

## ANÁLISE DE COMPONENTES PRINCIPAIS APLICADA NA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE FEIJÃO ARMAZENADAS EM DIFERENTES CONDIÇÕES AMBIENTAIS

CLÁUDIA PEDRO MAGAMBA<sup>1</sup>; RUTH ELVAS MUIANGA MUSSALAMA<sup>2</sup>;  
NATANIELE BARROS SCHAUN<sup>3</sup>; FRANCISCO AMARAL VILLELA<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pelotas – [cpmagamba@gmail.com](mailto:cpmagamba@gmail.com)

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – [ruthelvasmuianga@gmail.com](mailto:ruthelvasmuianga@gmail.com)

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pelotas – [natanielebs17@gmail.com](mailto:natanielebs17@gmail.com)

<sup>4</sup>Universidade Federal de Pelotas – [francisco.villela@ufpel.edu.br](mailto:francisco.villela@ufpel.edu.br)

### 1. INTRODUÇÃO

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é a espécie mais cultivada do gênero *Phaseolus*. É fonte de renda e de alimento, contribuindo para o bom funcionamento do organismo do consumidor, devido ao seu alto valor nutritivo (RATHNA PRIYA; MANICKAVASAGAN, 2020). Brasil está entre os maiores produtores de grãos de feijão no mundo, junto com a Mianmar, Índia e China (FAOSTAT, 2025). No Brasil, as regiões mais produtoras dos grãos do feijão são o Sul, Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste. Estas regiões são também as principais produtoras comerciais de sementes desta cultura (DALCHIAVON; NEVES; HAGA, 2016).

As sementes de feijão são insumos de maior significância no contexto de altas produtividades e para que sejam consideradas de alta qualidade, devem apresentar características sanitárias, físicas, genéticas e fisiológicas adequadas (KRZYZANOWSKI et al., 2020; SUNDARESWARAN et al., 2023). Essas características são essenciais para que as plantas possam expressar todo o seu potencial e contribuir para elevar a produtividade final.

O armazenamento das sementes visa preservar a sua qualidade fisiológica, minimizando as atividades enzimáticas e respiratórias e o desenvolvimento de insetos, roedores e fungos (JOSÉ et al., 2010). Este processo é feito, principalmente, pelo controle do teor de água das sementes, umidade relativa do ar e da temperatura do ambiente de armazenamento (TRAIL et al., 2021). A qualidade inicial das sementes, que é determinada pelas condições sob as quais as sementes ficam expostas durante a sua formação, maturação, colheita e secagem, também afeta a conservabilidade durante o armazenamento.

A avaliação da qualidade fisiológica das sementes armazenadas de feijão envolve um conjunto de variáveis, gerando um grande volume de dados, cuja interpretação pode ser complexa. A análise de componentes principais surge como uma ferramenta eficaz para reduzir essa complexidade, permitindo identificar padrões, agrupar amostras e destacar as variáveis que mais influenciam a qualidade fisiológica das sementes armazenadas. O presente trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho fisiológico de sementes de feijão armazenadas em diferentes condições ambientais aplicando a análise de componentes principais.

### 2. METODOLOGIA

O trabalho foi desenvolvido no laboratório de análise de sementes e na casa de vegetação pertencentes ao Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Pelotas - UFPEL, RS - Brasil.

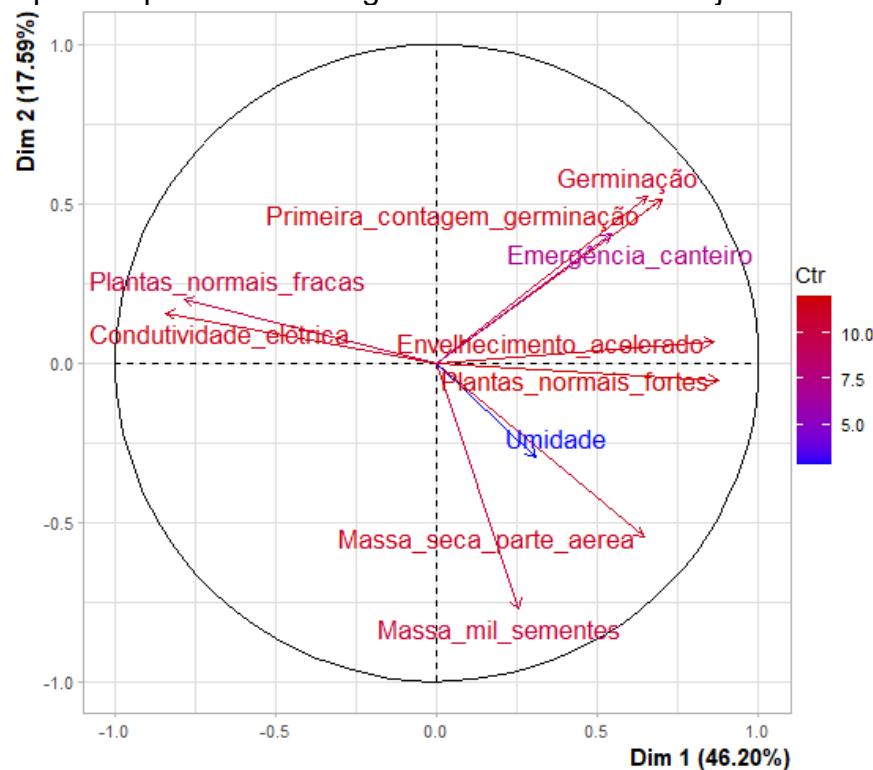
Foram utilizados cinco lotes de sementes de feijão carioca, da mesma cultivar, com similaridade quanto à germinação, produzidos em Formosa - Goiás. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente causalizado em parcelas subsubdivididas (5 x 3) x 4, com três repetições, sendo o fator A - cinco lotes de sementes de feijão carioca denominados L<sub>1</sub>; L<sub>2</sub>; L<sub>3</sub>; L<sub>4</sub> e L<sub>5</sub>, fator B - condição de armazenamento: ambientes A<sub>1</sub>(com temperatura média de 15 ± 2 °C e umidade relativa média de 60 - 80%), A<sub>2</sub> (com temperatura média de 20 ± 2 °C e umidade relativa média de 55 - 65%) e A<sub>3</sub> (nas condições ambientais de Pelotas - RS) e fator C - tempo de armazenamento: zero, 60, 120 e 180 dias.

As variáveis avaliadas foram o teor de água, primeira contagem de germinação, germinação, envelhecimento acelerado, condutividade elétrica, plântulas normais fortes, plântulas normais fracas, massa seca da parte aérea da plântula e emergência em canteiro. Os dados foram submetidos à análise de componentes principais, utilizando o pacote estatístico R Studio.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de componentes principais permitiu resumir as diferenças e/ou similaridades entre os tempos de armazenamentos, os lotes de sementes e as condições de armazenamento. Os primeiros dois componentes principais explicaram 63,79% da variação, sendo 46,20% atribuídos ao primeiro componente principal e 17,59% ao segundo componente principal (Figura 1). O teor de água das sementes foi a variável com menor contribuição na variação, representada pelo menor comprimento do vetor e a cor azul mais intensa. Os valores mínimos e máximos das variáveis utilizadas estão apresentados na Tabela 1.

**Figura 1.** Análise de componentes principais mostrando o biplot das variáveis explicativas para a qualidade fisiológica das sementes de feijão carioca.



**Tabela 1.** Valores mínimos (min.) e máximos (máx.) observados em cada variável.

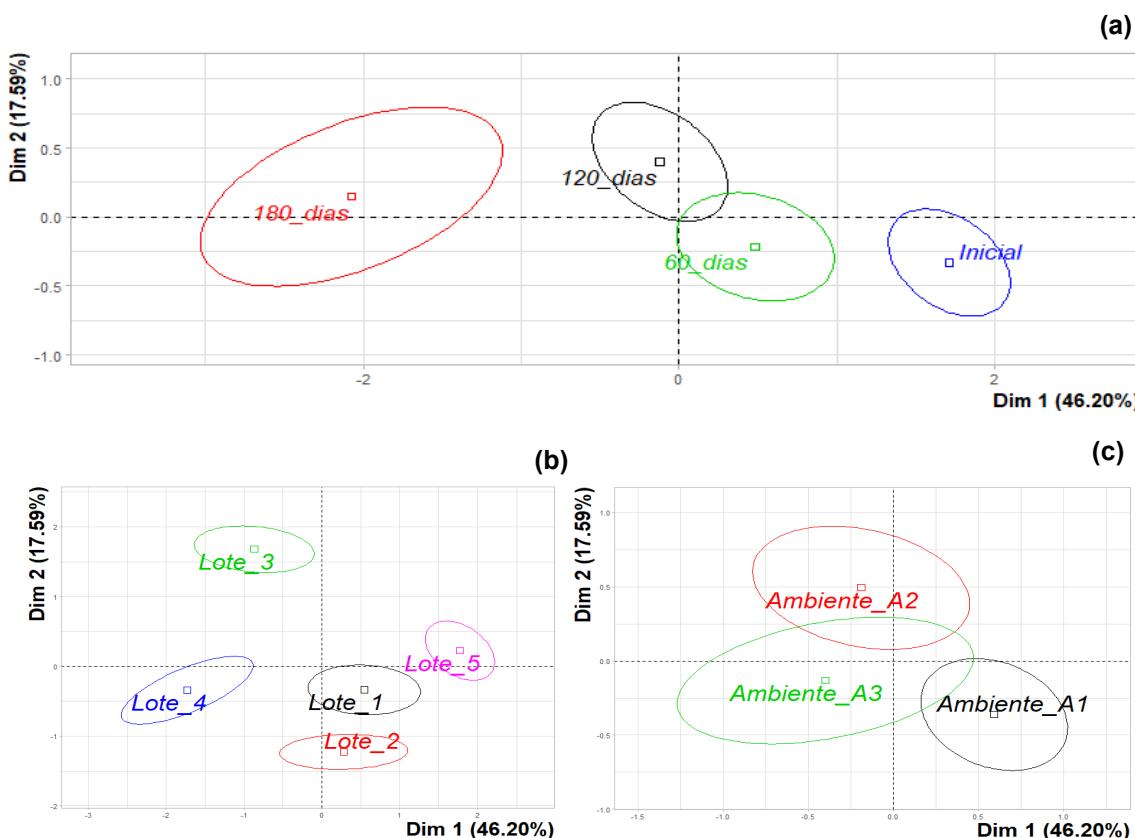
	TA (%)	PCG (%)	G (%)	EA (%)	CE ( $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ )	PNF (%)	PFC (%)	MSPA (mg $\text{pl}^{-1}$ )	EC (%)
Min.	11.39	91	93	36	67.15	57	1	10.60	85
Max.	14.23	100	100	99	133.88	99	22	19.25	92

TA - teor de água, PCG - primeira contagem de germinação, G - germinação, EA - envelhecimento acelerado, CE - condutividade elétrica, PNF - plântulas normais fortes, PFC - plântulas normais fracas, MSPA - massa seca da parte aérea da plântula, EC - emergência em canteiro.

A Figura 1 também mostra correlações entre as variáveis avaliadas, conforme o ângulo entre os vetores das variáveis. Variáveis cujo vetores apresentam ângulo pequeno, como germinação e primeira contagem, apresentam correlações positivas, ao passo que variáveis com ângulo maior que  $90^\circ$  apresentam correlações negativas.

A Figura 2 mostra as elipses de confiança em torno dos tempos de armazenamento, dos lotes e das condições de armazenamento. Não houve sobreposição entre as elipses em torno dos tempos inicial e 180 dias, indicando que os seus efeitos sobre a qualidade fisiológica das sementes são diferentes entre eles e dos tempos restantes (Figura 2a). Especificamente, as amostras do tempo zero foram posicionadas próximas dos vetores de massa seca da parte aérea de plântulas, percentual de plântulas normais fortes e germinação de sementes envelhecidas, indicando que elas apresentaram superioridade para estes atributos, isto é, tiveram maior vigor. Por outro lado, as amostras do tempo 180 dias tiveram menor vigor e as dos tempos 60 e 120 dias apresentaram qualidade intermédia. Além disso, a sobreposição incompleta entre as elipses de confiança dos tempos 60 e 120 dias, denota alguma similaridade entre eles.

**Figura 2.** Elipses de confiança para os tempos de armazenamento (a), os lotes de sementes (b) e as condições de armazenamento (c).



Os lotes de sementes apresentaram desempenho fisiológico diferente, conforme ausência da sobreposição de elipses de confiança (Figura 1b). Por exemplo, o lote 4 foi posicionado próximo aos vetores do percentual de plântulas normais fracas e condutividade elétrica, indicando que teve maiores médias para estes atributos e, portanto, menor vigor. O lote 3 também foi posicionado relativamente próximo do percentual de plântulas normais fracas e condutividade elétrica. O lote 5 ficou posicionado próximo dos vetores de germinação de sementes após o envelhecimento acelerado e percentual de plântulas normais fortes, demonstrando superioridade para o vigor das suas sementes.

A sobreposição das elipses de confiança das condições de armazenamento, demonstra algum nível de similaridade entre eles (Figura 1c). No entanto, como a sobreposição é incompleta, cada condição apresentou alguma particularidade. Especificamente, a condição de ambiente 1 apresentou (dada a sua aproximação aos respectivos vetores) maior massa seca da parte aérea de plântulas, maior percentual de plântulas normais fortes e maior germinação de sementes após o envelhecimento acelerado, demonstrando a sua capacidade de preservar a qualidade fisiológica das sementes durante o armazenamento. Por outro lado, a condição ambiental 3 apresentou menor vigor, evidenciado pela maior proximidade com os vetores das plantas normais fracas e condutividade elétrica.

#### 4. CONCLUSÕES

Ao longo do tempo de armazenamento ocorreu redução da qualidade fisiológica das sementes e a condição de armazenamento 1 apresentou maior capacidade de preservar a qualidade fisiológica das sementes armazenadas. Assim, os lotes de sementes (de qualidade superior e inferior) podem ser armazenados nessas condições por até 180 dias.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DALCHIAVON, Flávio C; NEVES, Graciele; HAGA, Kuniko I. Efeito de stresse salino em sementes de *Phaseolus vulgaris*. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 39, n. 3, p. 404–412, 2016.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATIONS OF THE UNITED NATIONS - FAO DATABASE. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/>. Acesso em: 05 de jan. de 2025.

PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; GADOTTI, G. I. Secagem de sementes. In: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. Sementes: Fundamentos Científicos e tecnológicos. 4<sup>a</sup> Edição, Pelotas: **Editora Editora Becker & Peske Ltda**, 105p, 2019.

SUNDARESWARAN, S et al. Seed quality: Variety development to planting—An overview. **Seed Science and Technology: Biology, Production, Quality**, p. 1–16, 2023.

TRAIL, Patrick et al. Low-cost seed storage technologies for development impact of small-scale seed saving entities in tropical climates. **Experimental Agriculture**, v. 57, n. 5–6, p. 324–337, 2021.