba	10,4 Ba	9,2 Ba
	Inverno	15,8 Ac	21,3 Aa	18,5 Ab	13,4 Ac
400	Seca	12,0 Ba	11,4 Ba	9,5 Ba	9,5 Ba
	Inverno	15,7 Ac	21,4 Aa	18,5 Ab	13,7 Ac
500	Seca	11,5 Ba	10,5 Ba	10,7 Ba	10,3 Ba
	Inverno	15,4 Ab	20,2 Aa	14,3 Ab	14,0 Ab

Médias seguidas por diferentes letras diferem significativamente pelo teste F (safras) ou pelo teste de Tukey (cultivares), a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam nas colunas, enquanto minúsculas comparam nas linhas.

A ausência de diferenças significativas do teor de água das sementes das diferentes cultivares de feijão na safra da seca certamente está relacionado com as condições climáticas observadas nesta época de plantio, especialmente com relação à temperatura e umidade relativa verificados no período que antecedeu a colheita (FIGURA 1).

França Neto *et al.* (2007) afirmam que sementes de soja com teor de água abaixo de 12% tendem a apresentar danos mecânicos imediatos, provocados por fissuras, rachaduras e quebras. Já as sementes colhidas com teores de água acima de 14% são mais suscetíveis aos danos mecânicos latentes, caracterizados por amassamentos e abrasões. Assim, nas regiões onde a colheita ocorre sem chuvas nos períodos de pré-colheita e colheita, os níveis de danos

mecânicos são reduzidos se a semente de soja for colhida tão logo seja possível, após atingir conteúdos de água entre 13 e 14%.

Já na safra de inverno a variedade Manteigão Vermelho, de porte semi-ereto e hábito de crescimento tipo II, apresentou menor teor de água que as demais cultivares na maioria das densidades populacionais, especialmente em relação às cultivares Ouro Negro e Madrepérola, que possuem porte prostrado e hábito de crescimento do tipo III (TABELA 4). Estes resultados certamente estão relacionados com o porte e o hábito de crescimento das cultivares estudadas. Nas cultivares de porte prostrado, com hábito de crescimento tipo III e II/III é comum se verificar o maior contato das vagens com o solo no período que antecede a colheita. Este comportamento, associado ao fato da colheita ter sido realizada em período de ocorrência de chuvas na região (FIGURA 1), certamente contribuiu para que o teor de água das sementes fosse maior na safra de inverno, especialmente nas cultivares de porte prostrado.

Estudando-se o efeito das safras dentro de cada cultivar e densidade de semeadura, percebe-se que todas as cultivares apresentaram maior teor de água quando cultivadas na safra de inverno, com exceção da Ouro Vermelho, que apresentou resultados semelhantes em ambas as safras, na densidade de 200 mil plantas  $ha^{-1}$  (TABELA 4). Como já discutido anteriormente, a ocorrência de chuvas no período de colheita na safra de inverno, certamente proporcionou maior acúmulo de umidade nas sementes.

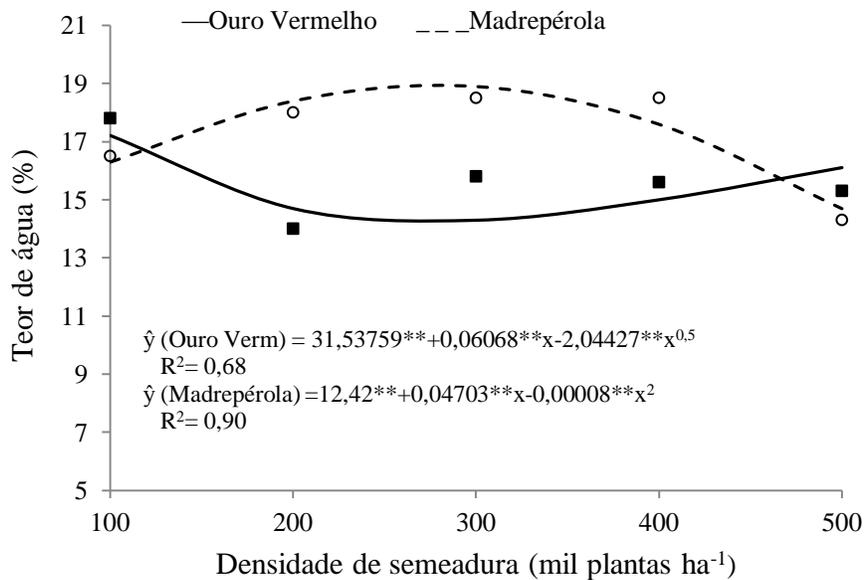
De uma maneira geral, verifica-se que na safra da seca o teor de água ficou dentro do padrão recomendado para a colheita de sementes com segurança, podendo inferir que as condições climáticas da região Norte de Minas Gerais permitem a produção de sementes de feijão com umidade ideal para a comercialização nesta época de plantio. Entretanto, é importante ressaltar que a semeadura do feijoeiro na safra de inverno se justifica pela colheita do feijão ocorrer em época em que há falta do produto na região, o que pode representar

melhor preço ao produtor. Todavia, para a produção de sementes pode representar riscos, uma vez que a colheita de sementes com elevado grau de umidade pode inviabilizar a comercialização ou armazenamento das mesmas, com efeitos negativos na qualidade fisiológica e sanitária das sementes.

De acordo com Vieira e Yokoyama (2000), o armazenamento de sementes de feijoeiro com teor de água superior a 13% resultará em danos provocados por mudanças no metabolismo celular, como o aumento da atividade enzimática e respiratória das sementes, propiciando o desenvolvimento de fungos, que serão favorecidos pela elevada temperatura. Nesse sentido, Santos *et al.* (2005) recomendam a secagem artificial das sementes de feijão com teores de água iniciais de 35% até atingirem 12% de umidade, com posterior comercialização ou armazenamento, sendo uma técnica amplamente utilizada nos campos de produção de sementes.

O monitoramento do teor de água de sementes nos sistemas de produção é de grande importância, uma vez que a umidade exerce influência acentuada e direta na qualidade e longevidade destas, pois estimula a atividade metabólica do embrião. Assim, o alto teor de água pode afetar a qualidade da semente não só no período de armazenamento, mas também durante as operações de colheita e beneficiamento, dificultando muitas vezes o manejo e reduzindo a eficiência das máquinas utilizadas durante as operações (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

O desdobramento da interação CV x D x S, avaliando os efeitos das densidades populacionais dentro de cada cultivar e safra cultivada, revelou diferenças significativas apenas para as cultivares Ouro Vermelho e Madrepérola, quando semeadas na safra de inverno (FIGURA 2).



**FIGURA 2.** Teor de água (%) de sementes das cultivares Ouro Vermelho e Madrepérola semeadas em diferentes densidades populacionais, na safra de inverno de 2011. Janaúba, MG. 2012.

Na cultivar Madrepérola, o aumento da densidade de semeadura provocou incremento no teor de água de sementes até a densidade de 292,5 mil plantas ha<sup>-1</sup>, atingindo 19,2% de teor de água. A partir dessa densidade, houve redução nos valores observados, atingindo 15,8% de umidade na população de 500 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Já para a cultivar Ouro Vermelho o aumento na densidade de semeadura de 100 mil plantas ha<sup>-1</sup> para 300 mil plantas ha<sup>-1</sup> provocou redução do teor de água de sementes. A partir deste ponto, o aumento na densidade de semeadura provocou aumento na umidade das sementes, alcançando valor próximo a 16% de umidade na densidade de 500 mil plantas ha<sup>-1</sup> (FIGURA 2). Estes resultados certamente estão relacionados com o porte e o hábito de crescimento das cultivares. Saindon *et al.* (1993) relatam que a densidade de

semeadura e o hábito de crescimento atuam diretamente na umidade do dossel das plantas, podendo refletir também na umidade de sementes.

Assim, já se esperava que as plantas da cultivar Ouro Vermelho, de porte semi-prostrado e hábito de crescimento do tipo II/III, tivessem comportamento diferente das plantas da cultivar Madrepérola, de porte prostrado e hábito de crescimento do tipo III. Plantas com porte ereto permitem maior circulação de ar e maior penetração da luz solar no dossel do que as de porte semi-ereto ou prostrado, resultando em menor umidade do ambiente e das sementes. Isto pode explicar a não ocorrência de diferenças significativas para o teor de água nas sementes entre as densidades de plantio, quando se avaliou a variedade Manteigão Vermelho, de hábito de crescimento do tipo II e porte semiereto.

Com relação às plantas do tipo III, estas apresentam maior número de ramificações, e grande quantidade de legumes localizada na parte basilar da planta, o que possibilita seu contato com o solo, que no período chuvoso encontra-se com maior retenção de água, refletindo também na umidade das sementes (DOURADO NETO e FANCELLI, 2000). Entretanto, verifica-se também que não houve efeito de densidades de semeadura sobre a umidade de sementes para a cultivar Ouro Negro (Tipo III, de porte prostrado). Apesar de terem havido diferenças significativas entre as cultivares na safra de inverno, as condições climáticas observadas no período que antecede a colheita certamente não foram suficientes para as sementes da cultivar Ouro Negro apresentassem maior teor de água que as demais.

De qualquer forma, o mais importante a ser observado é que os valores de umidade de sementes obtidos na safra de inverno estão acima dos recomendados para colheita e posterior comercialização de sementes de feijão e que na safra da seca, independente das densidades de semeadura e do porte e hábito de crescimento das plantas, as cultivares apresentaram teor de água considerado ideal para a colheita de sementes de feijão, como já discutido.

## 4.2 Germinação

O desdobramento da interação CV x S, estudando o efeito de cultivares dentro de cada safra cultivada, revelou que na safra da seca as cultivares Madrepérola, Ouro Negro e Ouro Vermelho apresentaram maior porcentagem de germinação, sendo observados valores de 87, 95 e 96%, respectivamente (TABELA 5). Sementes provenientes da variedade Manteigão Vermelho apresentaram 47% de germinação, valor este considerado abaixo do padrão exigido para comercialização de sementes de feijão, sendo exigido germinação mínima de 70% para sementes básicas e 80% para as sementes certificadas (C1 e C2) ou não certificadas (S1 e S2) de primeira e de segunda gerações (BRASIL, 2005).

**TABELA 5.** Valores médios de germinação (%) de sementes de cultivares de feijoeiro semeadas em diferentes densidades populacionais, nas safras da seca e de inverno de 2011. Janaúba, MG. 2012.

Safra	Cultivares			
	Ouro vermelho	Ouro Negro	Madrepérola	Manteigão Vermelho
Seca	96 Aa	95 Aab	87 Ab	47 Ac
Inverno	63 Bab	72 Ba	59 Bbc	51 Ac

Médias seguidas por diferentes letras diferem significativamente pelo teste F (safras) ou pelo teste de Tukey (cultivares), a 1% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam nas colunas, enquanto minúsculas comparam nas linhas.

A germinação de sementes das cultivares de hábito de crescimento indeterminado, dos tipos II/III e III (Ouro Vermelho, Ouro Negro e Madrepérola) foram superiores aos verificados para a variedade com hábito tipo II, de porte semi-ereto (Manteigão Vermelho). Entretanto, certamente as diferenças detectadas podem ser atribuídas a constituição genética dos materiais avaliados, haja visto a Manteigão Vermelho ser uma variedade, proveniente de

experimentos de VCU e não chegar a ser lançada como cultivar, como os demais materiais avaliados.

Já na safra de inverno, apenas as sementes da cultivar Ouro Negro apresentaram germinação superior ao padrão mínimo exigido comercialmente, entretanto, apenas para a categoria sementes básicas, que é de 70% (TABELA 5). Certamente esse resultado está relacionado com as condições climáticas mais limitantes, como altas temperaturas e chuvas ocorridos durante a safra de inverno (FIGURA 1), com efeito sobre a qualidade fisiológica de sementes das cultivares avaliadas.

Em trabalho desenvolvido por Andrade *et al.* (2001) objetivando determinar as melhores épocas para colheita de sementes de cultivares de feijão recomendadas para o Estado de Minas Gerais, com plantio na safra de inverno, não foi verificada diferenças significativas na germinação das sementes das cultivares estudadas, apresentando valores superiores a 78%.

Ressalta-se que, em função da grande preferência comercial e consequente predominância de cultivares de crescimento indeterminado (principalmente dos tipos III e II/III) entre os agricultores nas últimas décadas, os trabalhos de pesquisa abordando melhoramento genético, manejo fitotécnico e principalmente tecnologia de produção de sementes, nesse período, foram voltados na maioria das vezes para cultivares desses grupos. Diante disso, cultivares desse grupo podem expressar melhores respostas em relação as outras, o que possivelmente explica os menores resultados de germinação da variedade Manteigão Vermelho (tipo II, de porte semiereto), em ambas as safras de cultivo (TABELA 5), sendo este material pouco trabalhado nos programas de melhoramento, não sendo lançado oficialmente como cultivar, como já relatado.

O desdobramento da interação CV x S estudando-se os efeitos de safras de cultivo dentro de cada cultivar revelou que, com exceção da variedade Manteigão Vermelho, todas as cultivares apresentaram maior porcentagem de

germinação quando cultivadas na safra da seca (TABELA 5), atingindo valores superiores aos padrões mínimos recomendados para todas as categorias. Certamente, as condições climáticas mais favoráveis verificadas na safra da seca (FIGURA 1) proporcionaram melhor germinação, como já discutido anteriormente.

Furlan (1986) estudando o efeito de regiões e épocas de semeadura na qualidade fisiológica de sementes de feijão, observou que a época mais propícia para produção de sementes foi a “de inverno” seguida “da seca”, não recomendando a época “das águas”, devido a baixa germinação e vigor, além de maior incidência de fungos. Azevedo e Laudares-Filho (1982) salientam que áreas destinadas a produção de sementes de feijão devem ser as mais secas possíveis, adotando-se de preferência as semeaduras na época “da seca” e “de inverno”, com o uso de irrigação. Carvalho *et al.* (1998), estudando diferentes épocas de semeadura de cultivares de feijão irrigado, constataram que a semeadura na primeira quinzena de maio possibilitou a obtenção de sementes com alta qualidade fisiológica.

Desta forma, torna-se evidente que o emprego de cultivares adaptadas, associado à escolha de regiões com características climáticas favoráveis, bem como o escalonamento da época ideal de semeadura, podem, seguramente, proporcionar a produção de sementes de melhor qualidade, além de melhores rendimentos na exploração comercial da cultura (MOTA *et al.*, 2000).

Outro fator importante que pode ter contribuído para esse resultado é a duração do ciclo fenológico do feijoeiro. A maioria das cultivares de feijão apresenta ciclo de aproximadamente 90 a 100 dias e, aos 70-80 dias, sob condições ambiente normais, inicia-se a maturação das plantas. Após essa fase, as sementes atingem o seu máximo conteúdo de matéria seca dentro das vagens. No presente trabalho, verificou-se que na safra da seca, o ciclo do feijoeiro foi de aproximadamente 95 dias para todas as cultivares, e na safra de inverno foi de

83 dias, garantindo à primeira safra maior período para concentrar fotoassimilados e nutrientes nas plantas, disponibilizando-os para o maior acúmulo de matéria seca para as sementes.

A germinação de sementes não sofreu efeito de densidade de semeadura. Este resultado sugere que esta característica pode ser pouco afetada por alterações na população de plantas, sofrendo mais efeito de características genéticas das cultivares e das condições climáticas. Assim, a avaliação da qualidade de sementes de diferentes cultivares figura como medida importante na escolha das mais aptas para cada região de cultivo.

#### **4.3 Primeira contagem de germinação**

O desdobramento da interação CV x S, relevou que na safra da seca as cultivares Ouro Vermelho e Ouro Negro apresentaram os maiores resultados de germinação já na primeira contagem do teste (TABELA 6).

A cultivar Madrepérola apresentou comportamento intermediário, enquanto sementes da variedade Manteigão Vermelho apresentaram baixo vigor evidenciado pelo teste de primeira contagem, em conformidade com os resultados do teste de germinação apresentados na Tabela 5.

**TABELA 6.** Valores médios de primeira contagem de germinação (%) de sementes de cultivares de feijoeiro semeadas em diferentes densidades populacionais, nas safras da seca e de inverno de 2011. Janaúba, MG. 2012.

Safras	Cultivares			
	Ouro Vermelho	Ouro Negro	Madrepérola	Manteigão Vermelho
Seca	96 Aa	94 Aa	84 Ab	29 Ac
Inverno	56 Ba	56 Ba	54 Ba	11 Bb

Médias seguidas por diferentes letras diferem significativamente pelo teste F (safras) ou pelo teste de Tukey (cultivares), a 1% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam nas colunas, enquanto minúsculas comparam nas linhas.

Os resultados da primeira contagem de germinação indicam que as sementes que apresentam maior porcentagem de plântulas normais, na primeira avaliação, são as mais vigorosas, por apresentarem maior velocidade nos processos metabólicos, maiores taxas de crescimento, propiciando emissão mais rápida e uniforme da raiz primária na germinação e, produzirem plântulas com maior tamanho inicial e com raiz primária mais comprida (SCHUCH *et al.*, 1999).

Na safra de inverno, verifica-se diferenças significativas na primeira contagem de germinação entre as cultivares avaliadas. A variedade Manteigão Vermelho apresentou os menores resultados, em conformidade com os resultados da safra da seca (TABELA 6). De uma maneira geral, os resultados obtidos na safra de inverno indicam condições desfavoráveis para a obtenção de sementes de qualidade, possivelmente em função da maior deterioração de vagens devido à ocorrência de altas temperaturas e excesso de chuvas concentradas durante a maturidade fisiológica das sementes (FIGURA 1).

O desdobramento da mesma interação, estudando-se os efeitos de safras dentro de cada cultivar, relevou que independentemente da cultivar, o feijoeiro cultivado na safra da seca apresentou maiores médias para primeira contagem de

germinação (TABELA 6). Alguns trabalhos têm indicado que a época de semeadura deve ser estabelecida de tal forma que o estágio de maturação das sementes ocorra em condições de temperaturas mais amenas, associadas a baixos índices pluviométricos (CARVALHO *et al.*, 1998; FURLAN, 1986).

Segundo Tekrony *et al.* (1980), o índice de redução de germinação e de vigor das sementes varia de acordo com a época de semeadura e com as condições de temperatura, umidade relativa e chuvas durante as fases de maturação e colheita. Baixas temperaturas favorecem a qualidade da semente e condições quentes e úmidas, com excesso de precipitação, poderão comprometer severamente a germinação e o vigor das sementes. Cultivares e ambiente interferem na tolerância à deterioração da semente no campo, com respostas na qualidade de sementes. Entretanto, o ambiente e as condições climáticas, como alta temperatura e precipitação, são mais importantes que o tempo de permanência da semente no campo após a maturação fisiológica (ALBUQUERQUE e CARVALHO, 2003).

#### **4.4 Emergência de plântulas**

O desdobramento da interação CV x S, avaliando o efeito de cultivares dentro de cada safra de cultivo, revelou que em ambas as safras as cultivares Ouro Vermelho, Ouro Negro e Madrepérola apresentaram valores para emergência de plântulas superiores ao alcançado pela Manteigão Vermelho (TABELA 7), sugerindo que este material apresenta baixo potencial fisiológico de sementes, conforme já observado nos testes de germinação e primeira contagem de germinação.

**TABELA 7.** Valores médios de emergência de plântulas (%) de cultivares de feijoeiro semeadas em diferentes densidades populacionais, nas safras da seca e de inverno de 2011. Janaúba, MG. 2012.

Safras	Cultivares			
	Ouro Vermelho	Ouro Negro	Madrepérola	Manteigão Vermelho
Seca	92 Aa	98 Aa	92 Aa	52 Bb
Inverno	88 Bab	93 Ba	85 Bb	77 Ac

Médias seguidas por diferentes letras diferem significativamente pelo teste F (safras) ou pelo teste de Tukey (cultivares), a 1% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam nas colunas, enquanto minúsculas comparam nas linhas.

Sementes mais vigorosas possibilitam crescimento inicial mais rápido, com maior captura de luz e melhor utilização dos recursos de ambiente (SIDDIQUE *et al.*, 1990). Assim, o teste de emergência de plântulas é considerado um importante teste de vigor em sementes, auxiliando na identificação de diferenças importantes entre lotes comercializáveis, complementando as informações do teste de germinação.

No campo de produção de sementes, especificamente quando se avalia a qualidade da semente, pode-se dizer que o vigor se divide em vigor genético e vigor fisiológico, sendo o primeiro intrínseco à semente, resultante da expressão dos genes da planta, e o segundo influenciado por fatores externos como condições ambientais e práticas de manejo. Assim, semente de uma mesma espécie pode apresentar maior ou menor vigor e maior ou menor longevidade devido a sua constituição genética, a qual pode influenciar suas características de qualidade fisiológica (MARCOS FILHO, 2005). A emergência de plântulas não foi afetada significativamente pela densidade de semeadura, como ocorreu para a porcentagem de germinação e primeira contagem de germinação.

Estudando-se o efeito das safras dentro de cada cultivar, observa-se que, com exceção da variedade Manteigão Vermelho, onde a safra de inverno

proporcionou o maior resultado, todas as cultivares apresentaram maior emergência de plântulas quando cultivadas na safra da seca (TABELA 7). Assim, o maior desempenho fisiológico de sementes provenientes da safra da seca indicam condições favoráveis para a produção de sementes de feijão, enquanto que, na safra de inverno, a exposição da lavoura a variações de temperatura e umidade resultaram em baixo potencial fisiológico.

Bragantini (1996) relata que uma região para produção de sementes de feijoeiro não deve apresentar temperaturas do ar superiores a 35°C, enquanto que, para Marcos Filho (2005), temperaturas acima de 30°C durante o período de transferência de matéria seca da planta para as sementes, podem causar prejuízos severos à produção e à qualidade das sementes, que estão relacionados à redução da taxa fotossintética e translocação de assimilados, geralmente significativa após o florescimento de várias espécies, como as leguminosas. Os melhores resultados obtidos na safra da seca podem estar relacionados com o fluxo de assimilados fotossintéticos para os órgãos reprodutivos durante a formação de sementes, assim, quanto maior o teor de reservas nas sementes, maior será seu vigor (CARVALHO e NAKAGAWA, 2000).

#### **4.5 Índice de velocidade de emergência**

O desdobramento da interação CV x S, estudando-se os efeitos de cultivares dentro de cada safra de cultivo, revelou que na safra da seca as sementes da cultivar Ouro Vermelho apresentaram maior índice de velocidade de emergência do que as sementes das cultivares Ouro Negro e Madrepérola, que não diferiram estatisticamente entre si (TABELA 8). Já a variedade Manteigão Vermelho obteve valores inferiores aos obtidos pelas demais cultivares, sugerindo que suas sementes realmente possuem menor qualidade fisiológica, haja vista que o mesmo resultado foi observado nos demais

resultados apresentados. Certamente esse fato pode ser atribuído à constituição genética da variedade, que associado ao tegumento das sementes, pode influenciar a absorção de água e a consequente velocidade de emergência de plântulas, como também foi verificado por Siqueira *et al.* (2001) em sementes de feijoeiro, cultivar Manteigão Fosco.

**TABELA 8.** Valores médios do índice de velocidade de emergência de cultivares de feijoeiro semeadas em diferentes densidades populacionais, nas safras da seca e de inverno de 2011. Janaúba, MG. 2012.

Safras	Cultivares			
	Ouro Vermelho	Ouro Negro	Madrepérola	Manteigão Vermelho
Seca	14,5 Aa	12,8 Bb	12,3 Ab	4,9 Bc
Inverno	12,2 Bb	14,9 Aa	11,5 Bb	7,3 Ac

Médias seguidas por diferentes letras diferem significativamente pelo teste F (safras) ou pelo teste de Tukey (cultivares), a 1% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam nas colunas, enquanto minúsculas comparam nas linhas.

Resultados satisfatórios no índice de velocidade de emergência são importantes uma vez que avaliam o vigor das sementes, fornecendo informações adicionais sobre o desempenho, potencial de emergência, velocidade e uniformidade do crescimento das plântulas.

Na safra de inverno a cultivar Ouro Negro apresentou desempenho superior que as cultivares Ouro Vermelho e Madrepérola, que não diferiram entre si. A variedade Manteigão Vermelho apresentou menor índice de velocidade de emergência que as demais, assim como ocorreu na safra da seca (TABELA 8).

Em trabalho realizado por Carvalho *et al.* (1998) verificando o efeito de espaçamentos e época de semeadura na safra de inverno sobre a qualidade fisiológica de sementes de cultivares de feijão, indicou que cultivares de hábito

de crescimento indeterminado e prostrado (tipo III) apresentaram menor vigor de sementes em função do maior contato das vagens com o solo, o que é bastante prejudicial para a qualidade fisiológica das sementes. Entretanto, esses resultados foram diferentes dos encontrados no presente trabalho, onde menor vigor de sementes foi observado para a variedade Manteigão Vermelho (tipo II, de porte semi-ereto). Assim, as respostas antagônicas da qualidade fisiológica de sementes encontradas nos trabalhos com cultivares de feijão dos tipos II, III e II/III podem ser explicadas em função dos diferentes genótipos utilizados.

O desdobramento da mesma interação, estudando o efeito de safras dentro de cada cultivar revelou que na safra da seca as cultivares Ouro Vermelho e Madrepérola apresentaram maior índice de velocidade de emergência. Já as cultivares Ouro Negro e a variedade Manteigão Vermelho apresentaram maior IVE na safra de inverno (TABELA 8). Carvalho *et al.* (1998) relatam que a semeadura em maio (período seco) apresentou maior valor para índice de velocidade de emergência em relação a semeadura de julho, safra que a colheita pode coincidir com o período chuvoso.

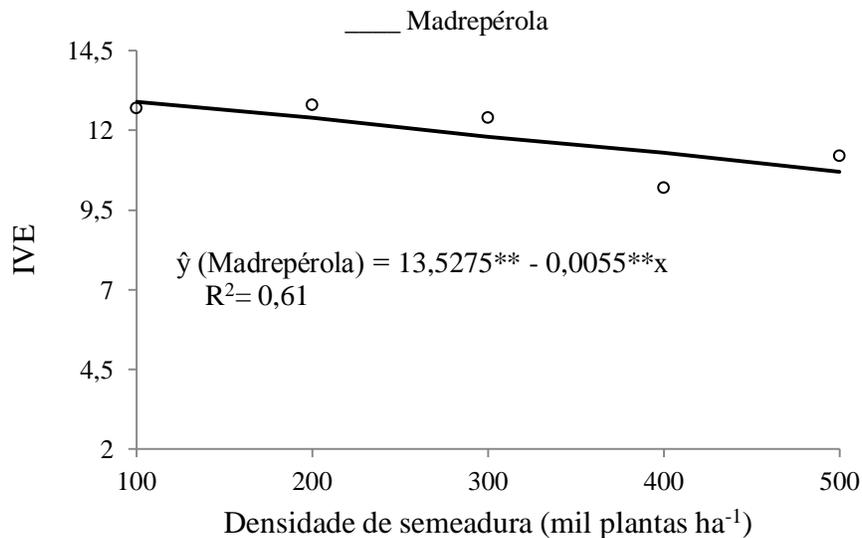
O desdobramento da interação CV x D, estudando o efeito de cultivares dentro de cada densidade de semeadura, revelou que as sementes das cultivares Ouro Vermelho, Ouro Negro e Madrepérola apresentaram maiores valores de IVE do que a Manteigão Vermelho em todas as densidades estudadas (TABELA 9).

**TABELA 9.** Valores médios do índice de velocidade de emergência de cultivares de feijoeiro semeadas em diferentes densidades populacionais, nas safras da seca e de inverno de 2011. Janaúba, MG. 2012.

Cultivares	Densidades de semeadura				
	100	200	300	400	500
Ouro Vermelho	13,3 A	13,6 A	13,4 AB	14,0 A	12,5 AB
Ouro Negro	14,3 A	13,7 A	14,3 A	14,0 A	13,2 A
Madrepérola	12,3 A	12,8 A	12,4 B	10,2 B	11,2 B
Manteigão Vermelho	6,1 B	5,6 B	5,5 C	6,7 C	6,5 C

Médias seguidas por letras distintas nas colunas, diferem entre si pelo teste Tukey em nível de 5% de significância.

Já o estudo dos efeitos das densidades de plantio dentro de cada cultivar revelou diferenças significativas apenas para a cultivar Madrepérola, onde o aumento da densidade de semeadura provocou redução no índice de velocidade de emergência de plântulas. Na densidade de 100 mil plantas ha<sup>-1</sup>, foram observados valores médios de 12,9 de IVE, encerrando em 10,7 na densidade de 500 mil plantas ha<sup>-1</sup> (FIGURA 3).



**FIGURA 3.** Índice de velocidade de emergência (IVE) da cultivar Madrepérola semeada em diferentes densidades populacionais, nas safras da seca e de inverno de 2011. Janaúba, MG. 2012.

Assim, este resultado certamente está relacionado a maior competição intraespecífica e maior acamamento provocado pelo adensamento da lavoura, o que provavelmente prejudicou a qualidade das sementes. Entretanto, há que se ressaltar também que, apesar de significativa, a redução no IVE é de pouca magnitude e foi verificada em apenas uma das quatro cultivares estudadas.

Trabalhos abordando o efeito da população de plantas sobre a qualidade das sementes são escassos e, de certa forma, contraditórios. Maeda *et al.* (1983) trabalhando com três cultivares de soja e três populações de plantas (250.000, 333.000 e 500.000 pl ha<sup>-1</sup>) verificaram que, na menor população, as sementes apresentam maior massa de 100 sementes, germinação e vigor. Por sua vez, Crusciol *et al.* (2002) notaram acréscimos na qualidade fisiológica das sementes a medida que se aumentava a população de plantas de soja. Já Vazquez *et al.*

(2008) concluíram que variações na população de plantas de soja não interferem na qualidade fisiológica de sementes. Monks *et al.* (2006) verificaram que para uma mesma densidade de semeadura, o aumento no espaçamento entre linhas não influenciou o rendimento de sementes de *Macroptilium lathyroides* (L.) Urb, mas resultou em melhoria na qualidade das sementes.

#### 4.6 Envelhecimento acelerado

O desdobramento da interação CV x S, estudando-se os efeitos das cultivares dentro de cada safra, revelou que em ambas as safras estudadas as sementes das cultivares Madrepérola, Ouro Negro e Ouro Vermelho apresentaram maiores valores de germinação após o envelhecimento acelerado do que a variedade Manteigão Vermelho (TABELA 10). Estes resultados corroboram com os verificados nas outras características avaliadas, indicando que as sementes da variedade Manteigão Vermelho possuem pior qualidade fisiológica que as sementes das demais cultivares avaliadas neste estudo.

**TABELA 10.** Valores médios de germinação de sementes (%) após o envelhecimento acelerado de cultivares de feijoeiro semeadas em diferentes densidades populacionais, nas safras da seca e de inverno de 2011. Janaúba, MG. 2012.

Safras	Cultivares			
	Ouro Vermelho	Ouro Negro	Madrepérola	Manteigão Vermelho
Seca	72 Aa	74 Aa	71 Aa	45 Ab
Inverno	49 Bab	56 Ba	41 Bb	31 Bc

Médias seguidas por diferentes letras diferem significativamente pelo teste F (safras) ou pelo teste de Tukey (cultivares), a 5% de probabilidade. Letras maiúsculas comparam nas colunas, enquanto minúsculas comparam nas linhas.

O teste de envelhecimento acelerado (EA) é reconhecido como um dos mais importantes para avaliação do vigor de sementes de várias espécies, sendo capaz de proporcionar informações com alto grau de consistência. Neste teste, considera-se que lotes de sementes de alto vigor mantêm sua viabilidade quando submetidos, durante períodos de tempo, a condições severas de temperatura e umidade relativa do ar (MARCOS FILHO, 2005).

Observa-se que na safra da seca as sementes das cultivares Ouro Vermelho, Ouro Negro e Madrepérola obtiveram, mesmo após as sementes terem sido submetidas às condições de estresse do envelhecimento, germinação superior ao padrão mínimo exigido para comercialização de sementes básicas, que é de 70%. Já na safra de inverno, os resultados também revelaram diferenças significativas, entretanto, nenhuma cultivar apresentou o padrão mínimo de germinação exigido para comercialização (TABELA 10).

O desdobramento da mesma interação, estudando-se os efeitos de safras dentro de cada cultivar, revelou que independentemente da cultivar estudada, o feijoeiro cultivado na safra da seca apresentou maiores valores de germinação após o envelhecimento (TABELA 10). Verifica-se também que, com exceção da variedade Manteigão Vermelho na safra da seca, todas as cultivares apresentaram valores superiores a 70% de germinação.

Esses resultados evidenciam a importância dos estudos na definição da época correta de semeadura, visando a produção de sementes de qualidade. O efeito negativo do ambiente pode ser parcialmente contornado pela programação da semeadura, de modo que a maturação e a colheita aconteçam em condições climáticas mais favoráveis, sem ocorrência de chuvas, ou pela regionalização da produção de sementes. Nesse sentido, Popinigis (1985) relata que condições ambientais desfavoráveis à planta durante a fase de desenvolvimento da semente podem impedir que ela atinja um nível de vigor tão elevado quanto o que atingiria em condições favoráveis. As condições climáticas de cada região, como

umidade e temperatura, variam com as estações do ano. Assim, a determinação da época de semeadura, em certa região, significa expor a cultura às mais diversas condições do ambiente durante o seu desenvolvimento, com respostas na qualidade fisiológica de sementes.

O desdobramento da interação CV x D, estudando-se os efeitos de cultivares dentro de cada densidade de semeadura, revelou que a variedade Manteigão Vermelho apresentou menor germinação que as demais cultivares, após o envelhecimento acelerado, na maioria das densidades populacionais (TABELA 11). Ressalta-se também que apenas a cultivar Ouro Negro, na densidade de 200 mil plantas ha<sup>-1</sup>, atingiu germinação superior ao padrão recomendado para comercialização de sementes de feijão.

**TABELA 11.** Valores médios de germinação de sementes (%) após o envelhecimento acelerado de cultivares de feijoeiro semeadas em diferentes densidades populacionais, nas safras da seca e de inverno de 2011. Janaúba, MG. 2012.

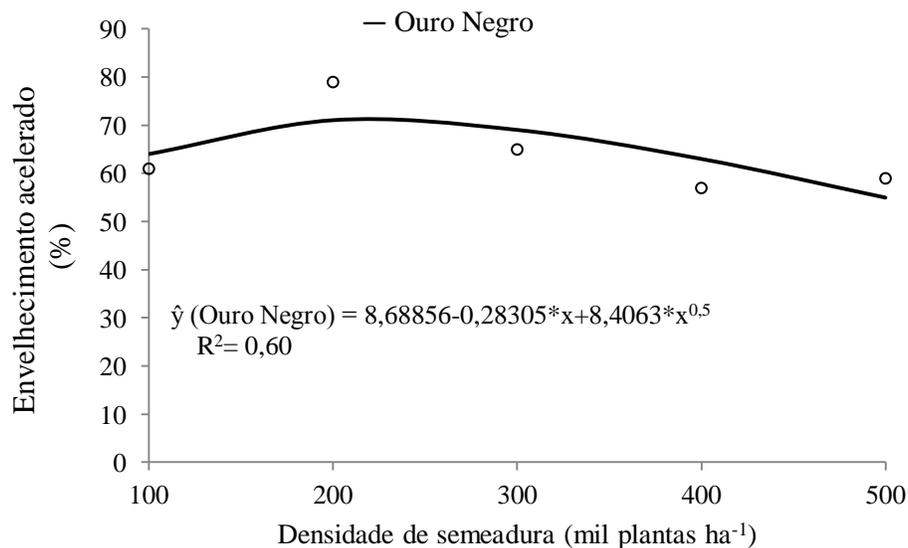
Cultivares	Densidades de semeadura				
	100	200	300	400	500
Ouro Vermelho	56 A	64 B	59 A	66 A	55 AB
Ouro Negro	61 A	82 A	65 A	58 AB	59 A
Madrepérola	72 A	58 B	63 A	53 AB	49 AB
Manteigão Vermelho	37 B	38 C	32 B	49 B	44 B

Médias seguidas por letras distintas nas colunas, diferem entre si pelo teste Tukey em nível de 1% de significância.

As diferenças de desempenho na germinação de sementes das cultivares testados, após o envelhecimento acelerado, certamente se devem às características genotípicas de cada material, como já relatado. França Neto *et al.* (1994) relataram que características do tegumento das sementes (teor de

lignina), semipermeabilidade das paredes das vagens, resistência das sementes ao ataque de fungos e permeabilidade das células dos tecidos são os principais fatores que atuam sobre a qualidade de sementes.

O desdobramento da interação CV x D , estudando-se os efeitos das densidade de semeadura dentro de cada cultivar, revelou diferenças significativas apenas para a cultivar Ouro Negro. O aumento da densidade de semeadura provocou incremento na germinação até a densidade de 200 mil plantas ha<sup>-1</sup>, onde foi verificado o melhor resultado de germinação (71%) após o envelhecimento. A partir dessa densidade, houve redução nos valores observados, encontrando 55% de germinação após o envelhecimento acelerado na densidade de 500 mil plantas ha<sup>-1</sup> (FIGURA 4).



**FIGURA 4.** Germinação (%) de sementes após o envelhecimento acelerado da cultivar Ouro Negro semeada em diferentes densidades populacionais, nas safras da seca e de inverno de 2011. Janaúba, MG. 2012.

Em seu trabalho, Vazquez *et al.* (2008) concluíram que a variação da população de plantas não provocou alterações na porcentagem de germinação e de envelhecimento acelerado em cultivares de soja. Moore (1991) também não verificou efeito significativo da população de plantas sobre a germinação e vigor de sementes. Já Lazarini *et al.* (2001) relataram que a densidade de semeadura afetou o vigor das sementes quando avaliado pelo envelhecimento acelerado e o índice de velocidade de germinação.

É importante ressaltar que para a obtenção de maiores respostas às tecnologias que resultem em maiores rendimentos de grãos na cultura do feijão, o emprego de população adequada de plantas é fator fundamental. A manipulação adequada do arranjo espacial das plantas na lavoura pode apresentar, entre outras vantagens, maior eficiência na interceptação da radiação solar (THOMÉ, 1985), uso mais efetivo da umidade e dos nutrientes do solo ou das adubações e menor competição radicular (WOOLEY e DAVIS, 1991).

Ressalta-se também que a realização de estudos que considerem a qualidade fisiológica de sementes de novas cultivares de feijão recomendadas no Brasil pode representar importante ferramenta para assegurar maior confiabilidade na recomendação de novas cultivares e, para aumentar a adoção desses materiais por parte dos agricultores.

## CONCLUSÃO

As sementes da variedade Manteigão Vermelho apresentam menor qualidade fisiológica do que as das cultivares Ouro Vermelho, Ouro Negro e Madrepérola, nas condições de cultivo do Norte de Minas Gerais.

O cultivo do feijoeiro na safra da seca mostra-se mais adequado para a produção de sementes com elevada qualidade fisiológica.

O aumento na densidade de semeadura não interfere na qualidade fisiológica de sementes de feijão, independente do tipo de hábito de crescimento da cultivar.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRASEM – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS. **Estatísticas. Feijão. Safra 2010**. Disponível em: <<http://www.abrasem.com.br/index/pdf>>. Acesso em: 20 mar. 2012.

ALBUQUERQUE, M. C. F.; CARVALHO, N. M. Effect of the type of environmental stress on the emergence of sunflower, soybean and maize seeds with different levels of vigor. **Seed Science and Technology**, [s.l], v. 31, n. 2, p. 465-478, 2003.

ALVAREZ, V. V. H.; RIBEIRO, A. C. Calagem. In: RIBEIRO, A.C.; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais – 5ª Aproximação**. Viçosa: CFSEMG, 1999. p. 43-60.

ANDRADE, M. J. B. *et al.* Épocas de colheita em cinco cultivares de feijoeiro. II. Efeitos sobre a qualidade da semente. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 3, p. 683-689, maio/jun., 2001.

ARAÚJO, R.S. **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potáfos, 1996. 786 p.

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

ARF, O. *et al.* Efeito de diferentes espaçamentos e densidades de semeadura sobre o desenvolvimento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 31, n. 9, p. 629-634, 1996.

AUGE, H.; BRANDL, R. Seedling recruitment in the invasive clonal shrub, *Mahonia aquifolium* Pursh (Nutt.). **O ecologia**, Berlin, v. 110, p. 205-211, 1997.

AZEVEDO, J. T.; LAUDARES-FILHO, L. A. Produção de sementes de alta qualidade. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 8, n. 90, p. 34-35, 1982.

BRAGA, L.F. *et al.* Efeito da disponibilidade hídrica do substrato na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 21, n. 2, p. 95-102, 1999.

BRAGANTINI, C. Produção de sementes. In: ARAUJO, R.S.; RAVA, C. A.; STONE, L.F.; ZIMMERMANN, M.J. (Eds.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p. 639-667.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa 25/2005**. Ministério da Agricultura, Pecuária e do 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, Seção 1.

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

BEZERRA, A. A. de C. **Efeitos de arranjos populacionais na morfologia e produtividade de feijão-caupi de crescimento determinado e porte ereto**. 2005. 123 p. Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

BEZERRA, A. A. de C. *et al.* Características de dossel e de rendimento em feijão-caupi ereto em diferentes densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n.10, p.1239-1245, out. 2009.

BEZERRA, A. A. *et al.* Morfologia e produção de grãos em linhagens modernas de feijão-caupi submetidas a diferentes densidades populacionais. **Revista de Biologia e ciências da Terra**, João Pessoa, v. 8, p. 85-93, 2008.

BORÉM, A.; CARNEIRO, J.E.S. A cultura. In: . In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J. de.; BORÉM, A. **Feijão**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. p. 14-18.

CARVALHO, M. A. C.; ARF, O.; SÁ, M. E. Efeito do espaçamento e épocas de semeadura sobre o desempenho do feijão II. qualidade fisiológica das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 20, n.1, p. 202-208, 1998.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. (Ed.) **Sementes: ciências, tecnologia e produção**. 4 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588 p.

CASPER, B. B.; JACKSON, R.B. Plant competition underground. **Annual review ecology and systematic**, Palo Alto, v. 28, p. 545-570, 1997.

CHAGAS, J.M. Plantio. In: ZIMMERMANN, M. J. O. **Cultura do feijoeiro: fatores que afetam e produtividade**. Piracicaba. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988. p. 303-316.

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

COBUCCI, T.; FERREIRA, F. A.; SILVA, A. A. da. Controle de plantas daninhas. In: ARAUJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMMERMANN, M. J. de O. (Coords.). **Cultura do feijoeiro-comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p. 433-464.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, oitavo levantamento, maio 2012** / Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília : Conab, 2012. 36 p. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12\\_05\\_10\\_08\\_49\\_52\\_boletim\\_mai\\_2012.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_05_10_08_49_52_boletim_mai_2012.pdf)> Acesso em: 20 de março de 2012.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento de safra brasileira**: grãos, quarto levantamento, janeiro 2011 / Companhia Nacional de Abastecimento. – Brasília : Conab, 2011. 41 p. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11\\_01\\_06\\_08\\_41\\_56\\_boletim\\_graos\\_4o\\_lev\\_safra\\_2010\\_2011..pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/11_01_06_08_41_56_boletim_graos_4o_lev_safra_2010_2011..pdf)> Acesso em: 20 de março de 2012.

COSTA, N. P. *et al.* Efeito do retardamento de colheita de cultivares de soja sobre a qualidade da semente produzida. In: \_\_\_\_\_ **Resultados de pesquisa de soja 1982/83**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1983. p. 61-64.

CROTHERS, S. E.; WESTERMANN, D. T. Plant population effects on the seed yield of *Phaseolus vulgaris* L. **Agronomy Journal**, Madison, v. 68, n. 6, p. 958-960, 1976.

CRUSCIOL, C. A. C. *et al.* Produção e qualidade fisiológica de sementes de soja avaliadas na semeadura de inverno. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 59, n.1, p. 75-96, 2002.

DELOUCHE, J.C.; BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, [s.l], v. 1, p. 427-52, 1973.

DOMINGOS, M. **Dessecação do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.): Efeito sobre a produtividade e a qualidade das sementes**. 1998. 89 p. (Tese Doutorado), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 1998.

DOURADO NETO, D. **A cultura do feijão**. Disponível em: <[www.lpv.esalq.usp.br/LPV580/Aula%202.pdf](http://www.lpv.esalq.usp.br/LPV580/Aula%202.pdf)> Acesso em fevereiro de 2012.

DOURADO NETO, D.; FANCELLI, A.L. **Produção de feijão**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 385 p.

EAGLES, C. F. Competition for light and nutrients between natural populations of *Dactylis glomerata*. **Journal Agricultural Science**, [s.l], p.141-151, 1976.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Cultivo do Feijoeiro-comum**. Disponível em: <[www.cnpaf.embrapa.br](http://www.cnpaf.embrapa.br)>. Acesso em 20 mar 2012.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

EVANS, A. M. Exploitation of the variability in plant architecture in *Phaseolus vulgaris*. In: \_\_\_\_\_ **Potentials of field beans and other food legumes in Latin America**. Colômbia: CIAT, Cali, 1973. p. 279-286,

FACHINI, C. *et al.* Importância do feijão no agronegócio brasileiro. In: DIA DE CAMPO DE FEIJÃO, 22., 2006. Capão Bonito. **Resumos...** Capão Bonito, 2006. p.1-7,

FANCELLI, A.L.; DOURADO NETO, D. **Produção de feijão**. Piracicaba, SP: Livro Ceres, 2007. 386 p.

FONSECA, J.R.; SILVA, J.G. **Produção de sementes sadias de Feijão-comum em várzeas tropicais**. Embrapa Arroz e Feijão. Sistemas de produção, 2004. Disponível em: [http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoVarzeaTropical/pos\\_colheita.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Feijao/FeijaoVarzeaTropical/pos_colheita.htm)>. Acesso em maio de 2012.

FRANÇA NETO, J.B. *et al.* Seed production and technology for the tropics. In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Soja (Londrina, PR). **Tropical soybean: improvement and production**. Rome: FAO, 1994. p. 217-240. (FAO. Plant Production and Protection Series, 27).

FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Londrina: Embrapa- CNPSo, 1984. (Circular Técnica, 9).

FRANÇA NETO, J. B. *et al.* **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade** - Série Sementes. Circular técnica, Londrina, 2007. Disponível em: <<http://www.fag.edu.br/.../Tecnologia%20e%20Produção%20de%20Sementes>>. Acesso em maio de 2012.

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

FURLAN, S. M. **Efeito de regiões e épocas de produção na qualidade de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) no Estado de São Paulo**. 1986. 130 p. (Dissertação Mestrado), ESALQ, USP, Piracicaba, 1986.

GASPAR, C.M.; NAKAGAWA, J. Teste de condutividade elétrica em função do período e da temperatura de embebição para sementes de milheto. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 24, n. 2, p. 82-89, 2002.

GRAFTON, K.F., SHNEITER, A. A., NAGLE, B.J. Row spacing, plant population, and genotype x row spacing interaction effects on yield and yield components of dry bean. **Agronomy Journal**, Madison, v. 80, p. 631-634, 1988.

GUIMARÃES, R.M.; OLIVEIRA, J.A.; VIEIRA, A.R. Aspectos fisiológicos de sementes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 232, p. 40, 2006.

GUSTAFSON, D. J.; GIBSON, D. J.; NICKRENT, D. L. Competitive relationships of *Andropogon gerardii* (Big Bluestem) from remnant and restored native populations and select cultivated varieties. **Functional Ecology**. London, v. 18, p. 451-457, 2004.

HEIFFIG, L.S. **Plasticidade da cultura da soja (*Glycine max* (L) Merrill) em diferentes arranjos espaciais**. 2002. 84 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). ESALQ, Piracicaba, 2002.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA.  
**Levantamento Sistemático da produção Agrícola:** Pesquisa Mensal de  
Previsão e Acompanhamento das Safras Agrícolas no Ano Civil. Rio de Janeiro,  
v. 25, n. 6, p. 1-88, junho 2012.

KAPPES, C. *et al.* Qualidade fisiológica de sementes e crescimento de plântulas  
de feijoeiro, em função de aplicações de paraquat em pré-colheita. **Pesquisa  
Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 1, p. 9-18, jan./mar. 2012.

KAPPES, C.; CARVALHO, M. A. C.; YAMASHITA, O. M. Potencial  
fisiológico de sementes de soja dessecadas com diquat e paraquat. **Scientia  
Agraria**, Curitiba, v. 10, n. 1, p. 1-6, 2009.

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

LACERDA, A. L. S. *et al.* Efeitos da dessecação de plantas de soja no potencial  
fisiológico e sanitário das sementes. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 3, p. 447-  
457, 2005.

LAZARINI, E. *et al.* Qualidade fisiológica de sementes de cultivares de soja  
semeadas em diferentes densidades no período de primavera e de outono após a  
colheita e o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 23,  
n. 1, p. 68-75, 2001.

LEMAIRE, G. **Ecophysiological of Grasslands:** Dynamics aspects of forage  
plant population in grazed swards. INTERNATIONAL GRASSLAND  
CONGRESS, 19., 2001. São Paulo (Brasil). **Proceedings....** 25 p. Disponível  
em: <<http://www.internationalgrasslands.org/files/igc/publications/2001/tema1-1.pdf>> Acesso em: 20 de abril de 2012.

MAEDA, J. A . *et al.*. Influencia de cultivares, espaçamentos e localidades na qualidade da semente de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 5, p. 515-518, 1983.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison, v. 2, n.1 p. 176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 1. ed. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina ABRATES, 1999. cap. 3, p.1-24.

MONKS, P.L. *et al.* Produção e qualidade de sementes de *Macroptilium lathyroides* (L.). Urb sob diferentes espaçamentos e épocas de colheita. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 36, n. 2, p. 107-112, 2006.

MOORE, S.H. Uniformity of planting spacing effect on soybean population parameters. **Crop Science**, Madison, v. 31, n. 4, p. 1049-1051, 1991.

MOTTA, I de S. *et al.* Qualidade fisiológica de sementes de soja provenientes de diferentes épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 22, n. 2, p. 257-267, 2000.

PAULA JÚNIOR, T. J. de. *et al.* **Cultivares de feijão-comum para Minas Gerais**. Belo Horizonte: EPAMIG, 2010. 39 p.

PAULA JÚNIOR, T. J. *et al.* **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na região central brasileira: 2007-2009**. Viçosa: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, 2008. 180 p. (Série Documentos, 42).

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2.ed. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289 p.

PORTES, T. A. Ecofisiologia. In: ZIMMERMANN, M. J. O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do feijoeiro**: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988. p. 101-137.

RAMALHO, M.A.; SANTOS, J.B.; ZIMMERMANN, M.J.O. **Genética quantitativa em plantas autógamas**: aplicações ao melhoramento do feijoeiro. Goiânia: UFG, 1993. 271 p.

RAVA, C.A. **Sementes de Feijão**: Produção e Tecnologia. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. p. 249-70.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ, V. H. In: COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**: 5ª aproximação. Viçosa, MG: CFSEMG, 1999. 359 p.

ROCHA, J. A. M. **Produção de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado em populações variáveis quanto ao número e ao arranjo de plantas**. 1991. 48 f: Dissertação (Mestrado em Agronomia - Produção Vegetal) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1991.

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.

SAINDON, G. *et al.* Incidence of white mold and yield of upright bean grown in different planting patterns. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v. 137, n. 2, p.118-124, 1993.

SANDERSON, M. A.; ELWINGER, G. F. Plant density and environment effects Orchardgrass-White clover mixtures. **Crop science**, Madison, v. 42, p. 2055-2063, 2002.

SANTOS, C. M. R.; MENEZES, N. L de.; VILLELA, F. A. Modificações fisiológicas e bioquímicas em sementes de feijão no armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 27, n. 1, p.104-114, 2005.

SANTOS, J. B.; GAVILANES, M. L. Botânica. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. **Feijão**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 41-65.

SCHUCH, L. O. B. *et al.* Crescimento em laboratório de plântulas de aveia-preta (*Avena strigosa Schreb.*) em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 21, n. 1, p. 229- 234, 1999.

SEAPA - Secretaria de Estado de Agricultura, Pecuária e Abastecimento de Minas Gerais. **Produção mineira de cana e grãos cresce em 2012**. Disponível em: <<http://www.agricultura.mg.gov.br/noticias/2179-producao-mineira-de-cana-e-graos-cresce-em-2012>> . Acesso em: 12 de abril de 2012.

SIDDIQUE, K. H. M. *et al.* Water use and water use efficiency of old and modern wheat cultivars in a mediterranean-type environment. **Australian Journal of Agricultura Research**, Melbourne, v. 41, p. 431-447, 1990.

SINGH, S.P.; GEPTS, P.; DEBOUCK, D.G. Races of common bean (*Phaseolus vulgaris*, FABACEAE). **Economic Botany**, New York, v. 45, p. 379-396, 1991.

SIQUEIRA, J. L de. *et al.* Emergência e vigor de sementes de feijoeiro em função de safras e períodos de armazenamento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 1, p. 206-212, jan./fev., 2001.

SOUZA, A. B. *et al.* Densidades de semeadura e níveis de NPK e calagem na produção do feijoeiro sob plantio convencional, em Ponta Grossa, Paraná. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.38, n. 1, p. 39-43, 2008.

TEIXEIRA, I. R. *et al.* Teores de nutrientes e qualidade fisiológica de sementes de feijão em resposta a adubação foliar com manganês e zinco. **Bragantia**, Campinas, v.64, n.1, p.83-88, 2005.

TEKRONY, D.M.; EGLY, D.B.; PHILLIPS, A.D. Effects of field weathering on the viability and on vigor of soybean seed. **Agronomy Journal**, Madison, v. 72, n. 5, p.749-753, 1980.

TOLEDO, M. Z. *et al.* Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 2, p. 124-133, 2009.

THOMÉ, V. M. R. **Crescimento, desenvolvimento e rendimento de grãos de um cultivar de feijoeiro de hábito de crescimento arbustivo determinado, em função de época de semeadura, espaçamento entre linhas e densidade de plantas.** 1985. 139 p. Dissertação ( Mestrado em Agronomia), Faculdade de Agronomia, Porto Alegre, 1985.

VAZQUEZ, G.H.; CARVALHO, N.M.; BORBA, M.M.Z. Redução na população de plantas sobre a produtividade e a qualidade fisiológica da semente de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 30, n. 2, p.01-011, 2008.

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.

ZANINE, A. M.; SANTOS, E.M. Competição entre espécies de plantas – uma revisão. **Revista da FZVA**, Uruguaiana, v. 11, n. 1, p. 10-30, 2004.

WILSON, J.B. Shoot competition and root competition. **Journal Applied Ecology**, [s.l], v. 25, p. 279–296, 1988.

WOOLLEY, J.; DAVIS, J.H.C. The agronomy of intercropping with beans. SCHOONHOVEN, A. van; VOYSEST, O. (ed.). **Common beans**: Research for crop improvement. Melksham, Wiltshire, UK: Redwood Press, 1991. p. 707-735.

YOKOYAMA, L.P. **Tendências de mercado e alternativas de comercialização do feijão**. Santo Antônio de Goiás: GO. 2002. Comunicado Técnico. Disponível em:  
<[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/comt\\_43ID-nX3H70pDDP.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/comt_43ID-nX3H70pDDP.pdf)>. Acesso em: 10 de abril de 2012.

YOKOYAMA, L. P. *et al.* Sementes de feijão: Produção, uso e comercialização. In: VIEIRA, E.H.N., RAVA, C.A. **Sementes de Feijão**: Produção e Tecnologia. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2000. p. 249-70.