

**DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE
SEMENTES DE FEIJÃO COLHIDAS EM
DIFERENTES ESTÁDIOS DE
DESENVOLVIMENTO**

FREDERICO JOSÉ EVANGELISTA BOTELHO

2009

FREDERICO JOSÉ EVANGELISTA BOTELHO

**DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE FEIJÃO
COLHIDAS EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de pós-graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

Orientador

Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

2009

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

Botelho, Frederico José Evangelista.

Desempenho fisiológico de sementes de feijão colhidas em
diferentes estádios de desenvolvimento / Frederico José Evangelista
Botelho. – Lavras : UFLA, 2009.

70 p. : il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

Orientador: Renato Mendes Guimarães.

Bibliografia.

1. *Phaseolus vulgaris*. 2. Colheita. 3. Tamanho. 4. Qualidade
fisiológica. 5. Sementes. I. Universidade Federal de Lavras. II.
Título.

CDD – 635.65221

FREDERICO JOSÉ EVANGELISTA BOTELHO

**DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE FEIJÃO
COLHIDAS EM DIFERENTES ESTÁDIOS DE DESENVOLVIMENTO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, para obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 26 de Fevereiro de 2009

Prof. Dr. João Almir Oliveira

UFLA

Pesq. Dr. Antônio Rodrigues Vieira

EPAMIG

Prof^a. Dr^a. Luciane Vilela Resende

UFLA

Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães

UFLA

(Orientador)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

"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)

Aos meus pais, José Afonso e Maria Regina

OFEREÇO.

Aos meus irmãos Renan e Álvaro.
A minha noiva Priscilla.

DEDICO.

"As palavras são poucas para
relatar a dimensão do meu amor
por vocês, para os quais devo
tanto aprendizado"

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, proteção e saúde.

Aos meus pais, pelo exemplo de luta, pela educação que deram a mim, pela confiança em mim depositada, pelo apoio e presença em todos os momentos.

Aos meus irmãos, Renan e Álvaro, pelo apoio, carinho e amizade.

A querida Priscilla, pelo amor, amizade, confiança, companheirismo, carinho e incentivo.

Aos grandes amigos e familiares, José Renato, João Almir e Gustavo, pela amizade, companheirismo, incentivo e ajuda na condução dos experimentos.

À Universidade Federal de Lavras (UFLA) e ao Departamento de Agricultura, em especial ao Setor de Sementes, pela oportunidade de realização da pós-graduação.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudos para o mestrado e à FAPEMIG e CAPES pelo apoio, por meio de equipamento e materiais para a realização dos trabalhos.

A meu orientador, Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães, por toda atenção, apoio e pela grande amizade desde os tempos da graduação.

Aos membros da banca examinadora, Prof. Dr. João Almir Oliveira, Pesq. Antônio Rodrigues Vieira e Dr^a. Luciane Vilela Resende.

Aos professores do Setor de Sementes (DAG), Prof^{ts}. Dr^a. Édila Vilela de Resende Von Pinho, Prof. João Almir de Oliveira, Prof^{ts}. Dr^a. Maria Laene Moreira de Carvalho e o Pesquisador Antonio Rodrigues Vieira, por serem exemplos de profissionais, por todos os conhecimentos transmitidos, amizade, atenção e carinho.

À D. Elza, Andréa, Elenir e Dalva, funcionárias do Laboratório de Análise de Sementes, pela disponibilidade, atenção e amizade.

Aos estagiários do Setor de Sementes, em especial ao Tiago, que sempre estiveram à disposição para ajudar.

Aos amigos, Adriano, Danielle, Pámela, Aline, Ísis, Franciele, Keline e a todos os outros amigos do curso de pós-graduação. Quero que saibam que, a despeito do tempo e da distância, agradeço pelas inúmeras horas de alegria e pelo apoio, ajuda e companheirismo em todos os momentos.

Aos amigos, Juninho, Tiago, Everson e Vinícius pela amizade, companheirismo, incentivo, ajuda, apoio e presença em todos os momentos.

Enfim, a todos que, de uma forma ou de outra, colaboraram para o encerramento desta etapa importante da minha vida e que, embora não citados aqui, não deixam de merecer meu profundo agradecimento.

**"Hoje faço um eterno
agradecimento, pois vocês fazem
parte da minha história".**

OBRIGADO!

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	i
ABSTRACT	ii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Importância do feijão no Brasil	3
2.2 Maturidade fisiológica de sementes	6
2.3 Classificação das sementes por tamanho	10
2.4 Colheita	14
2.5 Parâmetros de qualidade das sementes	19
3 MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1 Localização e clima	23
3.2 Instalação e condução do experimento	26
3.2.1 Determinação da umidade das sementes	27
3.2.2 Produtividade	27
3.2.3 Germinação	27
3.2.4 Emergência em bandeja	27
3.2.5 Índice de velocidade de emergência	28
3.2.6 Teste de frio	28
3.2.7 Condutividade elétrica	28
3.2.8 Eletroforese	29
3.3 Delineamento experimental, tratamentos e detalhes das parcelas	30
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1 Determinação da umidade das sementes	30
4.2 Produtividade	32
4.3 Retenção em peneiras	34
4.4 Germinação	37

4.5 Emergência	39
4.6 Índice de velocidade de emergência (IVE).....	41
4.7 Condutividade elétrica	42
4.8 Teste de frio	45
4.9 Análises bioquímicas (Eletroforese).....	47
4.9.1 Esterase	47
4.9.2 Superóxido Dismutase	48
4.9.3 Proteínas de resistência ao calor	49
5 CONCLUSÕES	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
ANEXOS	66

RESUMO

BOTELHO, Frederico José Evangelista. **Desempenho fisiológico de sementes de feijão colhidas em diferentes estádios de desenvolvimento.** 2009. 70 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.¹

Na cultura do feijão, a época adequada de colheita para produção de sementes de alta qualidade é de suma importância. Atrasos ou antecipações da colheita em relação ao ponto de maturidade fisiológica podem acarretar vários prejuízos à qualidade das sementes. Desta forma, no presente trabalho objetivou-se determinar a época ideal de colheita para a obtenção de sementes com maior qualidade e produtividade. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, em esquema fatorial, em faixa, com quatro repetições. Foram utilizadas sementes de feijão de duas cultivares do grupo Carioca (BRS Majestoso e BRS Horizonte). A semeadura foi realizada manualmente e cada parcela constituída de quatro linhas de 12 m de comprimento, espaçadas de 0,40 m entre elas. A colheita foi realizada manualmente, aos 70, 80, 90 e 100 dias após a emergência (DAE). Após a colheita, as plantas foram secas ao sol, debulhadas e pesadas para verificação da produtividade. Em seguida, as sementes foram separadas em 4 classes de tamanho, sendo 3 em peneiras (14/64, 17/64 e 18/64) e sementes não classificadas. A avaliação da qualidade das sementes foi realizada por meio dos testes de germinação, emergência em bandejas, índice de velocidade de emergência (IVE), condutividade elétrica, teste de frio e análises eletroforéticas de proteínas e enzimas. A produtividade da cultivar BRS Majestoso foi superior a da BRS Horizonte, sendo as maiores produtividades obtidas aos 90 DAE. A germinação foi crescente ao longo das épocas de colheita, e as sementes maiores tiveram maior germinação. Já nos testes de emergência e IVE, pode-se observar um comportamento com três fases distintas, sendo aos 90 DAE a época onde as sementes apresentaram melhor vigor. Este fato também pode ser observado na cultivar BRS Majestoso no teste de frio. De acordo com o teste de condutividade elétrica, observou-se uma queda linear e decrescente ao longo das épocas de colheita. Para os padrões enzimáticos, observaram-se atividades da enzima esterase nos estádios mais precoces e tardios, já para as proteínas resistentes ao calor houve expressão crescente até 90 DAE e em seguida decréscimo. Na enzima superóxido dismutase não foram observadas expressões diferenciadas devidas aos tratamentos. Concluiu-se que a colheita aos 90 DAE propicia maior produtividade e qualidade de sementes de feijão das cultivares avaliadas.

¹ Comitê Orientador: Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães – UFLA (Orientador), Prof. Dr. João Almir Oliveira – UFLA, Prof.^a Dr.^a Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA.

ABSTRACT

BOTELHO, Frederico José Evangelista. **Physiological performance of beans seeds harvested in different development stadiums.** 2009. 70 p. Dissertation (Master in Agronomy) – Federal University of Lavras, Lavras, MG.²

In beans culture, the ideal time of harvest for high quality seeds production is of utmost importance. Harvest delays or anticipations related to the point of physiological maturity may cause some damages to the seeds quality. In the present work it was objectified to determine the ideal time of harvest for the attainment of seeds with higher quality and productivity. The experimental design used was randomized blocks, in factorial scheme, in lays, with four repetitions. Beans seeds of two cultivars of the Carioca group (BRS Majestoso and BRS Horizonte) were used. The sowing was carried through manually and each parcel had four lines of twelve meters of length, spaced of 0,40 m between them. The harvest was carried through manually, to the 70, 80, 90 and 100 days after the emergency (DAE). After the harvest, the plants were drought to the sun, threshed and weighed for productivity verification. After that, seeds were separated in 4 class of size, 3 in bolters (14/64, 17/64 and 18/64) and not classified seeds. The evaluation of seeds quality was carried through by germination tests, emergency in trays, index of emergency speed (IVE), electrical conductivity, cold test and eletrophoretic analyzes of proteins and enzymes. BRS Majestoso cultivar productivity was higher than BRS Horizonte, being the highest productivities gotten 90 DAE. The germination was increasing throughout the harvest times and the biggest seeds had greater germination. In the emergency test and IVE, a behavior with three distinct phases can be observed, being the 90 DAE the time where seeds presented better vigour. This fact can also be observed in BRS Majestoso cultivar in the cold test. According to the test of electrical conductivity, it was observed a linear and decreasing fall throughout the harvest times. For the enzymatic standards, it was observed esterase activity in the most precocious and delayed stadiums and for the heat resistant proteins there was a increasing expression up to 90 DAE, followed by a decrease after that. In the superoxide dismutase enzyme it was not observed differentiated expressions due to the treatments. As conclusion, the 90 DAE harvest propitiates greater productivity and quality of the evaluated cultivar of beans seeds.

² Guidance Committee: Prof. Dr. Renato Mendes Guimarães – UFLA (Adviser), Prof. Dr. João Almir Oliveira – UFLA and Prof^a Dr^a Maria Laene Moreira de Carvalho – UFLA

1 INTRODUÇÃO

A cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), devido à importância dos grãos na alimentação humana, tem merecido grande destaque no cenário nacional e internacional, suprindo as necessidades dos consumidores como fonte básica e barata de proteínas e calorias. É um produto de alta expressão econômica e social, visto que, juntamente com o arroz, é a base da alimentação nacional, fornecendo grandes quantidades de proteína vegetal e de carboidratos, sendo, no caso da população menos favorecida, a principal fonte protéica na alimentação.

O Brasil assume também o posto de maior produtor mundial de feijão-comum. Dependendo da região, o feijoeiro é cultivado praticamente durante o ano inteiro, sendo a primeira época ou feijão “das águas”, responsável por 29% da área plantada, a segunda época (feijão “da seca”), responsável por 48,6%, e a terceira época (feijão “de inverno”), responsável por 22,1% (Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado de Minas Gerais - Emater, 2007). Na safra 2006/2007, foram cultivados mais de 4 milhões de hectares, com uma produção de 3,3 milhões de toneladas de grãos nas três safras (Companhia Nacional De Abastecimento, 2008). No entanto, a taxa de utilização de sementes certificadas ainda é muito baixa, correspondendo a 13% na safra 2005/06, o que é explicado pelo fato de a grande maioria dos produtores ser de pequeno porte, além da grande diversidade de tipos de feijão cultivados em cada região do Brasil (Associação Brasileira de Sementes e Mudanças - Abrasem, 2006).

Entretanto, a demanda por sementes com alta qualidade tende a aumentar significativamente, devido ao aprimoramento tecnológico dos agricultores e ao aumento da área cultivada. Neste sentido, os produtores de sementes certamente investirão no controle da qualidade, monitorando todas as fases da produção,

objetivando assegurar a oferta crescente de sementes de qualidade, as quais apresentam todos os requisitos exigidos para a comercialização.

Um sistema de produção de sementes tem por objetivo obter materiais com elevada qualidade genética, física, fisiológica e sanitária, para propiciar aumento da produção e produtividade agrícola. Na composição do custo de produção, a parcela referente à utilização de sementes melhoradas é relativamente pequena e vantajosamente compensada pela maior produtividade da cultura (Gorgatti Netto, 1979).

As sementes são responsáveis por grande parte do rendimento de uma lavoura, e os esforços por parte dos produtores para produção de sementes de alta qualidade representam uma base sólida para o sucesso da lavoura. Nesse aspecto, a classificação das sementes em lotes de diferentes tamanhos, além de uniformizar a operação de semeadura e, conseqüentemente, proporcionar melhor estande e rendimento da lavoura, torna eficiente também o tratamento das sementes (Carvalho & Nakagawa, 2000; Krzyzanowski et al., 1991).

Além destes fatores, a época adequada de colheita das sementes de feijão é de suma importância para a produção de sementes de alta qualidade, pois a porcentagem de sementes infectadas por microrganismos e/ou atacadas por insetos aumenta, enquanto a germinação e o vigor diminuem à medida que se prolonga seu tempo de permanência no campo após a maturidade fisiológica, aguardando o momento de colheita (Rena & Vieira, 1971).

A maturidade fisiológica coincide com o momento em que cessa a transferência de matéria seca da planta para as sementes; nesta ocasião, o potencial fisiológico é elevado, senão máximo. Diante desse fato, seria extremamente natural a decisão de efetuar a colheita dos campos de produção de sementes quando a população de plantas atingisse a maturidade fisiológica. No entanto, existem muitas dificuldades em se definir o ponto exato de colheita, uma vez que no ponto de maturidade fisiológica a semente se encontra com um

grau de umidade elevado, e por outro lado, o atraso da colheita a partir deste ponto acarreta vários inconvenientes, determinados pela exposição relativamente prolongada das sementes a condições menos favoráveis do ambiente (Marcos Filho, 2005). Assim, o estabelecimento de um ponto ideal de referência para a colheita das lavouras de feijão destinadas à produção de sementes precisa ser determinado, considerando a produtividade, o tamanho e a qualidade das sementes e a interação entre esses fatores.

Dessa forma, nesta pesquisa, teve-se como objetivo determinar a época ideal de colheita para a obtenção de sementes com maior qualidade e produtividade.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Importância do feijão no Brasil

O feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma planta cultivada há milhares de anos pelo homem. Sua origem, até hoje, constitui fonte de divergência entre os pesquisadores. Algumas hipóteses tentam explicar não somente a origem da planta, mas também quando teria o homem começado a domesticá-la. Algumas evidências levam à hipótese de que o centro de origem da planta e sua domesticação teriam ocorrido da região da Mesoamérica, por volta de 7000 anos a.C., uma vez que cultivares selvagens foram encontradas nessa região, mais especificamente no México (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa, 2008).

A importância do feijão na alimentação humana é comprovada em relatos que remontam aos primeiros registros históricos de que se têm notícia. O feijoeiro era cultivado no Antigo Egito e na Grécia, onde recebia cultos em sua

homenagem, por ser considerado símbolo da vida. Já os antigos romanos usavam o feijão em suas festas e, até mesmo, como forma de pagamento para apostas (Embrapa, 2008).

O consumo *per capita* de feijão no Brasil é o mais alto do mundo, tendo, na década de 1970, chegado a patamares de 25 kg/ano. Em 2003, situou-se em 16 kg/ano e, atualmente, estima-se que seja de 11 kg/ano, sendo ainda o Brasil o maior consumidor mundial dessa leguminosa. As possíveis causas da redução do consumo estão relacionadas com a migração da população do meio rural para as cidades, dificuldade no preparo, mudança dos hábitos alimentares da população urbanizada, flatulências após a ingestão do produto e redução do preço de outras fontes protéicas e calóricas, como a carne de frango e o macarrão (Aidar et al., 2002; Borém & Carneiro, 2006; Ferreira et al., 2006).

O feijão constitui importante fonte de proteínas, carboidratos e ferro, principalmente para população brasileira de baixa renda. Além disso, apresenta expressiva importância econômico-social, pois demanda muita mão de obra, principalmente na colheita, constituindo, assim, uma importante fonte de trabalho no meio rural e mesmo urbano em determinadas regiões do país (Parrella, 2006). Estima-se que no cultivo do feijão sejam utilizados cerca de sete milhões de homens/dia/ciclo de produção, envolvendo aproximadamente 295.000 produtores só em Minas Gerais (Borém & Carneiro, 2006), estado este que é o segundo maior produtor brasileiro de feijão, com mais de 16% da produção nacional, superado somente pelo Paraná com quase 30% (Companhia Nacional de Abastecimento – Conab, 2008).

Cultivado tanto por pequenos quanto por grandes produtores, em diversificados sistemas de produção e em todas as regiões brasileiras, o feijoeiro comum reveste-se de grande importância econômica e social. Dependendo da cultivar e da temperatura ambiente, pode apresentar ciclos variando de 65 a 100 dias, o que torna uma cultura apropriada para compor desde sistemas agrícolas

intensivos irrigados, altamente tecnificados, até aqueles com baixo uso tecnológico, principalmente de subsistência (Embrapa, 2008). Essa leguminosa pode ser conduzida no sistema solteiro ou consorciada com outras culturas, principalmente o milho no caso da agricultura familiar.

O feijão pode ser cultivado, dependendo da região, ao longo de todo o ano, no geral em três épocas. A primeira, também conhecida como safra das “águas”, é plantada entre agosto e dezembro e tem maior concentração nos estados das regiões Sul e Sudeste; a segunda safra, ou da “seca”, abrange todos os estados brasileiros e seu plantio ocorre entre janeiro e abril; a terceira safra, ou de “inverno”, concentrada nas regiões Sudeste, Sul, Centro-Oeste e no estado da Bahia, é realizada de maio até julho ou agosto, dependendo do estado (Aidar et al., 2002). Para a safra 2006/2007, levando-se em consideração o feijão-comum e o caupi, a primeira safra ocupou 31,3% da área total colhida de feijão e foi responsável por 40,8% do feijão produzido no país; a segunda safra ocupou 47% da área, sendo responsável por 36,2% da produção e a terceira safra ocupou 21,9% da área, gerando 23% da produção (Conab, 2008). Desse modo, o feijão é ofertado durante todos os meses do ano, tendo alguns meses de maior oferta (janeiro, maio e junho) e um período de menor oferta (setembro a novembro), o que contribui para o abastecimento interno e redução da oscilação dos preços (Ferreira, 2001).

Entretanto, em 2006/2007, a área plantada com feijão na safra das “águas”, foi inferior à cultivada na safra anterior em quase 12%. Essa retração foi provocada pelos baixos preços recebidos pelos produtores assim como pelas baixas precipitações pluviométricas, seguidas de estiagens prolongadas e baixas temperaturas verificadas no final de agosto e setembro.

Assim, devido a sua boa adaptação às mais variadas condições edafoclimáticas do Brasil, o feijoeiro desempenha fundamental papel na alimentação do povo brasileiro, na demanda por mão de obra, na geração de

divisas para o país, fazendo parte da maioria dos sistemas produtivos dos pequenos, médios e grandes produtores.

2.2 Maturidade Fisiológica de sementes

O desenvolvimento e a maturação das sementes são aspectos importantes a serem considerados na tecnologia de produção de sementes, pois entre os fatores que determinam a qualidade das sementes estão as condições de ambiente predominantes na fase de florescimento/frutificação e a colheita na época adequada. Portanto, o conhecimento de como se processa a maturação das sementes e dos principais fatores envolvidos é de fundamental importância para a orientação dos produtores de sementes, auxiliando no controle de qualidade, principalmente no que se refere ao planejamento e a definição da época ideal de colheita, visando qualidade e produtividade.

O processo de maturação de sementes compreende uma série de alterações morfológicas, fisiológicas e funcionais, que ocorrem a partir da maturação do óvulo, prosseguindo até o momento em que as sementes estão prontas para a colheita. Durante esse processo, verificam-se, principalmente, alterações na massa de matéria seca, no teor de água, no tamanho, na germinação e no vigor das sementes. Ainda, podem ser observadas modificações bioquímicas (Delouche, 1971; Popinigis, 1985; Carvalho & Nakagawa, 2000).

Quando a semente atinge o ponto de máxima qualidade fisiológica, ou seja, ponto em que a semente apresenta o máximo de germinação e vigor, ela se encontra no ponto de maturidade fisiológica (Popinigis, 1985; Carvalho & Nakagawa, 2000). Nesse momento, cessa a transferência de nutrientes da planta para a semente. Entretanto, a colheita das sementes nesta fase se torna difícil, uma vez que a planta ainda apresenta grande quantidade de ramos e folhas verdes, e as sementes apresentam altos teores de água, o que dificultaria a colheita (Dias, 2001). Por outro lado, o atraso da colheita a partir deste ponto

acarreta vários inconvenientes, determinados pela exposição relativamente prolongada das sementes a condições menos favoráveis do ambiente (Marcos Filho, 2005).

Segundo Harrington (1972), o armazenamento, ao contrário do que comumente se pensa, não começa após a chegada da semente ao armazém, mas desde o momento em que atinge a maturidade fisiológica. Este armazenamento das sementes no campo, após o ponto de maturidade fisiológica, é decisivo na deterioração ou perda de vigor (Delouche, 1975) e as condições ambientais reinantes na fase de maturação também influenciam a sua qualidade fisiológica (Delouche, 1980).

No processo de maturação, algumas características são utilizadas visando determinar o momento em que as sementes atingem máxima qualidade fisiológica. Dentre elas, o tamanho é uma das alterações que ocorre na semente. Inicialmente, ocorre um rápido crescimento como consequência da multiplicação e divisão celular que constituem o eixo embrionário e o tecido de reserva, atingindo um tamanho máximo. Após esse ponto, o tamanho permanece constante por um determinado período de tempo e, posteriormente, sofre uma redução, que pode variar de intensidade conforme a espécie. De maneira geral, para dicotiledôneas, como é o caso do feijão e da soja, a redução de tamanho é bastante acentuada, enquanto para as monocotiledôneas, como o milho, é pouco acentuada (Carvalho & Nakagawa, 2000).

Em sementes de milheto (Gaspar & Nakagawa, 2002), algodão (Santos et al., 2001), eucalipto (Aguiar et al., 1987) e cenoura (Austin & Longden, 1967; Jacobsohn, 1978; Jacobsohn & Globerson, 1977; Usik, 1980) a germinação e o vigor são influenciados pelo seu tamanho, onde sementes maiores apresentam melhor qualidade comparadas com as menores. Segundo Andrade et al. (2001), os resultados para sementes de milho ainda são contraditórios e parece não haver

uma opinião consensual sobre o assunto para híbridos duplos, triplos e variedades colocadas no mercado.

O efeito do tamanho de sementes de soja na sua qualidade fisiológica tem sido relatado em alguns trabalhos (Bunch, 1962; Hartwig & Edwards, 1970; Souza, 1988; Lima, 1996; Beckert et al., 2000, citados por Santos et al., 2005). Segundo Carvalho & Nakagawa (2000), o tamanho das sementes não influencia a germinação, mas afeta o vigor. Sementes maiores apresentam maior vigor.

Já para sementes de feijão, Lima et al. (2005) constataram que a semeadura de sementes maiores pode estimular o crescimento inicial do cultivo, o que pode ser vantajoso no estabelecimento da cultura sob condições de estresse. Entretanto, algum efeito compensatório, associado ao atraso na senescência foliar, maior taxa de assimilação líquida, ou maior número de sementes por vagem, permite que as plantas oriundas de sementes menores obtenham produção de sementes semelhantes.

Outra característica que pode auxiliar na identificação do ponto de maturidade fisiológica é o teor de água da semente. A semente, logo após ter sido formada, isto é, no estágio de zigoto, normalmente tem elevados teores de água, ou seja, valores entre 70 e 80%. Em poucos dias, observa-se uma pequena elevação, que pode chegar a até 5 pontos percentuais; porém, na sequência, tem início uma fase de lento decréscimo, que tem duração variável de acordo com a espécie, a cultivar e as condições climáticas. Em seguida a partir da maturidade fisiológica, inicia-se uma fase de rápida desidratação, fase essa influenciada diretamente pelas condições climáticas. O teor de água da semente decresce até determinado ponto, o qual passa a oscilar com os valores da umidade relativa do ar (Carvalho & Nakagawa, 2000).

As sementes ortodoxas ao atingirem o ponto de maturidade fisiológica têm, em média, valores entre 30 e 50% de teor de água. Sementes de feijão, por

ocasião do ponto de maturidade fisiológica, têm teores de água variando entre 30 e 44% (Carvalho & Nakagawa, 2000).

Neubern & Carvalho (1976), utilizando o cultivar de feijão Carioca, verificaram que o momento de máximo vigor e germinação ocorreu quando as sementes estavam com 38 a 44% de umidade e com 79 a 82 dias após a semeadura. Para a cultivar Rico 23, Silva et al. (1975) e Silva (1975), constataram que, no ponto de maturidade fisiológica, ocorrido no período de 40 a 54 dias após a fecundação do óvulo, o teor de água da semente oscilou entre de 30 e 40%.

Segundo Carvalho & Nakagawa (2000), o acúmulo de matéria seca tem sido apontado como o melhor índice de estágio de maturação das sementes.

O acúmulo de matéria seca se processa de maneira lenta após a fertilização, onde as divisões celulares predominam, ou seja, está ocorrendo um aumento expressivo no número de células. Em seguida, verifica-se um aumento contínuo e rápido na matéria seca acompanhado por um aumento na germinação e vigor, até atingir o máximo. Desse modo, pode-se afirmar que, em geral, a semente deve atingir a sua máxima qualidade fisiológica quando o conteúdo de matéria seca for máximo (Dias, 2001).

Lazarini et al. (2000) verificaram que as sementes de soja, atingem seu máximo de acúmulo de matéria seca no estágio R7 e durante o estágio R6. Em geral, as sementes obtidas durante os estágios R6 e R7 apresentaram melhor qualidade fisiológica em relação a germinação e vigor.

Conforme Egly & Tekrony (1993) sementes que tenham acumulado 25% ou mais de seu máximo peso de matéria seca apresentam mais de 90% de germinação. Sementes de soja que acumularam somente 35% de seu máximo peso de matéria seca, com conteúdo de umidade de 74% quando colhidas, apresentaram 93% de germinação (Milles et al., 1988).

Quando se prolonga o tempo de permanência no campo, após a maturidade fisiológica, a porcentagem de sementes infectadas por patógenos ou atacada por insetos aumenta e a germinação e o vigor diminuem (Rena & Vieira, 1971). Por isso, é importante que os campos de produção de sementes sejam colhidos logo após as sementes alcançarem a maturidade fisiológica.

Após todas essas considerações, fica claro que conhecer e entender o processo de maturação fisiológica das sementes bem como as principais mudanças que ocorrem desde a sua formação até a maturidade fisiológica se constitui em importante suporte para que os problemas típicos desta fase da vida da semente possam ser contornados e as sementes colhidas apresentem elevado padrão de qualidade.

2.3 Classificação das sementes por tamanho

O tamanho da semente, em muitas espécies, é indicativo de sua qualidade fisiológica (Popinigis, 1985). As sementes maiores, normalmente, possuem embriões bem formados e com maiores quantidades de reservas (Carvalho & Nakagawa, 1983); logo, num mesmo lote, as sementes maiores, potencialmente, apresentam maior poder germinativo e vigor que as sementes menores, embora existam controvérsias quanto aos benefícios da classificação por tamanho.

Linares (1999) trabalhando com sementes de feijão encontrou diferenças significativas quando comparou sementes com tamanhos diferentes. Segundo o autor, foi observado vantagens a favor das sementes grandes quando essas foram comparadas com as de menor tamanho, como: maior porcentagem final de emergência e maior velocidade de emergência das plântulas, maior uniformidade do estande das plantas e na produção das sementes ou grãos.

Já Perin et al. (2002) constataram que não houve efeito do tamanho da semente de feijão na produção de grãos, componentes de produção e índice de

colheita. Sementes de maior tamanho podem antecipar o crescimento do feijoeiro, mas plantas oriundas de sementes pequenas podem compensar seu menor crescimento inicial garantindo uma mesma produção de grãos.

Estudos comparando genótipos de feijoeiro com sementes de diferentes tamanhos indicam uma forte relação negativa entre tamanho da semente e rendimento de grãos, embora a magnitude deste efeito tenha variado com o ambiente (White & González, 1990). Genótipos de feijoeiro com sementes grandes apresentaram menor taxa de crescimento relativo e rendimento de grãos que genótipos de sementes pequenas (White et al., 1992); a menor taxa de crescimento relativo foi associada à baixa atividade fotossintética por unidade de área foliar (Sexton et al., 1997). Entretanto, parte desta relação negativa entre tamanho da semente e rendimento de grãos em genótipos de feijoeiro está relacionada com distintas adaptações ecológicas às diferentes regiões de domesticação (Sexton et al., 1997), e não podem ser extrapoladas para diferenças de tamanho de semente dentro de uma mesma cultivar.

Cultivares de feijão pode responder de forma diferenciada ao plantio de sementes de diversos tamanhos (Figueiredo & Vieira, 1970), demandando avaliações que considerem tais variações entre cultivares. Determinações das taxas de crescimento e da atividade fotossintética podem elucidar os mecanismos envolvidos no desempenho das cultivares de feijoeiro oriundo de sementes de diferentes tamanhos. A existência de variações no desempenho produtivo de sementes de diferentes tamanhos de uma mesma cultivar demandaria a prévia classificação das sementes por lote de tamanho, antes de sua comercialização.

Para sementes de milho, são encontrados muitos trabalhos na literatura. Entre eles, Scotti & Silveira (1977); Shieh & McDonald (1982); Carvalho & Nakagawa (1983); Poppinigis (1985); Faiguenbaum & Romero (1991) e Seneme et al. (2000) reportaram o melhor desempenho das sementes de milho de maior

tamanho e formato achatado, sobrepujando aquelas pequenas e arredondadas durante a germinação e a sobrevivência de plantas no campo, inclusive na produção de grãos. Martinez et al. (1998) também verificaram que as sementes grandes e achatadas de milho híbrido têm maior potencial de armazenabilidade que as de menor tamanho e arredondadas, em condições controladas de temperatura e umidade relativa.

Mais recentemente em estudo com sementes do milho híbrido simples Andrade et al. (2001) constataram que as sementes longas de tamanho médio e de forma achatada (20L) apresentaram qualidade fisiológica superior, ao passo que as sementes de maior tamanho (24) e aquelas de forma arredondada (retidas na peneira 15x³/₄) tem menor vigor.

Já Scotti & Silveira (1977), Silva & Marcos Filho (1982) e Pinho et al. (1995) encontraram diferenças significativas no tamanho e no formato das sementes durante o estágio de plântulas e no estabelecimento da cultura, e esses atributos não interferiram nas fases subseqüentes da lavoura. Esses resultados foram também reportados por Nafziger (1992), Martinelli (1995), Andrade et al. (1997) e Seneme et al. (2001), os quais concluíram que o tamanho e o formato das sementes de milho não apresentaram nenhum efeito significativo na produção de grãos. Esses últimos autores verificaram ainda uma economia na semeadura de até 44%, quando se utilizaram sementes de menor tamanho, comparadas com as sementes maiores, visto que o comércio de sementes no Brasil era feito por peso. Esses resultados não coincidem com aqueles resultados obtidos por Zinsly & Vencovski (1968), que estudaram a influência das classes de sementes e verificaram vantagens na produção para as plantas provenientes de sementes grandes em relação às pequenas.

A influência do tamanho sobre a qualidade fisiológica de sementes de cenoura foi estudada por Austin & Longden (1967), Jacobsohn (1978), Jacobsohn & Globerson (1977) e Usik (1980), os quais observaram que as

sementes de menor tamanho têm menor percentagem de germinação, emergência em campo e rendimento que as sementes de maior tamanho. A mesma tendência foi verificada nos estudos de Krarup & Villanueva (1977); Gray & Steckel (1983), em que as sementes maiores proporcionaram maior peso, embriões maiores e produziram plântulas mais vigorosas.

Aguiar et al. (2001), trabalhando com sementes de girassol, não verificaram diferença significativa no vigor das sementes de diferentes tamanhos no início do armazenamento, mas após seis meses as sementes de menor tamanho (peneiras 11x^{3/4}" e 12x^{3/4}") apresentaram vigor inferior às de maior tamanho (peneiras 14x^{3/4}", 16x^{3/4}" e 18x^{3/4}").

O efeito do tamanho de sementes de soja na sua qualidade fisiológica tem sido relatado em alguns trabalhos (Bunch, 1962; Hartwig & Edwards, 1970; Souza, 1988; Lima, 1996; Beckert, 2000). Segundo Carvalho & Nakagawa (2000), o tamanho das sementes não tem influência sobre a germinação, mas afeta o vigor da plântula resultante, sendo que as sementes de maior tamanho originam plântulas mais vigorosas e, em condições variáveis de campo, podem resultar em estandes superiores.

Gardner & Vanderlip (1989) trabalhando com sementes de milho, observaram que a germinação das sementes, a emergência e o rendimento de grão estão relacionados positivamente com o tamanho e a densidade das sementes, ou seja, as sementes menores foram inferiores às maiores. O tamanho da semente teve maior efeito no rendimento em áreas com estresse hídrico. Maiti et al. (1990) verificaram que existe variação significativa entre o tamanho da semente de milho e o seu vigor.

Lawan et al. (1985) separaram as sementes de milho em três classes de densidade (alta, média e baixa) e cada classe foi separada em três tamanhos (grande: $\geq 2,8\text{mm}$, média: 2,4 a 2,8mm e pequena: $< 2,4\text{mm}$). Sementes de maior tamanho e maior densidade apresentaram maior emergência de plântulas e

menor período da emergência até a antese. Dias (1992), em testes para avaliar o efeito do tamanho das sementes de milho na germinação e no vigor, verificou que as sementes maiores, presentes em maior percentual e com maior peso de 100 sementes, apresentaram aos cinco dias após a semeadura, maior comprimento de raiz e de plântula e maior peso médio de matéria seca das plântulas. Houve tendência das sementes grandes e médias apresentarem maior índice de germinação. O tamanho não influenciou o índice de velocidade de emergência e nem o peso médio de matéria seca aos 21 dias.

Para os autores Gaspar & Nakagawa (2002) a germinação e o vigor das sementes de milho são influenciados pelo seu tamanho, onde sementes maiores são de melhor qualidade do que as sementes menores.

Assim a diversidade dos resultados obtidos sobre o efeito do tamanho da semente na qualidade fisiológica e desempenho no campo demandam ações de pesquisa que propiciem a adequada orientação das instituições produtoras e comercializadoras de sementes (Marcos Filho & Avancine, 1983).

2.4 Colheita

As colheitas dos campos de produção de sementes, de maneira geral têm sido consideradas de forma similar às colheitas de grãos. No entanto, a produção de sementes é uma atividade bastante especializada, e um cuidado peculiar necessita ser despendido nesta fase final do processo de produção.

As operações de colheita são efetuadas com o objetivo de se retirar do campo o produto desejado, dentro das melhores condições possíveis. A colheita exerce influência significativa sobre a qualidade do produto, além de representar parcela considerável do custo de produção, podendo apresentar até 50%. Portanto, é necessário que seja efetuada no momento adequado e seguindo-se as recomendações técnicas, para reduzir ao máximo as possíveis perdas (Pinho, 1998).

A uniformidade de maturação das plantas e das vagens é um fator de extrema importância para que a colheita seja processada em ótimas condições. Fatores relacionados ao solo, à topografia do terreno, ao ambiente, às práticas culturais, às doenças, à disponibilidade de água para as plantas e ao hábito de crescimento das cultivares causam desuniformidade na maturação do feijoeiro. As cultivares de hábitos de crescimento determinados do tipo I e indeterminados do tipo II apresentam maturação uniforme. Já em outras de hábitos indeterminados do tipo III, com internódios longos, e do tipo IV, com guias prostadas ou trepadoras, a maturação é desuniforme, o que, segundo Portes (1988), eleva as perdas na colheita.

A época adequada de colheita é outro fator de grande importância para a obtenção de sementes de boa qualidade. Por isso, as lavouras podem ser colhidas logo após as sementes alcançarem a maturação fisiológica, que corresponde ao estágio de desenvolvimento em que as plantas estão com as folhas amarelas, com as vagens mais velhas secas e com as sementes no seu desenvolvimento máximo (Popinigis, 1985). Entretanto, nem sempre essa exigência pode ser satisfeita, principalmente se a colheita coincidir com períodos chuvosos, que podem causar danos irreparáveis à qualidade das sementes, influenciando a capacidade germinativa e seu valor comercial.

Nota-se que existe ainda a necessidade de se detectar características de fácil observação, que possam definir com maior precisão o ponto de maturidade fisiológica e, conseqüentemente uma época de colheita ideal para a cultura do feijoeiro, como é usado para a cultura do milho onde, a maturidade fisiológica pode ser determinada com base no desenvolvimento da camada preta (black layer) e da linha de transformação em amido (milk line) (Afuakwa & Crookston, 1984; Hunter et al., 1991; Tekrony & Hunter, 1995; Vieira et al., 1995; Fessel et al., 2001).

Soesarsano & Copeland (1974), relacionaram o ponto de maturidade fisiológica com a coloração das vagens de feijão; segundo alguns autores, a germinação e o vigor foram maiores em vagens completamente maduras, isto é, de coloração marrom.

Visando determinar a época adequada de colheita de feijão com base na qualidade fisiológica das sementes, Andrade & Vieira (1972) recomendam o arranquio do feijoeiro quando as sementes atingem cerca de 50% de umidade, com distribuição, aproximadamente igual, de vagens verdes, amarelas e secas, e a maioria das folhas amarelecidas, porém ainda retidas na planta, visto que não ocorrem diferenças em produtividade, tamanho, germinação e qualidade comercial das sementes.

Utilizando a cultivar de feijão “Rico 23”, Silva et al. (1975) detectaram a maturidade fisiológica quando a umidade da semente estava entre 30 a 40%.

Para Rocha et al. (1983), o arranquio de plantas de feijão deve ser feito, sem prejuízos à produção, quando as vagens estão na fase de transição da coloração verde para verde-palha, com as sementes apresentando 40% de umidade e as folhas amarelecidas, mas com ponteiros ainda verdes.

Na prática, a maturidade fisiológica das sementes de cor preta é alcançada ao teor de umidade de 30 a 40% e das de cor bege, ao teor de umidade de 38 a 44% (Neubern & Carvalho, 1976).

Andrade et al. (2001) utilizaram os cultivares, Carioca-MG, Roxo 90, Ouro Negro, Emgopa Ouro e Jalo Esal, e verificaram que, do ponto de vista da maturação, as cultivares avaliadas podem ser colhidas no intervalo que vai do 35º ao 50º dia após o início do florescimento, sem alteração significativa no rendimento de sementes. Já para a cultivar Taim a melhor época de colheita ocorre entre 38 e 42 dias após o florescimento, quando as sementes apresentam índices superiores de produtividade, peso seco, rendimento de grãos inteiros, qualidade fisiológica e armazenabilidade.

Pinto et al. (2001) estudaram feijão-vagem cv. Novirex, e verificaram no ensaio 1 (semeadura em 16/04/97), que os maiores rendimentos de vagens comerciais (entre 8,6 e 10,1 t/ha) foram alcançados entre 63 e 71 dias após a emergência (DAE). No ensaio 2 (semeadura em 12/08/98), os maiores rendimentos foram obtidos aos 56 e 60 DAE (7,4 e 7,7 t/ha, respectivamente). A ausência de flores ou presença de pouquíssimas flores foi um indicativo da melhor época de colheita da cv. Novirex visando maximizar o rendimento de vagens comerciais, independente da época de plantio. Nesta fase dos feijoeiros, as vagens, em média, haviam atingido o desenvolvimento máximo.

Estudos mais recentes sobre a maturidade fisiológica da cultivar Carioca mostraram ser possíveis a colheita das sementes com 20 dias de antecedência, quando elas possuíam cerca de 40% de umidade, sem prejuízos na produtividade e na qualidade. Portanto, as plantas de feijoeiro podem ser arrancadas com umidade dos grãos ainda bem alta. Por outro lado, a bateadeira das plantas deve ser feita quando os grãos possuírem menos de 16% de umidade (Fonseca & Silva, 2007).

A colheita feita fora de época afeta a produção da lavoura. Quando o feijoeiro é deixado por um longo período no campo, após a maturação, ocorrem perdas de sementes pela deiscência das vagens, natural ou provocada pela operação do arranquio das plantas, principalmente em regiões de clima quente e seco. Retardamentos na colheita também depreciam as sementes, que ficam expostas por mais tempo ao ataque de pragas e dificultam o arranquio das plantas pela maior infestação das plantas daninhas. Segundo Rena & Vieira (1971), quando se prolonga a permanência do feijoeiro no campo, ocorrem reduções na germinação e vigor das sementes e elevações nos percentuais de sementes infectadas por patógenos e insetos.

Giurizatto et al. (2003) utilizando nove genótipos de soja, verificaram que o retardamento da colheita reduziu a germinação e o vigor das sementes e ainda aumentou a percentagem de embebição de água pelas sementes.

Já Cardozo et al. (2002) avaliando o efeito do retardamento da colheita na qualidade fisiológica de sementes de quatro cultivares de aveia branca (*Avena sativa* L.) observaram uma redução do rendimento de sementes de 30kg/ha por dia de atraso, a partir da maturação fisiológica. Contudo, não se verificou efeito do retardamento de colheita na percentagem de germinação, índice de velocidade de emergência, o peso de mil sementes, rendimento industrial e teor de proteína. Sendo que o vigor das sementes de aveia branca, medido pelos testes de envelhecimento acelerado e de primeira contagem, diminuiu à medida que a colheita foi atrasada.

No entanto, o retardamento de colheita pode ser utilizado para seleção de genótipos para a alta qualidade das sementes. Lima et al. (2007), concluíram que o método de retardamento de colheita para genótipos de soja, após o estágio R8 de desenvolvimento, mostra-se adequado para diferenciar genótipos em função de qualidade de suas sementes, principalmente, quando em associação com o método de envelhecimento acelerado.

Por outro lado, quanto mais cedo as sementes são colhidas antes da maturação fisiológica, menor será o rendimento, o peso, a percentagem de germinação e o vigor delas (Silva et al., 1975; Neubern & Carvalho, 1976; Siddique et al., 1987). Contudo, segundo Siddique et al. (1987), esses efeitos são diminuídos, até certo limite, se as sementes são deixadas dentro das vagens (ligadas ou não as plantas) durante a secagem. Estes autores explicam que as vagens atuam como reservatório de nutrientes para as sementes em desenvolvimento. Secagem adequada dos feijoeiros deve seguir à colheita, caso contrário os benefícios da “colheita antecipada” podem não ser alcançados.

Sempre que necessário, a aplicação de desfolhantes ou desseccantes tem sido utilizada para diminuir o período de risco no campo, objetivando, principalmente, a redução da umidade, a uniformização da maturação e a obtenção de sementes de qualidade superior, bem como para a liberação de glebas mais cedo e menos infestadas para sucessão cultural. Esta prática permite adiantar a secagem das plantas em quatro a cinco dias (Rava et al., 1981; Domingos et al., 1997). Segundo Carvalho (1981), o desfolhante ethephon proporciona redução da percentagem de infecção de sementes de feijão por fungos. Constatou, porém, que o paraquat não foi eficiente, possivelmente por sua ação desseccante e não desfolhante. Segundo o autor, o desfolhamento parece ser necessário para diminuir a umidade no interior do dossel das plantas.

Em feijão, devido ao seu hábito de crescimento, na maioria das vezes indeterminado, em que o florescimento não é uniforme, é difícil determinar com precisão o estágio de maturação fisiológica. Por meio de algumas pesquisas, tem-se observado que o ponto ideal de dessecação do feijoeiro é quando as plantas apresentam 60% a 70% de vagens maduras e as sementes apresentam teores de água próximos a 39% (Pinho & Salgado, 2006).

As operações realizadas no sistema de colheita do feijão contribuem significativamente para a manutenção ou redução da qualidade das sementes ou grãos. Neste sentido, alguns cuidados podem ser tomados na colheita, como por exemplo: realizar a colheita no período da manhã, pois no período da tarde naturalmente já ocorreu uma seca das vagens e ao manusear as plantas, as vagens se abrem com mais facilidade. Quando possível, recomenda-se não colher feijoeiros acamados, ou seja, em contato com o solo. Há significativamente mais fungos levados internamente nas sementes, e a germinação e a percentagem de emergência é menor, quando as sementes originaram-se de vagens que estiveram em contato com o solo (Ellis et al., 1976).

2.5 Parâmetros de qualidade das sementes

A qualidade da semente é expressa pela interação de fatores genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários. A pureza genética refere-se à constituição intrínseca da semente que irá expressar-se, posteriormente, no comportamento da planta por ela gerada; a pureza física diz respeito à ausência de contaminação por matérias estranhas; a qualidade fisiológica é a capacidade potencial da semente de produzir, sob condições favoráveis, uma planta perfeita e vigorosa; e a sanidade consiste na ausência de patógenos, incluindo fungos, bactérias e vírus, que, além de influenciar negativamente a emergência, constituem o inóculo primário que, em condições de ambiente favorável, podem originar graves epidemias (Popinigis, 1985; Vieira & Rava, 2000).

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 (Caseiro & Marcos Filho, 2002).

A viabilidade é avaliada, principalmente, pelo teste de germinação, no qual as sementes são colocadas sob condições ideais, buscando qualificar todo o potencial de geminação do lote. Por este motivo, este teste geralmente superestima a germinação das sementes em relação à emergência em campo, já que inclui no resultado sementes com vigor insuficiente para emergir em condições subótimas ou desfavoráveis, como normalmente ocorre no campo (Delouche, 1975). Contudo, fornecem dados que podem ser utilizados, juntamente com outras informações, para a comparação entre lotes de sementes (Marcos Filho et al., 1987).

Diante das deficiências do teste de germinação, outros testes de avaliação da qualidade fisiológica das sementes podem ser realizados, como os

testes de velocidade de germinação e de emergência, condutividade elétrica, teste de frio, etc.

Os testes de velocidade de germinação e emergência baseiam-se no princípio de que a velocidade de germinação ou de emergência das plântulas em campo é proporcional ao vigor das sementes (Marcos Filho et al., 1987). Por meio desses testes, esses autores observaram que a redução no vigor ocorreu antes da redução da germinação.

O teste de frio é amplamente utilizado no Brasil por empresas produtoras de sementes, principalmente nos estados do sul e sudeste, onde lavouras de algodão, milho e soja podem ser semeadas entre o início do mês de setembro e meados de outubro. Nesta época, é comum a ocorrência de frentes frias chuvosas, as quais, dependendo do nível de vigor dos lotes de sementes, poderão provocar sérios problemas para a germinação e emergência de plântulas (Krzyzanowski et al., 1991). Porém, atualmente, o teste de frio não é empregado apenas para as espécies sujeitas a esta situação, pois se considera que as sementes resistentes às condições desfavoráveis são mais vigorosas. A combinação de baixas temperaturas e o excesso de água no solo pode provocar efeitos diretos às sementes, reduzindo a velocidade de emergência e favorecendo o desenvolvimento de microorganismos patogênicos. Assim, segundo Cícero et al. (1989), é também um teste adequado para avaliar a eficiência de fungicidas.

Entre os testes de vigor usados, aqueles baseados na integridade dos sistemas de membranas da semente vêm merecendo especial atenção, por identificar o processo de deterioração na sua fase inicial e permitir que medidas corretivas sejam tomadas para reduzir ou minimizar o seu efeito na qualidade fisiológica da semente. Dentre os métodos que se baseiam nesse princípio destacam-se os testes da condutividade elétrica, lixiviação de potássio e pH do exsudato (Menezes, 2008).

O teste de condutividade elétrica da solução que contém os grãos tem como princípio avaliar a permeabilidade da membrana. Conforme Pádua & Vieira (2001), a exsudação de constituintes celulares está inversamente associada ao vigor, com base em três fatores: reflete a perda da integridade das membranas, representa a conseqüente perda de compartimentalização dos constituintes celulares e constitui excelente substrato para o desenvolvimento de microrganismos.

Portanto, os testes de vigor mostram-se mais eficientes em detectar quedas na qualidade fisiológica das sementes, pois são mais rigorosos que o teste de germinação.

De acordo com McDonald (1998), são vários os testes usados para a avaliação da qualidade fisiológica e para aumentar a sensibilidade destes, os pesquisadores têm engajado ativamente no desenvolvimento de novos testes de qualidade e refinado os já existentes. Os avanços em biologia molecular, incorporados ao controle de qualidade de sementes, têm contribuído para o desenvolvimento de técnicas e identificação de marcadores, que, quando associados aos testes fisiológicos, auxiliam na elucidação dos eventos bioquímicos, que afetam a qualidade fisiológica.

A eletroforese é uma técnica bastante difundida nos estudos bioquímicos, devido a sua simplicidade, rapidez e alto valor informativo. Segundo Alfenas et al. (1998), esta técnica baseia-se na separação de macromoléculas ionizadas, de acordo com suas cargas elétricas, formas e pesos moleculares, por meio da migração em um meio suporte e tampões adequados, sob a influência de um campo elétrico.

Os testes mais sensíveis, segundo Carvalho et al. (2000), para determinar o estágio de deterioração das sementes são aqueles que medem a atividade de determinadas enzimas associadas com a degradação das reservas e/ou biossíntese de novos tecidos. De acordo com Vieira (1996), Spinola et al. (2000)

e Carvalho et al. (2000), as isoenzimas podem ser utilizadas no monitoramento da deterioração e no controle de qualidade de sementes, pois a integridade e o metabolismo celular estão relacionados com grande variedade de enzimas e proteínas estruturais de cada espécie. Desta forma, a técnica de eletroforese de proteínas possibilita a detecção dos estádios iniciais de deterioração através da atividade de enzimas associadas à degradação, respiração, germinação e metabolismo dos lipídios.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização e clima

O trabalho foi realizado no Campo Experimental, e no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Agricultura (DAG) da Universidade Federal de Lavras (UFLA), localizados no município de Lavras, na região sul de Minas Gerais, situado à latitude de 21°14'S, longitude 40°17'W e altitude de 918,80m.

O solo utilizado, um Latossolo vermelho escuro, foi previamente amostrado e analisado. Alguns resultados relacionados a fertilidade do solo estão apresentados na Tabela 1.

Os valores médios de temperatura, umidade relativa e precipitação no período de julho a dezembro de 2007, obtidos em estação meteorológica localizada na UFLA, estão apresentados nas Figuras 1, 2 e 3.

Durante o período de condução do experimento (julho a novembro de 2007) houve uma boa distribuição de água, favorecendo o desenvolvimento das plantas nos estádios vegetativos e reprodutivos. Porém nas últimas Épocas de colheita (90 e 100 DAE) altos valores de precipitação foram observados,

dificultando a colheita e o beneficiamento das sementes. Observou-se, por exemplo, uma precipitação acumulada de 85,3 mm, entre os dias 31 de outubro e 7 de novembro de 2007, que coincidiu com a última época de colheita.

TABELA 1 Valores relacionados à fertilidade do solo (camada de 0-20 cm de profundidade), por ocasião da semeadura.

CARACTERÍSTICAS	VALOR
V (%)	42,2
pH (H ₂ O)	5,5
P (mg/dm ³)	18,4
K (mg/dm ³)	75
Ca (cmolc/dm ³)	2,5
Mg (cmolc/dm ³)	0,6
T (cmolc/dm ³)	7,8
MO (dag/Kg)	2,1

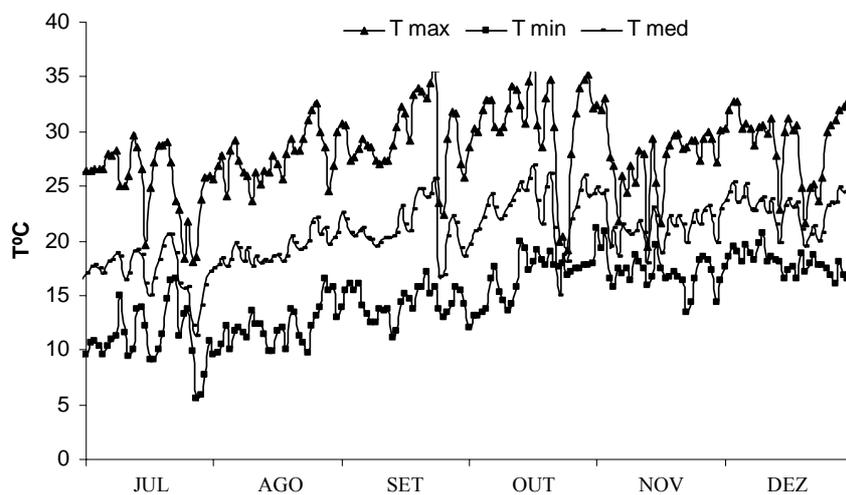


FIGURA 1 Valores de temperaturas, no período de julho a dezembro de 2007.

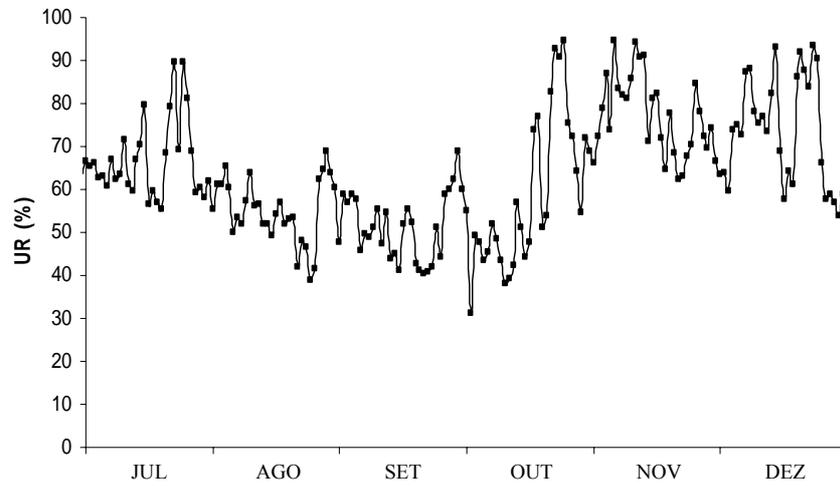


FIGURA 2 Umidade relativa, no período de julho a dezembro de 2007.

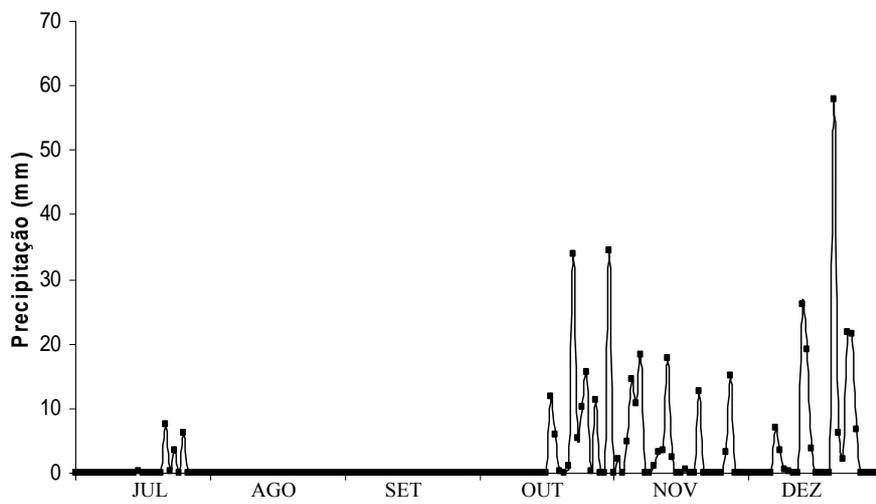


FIGURA 3 Valores de precipitação acumulada, no período de julho a dezembro de 2007.

3.2 Instalação e condução do experimento

O preparo da área foi realizado seguindo os princípios do plantio direto, sendo as plantas que estavam anteriormente no solo dessecadas 30 dias antes da sementeira, utilizando o produto Glifosato Atamor® na dose recomendada pelo fabricante. O solo então foi sulcado para que pudesse ser realizada a sementeira.

A sementeira foi realizada manualmente, no dia 14 de julho de 2007, utilizando sementes de feijão de duas cultivares do grupo Carioca, BRS Majestoso e BRS Horizonte. Cada parcela foi constituída de quatro linhas de 12 m de comprimento, espaçadas de 0,40 m entre linhas.

As adubações foram realizadas levando-se em consideração as recomendações da Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – Cfsmg (1999) para a cultura do feijoeiro. O manejo de plantas daninhas foi realizado por capinas manuais, objetivando manter a cultura no limpo.

A colheita foi realizada manualmente, aos 70, 80, 90 e 100 dias após a emergência. Após a colheita foi feita a determinação da umidade das sementes, e em seguida as plantas foram secadas ao sol até que as vagens estivessem em condições de debulhada e então debulhadas, para a determinação da produtividade. Em seguida foi feito o teste de retenção em peneiras, onde as sementes foram classificadas manualmente utilizando um conjunto de peneiras de orifícios redondos, colocadas justapostas em ordem decrescente de tamanho nas seguintes dimensões: 18/64, 17/64 e 14/64 de polegadas, correspondendo a 7,15, 6,95 e 5,55 mm, respectivamente. Foi mantida uma amostra de sementes sem classificação, sendo esta utilizada como testemunha.

Posteriormente foram realizados os seguintes testes para a avaliação da qualidade fisiológica das sementes: testes de germinação, emergência em bandejas, índice de velocidade de emergência, condutividade elétrica, teste de frio e análises eletroforéticas de proteínas e enzimas.

3.2.1 Determinação da umidade das sementes

O teor de água das sementes foi mensurado por meio do método padrão da estufa a 105°C por 24 horas, utilizando-se duas repetições para cada amostra, segundo as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 1992).

3.2.2 Produtividade

De cada parcela foram tomadas as plantas da parcela útil (14,4 m²) que após secadas até o ponto de debulha, foram debulhadas, e as sementes pesadas para a verificação da produtividade. Os pesos obtidos foram corrigidos para 13% de umidade, e os resultados expressos em Kilogramas por hectares (Kg/ha).

3.2.3 Germinação

Para o teste de germinação utilizou-se 200 sementes por tratamento, divididas em 4 repetições de 50, com duas subamostras de 25 sementes por repetição. As sementes foram semeadas em rolo de papel germitest, umedecido com água destilada na quantidade de 2,5 vezes o peso do pape seco e forma mantidas em BOD à temperatura de 25°C, na presença de luz. As avaliações foram realizadas conforme as Regras para Análise de Sementes – RAS (Brasil, 1992), com contagem das plântulas normais no quinto dia, e os resultados foram expressos em porcentagem de plântulas normais.

3.2.4 Emergência em bandeja

A semeadura foi realizada em bandejas plásticas contendo como substrato solo + areia na proporção 2:1. Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por tratamento. Após a semeadura, as bandejas foram umedecidas até atingirem 70% da capacidade de campo e em seguida mantidas em câmara de crescimento vegetal à temperatura de 25°C, em regime alternado de luz e escuro

(12 horas). A contagem foi realizada aos 14 dias, sendo considerada a porcentagem de plântulas normais.

3.2.5 Índice de velocidade de emergência

O índice de velocidade de emergência foi realizado conjuntamente com o teste de emergência em bandeja. A partir da emergência das primeiras plântulas foram realizadas avaliações diárias, computando-se o número de plântulas emergidas até a estabilização. Foram consideradas emergidas as plântulas que apresentavam os cotilédones para fora do solo. Os índices foram determinados segundo a fórmula proposta por (Maguire, 1962).

3.2.6 Teste de frio

A semeadura foi realizada em bandejas plásticas contendo como substrato areia + solo na proporção 2:1. A umidade do substrato foi ajustada para 70% da capacidade de retenção de água, conforme prescrições da International Seed Test Association (ISTA, 1995). Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por tratamento. Após a semeadura, as bandejas foram colocadas em câmara fria a 10°C por sete dias e, posteriormente, transferidas para câmara de crescimento vegetal à temperatura de 25°C, em regime alternado de luz e escuro (12 horas). Após sete dias nessas condições foi avaliado o número de plântulas normais emergidas.

3.2.7 Condutividade elétrica

Foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes por tratamento, as quais foram pesadas e em seguida colocadas em copos plásticos descartáveis com 75mL de água deionizada. Após 24 horas de embebição a uma temperatura de 25°C, a condutividade elétrica foi determinada com auxílio de um condutivímetro de massa. A leitura foi efetuada em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$ e os resultados

expressos com base no peso da amostra ($\mu\text{S}/\text{cm}/\text{g}$), de acordo com o método descrito por Vieira (1994).

$$\text{Condutividade } (\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}) = \frac{\text{Condutividade lida} - \text{condutividade da água}}{\text{Peso das 50 sementes (g)}}$$

3.2.8 Eletroforese

Para as análises eletroforéticas foram utilizadas amostras de 200 sementes de cada tratamento, sendo 50 de cada uma das quatro repetições, as quais formaram uma única amostra, liofilizadas e trituradas a frio em moinho refrigerado. O pó obtido das sementes foi armazenado em freezer a -18°C até a extração.

Análise de isoenzimas: a extração foi efetuada adicionando a 100 mg do pó da semente / 250 μl do tampão de extração (0,2M Tris, 0,1% β mercaptoetanol, 0,4% PVP, 0,4% PEG, 1mM EDTA). Estas amostras foram agitadas em vortex e deixadas em microtubos a 4°C *overnight* e no dia seguinte foram centrifugados a 14000xg por 30 minutos, a 4°C . Posteriormente 20 μl do sobrenadante de cada tratamento foram aplicados nos géis de poliacrilamida a 4,5% (gel concentrador) e 7,5% (gel separador). A corrida eletroforética foi submetida à voltagem constante de 150 V por aproximadamente seis horas. Após, os géis foram revelados para as enzimas Esterase e Superóxido Desmutase (SOD), segundo Alfenas (2006).

Análise de proteínas resistentes ao calor: foi adicionado tampão de extração descrito por Alfenas (1998), na proporção de 10 partes de tampão para 1 de amostra. As amostras foram centrifugadas a 16.000xg por 30 minutos, a 4°C . O sobrenadante foi separado e incubado em banho-maria a 85°C , por 10 minutos. Em seguida repetiu-se a centrifugação como descrito anteriormente, recolheu-se o sobrenadante e procedeu-se à corrida eletroforética descrita por

Alfenas (2006). A coloração dos géis foi feita utilizando-se solução de Coomassie Blue 0,05% por 12 horas e solução de ácido acético 10% para descoloração até visualização das bandas, Alfenas (1991).

3.3 Delineamento experimental, tratamentos e detalhes das parcelas

O delineamento estatístico utilizado foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 4 x 4 (Cultivares, Épocas de colheita e Tamanho das sementes) para os testes de Germinação, Emergência, Índice de velocidade de emergência, Teste de frio e Condutividade elétrica, em esquema fatorial 2x4 (Cultivares e Épocas de colheita) para Produtividade, e em esquema fatorial 2x4x3 (Cultivares, Épocas de colheita e Tamanho das sementes) para o teste de Retenção em peneiras, ambos em faixas, avaliando nas parcelas as cultivares, e nas subparcelas as épocas de colheita e os tamanhos das sementes, com 4 repetições. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o software Sisvar® (Ferreira, 2000).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Determinação da umidade das sementes

Podem-se observar pela figura 4, que na primeira época de colheita das sementes das duas cultivares, aos 70 dias após a emergência (DAE), as mesmas apresentaram altos teores de água, entre 70 e 80%, e que a partir daí houve uma redução gradativa até 90 DAE (em média 16%), ocorrendo um pequeno aumento aos 100 DAE (em média 23%), em virtude do início do período chuvoso. Segundo Marcos Filho (1979), esse fenômeno de reidratação da semente proporciona de modo geral deterioração da mesma.

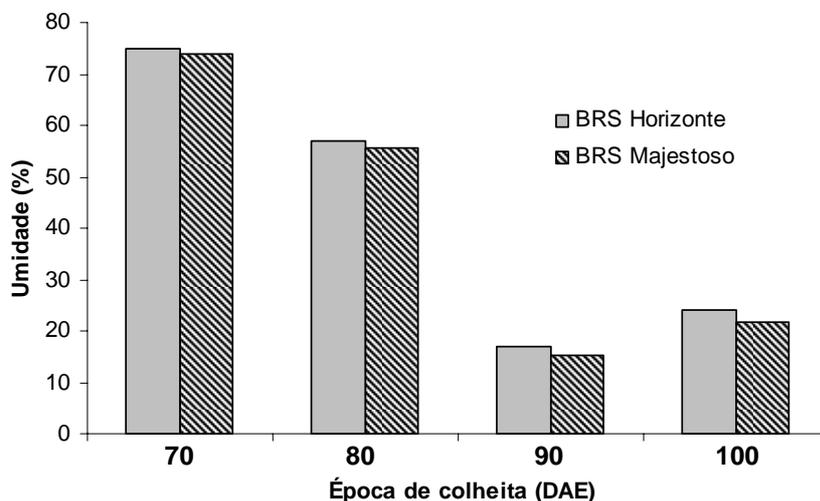


FIGURA 4 Umidades médias das sementes de feijão, em função da época de colheita.

De acordo com Carvalho & Nakagawa (2000), logo após as sementes terem sido formadas normalmente contém elevados teores de água, ou seja, valores entre 70 e 80%. Na seqüência, tem início uma fase de lento decréscimo no teor de água, e em seguida a partir da maturidade fisiológica, inicia-se uma fase de rápida desidratação, fase essa influenciada diretamente pelas condições climáticas. O teor de água da semente decresce até determinado ponto, o qual passa a oscilar com os valores da umidade relativa do ar.

As sementes de soja, assim como as de feijão, devido as suas características morfológicas e químicas, destacam-se por serem bastante sensíveis à ação de fatores do ambiente (Marcos Filho, 1979).

Conforme França Neto & Henning (1984), a deterioração das sementes no campo, provocada principalmente pelas chuvas na época de colheita, envolve alterações físicas, fisiológicas e sanitárias. E segundo Marcos Filho (2005), a alteração física é ocasionada pelas sucessivas expansões e contrações do volume das sementes (decorrentes das oscilações de umidade e temperatura) que

ocasionam a formação de rugas nos cotilédones, na região oposta ao hilo, de modo que as expansões e contrações não são atenuadas, afetando diretamente a qualidade das sementes.

4.2 Produtividade

Os resultados da análise de variância para a variável produtividade, apresentados na tabela 1A, revelam que não houve diferenças significativas para a interação entre os fatores, sendo estes, significativos apenas para os fatores isolados, época de colheita e cultivar.

Observou-se que a cultivar BRS Majestoso foi mais produtiva que a cultivar BRS Horizonte, sendo suas produtividades médias de 1782,52 e 1286,42 Kg/ha, respectivamente. Já para a variável Época de colheita, pode-se observar na figura 5 que as produtividades apresentaram uma tendência crescente até 90 dias após a emergência e em seguida houve uma tendência de redução, reduzindo assim significativamente a produtividade das duas cultivares na última época de colheita, aos 100 DAE. Isto se deve ao início do período chuvoso na região e ao retardamento da colheita, os quais causaram uma perda expressiva de sementes pela abertura natural das vagens.

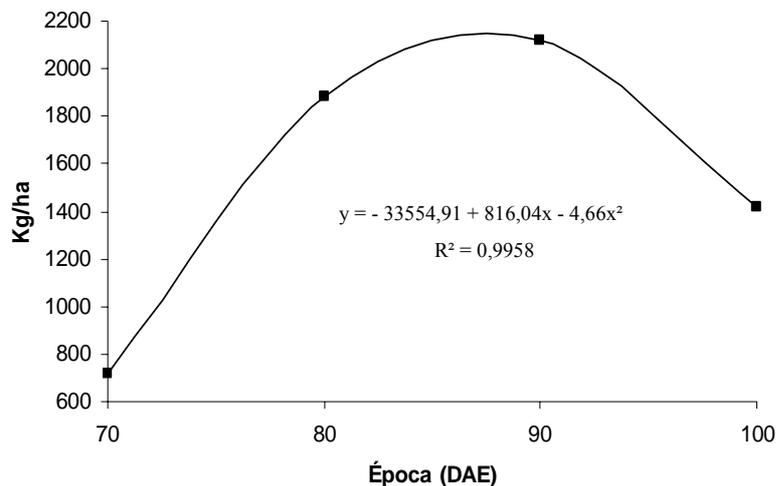


FIGURA 5 Produtividade média das cultivares de feijão, em função da época de colheita.

Segundo Rocha et al. (1983) e Vieira et al. (1991), na região Sul de Minas Gerais, as temperaturas são baixas no inverno, e como o feijoeiro apresenta baixa germinação e crescimento nos meses mais frios dessa região, a semeadura precisa ser deslocada para o mês de julho ou mesmo início de agosto, como foi realizado neste experimento. Esse retardamento, associado ao aumento do ciclo biológico das cultivares neste período, resulta em coincidência da colheita com o início do período chuvoso na região, o que, além de comprometer a qualidade do produto, pode acarretar significativo decréscimo na produtividade.

Além da deterioração da qualidade fisiológica da semente, a colheita realizada fora da época ideal pode afetar a produtividade e, quando o feijão é deixado por longo período no campo após a maturação, ocorrem perdas das sementes provocadas pela deiscência natural das vagens, ou pela operação de arranquio das plantas (Silva & Fonseca, 1996).

4.3 Retenção em peneiras

De acordo com os resultados da análise de variância para a variável Retenção em peneiras, apresentados na tabela 2A, pode-se observar que houve interações entre Tamanho de sementes x Cultivar e Tamanho de sementes x Épocas de colheita.

Ao longo das épocas de colheita, pode-se observar na figura 6 uma redução na porcentagem de sementes retidas na peneira 14, na medida em que há um aumento de sementes retidas nas peneiras 17 e 18. Porém a partir dos 90 DAE as sementes retidas na peneira 18, passam a representar um maior percentual. Esta é uma tendência natural de ocorrência durante o desenvolvimento das sementes, uma vez que durante a formação das sementes a um aumento do tamanho do embrião, assim como um acúmulo de reservas nas sementes.

Segundo Guimarães (1999), as sementes crescem em tamanho rapidamente após a fecundação até atingirem um máximo que é mantido por certo tempo, e no final do período, ocorre uma pequena redução. Esta redução é devido à desidratação e é mais ou menos acentuada dependendo da espécie.

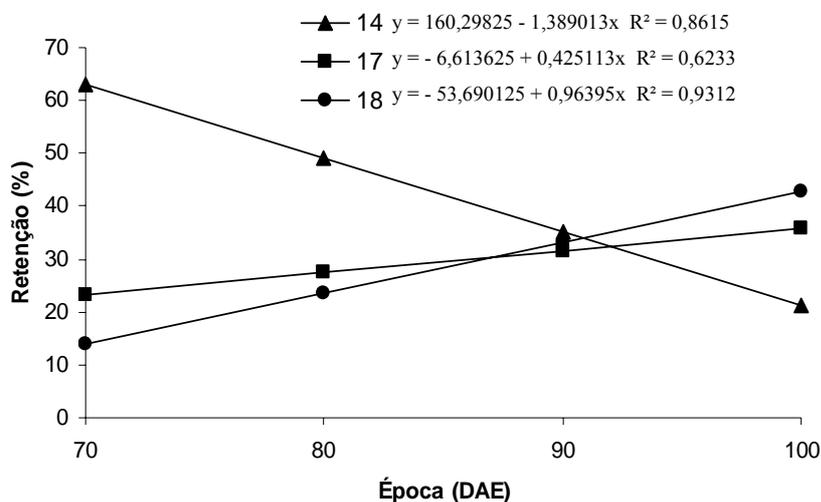


FIGURA 6 Médias obtidas no teste de retenção em peneiras de sementes de feijão, em função da época de colheita.

Observa-se tabela 2, que a cultivar BRS Horizonte obteve a maior percentagem de retenção nas sementes menores, retidas na peneira 14 e, já a cultivar Majestoso obteve o maior percentual nas sementes maiores, retidas na peneira 18. Já para as sementes retidas na peneira 17, não houve diferença significativa entre as duas cultivares. Além disso, para a cultivar BRS Horizonte foi observado um maior percentual de retenção de sementes menores, e já para a cultivar BRS Majestoso, embora também tenha sido observado uma maior percentagem de retenção de sementes menores, a percentagem de retenção de sementes maiores foi maior que na cultivar BRS Horizonte. Neste sentido, pode-se observar ainda uma relação direta entre o tamanho das sementes e os resultados de produtividade para as duas cultivares. A cultivar BRS Majestoso obteve maior produtividade e, no teste de retenção em peneiras obteve maiores percentuais para sementes maiores.

Este fato pode estar ligado ao estresse ambiental devido as baixas temperatura no início do ciclo da cultura. Pode-se admitir que, sob condições de estresse ambiental a redução no crescimento inicial da cultura do feijoeiro acarretado pelas sementes de menor tamanho pode refletir-se em perdas de produtividade. Sob condições de temperatura média muito baixa, genótipos de feijoeiro de sementes pequenas tiveram produtividades muito inferiores aos genótipos de sementes grandes (White & González, 1990).

TABELA 2 Percentagens médias obtidas no teste em retenção de peneiras de sementes de feijão, em função das cultivares.

Tamanho	Cultivar	
	BRS Horizonte	BRS Majestoso
14	46,786 Aa	37,679 Ba
17	30,507 Ab	28,535 Ac
18	22,706 Bc	33,785 Ab

As médias seguidas de uma mesma letra maiúscula nas linhas e letras minúsculas nas colunas não se diferem entre si, pelo teste de Scott-Knot, a 5% de probabilidade.

A influência do tamanho das sementes na produtividade das plantas tem apresentado resultados conflitantes. Perin et al. (2002), observou que plantas oriundas de sementes pequenas de cultivar de feijoeiro podem compensar menor crescimento inicial em estágios posteriores do ciclo, garantindo produção de grãos similar às plantas originadas de sementes grandes.

Segundo Lima & Carmona (1999), apesar de evidências indicarem que sementes pequenas de soja apresentam redução na emergência e originam plantas de menor altura, a superioridade das sementes grandes na produtividade não foi suficientemente comprovada.

Entretanto, em estudos comparando genótipos de feijoeiro com sementes de diferentes tamanhos indicam uma forte relação negativa entre

tamanho da semente e produtividade, embora a magnitude deste efeito tenha variado com o ambiente (White & González, 1990). Genótipos de feijoeiro com sementes grandes apresentaram menor taxa de crescimento relativo e produtividade que genótipos de sementes pequenas (White et al., 1992).

4.4 Germinação

Os resultados da análise de variância para a variável germinação, apresentados na tabela 3A, revelam que houve diferença significativa em relação a época de colheita e tamanho de sementes.

Pode-se observar na figura 7, um comportamento linear e crescente em função da Época de colheita das sementes de feijão para a percentagem de germinação, independente da cultivar. Algumas sementes adquirem poder germinativo logo após a fertilização, e a proporção destas sementes aumenta gradativamente, até que um máximo de germinação é atingido.

A redução na qualidade das sementes observada nessa pesquisa, no período de 90 a 100 DAE, não foi detectada pelo teste de germinação. Este teste geralmente superestima a germinação das sementes em relação à emergência em campo, já que inclui no resultado sementes com vigor insuficiente para emergir em condições subótimas ou desfavoráveis, como normalmente ocorre no campo (Delouche, 1975).

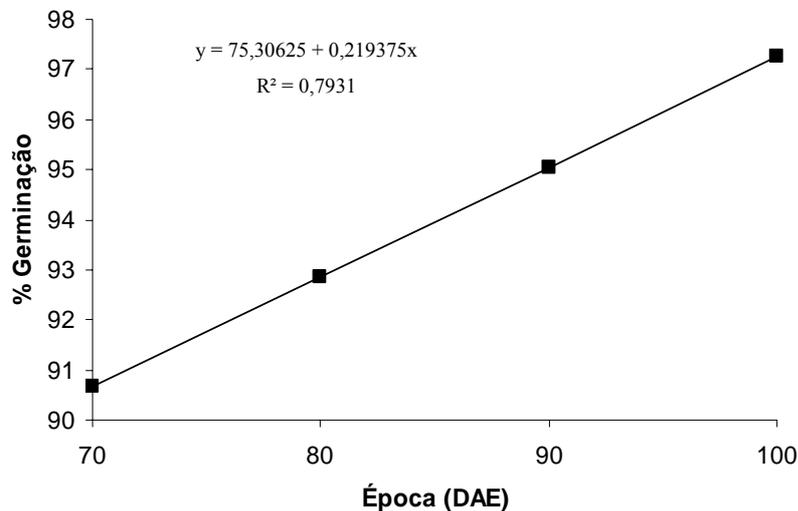


FIGURA 7 Porcentagem média de germinação de sementes de feijão, em função da época de colheita.

Já em função do tamanho das sementes, observou-se que as sementes maiores, retidas nas peneiras 17 e 18 (Tabela 3), obtiveram percentagens de germinação superiores as sementes de menor tamanho, retidas na peneira 14, e a testemunha.

De acordo com Carvalho & Nakagawa (2000), o tamanho da semente é um dos fatores que podem influenciar a germinação e o vigor das plântulas. As sementes de maior tamanho, ou as que apresentam maior densidade, são as que foram mais bem nutridas durante seu desenvolvimento e que normalmente possuem embriões bem formados e com maiores quantidade de reservas, logo num mesmo lote, as sementes maiores, potencialmente, apresentam maior poder germinativo que as sementes menores.

Linares (1999) trabalhando com sementes de feijão encontrou diferenças significativas quando comparou sementes com tamanhos diferentes. Segundo o

autor, foi observado vantagens a favor das sementes grandes quando essas foram comparadas com as de menor tamanho.

Gaspar & Nakagawa (2002), trabalhando com sementes de milho observaram que a germinação e vigor das sementes são influenciadas pelo tamanho das mesmas, sendo que as maiores são de melhor qualidade quando comparadas com as sementes menores. Dias (1992), em testes para avaliar o efeito do tamanho das sementes de milho na germinação e no vigor, verificou que houve tendência das sementes grandes e médias apresentarem maior índice de germinação.

TABELA 3 Médias obtidas no teste de germinação de sementes de feijão, em função da classificação por tamanhos.

Tamanho	% G
Test	93,125 b
14	91,938 b
17	96,063 a
18	94,688 a

As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knot, a 5% de probabilidade.

Foi observada uma relação direta entre o tamanho das sementes e porcentagem de germinação. Pelos resultados apresentados na tabela 3 pode-se constatar que sementes de peneiras inferiores a 17 podem influenciar negativamente a qualidade do lote e que, portanto a classificação por peneiras melhora a qualidade de lotes de sementes de feijão.

4.5 Emergência

Os resultados da análise de variância para a variável emergência, apresentados na tabela 3A, revelam que houve diferença significativa apenas em relação a época de colheita.

Como se pode observar na figura 8, a expressão do vigor das sementes seguiu ao longo do desenvolvimento um padrão que pode ser descrito em três fases. Na primeira fase, a partir dos 70 DAE houve uma tendência de redução por um período de aproximadamente 6 dias. A partir desse ponto, numa segunda fase, a tendência foi de aumento na porcentagem de emergência até um ponto acima de 90 DAE. Em seguida, numa fase 3, houve novamente uma tendência de queda na porcentagem de emergência. Esta queda na última fase foi provocada pelo início do período chuvoso, o que provavelmente favoreceu o início do processo de deterioração, causando a queda no vigor.

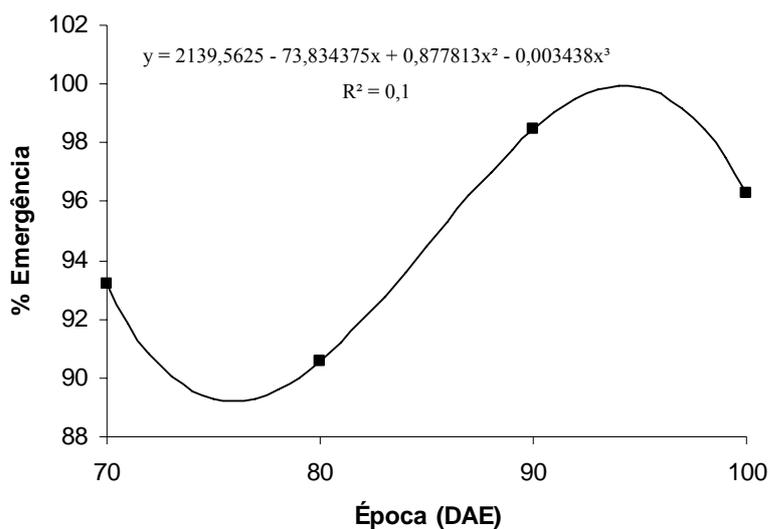


FIGURA 8 Médias obtidas no teste de emergência de sementes de feijão, em função da época de colheita.

Em algumas espécies as sementes adquirem poder germinativo logo após a embriogênese, e em seguida passam por um período de dormência durante o desenvolvimento. Normalmente nesses casos, pode-se constatar um aumento no conteúdo de ácido abscísico (ABA) ligado á essa baixa expressão da

germinabilidade. Na fase seguinte do desenvolvimento, por redução relativa ou absoluta no conteúdo de ABA, as sementes voltam a expressar de forma crescente o poder germinativo, mas a germinação passa a ser impedida apenas pelo baixo conteúdo de água, naturalmente determinado nessa fase pela dessecação das sementes.

De acordo com Rock & Quatrano (1995), o ABA atua em diferentes eventos durante o desenvolvimento da semente, incluindo a inibição da germinação precoce e dormência. Ainda segundo este autor, os níveis de ABA geralmente são elevados nos estágios iniciais do desenvolvimento e decrescem durante a maturação do embrião.

A redução do poder germinativo após o ponto de maturidade fisiológico é devido à deterioração. A deterioração das sementes no campo está relacionada com os efeitos do ambiente, principalmente quando este período coincide com épocas de precipitações intensas. A fase compreendida entre a maturidade fisiológica e a colheita pode ser considerada como um período de armazenamento em campo, durante o qual as condições climáticas raramente são favoráveis, fazendo com que se inicie o processo de deterioração das sementes.

De acordo com Matthews (1985) a principal consequência da deterioração de sementes é a redução dos valores de germinação, entretanto, isso é frequentemente precedido pela redução na velocidade de germinação e emergência de plântulas. Para Popinigis (1985), pelo teste de vigor, evidenciam-se alterações mais sutis resultantes da deterioração das sementes do que pelo teste de germinação.

4.6 Índice de velocidade de emergência (IVE)

Como se pode verificar na Tabela 3A, há diferenças significativas apenas entre as Épocas de Colheita, quando as sementes são avaliadas pelo índice de velocidade de emergência de plântulas de feijão.

Verifica-se na figura 9, que a expressão do vigor pelo índice de velocidade de emergência durante o desenvolvimento das sementes de feijão, independente da cultivar e do tamanho das sementes, seguiu um padrão semelhante àquele descrito para a porcentagem de emergência.

Este fato está de acordo com Souza (1988) e Nogueira (1988), os quais verificaram que o índice de velocidade de emergência não foi influenciado significativamente pelos tamanhos de sementes.

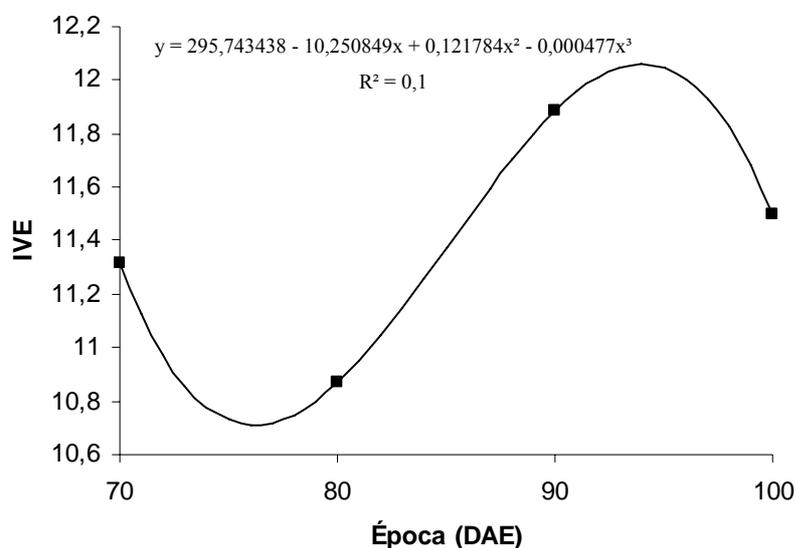


FIGURA 9 Médias obtidas no índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de feijão, em função da época de colheita.

4.7 Condutividade Elétrica

Pelos resultados da análise de variância (Tabela 3A) realizada nos dados do teste de condutividade elétrica pode-se observar que houve diferença significativa apenas para a interação; tamanho de sementes x época de colheita.

Pode-se observar na figura 10 que houve uma resposta linear e decrescente em função das Épocas de Colheita para os diferentes tamanhos de sementes, existindo uma maior tendência de queda para a testemunha e as sementes retidas na peneira de 14, respectivamente. Possivelmente, os altos valores de condutividade elétrica observados aos 70 e 80 DAE são devido à alta proporção de sementes ainda em fase de formação, as quais tiveram suas capacidades de reorganização das membranas celulares comprometidas no processo de embebição, o que favorece a liberação de maior quantidade de eletrólitos na solução. Já aos 90 e 100 DAE estes valores tenderam a diminuir, uma vez que estas sementes já se encontravam em estádios finais do desenvolvimento, com suas membranas bem formadas.

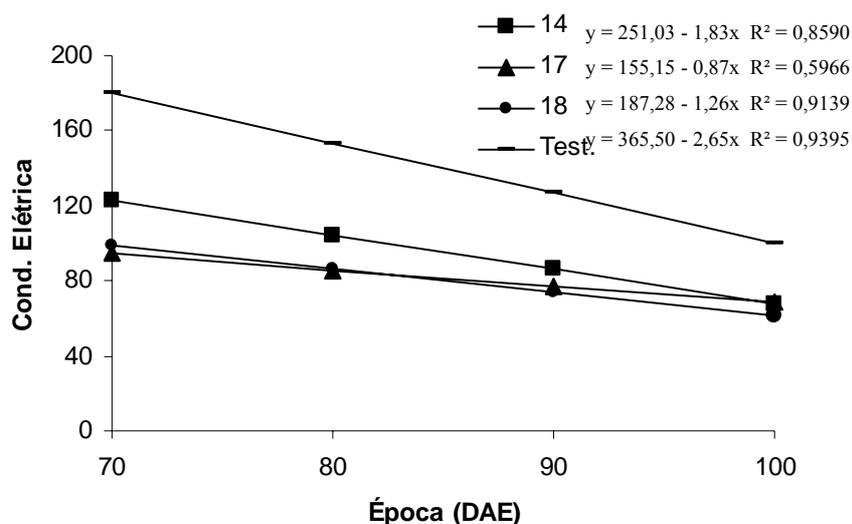


FIGURA 10 Médias obtidas no teste de condutividade elétrica de sementes de feijão, em função da época de colheita.

O estágio de desenvolvimento ou maturação da semente no momento da colheita é um dos fatores que pode também influenciar o resultado da condutividade elétrica. Deste modo, redução da condutividade elétrica, durante o processo de maturação das sementes, foi observada em ervilha (Bedford & Matthews, 1976), em feijão-francês (Siddique & Goodwin, 1985) e em milho (Vieira et al., 1995; Vieira et al., 1999).

Já para o desdobramento dos tamanhos de sementes dentro de cada época de colheita (Tabela 4), observa-se que independente da época de colheita, a testemunha foi inferior. Além disso, pode-se verificar que nas fases mais tardias do desenvolvimento, a condutividade elétrica do lixiviado das sementes se assemelha independente dos tamanhos. Pode-se inferir, com base nessas observações que a integridade funcional das membranas celulares nas sementes é adquirida gradativamente durante o desenvolvimento e que essa integridade nas sementes menores acontece em fases mais tardias do desenvolvimento em relação às sementes de maior tamanho do mesmo lote. A maior condutividade elétrica da solução de embebição observada na testemunha pode ser atribuída a resíduos aderidos as sementes, uma vez que estas não passaram pela classificação em peneiras.

TABELA 4 Médias obtidas no teste de condutividade elétrica de sementes de feijão, em função da classificação por tamanhos.

Tamanho	Época de Colheita			
	70	80	90	100
Test	183,485 a	154,226 a	114,643 a	108,313 a
14	117,301 b	116,930 b	76,775 b	69,553 b
17	86,843 c	99,189 c	73,628 b	66,494 b
18	96,026 c	93,016 c	69,126 b	61,929 b

As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knot, a 5% de probabilidade.

Martins et al. (1997) trabalhando com sementes de soja, verificaram que sementes pequenas apresentaram maiores valores de condutividade elétrica que sementes médias e grandes.

4.8 Teste de frio

Os resultados da análise de variância, apresentados na tabela 3A, revelam que houve diferenças significativas para Época de colheita x Cultivar e Tamanho de sementes para a variável Teste de Frio.

Pode-se observar na figura 11, que o comportamento do vigor medido pelo teste de frio na cultivar BRS Horizonte foi linear e crescente em função da época de colheita das sementes. Já para a cultivar BRS Majestoso observar-se um comportamento semelhante àquele observado quando as avaliações foram realizadas pelo teste de emergência e índice de velocidade de emergência. A diferença observada entre as cultivares, nesse caso pode ser atribuída a mudanças fisiológicas, provavelmente devido às restrições internas nas sementes da cultivar BRS Horizonte, causada pela exposição às baixas temperaturas. Já para a cultivar BRS majestoso, tal fato não foi observado. Cultivares de feijão pode responder de diferentes maneiras a condições de estresse, demandando avaliações que considerem tais variações entre cultivares, sendo que estas avaliações não foram realizadas no presente trabalho.

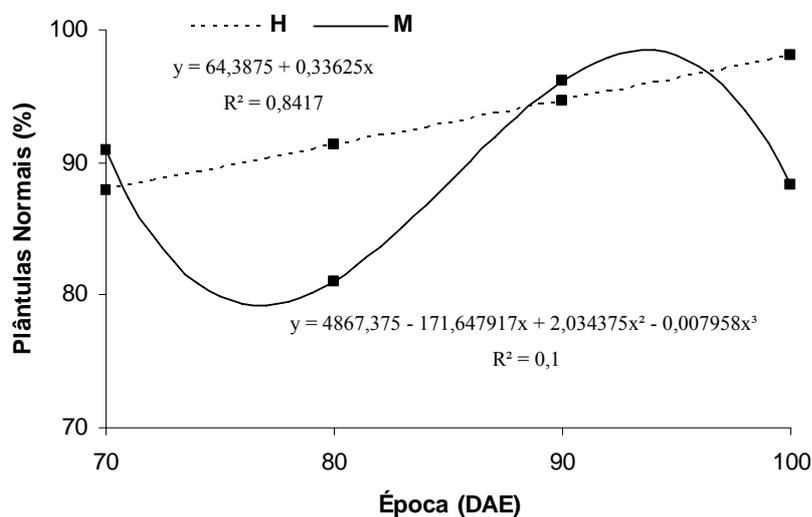


FIGURA 11 Médias obtidas no teste de frio de sementes de feijão, para as cultivares BRS Horizonte (H) e BRS Majestoso (M), em função da época de colheita.

Na tabela 5, pode-se observar que o vigor das sementes maiores, peneiras 17 e 18, assim como da testemunha, foram maiores quando comparado com o vigor das sementes pequenas, peneira 14. Sementes pequenas, por possuírem uma menor quantidade de reservas, provavelmente são mais sensíveis a estresses.

TABELA 5 Médias obtidas no teste de frio de sementes de feijão, em função da classificação por tamanho de sementes.

Tamanho	%
Test.	91,81 a
14	87,63 b
17	92,50 a
18	91,75 a

As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knot, a 5% de probabilidade.

Segundo White & González (1990), sementes de maior tamanho geralmente possuem melhor qualidade fisiológica, o que pode ser vantajoso sob condições de estresse.

Menezes et al. (1991) estudaram a influência do tamanho e da forma de sementes de milho no seu vigor. Após as análises, os autores observaram que o vigor das sementes de maior tamanho era maior em comparação com o vigor das sementes de menor tamanho. Carvalho & Nakagawa (2000) verificaram que o tamanho das sementes não tem influência sobre a germinação, mas afeta o vigor da plântula resultante, sendo que as sementes de maior tamanho originam plântulas mais vigorosas e, em condições variáveis de campo, podem resultar em estandes superiores.

4.9 Análises bioquímicas (Eletroforese)

4.9.1 Esterase

Maiores atividades da enzima esterase foram observadas em sementes colhidas nos estádios mais precoces (70 e 80 DAE) e mais tardios (100 DAE) do desenvolvimento na cultivar Horizonte e no estágio mais tardio (100 DAE) na cultivar Majestoso. Estas alterações nos padrões desta enzima podem ser relacionadas com o processo de deterioração no caso dos estádios mais tardios e de imaturidade nos estágios mais precoces. A atividade da esterase está ligada à degradação de lipídeos sendo que o aumento da atividade dessa enzima deve estar ligada a intensificação do metabolismo e da respiração, típica dos organismos sob estresse.

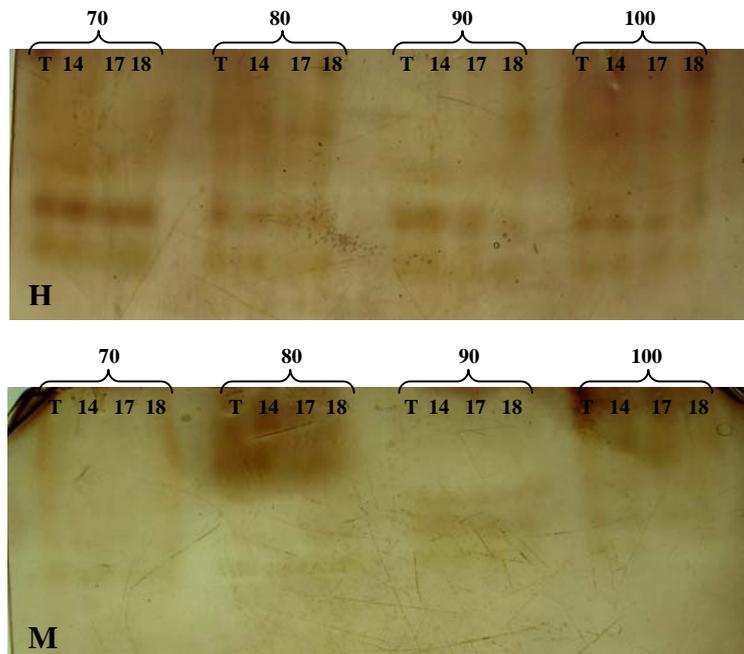


FIGURA 12 Padrões isoenzimáticos da esterase de sementes de feijão em função da época de colheita (70, 80, 90 e 100 DAE), tamanhos de sementes (Testemunha - T, 14, 17 e 18) e cultivares (Majestoso – M; Horizonte – H).

4.9.2 Superóxido Dismutase (SOD)

Não foi possível observar diferenças no perfil eletroforético revelado para SOD em função da época de colheita e tamanho das sementes. Houve um discreto e semelhante nível de atividade dessas enzimas nas sementes de feijão das duas cultivares estudadas. A Superóxido Dismutase faz parte do sistema enzimático para proteção das células contra a ação dos superóxidos, iniciador da produção de radicais livres. Segundo Nkang et al. (2000), enzimas removedoras de radicais livres como a superóxido dismutase, podem reduzir os produtos tóxicos resultantes do ataque de radicais livres, antes que os danos possam ocorrer. Provavelmente no nível de deterioração em que se encontravam as

sementes logo após a colheita, os estresses induzidos pelos tratamentos não foram próprios para ativação dessa enzima.

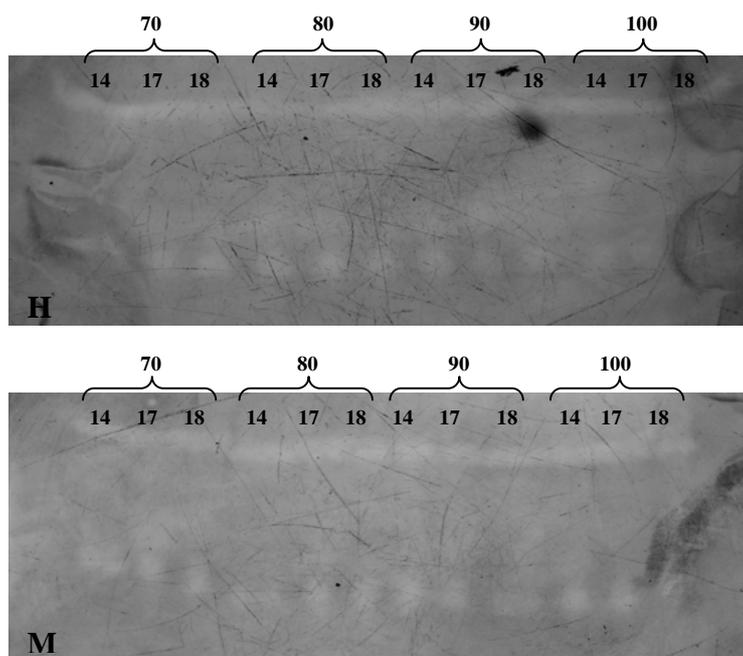


FIGURA 13 Padrões isoenzimáticos de superóxido dismutase (SOD) de sementes de feijão em função da época de colheita (70, 80, 90 e 100 DAE), tamanhos de sementes (14, 17 e 18) e cultivares (Majestoso – M; Horizonte – H).

4.9.3 Proteínas resistentes ao calor

As proteínas resistentes ao calor são correlacionadas com a tolerância à dessecação adquirida nas fases finas do desenvolvimento das sementes. Assim o conteúdo de proteínas desse grupo, tende a crescer ao longo do desenvolvimento das sementes e reduzir com a evolução do processo de germinação ou deterioração das sementes. Blackman et al. (1995), estudando o desenvolvimento de tolerância à dessecação em soja e Faria et al. (2004), em milho, encontraram resultados semelhantes, concluindo que as LEAs são

induzidas pelo desenvolvimento e, artificialmente, por secagem. Padrão correspondente a essa descrição pode ser observado até 90 DAE no perfil eletroforético das proteínas resistentes ao calor extraídas da cultivar Majestoso, principalmente para as sementes retidas nas peneiras 14 e 17. Na cultivar Horizonte, embora as canaletas referentes às sementes de peneira 18 colhidas aos 70 DAE e as sementes de peneira 14 colhidas aos 80 DAE tenham expressões de quantidades menores da proteína, por fatores não consistentes neste trabalho, o padrão geral do perfil eletroforético da proteína nessa cultivar também é coerente com a descrição inicial do comportamento das proteínas resistentes ao calor no desenvolvimento de sementes.

Pode-se observar ainda, aos 100 DAE, uma menor expressão das proteínas resistentes ao calor. Esta menor atividade pode ser atribuída a presença de sementes em estágios iniciais de germinação, apresentando início de protrusão radicular. Embora nesta época de colheita as atividades destas proteínas apresentem baixas, observa-se ainda atividade um pouco mais expressiva para as sementes retidas na peneira 14, o que provavelmente está relacionado com o estágio de desenvolvimento destas sementes, uma vez que estando em um estágio mais tardio de desenvolvimento, estas apresentem uma baixa percentagem de sementes germinadas.

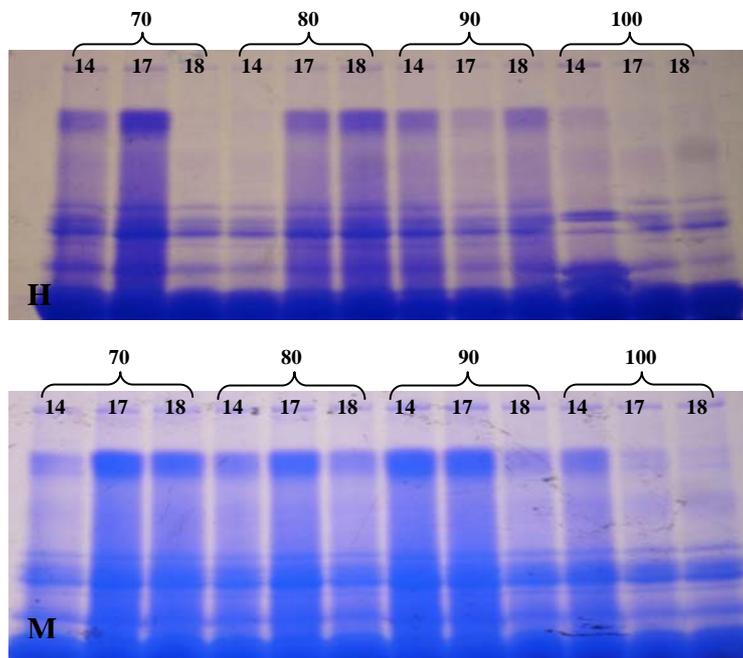


FIGURA 14 Padrões isoenzimáticos de proteínas resistentes ao calor (LEAs) de sementes de feijão em função da época de colheita (70, 80, 90 e 100 DAE), tamanhos de sementes (14, 17 e 18) e cultivares (Majestoso – M; Horizonte – H).

5 CONCLUSÕES

Época de colheita influencia na qualidade, produtividade e tamanho de sementes de feijão.

Melhores padrões de qualidade, produtividade e a época indicada para a colheita das Cultivares BRS Majestoso e BRS Horizonte ocorrem aos 90 DAE.

Sementes maiores, retidas nas peneiras 17/64 e 18/64 são de melhor qualidade fisiológica.

Atraso na colheita, de 5 a 10 dias, em relação a época tradicional (95 DAE), proporciona queda na qualidade fisiológica das sementes, além de acarretar queda na produtividade devido á deiscência das vagens.

Eletroforese da enzima Esterase e das proteínas resistentes ao calor são potenciais marcadores dos estágios de desenvolvimento em sementes de feijão.

Não houve alterações no padrão eletroforético da enzima Superóxido Dismutase ao longo do desenvolvimento de sementes de feijão.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AFUAKWA, J. J.; CROOKSTON, R. K. Using the kernel milk line to visually monitor grain maturity in maize. **Croop Science**, Madison, v. 24, n. 4, p. 687-691, July/Aug. 1984.
- AIDAR, H.; KLUTHCOUSKI, J.; STONE, L. F. (Ed.). **Produção do feijoeiro comum em várzeas tropicais**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2002. p. 105-119.
- AGUIAR, I. B.; SADER, R.; KRONKA, S. N.; TAKAOKA, N. M. Efeitos do tamanho sobre o potencial de armazenamento de sementes de *Eucalyptus citriodora* Hook. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 9, n. 1, p. 63-72, 1987.
- AGUIAR, R. H.; FANTINATTI, J. B.; GROTH, D.; USBERTI, R. Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de girassol de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 134-139, 2001.
- ALFENAS, A. C. **Eletroforese de isoenzimas e proteínas afins: fundamentos e aplicações em plantas e microorganismos**. Viçosa, MG: UFV, 1998. 574 p.
- ALFENAS, A. C. **Eletroforese e marcadores bioquímicos em plantas e microorganismos**. Viçosa, MG: UFV, 2006. 627 p.
- ALFENAS, A. C.; PETRES, I.; BRUCE, W.; PASSADOS, G. C. **Eletroforese de proteínas e isoenzimas de fungos e essências florestais**. Viçosa, MG: UFV, 1991. 242 p.
- ANDRADE, A. S.; VIEIRA, C. Efeitos da colheita, em diferentes estádios de maturação sobre cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Experientiae**, Viçosa, MG, v. 14, n. 7, p. 161-177, jul. 1972.
- ANDRADE, M. J. B.; LUCCA, P. A.; REZENDE, P. M.; KIKUTI, H. Época de colheita em cinco cultivares de feijoeiro: efeitos sobre o rendimento de grãos e seus componentes primários. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 1, p. 213-219, jan./mar. 2001.

ANDRADE, R. V.; ANDREOLI, C.; BORBA, C. S.; AZEVEDO, J. T.; MARTINS-NETO, D. A.; OLIVEIRA, A. C. Efeito da forma e do tamanho da semente no desempenho no campo de dois genótipos de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 62-65, 1997.

ANDRADE, R. V.; AUZZA, S. A. Z.; ANDREOLLI, C.; MARTINS NETTO, D. A.; OLIVEIRA, A. C. Qualidade fisiológica das sementes do milho híbrido simples HS 200 em relação ao tamanho. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 3, p. 576-582, maio/jun. 2001.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE SEMENTES E MUDAS. **Anuário Abrasem 2006**. Brasília, 2006. 86 p.

AUSTIN, R. B.; LONGDEN, P. C. Some effects of seed size and maturity on the yield of carrot crops. **Journal of Horticultural Science**, Kent, v. 42, n. 4, p. 339-353, 1967.

BECKERT, O. P.; MIGUEL, M. H.; MARCO FILHO, J. Absorção de água e potencial fisiológico em sementes de soja de diferentes tamanhos. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 4, p. 671-675, out./dez. 2000.

BEDFORD, L. V.; MATTHEWS, S. The effect of seed age at harvest on the germinability and quality of heat-dried seed peas. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 4, n. 2, p. 275-286, 1976.

BORÉM, A.; CARNEIRO, J. E. S. A cultura. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T. J.; BORÉM, A. **Feijão**: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. p.13-18.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: SNAD/CLAV, 1992. 365 p.

BUNCH, H. D. Problems in seed processing. **Seed World**, Chicago. v. 90, n. 9, p. 8-11, 1962.

CARDOZO, T. M.; SCHUCH, L. O. B.; ROSENTHAL, M. D. A. Efeito do retardamento da colheita sobre a qualidade fisiológica de sementes de aveia branca (*Avena sativa* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 331-338, 2002.

CARVALHO, M. L. M.; VIEIRA, M. G. G. C.; PINHO, E. R. Técnicas moleculares em sementes. **Biotecnologia, Ciência & Desenvolvimento**, Brasília, v. 3, n. 17, p. 44-47, 2000.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Campinas: Cargill, 1983. 429 p.

CARVALHO, N. M.; NACAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Jaboticabal: Funep, 2000. 588 p.

CARVALHO, P. R. S. **Controle de fungos que infectam as sementes de feijão-de-vagem (*Phaseolus vulgaris* L.) com fungicidas e desfolhamento das plantas**. 1981. 46 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CASEIRO, R. F.; MARCOS FILHO, J. Procedimentos para condução do teste de frio em sementes de milho: pré-resfriamento e distribuição do substrato no interior da câmara fria. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 6-11, 2002.

CICERO, S. M.; CHAMMA, H. M. C. P.; MORAES, M. H. D. **Tratamento fungicida em sementes de milho**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiróz", 1989. 14 p. (Relatório Técnico).

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. Viçosa, MG, 1999. 359 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conab/>>. Acesso em: 11 nov. 2008.

DELOUCHE, J. C. Environmental effects on seed development and seed quality. **HortScience**, Alexandria, v. 15, n. 6, p. 775-780, Dec. 1980.

DELOUCHE, J. C. **Pesquisa em sementes no Brasil**. Brasília: AGIPLAN, 1975. 47 p.

DELOUCHE, J. C. Seed maturation. In: _____. **Handbook of seed technology**. Mississippi: Mississippi State University, 1971. p. 71-91.

DIAS, D. C. F. Maturação de sementes. **Revista Seed News**, Pelotas, v. 5, n. 6, nov./dez. 2001.

DIAS, M.C. **Influência do tamanho da semente e quebra de dormência em milho (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) sobre a germinação e o vigor**. 63 p. 1992. Fortaleza. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

EGLI, D. B.; TEKRONY, D. M. Germination and water relations of immature soybean seed. **Seed Science & Technology**, Zurich, v. 21, n. 1, p. 139-148, 1993.

ELLIS, M. A.; GÁLVEZ, G. E.; SINCLAIR, J. B. Effect of foliar applications of systemic fungicides and late harvest on seed quality of dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Plant Disease Report**, Saint Paul, v. 60, n. 12, p.1073-1076, Dec. 1976.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema de produção**. Disponível em: <<http://www.sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/>>. Acesso em: 4 dez. 2008.

EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL DO ESTADO DE MINAS GERAIS . **Estudo e perspectivas para a agropecuária em Minas Gerais em 2007**. Belo Horizonte, 2007.

FAIGUENBAUM, M.; ROMERO, A. L. Efecto del tamaño de semilla sobre la germinación, el vigor y el rendimiento de un híbrido de maíz (*Zea mays*). **Ciencia e Investigacion Agraria**, Santiago, v. 18, n. 3, p. 111-117, Sept. 1991.

FARIA, M. A. V. R.; PINHO, R. G.; PINHO, E. R.; GUIMARÃES, R. M.; FREITAS, F. E. O. Germinabilidade e tolerância a dessecação e sementes de milho e diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 3, n. 2, p. 276-289, maio/ago. 2004.

FERREIRA, C. M. **Comercialização de feijão no Brasil 1990-1999**. 145 p. 2001. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.

FERREIRA, C. M.; SANTOS, M. L.; BRAGA, M. J.; DEL PELOSO, M. J. Aspectos econômicos. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, I. J.; BOREM, A. **Feijão**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2006. p. 19-40.

FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Programa e Resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000. 235 p.

FESSEL, S. A.; VIEIRA, R. D.; MENDONÇA, E. A. F.; CARVALHO, R. V. Maturidade fisiológica de sementes de milho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 191-197, 2001.

FIGUEIREDO, M. S.; VIEIRA, C. Efeito do tamanho das sementes sobre o “stand”, produção e altura das plantas, na cultura do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 17, n. 91, p. 47-60, 1970.

FONSECA, J. R.; SILVA, J. G. **Feijão**. Brasília, DF: EMBRAPA, 2007. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Agencia4/AG01/arvore/AG01_79_1311200215104.html>. Acesso em: 15 maio 2007.

FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA, 1984. 39 p. (Circular Técnica, 9).

GARDNER, J. C.; VANDERLIP, R. L. Seed size and density effects on field performance of pearl millet. **Transactions of the Kansas Academy of Science**, Lawrence, v. 92, n. 1/2, p. 49-59, 1989.

GASPAR, C. M.; NAKAGAWA, J. Influência do tamanho na germinação e no vigor de sementes de milheto (*Pennisetum americanum* L. Leeke). **Revista Brasileira de sementes**, Brasília, v. 24, n. 1, p. 339-344, 2002.

GIURIZATTO, M. I. K.; SOUZA, L. C. F.; ROBAINA, A. D.; GONÇALVES, M. C. Efeito da época de colheita e da espessura do tegumento sobre a viabilidade e o vigor de semente de soja. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 27, n. 4, p. 771-779, jul./ago. 2003.

GORGATTI NETTO, A. A semente como fator de desenvolvimento agrícola. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 1, n. 1, p.16-23, 1979.

GRAY, D.; STECKEL, J. R. A. Some effects of umbel order and harvest date on carrot seed variability and seedling performance. **Journal of Horticultural Science**, Kent, v. 58, n. 1, p.73-82, Jan. 1983.

GUIMARÃES, R. M. **Fisiologia de sementes**. 1999. 81 p. Monografia (Especialização a Distância - Curso Produção e Tecnologia de Sementes) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

HARRINGTON, I. F. Seed storage and longevity. In: KOLOWSKI, T. (Ed.). **Seed biology**. New York: Academic, 1972. p. 145-245.

HARTWIG, E. E.; EDWARDS, J. C. J. Effects of morphological characteristic upon seed yield of soybean. **Agronomy Journal**, Madison, v. 62, n 1, p. 64-65, Jan./Feb.1970.

HUNTER, J. L.; TEKRONY, D. M.; MILES, D. F.; EGLI, D. B. Corn seed maturity indicators and their relationship to uptake of Carbon-14 assimilate. **Crop Science**, Madison, v. 31, n. 5, p. 1309-1313, Sept./Oct. 1991.

INTERNATIONAL SEED TEST ASSOCIATION. **Handbook of vigour test methods**. 3. ed. Bassersdorf, 1995. 117 p.

JACOBSON, R. Research on carrot production. *Intensifik*, n.125, p. 93-99, 1978. /Resumo 402 em **Horticultural Abstracts**, Royal Farham, v. 50, n. 1, p. 41, Jan. 1980.

JACOBSON, R.; GLOBERSON, D. *Daucus carota* (carrot) seed quality: effect of seed size on germination, emergence and plant growth under subtropical conditions. The importance of the primary umbel in carrot – seed production. **Horticultural Abstracts**, Royal Farham, v. 50, n. 11, p. 665, Nov. 1980.

KRARUP, A.; VILLANUEVA, G. Produccion de semilla de zanahoria: V. Relacion entre el tamaño del embrión y el porcentaje de germinacion de semillas provenientes de distintos ordenes florales. **Agro Sur**, Valdivia, v. 5, n. 1, p. 45-48, 1977.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; COSTA, N. P. Efeito da classificação de sementes de soja por tamanho sobre sua qualidade e a precisão de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 13, n. 1, p. 59-68, 1991.

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. Relato dos testes de vigor disponíveis para grandes culturas. **Informativo ABRATES**, Londrina, v. 1, n. 2, p. 15-50, 1991.

LAZARINI, E.; SÁ, M. E.; FERREIRA, R. C. Acúmulo de matéria seca em plantas de soja durante os estádios reprodutivos e qualidade fisiológica de sementes colhidas em diferentes fases do desenvolvimento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 153-162, 2000.

LAWAN, M.; BARNETT, F. L.; KHALEEQ, B.; VANDERLIP, R. L. Seed density and seed size of pearl millet as related to field emergence and several seed and seedling traits. **Agronomy Journal**, Madison, v. 77, n. 4, p. 567-571, July/Aug. 1985.

LIMA, A. M. M. P.; CARMONA, R. Influência do tamanho da semente no desempenho produtivo da soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 21, n. 1, p. 157-163, 1999.

LIMA, E. R.; SANTIAGO, A. S.; ARAÚJO, A. P.; TEIXEIRA, M. G. Effects of the size of sown seed on growth and yield of common bean cultivars of different seed sizes. **Brazilian Journal Plant Physiology**, Londrina, v. 17, n. 3, p. 273-281, Sept. 2005.

LIMA, R. M. Efeito do tamanho das sementes sobre alguns atributos fisiológicos e agrônômicos. **Anuário Abrasem**, Brasília, DF, p. 39-43, 1996.

LIMA, W. A. A.; BORÉM, A.; DIAS, D. C. F. S.; MOREIRA, M. A.; DIAS, L. A.; PIOVESAN, N. D. Retardamento de colheita como método de diferenciação de genótipos de soja para qualidade de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 29, n. 1, p. 186-192, abr. 2007.

LINARES, J. B. F. **Qualidade de sementes de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) de diversas densidades obtidas na mesa gravitracional**. 1999. 50 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade de Campinas, Campinas.

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

MAITI, R. K.; RAJU, P.; BINDER, F. R. Seedling vigor in pearl millet. Role of seed size. **Turrialba**, San José, v. 40, n. 3, p. 353-355, 1990.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495 p., v. 12.

MARCOS FILHO, J. **Qualidade fisiológica e maturação de sementes de soja (Glycine max (L.) Merrill)**. 1979. 180 p. Tese (Livre-Docência) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiróz”, Piracicaba.

MARCOS FILHO, J.; AVANCINE, F. Tamanho da semente de feijão e desempenho do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 9, p. 1001- 1008, set. 1983.

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

MARTINELLI, A. M. **Efeito do tamanho da semente e da densidade populacional no desempenho produtivo de híbridos de milho (Zea mays L.)**. 1995. 45 p. Monografia (Graduação) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal.

MARTINEZ, E. M.; BADILLO, M. E. V.; RIVERA, A.; NAUARRETE, R.; VILLAGRANA, F. E. Effect of seed shape and size on germination of corn (*Zea mays* L.) stored under adverse conditions. **Seed Science & Technology**, Zürich, v. 26, n. 2, p. 439-448, Apr. 1998.

MARTINS, C. O. A.; PADILHA, L.; FERREIRA, A. C. B.; MANTOVANI-ALVARENGA, M.; DIAS, D. C. F. S. Influência da classificação por tamanho na germinação e no vigor de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Informativo ABRATES**, Curitiba, v. 7, n. 1/2, p. 169, 1997.

MATTHEWS, S. Physiology of seed ageing. **Outlook of Agriculture**, Wallingford, v. 14, n. 2, p. 89-94, 1985.

MCDONALD, M. B. Seed quality assessment. **Seed Science Research**, Wellingford, v. 8, n. 2, p. 265-275, June 1998.

MENEZES, D.; GOMES, A. C. S.; GUIMARÃES, R. M. Influência do tamanho de semente de milho (*Zea mays* L.) na qualidade fisiológica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 7., 1991, Campo Grande. **Resumos...** Londrina: [s.n.], 1991. v. 1, n. 4, p. 36.

MENEZES, L. M. **Testes rápidos para a determinação da qualidade das sementes**. Santa Maria: UFSM, 2008. 5 p. (Informativo).

MILLES, D. F.; TEKRONY, D. M.; EGLI, D. B. Changes in viability, germination and respiration of freshly-harvest soybean seed during development. **Crop Science**, Madison, v. 28, n. 4, p. 700-704, July/Aug. 1988.

NAFZIGUER, E. D. Seed size effects on yields of two corn hybrids. **Journal of Production Agriculture**, Madison, v. 5, n. 4, p. 538-544, Oct./Dec. 1992.

NEUBERN, R. G.; CARVALHO, N. M. Maturação de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Científica**, Jaboticabal, v. 4, n. 1, p. 28-32, 1976.

NKANG, A.; OMOKARO, D.; EGBE, A. Effects of desiccation on the lipid peroxidation and activities of peroxidase and polyphenoloxidase in seeds of *Telfairia occidentalis*. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 28, n. 1, p. 1-9, 2000.

NOGUEIRA, P. R. **Influência do tamanho da semente no desempenho das plantas de soja (*Glycine Max (L) Merrill*) no campo**. 77 f. 1988. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

PÁDUA, G. P.; VIEIRA, R. D. Deterioração de sementes de algodão durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 255-262, 2001.

PARRELLA, N. N. L. D. **Seleção de famílias de feijão com resistência à antracnose, produtividade e tipo de grãos carioca**. 50 p. 2006.. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

PERIN, A.; ARAÚJO, A. P.; TEIXEIRA, M. G. Efeito do tamanho da semente na acumulação de biomassa e nutrientes e na produtividade do feijoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 12, p. 1711-1718, dez. 2002.

PINHO, E. R. **Tecnologia de produção de sementes**. Lavras: UFLA/FAEPE, 1998.

PINHO, E. R.; SALGADO, K. C. P. C. Inovações tecnológicas na produção de sementes. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 232, p. 22-31, 2006.

- PINHO, E. R.; SILVEIRA, J. F.; VIEIRA, M. G. G. C.; FRAGA, A. C. Influência do tamanho e do tratamento de semente de milho na preservação da qualidade durante o armazenamento e posterior comportamento no campo. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 19, n.1, p. 30- 36, jan./mar. 1995.
- PINTO, C. M. F.; VIEIRA, R. F.; VIEIRA, C.; CALDAS, M. T. Idade de colheita do feijão-vagem anão cultivar Novirex. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 1, p. 163-167, Jul. 2001.
- 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: Potafós, 1988. p. 125-56.
- RAVA, C. A.; VIEIRA, E. H. N.; COSTA, J. G. C.; SILVEIRA, R. M. Obtenção de germoplasma de feijão livre de patógenos transmissíveis pela semente. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 3, p. 135-46, 1981.
- RENA, A. B.; VIEIRA, C. Efeito da colheita, em diferentes estágios de maturação, na produção e na qualidade de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Experientiae**, Viçosa, MG, v. 11, n. 6, p. 239-257, 1971.
- ROCHA, J. A. M.; VIEIRA, N. R.; VIEIRA, E. H. N.; AIDAR, H. **Efeito da antecipação da colheita sobre a produtividade e a qualidade da semente de feijão de terceira época de plantio**. Goiânia: EMBRAPA, 1983. 15 p. (Boletim de Pesquisa, 2).
- ROCK, C. D.; QUATRANO, R. S. The role of hormones during seed development. In: DAVIES, P. J. **Plant hormones**. Dordrecht: Kluwer: Academic, 1995. p. 671-697.
- SANTOS, C. M.; SILVA, E. V.; SANTOS, V. L. M.; JULIATTI, F. C. Qualidade de sementes do algodão (*Gossypium hirsutum* L.), em função do tamanho e do local de produção. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 144-151, 2001.
- SANTOS, P. M.; REIS, M. S.; SEDIYAMA, T.; ARAÚJO, E. F.; CECON, P. R.; SANTOS, M. R.. Efeito da classificação por tamanho da semente de soja na sua qualidade fisiológica durante o armazenamento. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 27, n. 3, p. 395-402, July/Sept. 2005.

SCOTTI, C. A.; SILVEIRA, J. F. **Tamanho da semente em relação ao comportamento do milho (*Zea mays* L.)**. Londrina: IAPAR, 1977. 12 p (Boletim Técnico, 4).

SENEME, A. M.; ZANOTTO, D. M.; NAKAGAWA, J. Efeitos da forma e do tamanho na qualidade de sementes de milho, cultivar AL-34. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 1, p. 232-238, 2000.

SENEME, A. M.; ZANOTTO, D. M.; NAKAGAWA, J. Efeitos da forma e do tamanho na produtividade do milho, cultivar AL-34. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 40-47, 2001.

SHIEH, W. J.; McDONALD, M. B. The influence of seed size, shape and treatment on inbred seed corn quality. **Seed Science and Technology**, Zurich, v. 10, n. 2, p. 307-313, Apr. 1982.

SIDDIQUE, M. A.; GOODWIN, P. B. Conductivity measurements on single seeds to predict the germinability of French beans. **Seed Science and Technology**, Zürich, v. 13, n. 3, p. 643-652, 1985.

SIDDIQUE, M. A.; SOMERSET, G.; GOODWING, P. B. Time of harvest, prethresting treatment and quality in snap bean (*Phaseolus vulgaris* L.) seed crops. **Australian Journal Experimental Agriculture**, Collingwood, v. 27, n. 1, p. 179-87, 1987.

SILVA, C. M. **Maturação da semente e determinação da época adequada de colheita do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)**. 32 p.1975. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SILVA, C. M.; VIEIRA, C.; SEDIYAMA, C. S. Determinação da época adequada de colheita do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) com base na qualidade fisiológica das sementes. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 22, n. 122, p. 272-281, jul./ago. 1975.

SILVA, J. G.; FONSECA, J. R. Colheita. In: ARAUJO, R. S. et al. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. 786 p.

SILVA, W. A.; MARCOS FILHO, J. Influência do peso e do tamanho das sementes de milho sobre o desempenho no campo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 12, p. 1743-1750, dez. 1982.

SOESARSANO, W.; COPELAND, L. O. Effect of origin, moisture content, maturity and mechanical damage on seed and seedling vigor bean. **Agronomy Journal**, Madison, v. 66, n. 4, p. 546-548, July/Aug. 1974.

SOUZA, L.C. F. **Efeito da classificação por tamanho de sementes de soja (*Glycine max (L) Merrill*) sobre a germinação, vigor, desempenho das plantas no campo e qualidade das sementes colhidas**. 1988. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

SPINOLA, M. C. M.; CICERO, S. M.; MELO, M. Alterações bioquímicas e fisiológicas em sementes de milho causadas pelo envelhecimento acelerado. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 57, n. 2, p. 263-270, abr./jun. 2000.

TEKRONY, D. M.; HUNTER, J. L. Effect of seed maturation and genotype on seed vigor in maize. **Crop Science**, Madison, v. 35, n. 3, p. 857-862, May/June. 1995.

USIK, G. E. Effect of seed size on emergence and yield on onions and carrots. **Horticultural Abstracts**, Farnham Royal, v. 51, n. 3, p. 155-156, Mar. 1981.

VIEIRA, C.; ARAÚJO, G. A. de A.; CHAGAS, J. M. Efeitos das datas de plantio sobre o feijão cultivado no outono-inverno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 26, n. 6, p. 863-873, jun. 1991.

VIEIRA, E. H. N.; RAVA, C. A. (Ed.). **Sementes de feijão: produção e tecnologia**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2000. 270 p.

VIEIRA, M. G. G. C. **Utilização de marcadores moleculares no monitoramento da qualidade sanitária e nível de deterioração de sementes de algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.)**. 114 f. 1996. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

VIEIRA, R. D. Teste de condutividade elétrica. In: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.). **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1994. p. 103-132.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA-NETO, J. B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 41-46.

VIEIRA, R. D.; MINOHARA, L.; CARVALHO, N. M.; BERGAMASCHI, M. C. M. Relationship of black layer and milk line development to maize seed maturity. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 1, p. 142-147, jan/abr.1995.

WHITE, J. W.; GONZÁLEZ, A. Characterization of the negative association between seed yield and seed size among genotypes of common bean. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 23 n. 3/4, p. 159-175, June 1990.

WHITE, J. W.; SINGH, S. P.; PINO, C.; RIOS, B. M. J.; BUDDENHAGEN, I. Effects of seed size and photoperiod response on crop growth and yield of common bean. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 28, n. 4, p. 295-307, FEB.1992.

ZINSLY, J. R.; VENCOVSKI, R. Influência do tamanho da semente de milho sobre a produtividade e sobrevivência das plantas. In: REUNIÃO BRASILEIRA DO MILHO, 7., 1968. Viçosa, MG. **Resumos...** Viçosa, MG: UFV, 1968. 30 p.

ANEXOS

TABELA 1A	Resumo do quadro de análise de variância para produtividade. ...	68
TABELA 2A	Resumo do quadro de análise de variância para retenção em peneiras.	69
TABELA 3A	Resumo do quadro de análise de variância das avaliações fisiológicas – germinação, condutividade elétrica, emergência, índice de velocidade de emergência (IVE) e teste de frio.....	70

TABELA 1A Resumo do quadro de análise de variância para produtividade.

Fontes de variação	GL	Quadrado Médio
		Produtividade
Cultivar	1	1968862,148450*
Blocos	3	23562,501892
Erro 1	3	55403,407225
Época	3	3056616,613383*
Erro 2	9	100008,885203
Cultivar*Época	3	137387,464283
Erro 3	9	77837,04873
Total	31	
CV 1 (%)		15,34
CV 2 (%)		20,61
CV 3 (%)		18,18

* significativo pelo teste de F a 5% de probabilidade

TABELA 2A Resumo do quadro de análise de variância para retenção em peneiras.

Fontes de variação	Quadrado Médio	
	GL	Retenção em peneiras
Cultivar	1	0,000000
Blocos	3	0,000003
Erro 1	3	0,000019
Época	3	0,000003
Erro 2	9	0,000011
Época*Cultivar	3	0,000003
Erro 3	9	0,000015
Tamanho	2	1913,739889
Tamanho*Época	6	2351,525458*
Tamanho*Cultivar	2	838,248659*
Tamanho*Época*Cultivar	6	60,346587
Erro 4	48	27,349569
Total	95	
CV 1 (%)		0,01
CV 2 (%)		0,01
CV 3 (%)		0,01
CV 4 (%)		15,69

* significativo pelo teste de F a 5% de probabilidade

TABELA 3A Resumo do quadro de análise de variância das avaliações fisiológicas – germinação, condutividade elétrica, emergência, índice de velocidade de emergência (IVE) e teste de frio.

Fontes de variação	GL	Quadrado Médio				
		Germinação	Condutividade Elétrica	Emergência	IVE	Teste de Frio
Cultivar	1	7,031250	1609,288278	15,125000	0,401632	536,281250
Blocos	3	9,947917	188,348513	20,583333	0,812276	20,614583
Erro 1	3	69,197917	345,383500	20,708333	0,318849	21,614583
Época	3	323,614583*	16059,363402	402,750000*	8,122009*	697,114583
Erro 2	9	13,059028	568,432763	21,500000	0,401486	19,836806
Época*Cultivar	3	53,031250	1956,773180	40,875000	0,793478	286,614583*
Erro 3	9	27,864583	834,521672	23,125000	0,376458	56,392361
Tamanho	3	103,864583*	25326,833298	18,583333	0,137624	158,281250*
Tamanho*Época	9	13,197917	1045,013215*	17,500000	0,239945	38,947917
Tamanho*Cultivar	3	25,114583	302,254822	8,208333	0,084759	21,447917
Tamanho*Época*Cultivar	9	16,447917	185,063980	7,291667	0,111824	25,892361
Erro 4	72	11,100694	162,618156	11,784722	0,222433	24,559028
Total	127					
CV 1 (%)		8,85	18,73	4,79	4,82	5,11
CV 2 (%)		3,85	24,03	4,88	5,41	4,90
CV 3 (%)		5,62	29,12	5,07	5,24	8,26
CV 4 (%)		3,55	12,85	3,62	4,03	5,45

* significativo pelo teste de F a 5% de probabilidade