

## QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJOEIRO ESPECIAL SOB ARMAZENAMENTO

Adailza Guilherme Cavalcante<sup>1</sup>, Flávia Constantino Meirelles<sup>1</sup>, Vinícius Augusto Filla<sup>1</sup>, Alian Cássio Pereira Cavalcante<sup>2</sup>, Leandro Borges Lemos<sup>1</sup>, Raunira da Costa Araújo<sup>3</sup>

**Resumo:** Objetivou-se avaliar o efeito do armazenamento em temperatura ambiente sob as características fisiológicas das sementes de feijoeiro com grãos especial. O trabalho foi conduzido no Laboratório de Agricultura, localizado no município de Jaboticabal. Foram utilizadas nove cultivares de feijoeiro (BRS Radiante, BRSMG Realce, BRS Pitanga, BRSMG Tesouro, BRS Marfim, BRSMG União, IAC Tigre, EPAMIG Ouro vermelho e EPAMIG Ouro da mata), distribuídas em delineamento em blocos casualizados, armazenadas durante oito meses (outubro de 2018 a junho de 2019), utilizando quatro repetições por cultivar. Foram avaliadas as características fisiológicas de sementes e morfológicas de plântulas ao longo do armazenamento. Todas as variáveis foram influenciadas com o decorrer do período de armazenamento das sementes. A partir dos 180 dias há comprometimento do vigor das sementes de feijão para todas as cultivares. O armazenamento em temperatura ambiente provoca a deterioração das sementes de forma mais rápida, prejudicando as características morfológicas das plântulas.

**Palavras-chave:** Aspectos fisiológicos, *Phaseolus vulgaris* L., qualidade de sementes

### PHYSIOLOGICAL QUALITY OF SPECIAL BEAN SEEDS UNDER STORAGE

**Abstract:** The objective was to evaluate the effect of storage at room temperature on the physiological characteristics of bean seeds with special grains. The work was conducted at the Agriculture Laboratory, located in the municipality of Jaboticabal. Nine bean cultivars were used (BRS Radiante, BRSMG Realce, BRS Pitanga, BRSMG Tesouro, BRS Marfim, BRSMG União, IAC Tigre, EPAMIG Ouro Vermelho and EPAMIG Ouro da Mata), distributed in a randomized block design, stored for eight months (October 2018 to June 2019), using four replications per cultivar. The physiological characteristics of seeds and morphological characteristics of seedlings were evaluated throughout storage. All variables were influenced over the period of seed storage. After 180 days, the vigor of bean seeds for all cultivars is compromised. Storage at room temperature causes seeds to deteriorate more quickly, damaging the morphological characteristics of the seedlings.

**Keywords:** Physiological aspects, *Phaseolus vulgaris* L., seed quality

## 1. INTRODUÇÃO

O feijoeiro com grãos do tipo carioca é o mais comercializado no mercado brasileiro, entretanto, a adoção de novas cultivares poderá representar opções de renda para os agricultores, com possibilidade de comercializar um produto diferenciado, agregando valor e aumentando a sua renda (Alves et al., 2009). Para a diversificação do cultivo e diminuição das

oscilações de preço no mercado, uma alternativa seria a introdução de cultivares de feijoeiro com grãos especial, que são caracterizadas por possuírem tegumento branco, creme, amarelo, vermelho, entre outros, com ausência ou presença de estrias ou rajadas de outras cores (Blair et al., 2010). Porém, a introdução dessas cultivares demanda utilização de sementes com

<sup>1</sup> Universidade Estadual Paulista - UNESP de Jaboticabal, São Paulo. adailzacavalcante@gmail.com

<sup>2</sup> Professor do Centro de Ensino Superior de São Gotardo (CESG), São Gotardo, Minas Gerais

<sup>3</sup> Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras, Paraíba.

potencial fisiológico elevado e um manejo adequado da cultura (Binotti et al., 2008), porém se tem pouca disponibilidade dessas informações na literatura com feijões tipo especial.

A semente é o insumo de maior significância no contexto de produtividade e para que esta seja considerada de alta qualidade deve apresentar características sanitárias, físicas, genéticas e fisiológicas adequadas (França Neto et al., 2010) para que as plantas possam expressar todo o seu potencial e elevar o rendimento final da cultura. Entender o comportamento das sementes diante das prováveis condições climáticas que ocorrem durante o armazenamento em ambiente não controlado, podem auxiliar na tomada de decisão sobre o armazenamento do produto com base na relação custo-benefício, decorrente de possíveis perdas de qualidade fisiológica no armazenamento (Smaniotto et al., 2014).

A qualidade fisiológica está relacionada à capacidade da semente desempenhar suas funções vitais, caracterizando-se pela longevidade, germinação e vigor. Portanto, os efeitos sobre a qualidade, geralmente, são traduzidos pelo decréscimo na porcentagem de germinação, aumento de plântulas anormais e redução do vigor das plântulas (Toledo et al., 2009). Após a colheita, esses processos são acelerados devido à deterioração das estruturas das sementes, o qual não podem ser inevitável, mas pode ser retardado dependendo das

condições de armazenamento e das características da semente (Cardoso et al., 2012). Dentre os fatores que afetam a qualidade durante o armazenamento estão a temperatura e o teor de água da semente (Smaniotto et al., 2014).

O armazenamento deve ser conduzido de maneira a reduzir ao máximo as reações bioquímicas que provocam a perda da qualidade fisiológica das sementes (Villa & Roa, 1979). Geralmente, as sementes de feijoeiro são armazenadas em condições ambientais não controladas, o que influencia na longevidade (Vieira & Yokoyama, 2000). Mas pouco se sabe a respeito da qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro com grãos especial, quando armazenadas. Diante do exposto objetivou-se avaliar o efeito do armazenamento em temperatura ambiente sob as características fisiológicas de sementes de feijoeiro com grãos especial.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

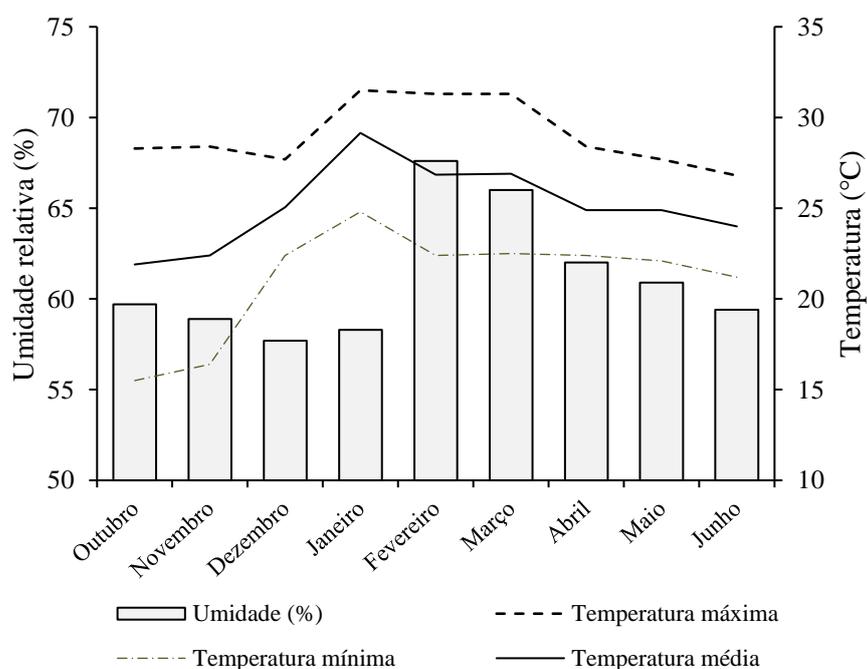
O experimento foi conduzido na Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (UNESP), com as coordenadas geográficas 21°14'50" S, 48°17'5" W), com altitude média de 595 m, em Jaboticabal, SP. As sementes utilizadas foram produzidas durante a safra de outono-inverno na Fazenda de Ensino Pesquisa e Extensão (FEPE), pertencente a UNESP - Jaboticabal com semeio em maio e colheita em agosto de 2018. De

acordo com a classificação de Köppen, o clima predominante na região é do tipo Aw - tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno. Foram utilizadas nove cultivares de feijoeiro com grãos especiais: BRS Radiante, BRSMG Realce, BRS Pitanga, BRSMG Tesouro, BRS Marfim, BRSMG União, IAC Tigre, EPAMIG Ouro vermelho e EPAMIG Ouro da mata.

Os tratos culturais foram realizados de acordo com a recomendação para a cultura do feijoeiro. A colheita das plantas procedeu-se de forma manual no estágio de maturação fisiológica, e em seguida levadas para um galpão ventilado onde foram feita a separação das vagens das plantas, e o beneficiamento e a

homogeneização das sementes, as quais foram acondicionadas em embalagens de papel. Após 40 dias da colheita, os grãos/sementes foram acondicionadas em embalagem plástica fechada (15,5 x 12 cm) e armazenadas sob condição ambiente em bancadas no laboratório durante oito meses (outubro de 2018 a junho de 2019), distribuídas em blocos casualizados, utilizando quatro repetições por cultivar. Durante o armazenamento foram mensuradas as temperaturas máxima, mínima, média (°C) e a umidade relativa do ambiente (%), com auxílio do termo higrômetro da marca Cetec e modelo 7663.02.0.00, realizada três vezes na semana cujos valores encontram-se na Figura 1.

Figura 1. Temperaturas máxima, mínima, média e umidade relativa do ambiente mensurada durante o período de armazenamento das sementes de feijoeiro especial. Jaboticabal-SP, 2018.



Foram avaliados durante o armazenamento os atributos qualitativos dos grãos/ sementes em três períodos (recém-colhido, 120 e 240 dias após o armazenamento), com exceção da condutividade elétrica que foi avaliada durante cinco períodos (recém-colhido, 60, 120, 180 e 240 dias). Foram realizadas as seguintes avaliações:

**Teor de água (%):** determinado em estufa regulada a  $105 \pm 3$  °C, durante 24 h, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

**Germinação (%):** realizado com quatro subamostras de 50 sementes para cada tratamento, as quais foram semeadas a três centímetros de profundidade em caixas plásticas (26 x 16 x 9 cm) contendo areia peneirada, esterilizada e umedecida com água destilada. As caixas foram mantidas em condições laboratoriais, sob temperatura ambiente não controlada e a avaliação foi realizada no quinto e nono dia após a instalação do teste (BRASIL, 2009).

**Valor da primeira contagem de germinação (%):** realizada juntamente com o teste de germinação e constou do registro da porcentagem de plântulas normais, verificada no quinto dia após a instalação do teste (Nakagawa, 1999).

**Índice de velocidade de emergência:** realizado em conjunto com o teste de germinação, calculando-se o índice segundo a

fórmula proposta por Maguire (1962), como segue:

$$IVE = \frac{N_1}{D_1} + \frac{N_2}{D_2} + \dots + \frac{N_n}{D_n}$$

(Equação 1)

Sendo:

IVE – Índice de velocidade de emergência;

N1, N2,..Nn – número de plântulas germinadas a 1, 2 e n dias após a montagem do teste;

D1, D2, ....., Dn – número de dias após a instalação do teste.

As contagens foram realizadas no quinto e nono dia após a instalação do teste de germinação.

**Condutividade elétrica:** o método utilizado foi o de condutividade de massa com duas subamostras de 50 sementes por repetição, totalizando 100 sementes por tratamento. Após a obtenção da massa de cada amostra em balança digital com precisão de 0,01 g, as sementes foram colocadas em copos plásticos contendo 75 mL de água deionizada e a seguir foram levadas a uma câmara de germinação sob temperatura constante de 25 °C, durante 24 h (Marcos Filho et al., 1999). Ao final deste período, foi determinada a condutividade elétrica da solução de embebição das sementes mediante o uso de um condutivímetro de bancada digital, modelo CD-820®. Os resultados foram expressos em  $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$  de sementes.

**Altura de plântulas (cm):** realizado em 10 plântulas de cada subamostra de cada tratamento, obedecendo ao mesmo procedimento de montagem do teste de

germinação. Após nove dias da emergência das plântulas, foi efetuada a medida das partes das plântulas normais emergidas com auxílio de uma régua.

Diâmetro do hipocótilo: obedecendo ao mesmo procedimento de montagem do teste de germinação. Avaliada ao nono dias após a emergência, medindo as partes das plântulas normais emergidas com auxílio de um paquímetro digital.

Massa seca da parte aérea ( $\text{mg pl}^{-1}$ ): foram avaliadas 10 plântulas normais, obtidas a partir da medição da altura e do diâmetro do hipocótilo, excluindo destas os cotilédones. As repetições de cada tratamento foram acondicionadas em sacos de papel, identificadas, e levadas à estufa com circulação de ar forçada, mantida à temperatura de 65 °C, até atingirem massa constante (Nakagawa, 1999). Após este período, cada repetição teve a massa avaliada em balança com precisão de 0,001 g.

Massa seca radicular ( $\text{mg pl}^{-1}$ ): realizada em 10 plântulas de cada subamostra de cada tratamento, obedecendo ao mesmo procedimento da massa seca da parte aérea.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ( $p < 0,05$ ) e as médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott. Foi realizada a análise de regressão para a

condutividade elétrica das cultivares no período de armazenamento com o auxílio do programa estatístico SISVAR (Ferreira, 2019).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o armazenamento das sementes ocorreram variações de temperatura e umidade relativa, devido ao armazenamento em condição ambiente não controlada (Figura 1). Porém, as oscilações não influenciaram o teor de água das sementes, situando-se entre 11 a 13%, sendo o recomendado para o armazenamento (Tabela 2) por (Bragantini, 2005). O mesmo autor relata que ao mantém a umidade das sementes abaixo de 13% o processo respiratório se mantém baixo, prolongando a manutenção da qualidade do produto armazenado. Este fato refletiu nas variáveis presentes na Tabela 2, que não sofreram influência significativa durante o armazenamento, corroborando com o trabalho de Smaniotto et al. (2014) que observaram que ao avaliar o armazenamento de sementes de soja em diferentes temperaturas o teor de água inicial de 12% (b.u.) ocorreu uma pequena redução da germinação a partir dos 60 dias permanecendo praticamente constante até os 180 dias do armazenamento.

Tabela 2. Valores de F e médias para teor de água (TA), germinação (Ger), primeira contagem (PC) e índice de velocidade de emergência (IVE) das cultivares de feijoeiro com sementes especial durante o armazenamento em temperatura ambiente. Jaboticabal-SP, 2018.

| Cultivar (C)         | TA<br>%            | Ger<br>%           | PC<br>---           | IVE<br>--- |
|----------------------|--------------------|--------------------|---------------------|------------|
| BRS Radiante         | 10,5 b             | 76,8 b             | 77,5 b              | 11,1       |
| BRSMG Realce         | 10,5 b             | 75,3 b             | 76,6 b              | 11,4       |
| BRS Pitanga          | 10,3 b             | 89,0 a             | 91,2 a              | 13,5       |
| BRSMG Tesouro        | 11,0 a             | 88,8 a             | 89,3 a              | 13,7       |
| BRS Marfim           | 11,0 a             | 86,3 a             | 91,2 a              | 13,1       |
| BRSMG União          | 10,8 b             | 80,5 a             | 85,6 a              | 12,1       |
| IAC Tigre            | 10,6 b             | 83,0 a             | 88,4 a              | 12,4       |
| EPAMIG Ouro Vermelho | 11,4 a             | 89,0 a             | 88,2 a              | 13,6       |
| EPAMIG Ouro da Mata  | 10,8 b             | 85,8 a             | 85,5 a              | 13,1       |
| Armazenamento (A)    |                    |                    |                     |            |
| 0                    | 0,59               | 90,1 a             | 93,4 a              | 13,7       |
| 120                  | 0,56               | 81,0 b             | 84,0 b              | 12,4       |
| 240                  | 0,21               | 80,3 b             | 80,4 b              | 11,9       |
| CV (%)               | 5,1                | 10,0               | 10,3                | 11,1       |
| Teste F              |                    |                    |                     |            |
| C                    | 11,7**             | 254,4**            | 285,7**             | 4,1**      |
| A                    | 7,7 <sup>ns</sup>  | 1401,4**           | 1201,9**            | 12,1**     |
| C x A                | 0,19 <sup>ns</sup> | 79,8 <sup>ns</sup> | 106,2 <sup>ns</sup> | 2,5**      |
| Média geral          | 10,8               | 83,8               | 85,7                | 12,7       |

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ( $P < 0,05$ ). \*\*Significativo a 1% de probabilidade, <sup>ns</sup>= Não significativo.

As cultivares BRS Radiante e BRSMG Realce foram as que apresentaram menor percentual germinativo, com 75,3 e 76,8%, respectivamente (Tabela 2). Provavelmente essas cultivares são mais sensíveis às oscilações de temperatura e umidade relativa do ambiente de armazenamento. Ocasionalmente redução do potencial fisiológico das sementes (Forti et al., 2010; Chaves et al., 2012).

Os valores de germinação diminuíram durante o armazenamento, porém, na média geral, se mantiveram dentro dos padrões mínimos de 80% (Tabela 2), que é aceitável para

comercialização de sementes (Mapa, 2013). Durante oito meses de armazenamento em temperatura ambiente, Santos et al. (2005) constataram que os valores de germinação reduziram, porém se mantiveram dentro dos padrões aceitáveis de 80% para feijoeiro comum. Esse método é aplicado e recomendado para determinação do potencial fisiológico das sementes e seus resultados são utilizados para comparar a qualidade fisiológica de lotes, determinar a taxa de semeadura e servir como parâmetro de comercialização de sementes (Marcos Filho, 2005; Coimbra et al., 2007).

Na primeira contagem de germinação, com exceção das cultivares BRS Radiante e BRSMG Realce, as demais cultivares obtiveram valores superiores a 85%. Com o decorrer do período de armazenamento, essa variável foi influenciada negativamente, porém, situando-se acima de 80% ao final do armazenamento (Tabela 2). Provavelmente com as oscilações da temperatura e umidade relativa do ambiente (Figura 1), podem ter ocorrido maiores taxas respiratórias, ocasionando aumento no consumo de reservas das sementes durante a respiração, acelerando a velocidade de deterioração influenciando o vigor das sementes (Oliveira-Bento et al., 2015). Essa variável é considerada um dos testes de vigor de sementes, e com os resultados obtidos pode-se observar que as

cultivares com maiores valores germinaram mais rapidamente do que as demais, podendo ser consideradas como mais vigorosas de acordo com o teste (Nakagawa, 1999).

O desdobramento da interação entre cultivares x armazenamento para o índice de velocidade de emergência é apresentado na Tabela 3. No início do armazenamento, as cultivares não apresentaram diferenças significativas, porém com o decorrer do armazenamento, houve uma redução na velocidade de emergência, com exceção das cultivares BRS Pitanga, BRSMG Tesouro, EPAMIG Ouro vermelho e EPAMIG Ouro da Mata, nas quais não se observou redução significativa (Tabela 3).

Tabela 3. Desdobramento da interação entre cultivares de feijoeiro com sementes especial e o armazenamento das sementes para índice de velocidade de emergência (IVE).

| Cultivares           | Armazenamento      |                    |                   |
|----------------------|--------------------|--------------------|-------------------|
|                      | 0                  | 180                | 240               |
|                      | IVE                |                    |                   |
| BRS Radiante         | 13,1 Aa            | 11,9 Ab            | 9,3 Bc            |
| BRSMG Realce         | 12,9 Aa            | 11,3 Ba            | 9,0 Bb            |
| BRS Pitanga          | 14,5 Aa            | 13,2 Aa            | 12,8 Aa           |
| BRSMG Tesouro        | 14,0 Aa            | 13,8 Aa            | 13,1 Aa           |
| BRS Marfim           | 14,4 Aa            | 12,8 Ab            | 12,0 Bb           |
| BRSMG União          | 14,2 Aa            | 11,8 Ab            | 10,1 Bb           |
| IAC Tigre            | 14,3 Aa            | 13,0 Aa            | 9,9 Bb            |
| EPAMIG Ouro Vermelho | 14,3 Aa            | 13,3 Aa            | 13,1 Aa           |
| EPAMIG Ouro da Mata  | 14,6 Aa            | 13,0 Aa            | 11,5 Ba           |
| Média                | 13,8               | 12,9               | 11,2              |
| Teste F              | 2,18 <sup>ns</sup> | 11,6 <sup>**</sup> | 4,4 <sup>**</sup> |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott ( $p < 0,05$ ). \*\* Significativo a 1% de probabilidade. <sup>ns</sup> = Não significativo.

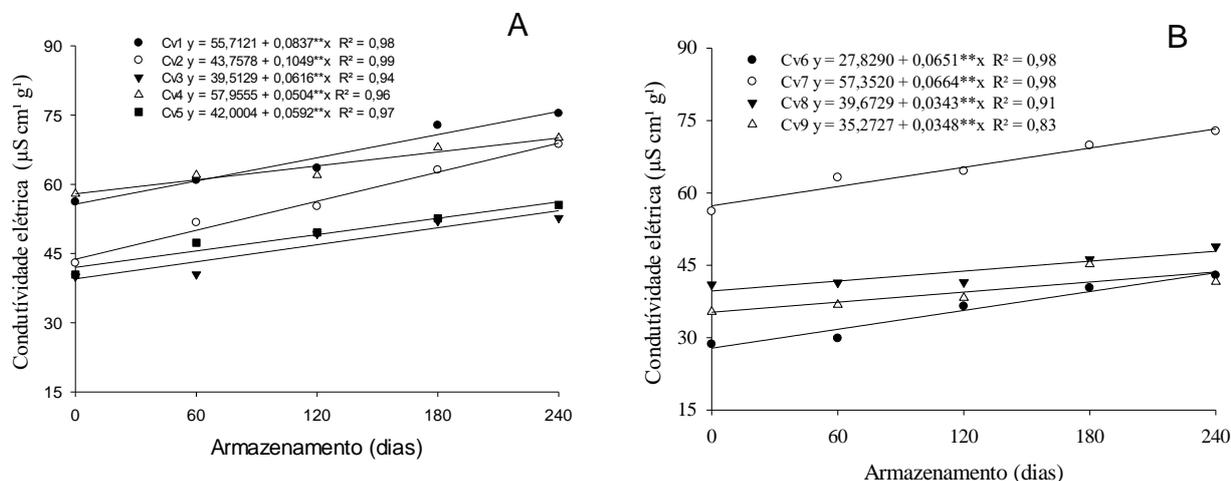
A velocidade de emergência é um fator preponderante para um rápido estabelecimento das plântulas no campo. Tendo em vista que plântulas com maior índice de velocidade de emergência possuem maior desempenho e, conseqüentemente, maior capacidade de resistir às mudanças climáticas que porventura possam interferir no crescimento e no desenvolvimento da planta (Nakagawa, 1999; Dan et al., 2010). De acordo com Schuch (1999), a redução no nível de vigor aumenta o tempo de crescimento das raízes primárias, e com isso aumenta a desuniformidade de germinação. Essa diminuição no vigor da semente relaciona-se com o aumento da condutividade elétrica (Figura 2). No trabalho desenvolvido por Ullmann et al. (2010), verificou-se que o aumento da condutividade elétrica proporcionou decréscimo na porcentagem de germinação de sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas*).

A condutividade elétrica foi crescente ao longo do armazenamento (Figura 2), provocando diminuição no vigor das sementes em todas as cultivares devido à liberação de grandes quantidades de íons lixiviados para a solução. A redução da germinação e do índice de

velocidade de emergência confirmam a diminuição no vigor das sementes ao longo do período de armazenamento (Tabela 2).

A liberação de solutos na solução é considerada um dos primeiros eventos do processo deteriorativo das sementes, caracterizado pela desestruturação do sistema de membranas celulares, que determina prejuízos à capacidade de retenção de solutos (Santos et al., 2005), provocando a redução do vigor das sementes. Independente do ambiente de armazenamento, os processos bioquímicos da semente continuam ativos, o que faz com que a lixiviação de exsudatos continue aumentando ao longo do tempo (Chaves et al., 2012). A temperatura e a umidade relativa do ambiente de armazenamento, quando não controlados, proporcionam maior atividade fisiológica, resultando no processo de deterioração das sementes de forma mais rápida (Silva et al. 2011). Como se observa na Figura 1, os atributos climáticos sofreram oscilações durante o período de armazenamento, o que pode ter interferido na aceleração da deterioração das sementes.

Figura 2. Condutividade elétrica das sementes em função do período de armazenamento em temperatura ambiente. Cv1 = BRS Pitanga, Cv2 = BRSMG Tesouro, Cv3 = BRS Marfim, EPAMIG Ouro vermelho, EPAMIG Ouro da mata (A), Cv6 = BRS Radiante, Cv7 = BRSMG Realce, Cv8 = BRSMG União e CV9 = IAC Tigre (B).



O efeito do aumento da condutividade elétrica da solução sobre o vigor das sementes de feijão foram constatadas por Toledo et al. (2009); Silva et al. (2014); Zucareli et al. (2015). A partir dos dados obtidos no presente trabalho, constatou-se que o teste de condutividade elétrica foi eficiente para avaliar a qualidade fisiológica das sementes de feijoeiro durante o armazenamento. De acordo com Vieira et al. (2002), o teor de água da semente pode comprometer o resultado deste teste e, como pode observar na Tabela 2, os valores não interferiram nessa variável devido a pequena variação ocorrida durante o período de armazenamento.

Altura de plântula e a massa seca da parte aérea foram influenciadas pela interação

cultivares e os períodos de armazenamento (Tabela 4). O diâmetro do hipocótilo e o acúmulo de massa seca radicular diminuíram o que evidencia efeito negativo do armazenamento prolongado sobre a expressão do vigor das sementes corroborando com os resultados obtidos na germinação (Tabela 2). Quanto maior o valor do diâmetro do hipocótilo melhor será a taxa de sobrevivência da planta no campo, pois segundo Almeida et al. (2005), é um indicador das taxas de assimilação líquida de produtos da fotossíntese. O maior acúmulo de massa seca radicular proporciona uma plântula mais resistente às mudanças climáticas e danos físicos no campo.

Tabela 4. Valores de F e médias para altura de plântula (AP), diâmetro do hipocótilo (DH), massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca radicular (MSR) de cultivares de feijoeiro com sementes especial durante o armazenamento em temperatura ambiente.

| Cultivar (C)         | AP       | DH                 | MSPA                         | MSR         |
|----------------------|----------|--------------------|------------------------------|-------------|
|                      | --cm--   | --mm--             | --mg planta <sup>-1</sup> -- |             |
| BRS Radiante         | 20,7     | 2,8 a              | 118,3 a                      | 308,7       |
| BRSMG Realce         | 18,0     | 3,0 a              | 116,8 a                      | 452,0       |
| BRS Pitanga          | 20,4     | 2,0 b              | 60,6 c                       | 202,6       |
| BRSMG Tesouro        | 21,1     | 2,0 b              | 76,2 c                       | 238,1       |
| BRS Marfim           | 21,0     | 2,2 b              | 71,1 c                       | 366,1       |
| BRSMG União          | 19,5     | 2,8 a              | 115,1 a                      | 412,1       |
| IAC Tigre            | 19,7     | 2,7 a              | 118,2 a                      | 432,8       |
| EPAMIG Ouro Vermelho | 22,0     | 2,2 b              | 99,5 b                       | 280,2       |
| EPAMIG Ouro da Mata  | 22,4     | 2,2 b              | 94,0 b                       | 260,8       |
| Armazenamento (A)    |          |                    |                              |             |
| 0                    | 22,5     | 2,6 a              | 114,9 a                      | 710,4       |
| 120                  | 21,0     | 2,4 b              | 97,7 b                       | 227,2       |
| 240                  | 18,2     | 2,3 b              | 77,3 c                       | 46,8        |
| CV (%)               | 9,2      | 12,0               | 19,8                         | 37,8        |
| Teste F              |          |                    |                              |             |
| C                    | 16,15**  | 1,52**             | 4582,9**                     | 74080,1**   |
| A                    | 126,23** | 0,53**             | 9562,4**                     | 3178260,9** |
| C x A                | 8,76**   | 0,14 <sup>ns</sup> | 343,6 <sup>ns</sup>          | 49341,2**   |
| Média geral          | 20,5     | 2,5                | 96,6                         | 328,1       |

Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem estatisticamente pelo teste de Scott e Knott (P<0,05). \*\*Significativo a 1% de probabilidade, <sup>ns</sup>= Não significativo.

O desdobramento da interação cultivar x armazenamento proporcionou decréscimo na altura de plântulas e no acúmulo de massa seca da parte aérea. As plântulas recém-colhidas não apresentaram diferenças significativas para a altura, porém a partir dos 180 dias a altura decaiu até o final do armazenamento (Tabela 5).

O efeito do armazenamento prolongado provocou significativa perda de massa seca da parte aérea das plântulas para as cultivares, com exceção da BRSMG Tesouro e EPAMIG Ouro Vermelho. Quando recém-colhidas, a média foi de 695,5 mg plântula<sup>-1</sup> e aos 240 dias após o armazenamento de 46,7 mg plântula<sup>-1</sup>, uma

redução de 648,8 mg plântula<sup>-1</sup>. Provavelmente esse efeito pode estar relacionado com a perda de vigor das sementes. Segundo Corte et al. (2006), sementes com maior potencial fisiológico dispõem de maior conteúdo de

reserva, havendo possivelmente uma maior translocação de compostos energéticos dos cotilédones para outros órgãos refletindo assim, no aumento do sistema radicular, altura de plântulas e biomassa da parte aérea da plântula.

Tabela 5. Desdobramento da interação entre cultivares de feijoeiro com sementes especial e o armazenamento das sementes para altura de plântulas (AP) e massa seca parte aérea (MSPA).

| Cultivar             | Armazenamento (dias) |                    |                    |  |                       |                     |
|----------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--|-----------------------|---------------------|
|                      | 0                    | 180                | 240                | 0  | 180                   | 240                 |
|                      | AP<br>---cm---       |                    |                    | MSPA<br>---mg plântula <sup>-1</sup> --- |                       |                     |
| BRS Radiante         | 23,3 Aa              | 21,0 Aa            | 18,0 Bb            | 573,6 Ba                                 | 293,0 Ab              | 59,6 Ac             |
| BRSMG Realce         | 22,6 Aa              | 17,0 Bb            | 14,3 Bb            | 956,3Aa                                  | 216,3 Ab              | 49,3 Ac             |
| BRS Pitanga          | 23,3 Aa              | 19,3 Bb            | 18,6 Ab            | 438,6 Ba                                 | 144,6 Ab              | 24,6 Ac             |
| BRSMG Tesouro        | 21,6 Aa              | 21,0 Aa            | 20,6 Aa            | 502,3 Ba                                 | 184,3 Ab              | 27,6 Ac             |
| BRS Marfim           | 23,3 Aa              | 22,3 Aa            | 17,3 Bb            | 872,6 Aa                                 | 197,3 Ab              | 28,3 Ac             |
| BRSMG União          | 21,0 Aa              | 20,0 Ba            | 17,6 Bb            | 830,3 Aa                                 | 356,3 Ab              | 59,6 Ac             |
| IAC Tigre            | 22,6 Aa              | 21,0 Aa            | 15,6 Bb            | 952,3 Aa                                 | 277,6 Ab              | 68,6 Ac             |
| EPAMIG Ouro Vermelho | 23,3 Aa              | 22,6 Aa            | 20,0 Aa            | 611,0 Aa                                 | 172,3 Ab              | 57,3 Ac             |
| EPAMIG Ouro da Mata  | 23,0 Aa              | 21,6 Ab            | 21,0 Ab            | 522,3 Ba                                 | 214,3 Ab              | 46,0 Ac             |
| Média                | 22,6                 | 20,6               | 18,1               | 695,5                                    | 228,4                 | 46,7                |
| Teste F              | 3,0 <sup>ns</sup>    | 14,1 <sup>**</sup> | 16,5 <sup>**</sup> | 159251,8 <sup>**</sup>                   | 12714,1 <sup>ns</sup> | 796,5 <sup>ns</sup> |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem estatisticamente pelo teste de Scott e Knott (p<0,05). \*\* Significativo a 1% de probabilidade. <sup>ns</sup>= Não significativo.

Esses resultados concordam com os obtidos por Nakagawa (1994), segundo o qual, durante a germinação, as sementes vigorosas proporcionam maior transferência de massa seca de seus tecidos de reserva para o eixo embrionário, originando plântulas com maior massa, em razão do maior acúmulo de matéria. Observa-se que o armazenamento das sementes

do feijoeiro em temperatura ambiente provocou perda no vigor das plântulas com o decorrer do tempo de armazenamento, fato que mostra a necessidade de trabalhos futuros em diferentes ambientes e temperaturas a fim de estabelecer qual o ambiente proporciona a conservação das características fisiológicas das sementes ao longo do tempo.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos 180 dias há comprometimento do vigor das sementes de feijão para todas as cultivares testadas.

O armazenamento em temperatura não controlada provoca a deterioração das sementes de forma mais rápida, prejudicando as características morfológicas das plântulas.

#### 5. AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), código de financiamento 001, pela concessão de bolsa de doutorado ao primeiro autor.

Ao Laboratório de Melhoramento Florestal desta instituição pelo auxílio nas análises laboratoriais.

#### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, L. S.; MAIA, N.; ORTEGA, A. R.; ANGELO, A. C. Crescimento de mudas de *Jacaranda puberula* Cham. em viveiro, submetidas a diferentes níveis de luminosidade. **Ciência Florestal**, v.15, n.3, p.323-329, 2005.

ALVES, A. F.; ANDRADE, M. J. B.; RODRIGUES, J. R. M.; VIEIRA, N. M. B. Densidades populacionais para cultivares alternativas de feijoeiro no norte de Minas Gerais. **Revista Ciência Agrotecnologia**, v.33, n.6, p.1495-1502, 2009.

BINOTTI, F. F. S.; HAGA, K. I. CARDOSO, E.D.; ALVES, C. Z.; SÁ, M. E.; ARF, O. Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade

fisiológica de sementes de feijão. **Acta Scientiarum Agronomy**, v.30, n.2, p.247-254, 2008.

BLAIR, M. W.; GONZÁLEZ, L. F.; KIMANI, P. M.; BUTARE, L. Genetic diversity, inter-gene pool introgression and nutritional quality of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) from Central Africa. **Theoretical Applied Genetic**, v.121, p.237-248, 2010.

BRAGANTINI, C. **Alguns aspectos do armazenamento de sementes e grãos de feijão**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005, 28p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2009). **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 395 p.

CARDOSO, R. B.; BINOTTI, F.F. S.; CARDOSO, E. D. Potencial fisiológico de sementes de crambe em função de embalagens e armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.42, n.2, p.272-278, 2012.

COIMBRA, R. A.; MARTINS, C. C.; TOMAZ, C. A.; NAKAGAWA, J. Testes de vigor utilizados na avaliação da qualidade fisiológica de lotes de sementes de milho-doce (*sh2*). **Ciência Rural**, v.39, n.9, p.2402-2408, 2009.

CORTE V. B.; BORGES, E. E. D. L.; PONTES, C. A.; LEITE, I. T. D. A.; VENTRELLA, M. C.; MATHIAS, A. D. A. Mobilização de reservas durante a germinação das sementes e crescimento das plântulas de *Caesalpinia peltophoroides* Benth. (*Leguminosae Caesalpinioideae*). **Revista Árvore**, v.30, n.6, p.941-949, 2006.

CHAVES, T. H.; RESENDE, O.; SIQUEIRA, V. C.; ULLMANN, R. Qualidade fisiológica das sementes de pinhão manso (*Jatropha curcas* L.) durante o armazenamento em três ambientes. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, p.1653-1662, 2012.

DAN, L. G. M.; DAN, H. Á.; BARROSO, A. L. L.; BRACCINI, A. L. Qualidade fisiológica de sementes de soja tratadas com inseticidas sob efeito do armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.2, p.131-139, 2010.

FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v.37, n.4, p.529-535, 2019.

FORTI V. A.; CICERO, S. M.; PINTO, T. L. F. Avaliação da evolução de danos por ‘umidade’ e redução do vigor em sementes de soja, cultivar TMG 113-RR, durante o armazenamento, utilizando imagens de raio X e testes de potencial fisiológico. **Revista Brasileira de Sementes**, v.32, n.3, p.123- 133, 2010.

FRANÇA NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; HENNING, A. A. A importância do uso de sementes de soja de alta qualidade. **Informativo ABRATES**, v.20, p.37-38, 2010.

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

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (2013) Instrução Normativa Nº 45, de 21 de setembro de 2013. Anexo XXIII - **Padrões para produção e comercialização de sementes de feijão. (*Phaseolus vulgaris* L.)**. [http://www.lex.com.br/legis\\_24861657\\_InstruçãoNormativa\\_N\\_45\\_DE\\_17\\_de\\_setembro\\_de\\_2013.aspx](http://www.lex.com.br/legis_24861657_InstruçãoNormativa_N_45_DE_17_de_setembro_de_2013.aspx). Acesso: 16 Março 2020.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: Krzyzanowski, F.C.; Vieira, R.D.; França-Neto, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999, p.3.1-3.24.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas. In: Krzyzanowski, F.C.; Vieira, R.D.; França Neto, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999, p.2.1-2.24.

NAKAGAWA, J. (1994) Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: Vieira RD, Carvalho NM. **Teste de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, p.49-85.

OLIVEIRA-BENTO, S. R. S.; TORRES, S. B. BENTO, D. A. V.; SILVA, B. K. A.; DANTAS, F. J. C.; MELO, V. C. Armazenamento de sementes de flor-de-seda [*Calotropis procera* (AITON) W.T. AITON]. **Revista Caatinga**, v.28, n.1, p.39-47, 2015.

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

SILVA, D. G.; CARVALHO, M. L. M. D.; NERY, M. C.; OLIVEIRA, L. M. D.; CALDEIRA, C. M. Alterações fisiológicas e bioquímicas durante o armazenamento de sementes de *Tabebuia serratifolia*. **Cerne**, v.17, n.1, p.1- 7, 2011.

SILVA, M.; SOUZA, H. R. T.; DAVID, H. M. S. S.; SANTOS, L. M.; SILVA, R. F.; AMARO, H. T. R. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão-comum produzidas no norte de Minas Gerais. **Revista Agroambiente**, v.8, n.1, p.97-103, 2014.

SCHUCH, L. O. B.; NEDEL, J. L.; ASSIS, F. N.; MAIA, M. S. Crescimento em laboratório de plântulas de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) em função do vigor das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v.21, n.1, p.229-234, 1999.

SMANIOTTO, T. A. S.; RESENDE, O.; MARÇAL, K. A. F.; OLIVEIRA, D. E. C.; SIMON, G. A. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.1, p.446-453, 2014.

TOLEDO, M. Z.; FONSECA, N. R.; CÉSAR, M. L.; SORATTO, R. P.; CAVARIANI, C.; CRUSCIOL, C. A. C. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.39, n.2, p.124-133, 2009.

ULLMANN, R.; RESENDE, O.; SALES, J. F.; CHAVES, T. H. Qualidade das sementes de pinhão manso submetidas à secagem artificial. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.2, p.442-447, 2010.

VIEIRA, E. H. N.; YOKOYAMA, M. Colheita, processamento e armazenamento. In: VIEIRA, E. H. N.; RAVA, C. A. **Sementes de feijão-produção e tecnologia**. EMBRAPA Arroz e Feijão, p.233-248, 2000.

VIEIRA, R. D.; PENARIOL, A. L.; PERECIN, D.; PANOBIANCO, M. Condutividade elétrica e teor de água inicial das sementes de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.9, p.1333-1338, 2002.

VILLA, L. G.; ROA, G. (1979) **Secagem e armazenamento da soja industrial e sementes a granel**. Campinas: Fundação Cargill, 64p.

ZUCARELI, C.; BRZEZINSKI, C. R.; ABATI, J.; WERNER, F.; RAMOS JÚNIOR, E. U.; NAKAGAWA, J. Qualidade fisiológica de sementes de feijão carioca armazenadas em diferentes ambientes. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.19, p.803-809, 2015.