

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
MELHORAMENTO GENÉTICO DE PLANTAS**

SABRINA DE FRANÇA SILVA

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO SUBMETIDAS A
DIFERENTES CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO**

RECIFE – PE

2023

SABRINA DE FRANÇA SILVA

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO SUBMETIDAS A
DIFERENTES CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Melhoramento Genético de Plantas, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre.

ORIENTAÇÃO:

Dra. Rejane Rodrigues da Costa e Carvalho

CO-ORIENTAÇÃO:

Dr. José Luiz Sandes de Carvalho Filho

RECIFE – PE

2023

Dados Internacionais de Catalogação na
Publicação Universidade Federal Rural
de Pernambuco Sistema Integrado de
Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos
pelo(a) autor(a)

- S586q Silva, Sabrina de França
Qualidade fisiológica de sementes de feijão submetidas a diferentes condições de armazenamento /Sabrina de França Silva. - 2023.
72 f.
- Orientadora: Rejane Rodrigues da Costa e Carvalho. Coorientador: Jose Luiz Sandes de Carvalho Filho. Inclui referências.
- Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Melhoramento Genético de Plantas, Recife, 2023.
1. Phaseolus vulgaris. 2. Vigna unguiculata. 3. Qualidade fisiológica de sementes. 4. Armazenamento.
5. Temperatura. I. Carvalho, Rejane Rodrigues da Costa e, orient. II. Filho, Jose Luiz Sandes de Carvalho, coorient. III. Título
-

CDD 581.15

SABRINA DE FRANÇA SILVA

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO SUBMETIDAS A
DIFERENTES CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO**

Dissertação defendida e avaliada pela Banca Examinadora em: 12/05/2023

ORIENTADORA:

Dra. Rejane Rodrigues da Costa e Carvalho
DEPA/UFRPE

EXAMINADORES:

Dr. Antônio Félix da Costa
IPA

Dr. Ricardo de Normandes Valadares
DEPA/UFRPE

**RECIFE – PE
2023**

A Deus, por ter me permitido
chegar até aqui, a minha família,
por estar sempre me apoiando,
aos meus amigos, que me
incentivaram nessa caminhada.

Dedico

“Se der certo ou não, não importa.
O que importa é que eu tentei e
fui o mais longe que pude.”

(Dean Winchester)

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer à Deus por me dar saúde e forças para continuar correndo atrás dos meus objetivos, por ser ouvinte dos meus desabafos e ter me dado sinal em um momento difícil.

Aos meus pais, Mirian e Raimundo, que apesar das dificuldades, sempre me apoiaram e incentivaram nos estudos, contribuindo muito na minha jornada até o momento presente.

Ao meu irmão Felipe, pela disponibilidade de me levar do sítio ao ponto de ônibus do meu bairro e me buscar na volta da universidade.

À professora Dr^a. Rejane Rodrigues, pelos ensinamentos e orientações desde a graduação até o presente, que me permitiram melhor desempenho no desenvolvimento das atividades.

À todos do laboratório de sementes, e em especial Elizabete, pela ajuda na organização dos materiais e montagem do experimento, além da sua boa companhia. Aos estagiários: Daniel, Evellyn, Henrique e Lucas pela participação e ajuda em alguma parte do experimento, entre outros.

Ao Fabian por disponibilizar material para a montagem do experimento e à equipe de terceirizados por disponibilizar materiais necessários para manutenção do experimento.

Ao professor Dr. José Luiz, pela orientação e paciência durante os conhecimentos transmitidos.

À prof. Dr^a. Angelica por disponibilizar acesso ao equipamento utilizado em uma das etapas da experimentação.

Aos meus amigos pela companhia, força e incentivo durante toda minha jornada.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Programa de Pós-Graduação em Melhoramento Genético de plantas pela oportunidade oferecida.

À Capes pela concessão da bolsa de mestrado.

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIações

α – Alpha

β – Beta γ

– Gama δ

– Delta

% - Porcentagem

°C – Graus Celsius

cm – Centímetro

g – Gramas

C – Cultivar

T – Temperatura

A – Armazenamento

G – Germinação

E – Emergência

PC – Primeira Contagem

PG – Porcentagem de germinação

PE – Percentual de emergência

IVG – Índice de Velocidade de Germinação

IVE – Índice de Velocidade de Emergência

EA – Envelhecimento Acelerado

CA – Comprimento da Parte Aérea

CR – Comprimento da Raiz

MFA – Massa Fresca da Parte Aérea

MFR – Massa Fresca da Raiz

MSA – Massa Seca da Parte Aérea

MSR – Massa Seca da Raiz

CV – Coeficiente de Variação

B.O.D - Biochemical Oxygen Demand (Demanda Bioquímica de Oxigênio)

NaClO – Hipoclorito de Sódio

RAS – Regras para Análises de Sementes

LISTA DE TABELAS

CAPITULO II

Tabela 1. Cultivares de feijão utilizados no experimento	51
Tabela 2. Valores médios para germinação (G), primeira contagem (PC) e emergência (E) de sementes de feijão armazenadas em diferentes condições de temperatura e armazenamento.	56
Tabela 3. Valores médios para envelhecimento acelerado (EA) e índice de velocidade de germinação de sementes submetidas ao envelhecimento (IVG EA) de sementes de feijão armazenadas em diferentes condições de temperatura e armazenamento.....	59
Tabela 4. Valores médios para índice de velocidade de germinação (IVG) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de feijão armazenadas em diferentes condições de temperatura e armazenamento	61
Tabela 5. Valores médios para comprimento da parte aérea (CA) e da raiz (CR) de sementes de feijão armazenadas em diferentes condições de temperatura e armazenamento	62
Tabela 6. Valores médios para massa fresca da parte aérea (MFA) e massa fresca do sistema radicular (MFR) de sementes de feijão armazenadas em diferentes condições de temperatura e armazenamento	64
Tabela 7. Valores médios para massa seca da parte aérea (MSA) e do sistema radicular (MSR) de sementes de feijão armazenadas em diferentes condições de temperatura e armazenamento.....	65

SUMÁRIO

RESUMO	xi
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I: CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	13
1. INTRODUÇÃO GERAL	14
2. REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1 Aspectos gerais do feijão-comum	16
2.2 Aspectos gerais do feijão-caupi.....	17
2.3 Importância do feijão no Brasil e no mundo	18
2.4 Composição da semente	20
2.5 Qualidade fisiológica da semente	22
2.6 Armazenamento de sementes	24
2.8 Resfriamento artificial de sementes.....	30
2.9 Pragas de armazenamento	33
2.10 Melhoramento genético	34
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37
RESUMO	47
ABSTRACT	48
1. INTRODUÇÃO	49
2. MATERIAL E MÉTODOS	50
2.1 Local.....	50
2.3 Armazenamento	51
2.4 Teste padrão de germinação e primeira contagem.....	51
2.5 Índice de velocidade de germinação.....	52
2.7 Índice de velocidade de emergência.....	54
2.9 Teste de envelhecimento acelerado.....	54
2.10 Comprimento da raiz e parte aérea	54
2.11 Matéria fresca e seca do sistema radicular e parte aérea.....	55
2.12 Delineamento e análise estatística.....	55
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	56
4. CONCLUSÕES	67
5. REFERÊNCIAS	68

RESUMO

O uso de sementes de alta qualidade é essencial, visto que a semente é o principal fator para o estabelecimento das lavouras, entretanto, a deterioração da semente de feijão durante o armazenamento é um processo inevitável e irreversível, que promove a redução da qualidade, chegando a inviabilizar a semente como estrutura reprodutiva, porém esse processo pode ser reduzido a depender das condições de armazenamento. O objetivo desse trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de quatro cultivares de feijão submetidos ao armazenamento em diferentes temperaturas. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Sementes e em casa de vegetação, localizados no Departamento de Agronomia, Área de Fitotecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no período de março de 2022 a janeiro de 2023. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4x3x4, sendo quatro cultivares (Miranda IPA 207, IPA 206, IPA 10 e Princesa), três temperaturas (10, 15 e 25° C) e quatro períodos de armazenamento (0, 3, 6 e 9 meses) com 4 repetições. A avaliação da qualidade fisiológica foi realizada através do teste padrão de germinação, emergência em casa de vegetação, envelhecimento acelerado, índice de velocidade de germinação e emergência, massa fresca e seca da parte aérea e do sistema radicular. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Houve interação tripla significativa ($p < 0,01$) para a maioria das variáveis avaliadas com exceção da massa seca da raiz ($p < 0,05$). Durante o armazenamento de 270 dias, pôde-se observar redução na qualidade fisiológica da semente em todas as temperaturas, porém os melhores resultados de conservação foram apresentados quando as sementes foram armazenadas na temperatura de 10° C. A cultivar IPA 10 destacou-se na qualidade fisiológica, apresentando qualidade superior as demais, mostrando-se viável em todas temperaturas. A IPA 206, apresentou resultados dentro dos padrões exigidos para a comercialização de sementes quando armazenadas nas temperaturas 10 e 15° C. Os resultados deste trabalho permitiram concluir que a temperatura de 10° C é a mais eficiente para a conservação da qualidade fisiológica da semente de feijão.

Palavras-chave: *Phaseolus vulgaris*, *Vigna unguiculata*, armazenamento, temperatura, qualidade fisiológica, conservação

ABSTRACT

The use of high-quality seeds is essential, since the seed is the main factor for the establishment of crops, however, the deterioration of bean seeds during storage is an inevitable and irreversible process that promotes the reduction of quality, reaching make the seed unfeasible as a reproductive structure, but this process can be reduced depending on the conditions of the storage location. The objective of this work was to evaluate the physiological quality of seeds of four common bean cultivars grown at different temperatures. The experiments were conducted at the Seed Laboratory and in a greenhouse, located at the Agronomy Department, Area of Phytotechnics at the Federal Rural University of Pernambuco, from March 2022 to January 2023. The experimental design used was completely randomized in a 4x3x4 factorial scheme, with four cultivars (Miranda IPA 207, IPA 206, IPA 10 and Princesa), three temperatures (10, 15 and 25° C) and four storage periods (0, 3, 6 and 9 months) with 4 repetitions. The evaluation of the physiological quality was carried out through the standard germination test, emergence in a greenhouse, accelerated aging, germination and emergence speed index, fresh and dry mass of shoots and root system. Data were subjected to analysis of variance and means compared using the Scott-Knott test at 5% probability. There was a significant triple interaction ($p < 0.01$) for most of the evaluated variables with the exception of root dry mass ($p < 0.05$). During the storage of 270 days, it was possible to observe a reduction in the physiological quality of the seed at all temperatures, however the best conservation results were presented when the seeds were stored at a temperature of 10° C. The IPA 10 cultivar stood out in terms of physiological quality, presenting superior quality to the others, proving to be viable at all temperatures. The IPA 206 cultivar presented results within the standards required for the commercialization of seeds when stored at temperatures of 10 and 15° C. The results of this work allowed concluding that the temperature of 10° C is the most efficient for the conservation of the physiological quality of the bean seed.

Keywords: *Phaseolus vulgaris*, *Vigna unguiculata*, storage, temperature, quality, metabolism, conservation

CAPÍTULO I: CONSIDERAÇÕES GERAIS

INTRODUÇÃO GERAL E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. INTRODUÇÃO GERAL

O feijão é uma leguminosa que pertence à família Fabaceae e está entre umas das culturas de maior importância para a população brasileira, por meio do caráter econômico, social e nutricional (FREIRE FILHO & COSTA, 2020). No Brasil, o feijão é classificado em dois grupos, sendo cada um representado pela espécie *Phaseolus vulgaris* e *Vigna unguiculata* que são amplamente cultivadas no território brasileiro (BRASIL, 2008).

A espécie *Phaseolus vulgaris* é uma das leguminosas mais relevantes e consumida no Brasil, sendo originária das américas e apresentada pelos principais grupos produzidos, como o Carioca, Mulatinho e Preto (DEBOUK, 1986). A espécie *Vigna unguiculata* é a segunda mais produzida, conhecida especialmente como feijão-caupi, porém apresenta outros nomes, conforme particularidades de cada região, como exemplo, feijão-de-corda, feijão-macassa, feijão-macassar, feijão-gurutuba, feijão-de-estrada, entre outros (FREIRE FILHO, 2011). A cultura é representada por uma grande variedade de feijões, e isso, inclui variadas formas de sementes, tamanhos, cores que são requisitos importantes, pois influenciam na preferência de determinada variedade pelos consumidores (CARNEIRO *et al.*, 2005).

A leguminosa está presente em diversas dietas alimentares no mundo, além de servir como boa fonte de geração de emprego e renda, proporciona a segurança alimentar e nutricional da população mundial. Para a população brasileira, o grão do feijão é representado por ser um alimento base, principalmente para as classes de baixa renda, por ser um alimento que apresenta ótima fonte proteica e energética (BARBOSA, 2007; DURIGAN *et al.*, 1987; BARBOSA & GONZAGA, 2012).

É uma cultura bastante usada e importante para a população, especialmente as mais carentes, pois o grão é uma ótima fonte de proteína, apresentando teores satisfatórios de carboidratos, fibras, vitaminas e minerais, que são indispensáveis para uma dieta saudável, sem contar que o feijão dispõe de compostos fenólicos que ajudam na prevenção de doenças, por meio do efeito antioxidante (SILVA *et al.*, 2009).

A produção mundial do feijão seco atinge cerca de 28 milhões de toneladas, utilizando uma área de 35 milhões de hectares. A Ásia ocupa o primeiro lugar, sendo responsável 43,1% da produção, tendo Índia e Mianmar como os principais produtores. As Américas ficam em segundo lugar, tendo o Brasil como o principal país produtor, produzindo cerca de 3 milhões de toneladas por ano. Já a produção anual

do feijão-caupi é cerca de 9 milhões de toneladas, sendo o continente africano o principal produtor, correspondendo a 96,8% da produção mundial, tendo a Nigéria, Níger e Burkina Faso como os países em destaque de maior produção (FAO, 2023).

O feijão é bastante cultivado por apresentar ciclo curto, sendo possível o seu cultivo em três safras anuais. O caupi é cultivado principalmente nas regiões Norte e Nordeste, pois desempenha forte importância socioeconômica para as famílias de baixa renda. A espécie *Vigna unguiculata* se destaca no Nordeste por ser uma planta rústica; adaptada ao clima tropical e semiárido; apresenta tolerância a seca e consegue se desenvolver em solos pobres (ROCHA *et al.*, 2013; LIMA, 2014). Já o feijão comum, tem sua maior produção nas regiões Sudeste e Centro-Oeste (CONAB, 2022).

As condições climáticas do Brasil são desfavoráveis ao armazenamento de sementes em condições naturais, então os problemas acometidos na semente durante o armazenamento é contínuo e acaba comprometendo os lotes de sementes quanto à sua qualidade, que conseqüentemente, compromete a produtividade do produtor, pela redução na porcentagem de germinação das plântulas e redução de plântulas vigorosas, entre outros (FONTES & MANTOVANI, 2022).

Para que os produtores de feijão possam obter uma produtividade desejada, é necessário o uso de sementes de alta qualidade durante o plantio, e para isso, é fundamental a manutenção da qualidade da semente desde antes da colheita até a hora do plantio. Após a colheita, o armazenamento é a melhor forma de preservar e reduzir o processo de deterioração das sementes.

O uso de sementes de alta qualidade reflete no maior número de sementes germinadas; formação de plântulas vigorosas, as quais ficam menos susceptíveis as condições do ambiente; resulta em uniformidade no campo e as plantas poderão expressar seu potencial (POPINIGIS, 1977; TOLEDO *et al.*, 2009). Essa qualidade da semente envolve quatro fatores: físicos, genéticos, fisiológicos e sanitários.

O armazenamento é uma técnica que é amplamente utilizada para preservar a qualidade das sementes, porém é necessário que esse ambiente de armazenamento seja adequado, afim de reduzir ao máximo o processo de deterioração da semente. O uso inadequado, como a utilização de um ambiente com alta temperatura e umidade elevada promove a rápida deterioração da semente comprometendo a viabilidade e posteriormente a perda desse produto.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Aspectos gerais do feijão-comum

O feijão é classificado em dois grupos no Brasil: I e II. O feijão comum (*Phaseolus vulgaris*) está dentro do grupo I (BRASIL, 2008).

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) tem como centro primário de origem a América Central, tendo como regiões principais o México e a Guatemala, abrangendo também regiões da América do Sul como o do sul do Andes, norte do Peru, noroeste da Argentina, Colômbia e Venezuela (EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, 2000). Baseados em fatos arqueológicos que datam há 10.000 anos a.C, alguns pesquisadores sustentam a hipótese de que a origem e domesticação do feijão comum tenham ocorrido na América do Sul, particularmente na região do Peru, e a partir deste lugar passou a ser disseminada para o norte do continente (VASCONCELOS *et al.*, 2011).

De acordo com a classificação botânica, o feijão comum pertence a ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboidea, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolineae, gênero *Phaseolus* e espécie *Phaseolus vulgaris*. O gênero *Phaseolus* possui aproximadamente 55 espécies, porém apenas cinco são cultivadas: *Phaseolus vulgaris*, *Phaseolus lunatus*, *Phaseolus coccineus*, *Phaseolus acutifolius* e o *Phaseolus polyanthus*, e dentre elas, o *P. vulgaris* e *P. lunatus* apresentam maior importância econômica (EMBRABRA ARROZ E FEIJÃO, 2000; LOPEZ *et al.*, 1985).

Dentre o gênero *Phaseolus*, a espécie *Phaseolus vulgaris* L. é a mais conhecida e de maior importância e relevância na população mundial. Possui vários grupos, por exemplo, o Carioca, o Mulatinho, o Preto, entre outros (PIRES *et al.*, 2005).

O feijão-comum é uma planta herbácea anual com ciclo entre de 70 a 120 dias que varia de cultivar para cultivar. A leguminosa apresenta folhas simples e folhas compostas. As folhas simples ou primárias são dispostas de forma oposta e surgem após a germinação das sementes e as folhas compostas são trifolioladas, ou seja, constituídas de três folíolos e estão posicionadas de forma alternada (SANTOS & GAVILANES, 2006). É uma planta autógama que produz uma estrutura floral na qual os órgãos reprodutivos (femininos e masculinos) ficam notadamente protegidos pelas pétalas, favorecendo a autogamia pelo fato de os grãos de pólen caírem sobre o estigma antes da antese (VIEIRA, 1960).

Essa leguminosa é caracterizada por apresentar principais hábitos de crescimento: o determinado (tipo I) e o indeterminado (tipo II, III e IV). O hábito de crescimento determinado tipo I apresenta crescimento ereto e o indeterminado do tipo II, III e IV apresenta crescimento semiereto, prostrado e trepador, respectivamente (OLIVEIRA *et al.*, 2018). No hábito determinado, o caule produz nós limitados e quando a inflorescência é emitida o crescimento do caule é cessada. No crescimento indeterminado, o caule continua seu crescimento, emitindo ramos secundarias e gemas florais (ARAÚJO *et al.*, 1981).

O grão do feijão é uma excelente fonte de proteína, por essa razão a cultura é bastante utilizada e consumida, tendo média de consumo cerca de 19 quilos por pessoa durante o ano. O feijão também apresenta bom teor de carboidratos, fibras, vitaminas, ferro, cálcio, magnésio, fosforo e zinco, que são essenciais para uma dieta saudável. Além de compostos fenólicos que atuam como antioxidante, auxiliando na prevenção de doenças (SILVA *et al.*, 2009).

2.2 Aspectos gerais do feijão-caupi

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) está dentro do grupo II na classificação do feijão (BRASIL, 2008).

O feijão pertencente à família Fabaceae, é uma das mais antigas fontes de alimento (SUMMERFIELD *et al.*, 1974), tendo como provável centro de origem a África do Sul, no caso do feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp.], devido a decorrência da maior diversidade genética e da presença das formas selvagens desta leguminosa (FARIS, 1965; FREIRE FILHO, 1988; PADOLUSI & NQ, 1997). De acordo com Freire Filho (1988), o feijão-caupi foi introduzido no Brasil por volta da metade do século XVI pelos colonizadores portugueses no Estado da Bahia, e a partir desta localidade, a espécie foi disseminada por todo o País.

De acordo com a classificação botânica, o feijão-caupi é uma planta dicotiledônea, pertencente a ordem Fabales, família Fabaceae, subfamília Faboidea, tribo Phaseoleae, subtribo Phaseolineae, gênero *Vigna*, seção Catyang, espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp. e subespécie *unguiculata*. A subespécie é subdividida em quatro cultigrupos: *Unguiculata*, *Sesquipedalis*, *Biflora* e *Textilis* (VERDCOURT, 1970; MARÉCHAL *et al.*, 1978; PADULOSI & NG, 1997). Ente os cultigrupos, dois apresentam importância econômica no Brasil, o *Unguiculata*, cultivado para produção

de grão secos e feijão-verde; e o *Sequipedalis*, para produção de vagem (FREIRE FILHO, 2011).

O feijão-caupi é uma planta autógama e anual, com ciclo variando de acordo com a cultivar, podendo ser superprecoce (maturação até 60 dias), precoce (61-70 dias), médio (71-90), médio-precoce (71-80 dias), médio-tardio (81-90 dias) e tardio (após 90 dias) (ANDRADE JÚNIOR *et al.*, 2002). A cultura apresenta folhas simples e compostas (trifolioladas) e as inflorescências possuem flores hermafroditas, podendo ter coloração branca, roxa, rosa ou amarela (VALE *et al.*, 2017).

A leguminosa possui hábito de crescimento determinado e indeterminado e o porte da planta é classificado em ereto (ramo principal e secundários curtos formam ângulo de agudo a reto ao eixo principal), semiereto (ramo principal e secundários curtos a médios formam ângulo reto ao ramo principal), semiprostrado (ramo principal e secundários médios, tocando o chão) e prostrado (ramos principais e secundários longos, tocando o chão) (ANDRADE JÚNIOR *et al.*, 2002). No Brasil, as cultivares mais utilizadas no cultivo são as classificadas como hábito de crescimento indeterminado (MACHADO *et al.*, 2007).

Segundo Freire Filho & Costa (2020), o feijão-caupi desempenha papel importante na segurança alimentar e nutricional da população brasileira, principalmente nas regiões do Norte e Nordeste, onde essa leguminosa se destaca como fonte proteica e energética, como também sendo importante na geração de empregos em diversas etapas desde a colheita até o destino final. A espécie é bastante cultivada na Região Nordeste, por ser uma cultura rústica que apresenta tolerância a seca, além de outras características como a boa adaptabilidade a solos pobres e a alta capacidade de fixação biológica do solo (ROCHA *et al.*, 2013; LIMA, 2014).

2.3 Importância do feijão no Brasil e no mundo

O feijoeiro é uma das culturas que apresenta bastante importância na economia e no desenvolvimento social do país, representando uma das leguminosas mais abrangentes e relevantes no quesito de consumo, estando presente em diversas dietas alimentares no mundo e, principalmente no Brasil, onde o feijão é um alimento tradicional e combinado com o arroz, compõe a base alimentar da população (BARBOSA, 2007). Sua grande exploração está relacionada à importância cultural na

culinária como também ao fator de segurança alimentar e nutricional devido seus grãos apresentarem fonte proteica e energética, o que o torna sendo bastante usado pela população simplesmente por ser uma das principais fontes de proteína (DURIGAN *et al.*, 1987; BARBOSA & GONZAGA, 2012)

A produção mundial do feijão seco é de aproximadamente 27,7 milhões de toneladas, sendo utilizada uma área cultivada cerca de 35,9 milhões de hectares. O principal continente responsável pela produção mundial do feijão é a Ásia (43,3%), seguido das Américas (27,5%), África (26,8%), Europa (1,5%) e Oceania (0,9%). Os principais produtores de feijão são Índia, Brasil, Mianmar, Tanzânia, China, México, Estados Unidos, Argentina e Quênia (FAO, 2023). Os países que mais importam o feijão são China, Índia, Bangladesh, Egito e Estados Unidos (COÊLHO & XIMENES, 2020).

A produção mundial anual de feijão-caupi é aproximadamente 9,0 milhões de toneladas, utilizando uma área cultivada cerca de 15 milhões de hectares. O continente africano é o maior produtor de feijão-caupi, correspondendo 96,9% da produção mundial, seguido da Ásia (2,1%), Américas (0,8%) e Europa (0,3%). Os três maiores produtores que se destacam são a Nigéria, Níger e Burkina Faso, produzindo respectivamente, 3,6 milhões, 2,7 milhões e 706 mil toneladas (FAO, 2023).

O feijão comum é uma cultura bem distribuída pelo território brasileiro, sendo cultivado em três safras anuais: 1º safra (safra das águas), com cultivo entre agosto-novembro; 2º safra (safra da seca), com cultivo realizado entre dezembro-abril; e a 3º safra (safra de outono/inverno) com cultivo entre abril-julho. A primeira safra é cultivada nas regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste, Nordeste (Bahia, Rio Grande do Norte e Ceará) e no Norte (Tocantins e Rondônia). A segunda safra é realizada nas regiões Sul, Sudeste, Centro-Oeste e no Norte, onde o feijão é cultivado em consórcio com o milho. A terceira safra é cultivada na região Centro-Sul (SILVA & WANDER, 2013).

Segundo a Conab (2022a), a produção brasileira de feijão do ano 21/22 foi estimada em 3 milhões de toneladas, apresentando um crescimento de 3,6% em relação à safra anterior. Essa produção é referente ao feijão-comum cores (1.791,7 mil ton.), feijão-comum preto (575,7 mil ton.) e feijão-caupi (629,3 mil ton.). A área total utilizada foi de 2.854,2 mil hectares, tendo ocorrido uma redução de 2,4% em relação a da safra passada e a produtividade foi estimada em 1.050 kg/ha, tendo um acréscimo percentual de 6,1%. Em relação ao balanço de oferta e demanda de

2021/2022, o Brasil apresentou suprimento de 3.206,1 mil toneladas, sendo uma parte do estoque inicial (109,1 mil ton.), outra da produção (2.997 mil ton.) e importações (100 mil ton.). A demanda foi de 3 milhões de toneladas, dividido entre o consumo interno (2.850 mil ton.) e o produto destinado às exportações (150 mil ton.).

A região Sudeste é a principal produtora de feijão-comum cores, sendo responsável por 660,3 mil toneladas. A região Centro-Oeste ocupa o segundo lugar, apresentando cerca de 504,7 mil toneladas, seguido das regiões Sul (374,7 mil ton.), Nordeste (244,2 mil ton.) e Norte (7,8 mil ton.). Os principais Estados produtores de feijão-comum cores são: Minas Gerais (465,6 mil ton.), Paraná (332,3 mil ton.), Goiás (273,8 mil ton.), Mato grosso (179,6 mil ton.) e Bahia (170,1 mil ton.). A produção do feijão-comum preto é distribuída na região Sul (551,4 mil ton.), Sudeste (12,8 mil ton.), Nordeste (8,8 mil ton.) e Centro-Oeste (2,7 mil ton.), tendo os Estados do Paraná (417,5 ton.), Santa Catarina (84,1 mil ton.) e Rio Grande do Sul (49,8 mil ton.) como principais produtores (CONAB, 2022b).

O Nordeste é a principal região produtora de feijão-caupi, com produção aproximada de 414,1 mil toneladas, seguido das regiões Norte (123,6 mil ton.), Centro-Oeste (83,9 mil ton.) e Sudeste (7,7 mil ton.). E os principais Estados produtores de feijão-caupi são: Bahia (113,5 mil ton.), Ceará (103,5 mil ton.), Tocantins (96,7 mil ton.), Piauí (83,5 mil ton.) e Mato Grosso (75,7 mil ton.) (CONAB, 2022b).

Nos últimos 12 meses, o preço recebido pelo produtor por saca de 60 kg foi em torno de R\$ 255,19 para o feijão-comum e R\$ 234,44 para o feijão-comum preto. Atualmente, os preços no mercado interno tiveram variação anual média de aproximadamente 45,6% e 6,4%, resultando em aumento do valor recebido pelo produtor para R\$ 371,56 e R\$ 249,44 para o feijão cores e feijão preto, respectivamente. Em relação ao preço de atacado no mês de dezembro de 2022, o feijão comum cores foi cotado em cerca de R\$ 434,00 e o feijão comum preto em R\$ 315,00 (CONAB, 2022c).

2.4 Composição da semente

A semente é o principal fator no estabelecimento de lavouras, dado que é essencial a sua utilização para a formação da população no campo. A semente é o insumo de maior significância no quesito de produtividade e deve apresentar

características sanitárias, físicas, genéticas e fisiológicas adequadas (FRANÇA NETO *et al.*, 2010). O uso de sementes de baixa qualidade fisiológica, originam lavouras com menor população de plântulas, refletida pelo seu baixo potencial de germinação que, conseqüentemente, acaba aumentando as possíveis falhas no campo, o que é reduzido ao máximo quando há a utilização de sementes de alta qualidade (MEDEIRO FILHO & TEÓFILO, 2005).

A semente do feijão é normalmente composta pelo embrião (cotilédones e eixo embrionário), que irá originar a plântula; apresenta dois cotilédones, que consta do material de reserva; e pelo tegumento (casca), que protege a semente (SILVA & CORRÊA, 2000). Os cotilédones exercem grande influência no crescimento e desenvolvimento inicial da plântula por participarem do processo fotossintético, ou seja, ocorre a degradação das reservas cotiledonar, agindo no suprimento de energia e nutrientes necessitada para o desenvolvimento inicial da plântula até que suas folhas estejam estabelecidas para o processo fotossintéticos. (SAKPERE *et al.*, 2015).

Para que a germinação ocorra, a água é essencial ao metabolismo celular para a ativação da atividade enzimática, solubilização e transporte dos reagentes e para a digestão hidrolítica das substancias de reservas contidas na semente. A germinação se dá pela protrusão da raiz primária e o crescimento da plântula necessita de energia que é suprido pelo material de reserva inicialmente (MARCOS FILHO, 2005).

Segundo Magalhães e Carelli (1972) a germinação das sementes é uma das fases mais importantes da cultura do feijoeiro nas condições de campo. O processo de germinação se inicia quando a umidade do solo está satisfatória e se ocorrer a limitação da disponibilidade de água no solo durante esse processo, frequentemente ocorre grandes prejuízos na produtividade.

No Brasil, a taxa de utilização anual de sementes de feijão comum ainda é baixa, cerca de 18%. Um dos motivos está relacionado ao uso de sementes salvas, aqueles grãos que são salvos da última safra para serem utilizadas no plantio seguinte. Tais “sementes” não apresentam normais legais exigidas para a produção formal de sementes. Além disso, ainda existe a troca e comercialização informal de sementes salvas entre os agricultores, como também a aquisição dos grãos no comercio e em feiras para a utilização no plantio. Essas sementes adquiridas não apresentam tecnologia e conseqüentemente não terão alto padrão de qualidade fisiológica e sanitária daquelas sementes certificadas (DIONET, 2013).

2.5 Qualidade fisiológica da semente

A qualidade fisiológica da semente pode ser determinada pela sua capacidade de exercer suas funções vitais e está diretamente relacionada com potencial de germinação, vigor e longevidade, que afeta a implantação da cultura no campo (POPINIGIS, 1977). Logo, os efeitos sobre a qualidade são reproduzidos pelo decréscimo na porcentagem de germinação, aumento do número de plântulas anormais e redução do vigor das plântulas. (TOLEDO *et al*, 2009). Essa qualidade pode ser analisada pela interação de quatro fatores: os fatores físicos, genéticos, fisiológicos e sanitários (AMBROSANO *et al.*, 1999).

O fator físico é referente ao teor de umidade, pureza física, cor, tamanho, formato, densidade da semente e danificações mecânicas. O genético envolve as características intrínsecas da cultivar, pureza varietal, seu potencial produtivo, resistência às pragas e doenças, resistência a condições adversas de solo e clima, qualidade do produto e arquitetura das plantas, entre outras. O carácter fisiológico abrange a germinação, longevidade, dormência e a capacidade da semente gerar uma planta normal e vigorosa. Por fim, o fator sanitário como o próprio nome já diz, é a qualidade sanitária da semente. Os microrganismos associados à semente provocam efeitos prejudiciais a qualidade fisiológica, durante o processo de embebição, germinação e desenvolvimento das plântulas. Além disso, a semente se comporta como um dos meios de distribuição e disseminação de patógenos. Os patógenos transmitidos através das sementes envolvem os fungos, bactérias, vírus e nematoides (ABREU, 2005; PESKE *et al*, 2006).

Sementes que dispõem de alta qualidade são aquelas que apresentam alta taxa de germinação, crescimento rápido e uniforme, formação de plântulas vigorosas e sem defeitos, geração de plantas com potencial para produção elevada e sob diferentes condições ambientais. O uso de sementes de alta qualidade é uma prática significativa para o estabelecimento e desenvolvimento da cultura no campo. (MARCOS FILHO, 2005).

As condições nutricionais da planta e a sua disponibilidade afetam o tamanho, massa e a viabilidade das sementes que serão produzidas, em outras palavras, podem afetar diretamente a qualidade fisiológica da semente e conseqüentemente a sua comercialização. O aspecto nutricional é essencial para a formação do embrião e acúmulo de reserva durante a formação da semente. (SÁ, 1994; SILVA *et al.*, 2016).

A nutrição mineral da planta é fundamental durante todo o processo e o seu uso adequado é refletido posteriormente na qualidade das sementes. Tal processo ocorre pela absorção de nutrientes pela planta-mãe, os quais são levados para os frutos e são armazenados nas sementes em estruturas conhecidas como cotilédone e endosperma. Esses tecidos de reserva são responsáveis pela nutrição das plântulas durante seu estágio crítico de desenvolvimento, determinado durante os seus primeiros dias de vida (PRADO, 2004).

A avaliação da qualidade das sementes é indispensável e tem despertado interesse de muitos pesquisadores que buscam por meio de trabalhos na área de sementes, estudar os testes e verificar quais apresentam maior eficiência na identificação do nível de vigor dos lotes (VIEIRA & CARVALHO, 1994). Além disso, o vigor está relacionado com o potencial de armazenamento, dado que sementes de alto vigor são mais resistentes ao armazenamento do que aquelas que apresentam baixo nível de vigor, e essa característica também têm promovido o interesse dos pesquisadores para o estudo nessa linha de grande importância (DELOUCHE & BASKIN, 1973).

Existem vários tipos de testes que são realizados para avaliar o vigor das sementes. Esses testes podem ser classificados em três grupos: a) teste de crescimento e avaliação de plântulas (teste de germinação, a primeira contagem, velocidade de germinação, comprimento de plântulas e peso da matéria fresca e seca de plântulas); b) teste de estresse (teste de envelhecimento acelerado e teste de frio); e c) testes bioquímicos (teste de tetrazólio).

A primeira contagem é um teste de crescimento e avaliação das plântulas que tem por objetivo determinar o valor do lote através da avaliação da porcentagem de plântulas normais, é um teste realizado conjuntamente com o teste de germinação. Conforme Vieira & Carvalho (1994), durante o processo de deterioração, a redução na velocidade de germinação é a primeira característica que é observada. O vigor de determinado lote pode ser avaliado pela velocidade de emissão da raiz primária (Toledo *et al.*, 1999). A porcentagem de emergência de plântulas serve para quantificar o total de plântulas emergidas e é um dos indicativos, juntamente com o teste padrão de germinação para saber a quantidade de sementes a ser utilizada na semeadura (OLIVEIRA *et al.*, 2009).

O teste de tetrazólio é um teste bioquímico usado para indicar o processo de redução de oxigênio que acontece dentro das células vivas da semente. Através

dessa reação é possível estimar o vigor, determinar a viabilidade e observar a presença de danos, seja causado pela umidade, 'ataque de insetos e danos mecânicos causados durante a colheita e beneficiamento da semente (JÚNIOR *et al*, 2013).

O teste de envelhecimento acelerado promove a aceleração da deterioração das sementes por meio da sua exposição às condições adversas, utilizando níveis altos de temperaturas e umidade relativa do ar. Portanto, as amostras que apresentarem baixo vigor, terá redução na sua viabilidade, e aquelas que forem mais vigorosas, conseguem manter sua capacidade de ter boa porcentagem de germinação, assim como dar origem a plântulas normais (MARCOS FILHO, 1999).

O teste de frio é usado para simular condições desfavoráveis, fornecendo excesso de água, baixas temperaturas e até mesmo agentes patogênicos quando há utilização de solo não esterilizado. É um teste que submete a semente a estresse, permitindo a germinação das sementes mais vigorosas e viáveis. As amostras que mostrarem maior resistência as condições adversas submetidas serão consideradas aquelas de maior potencial fisiológico. O lote terá possível capacidade de germinar em variadas condições de umidade e temperatura, se o resultado de teste de frio se assemelhar ao teste de germinação padrão (CICERO & VIEIRA, 1994).

De acordo com Azevedo *et al.* (2003), o armazenamento é uma forma indispensável para a manutenção da qualidade da semente, pois a sua utilização permite preservar a viabilidade das sementes por mais tempo, conservando melhor o seu vigor e potencial germinativo durante o período de armazenagem até o momento do plantio. Isto em virtude de que a semente é o fator de maior importância para o estabelecimento de uma cultura, e através do uso de sementes de alta qualidade, os produtores poderão obter a produtividade desejada. Porém, a manutenção da qualidade da semente vai depender da associação dos fatores extrínsecos e intrínsecos. A combinação de baixo teor de água nas sementes, temperaturas baixas e umidade relativa do ar reduzida no ambiente de armazenamento, permitem conservar a semente por um tempo mais prologando (NOBRE *et al.*, 2013)

2.6 Armazenamento de sementes

Anualmente, a economia sofre devido à grande perda pós-colheita de produtos. A perda mais comum durante o armazenamento é ocasionada pelo ataque de insetos,

roedores e fungos. Ainda existem perdas nas qualidades intrínsecas como a capacidade de germinar e produzir uma plântula vigorosa e sadia, quando se trata de sementes e perda na aparência e sabor quando se trata do grão para o consumo (BRAGANTINI, 2005).

O armazenamento é uma excelente alternativa para atender a demanda de produção e comercialização de produtos agrícolas. Sendo assim, informações referentes ao comportamento das sementes submetidas a variadas condições do ambiente que ocorrem durante todo o processo de armazenamento, auxiliam na tomada de decisão sobre a armazenagem do produto, observando o melhor custo-benefício entre o ambiente de armazenamento e a qualidade final da semente (SMANIOTTO *et al.*, 2014).

O armazenamento de sementes consiste em prolongar ao máximo a qualidade da semente, reduzindo ao máximo a deterioração, seja o produto usado como semente, destinado ao plantio ou como grãos para o consumo (BRAGANTINI, 2005). Além do objetivo de manter as sementes viáveis até o plantio, o armazenamento de sementes tem importância na conservação dos recursos genéticos por meio dos bancos de germoplasmas (GUGÉ *et al.*, 2019).

Novas opções e métodos de armazenamento são essenciais e de bastante importância para os produtores de feijão, visto que necessitam que a semente que será utilizada na safra seguinte mantenha sua qualidade até a chegada do momento do plantio, do mesmo modo para o grão, que precisa ser de boa qualidade para a aceitação do mercado consumidor. Assim, tendo opções e condições apropriadas, o produtor poderá promover a manutenção correta da qualidade do produto (BRAGANTINI, 2005).

O armazenamento inicia após a semente atingir a maturidade fisiológica que é obtida ainda no campo, pouco antes da semente de ser colhida, sendo esse ponto o de maior qualidade. Conjuntamente, também se inicia o processo de deterioração da semente e o armazenamento finaliza quando as sementes já estão prontas para a semeadura (HARRIGTON, 1971). Ao decorrer desse tempo, ocorre vários fatores que influenciam no potencial de armazenagem das sementes. Esses fatores são bastantes importantes, principalmente nos períodos de pré e pós-colheita até a chegada das sementes ao local de armazenamento. Através desse período, é possível determinar o nível de qualidade inicial que as sementes apresentam ao iniciar o armazenamento (PESKE *et al.*, 2006).

De acordo com Popinigis (1985), após o ponto de maturação fisiológica, quaisquer adversidades submetidas a semente, contribuem para o aumento da velocidade de deterioração, como exemplo, temos: intempéries ambientais no campo antes da colheita; injúrias mecânicas causadas durante o período de colheita; injúrias na secagem e beneficiamento; e as condições inadequadas do armazém.

Segundo Predosa *et al.* (1999), durante o armazenamento, as sementes respiram, consumindo suas reservas, transformando em água, calor e dióxido de carbono. Porém, esse processo de perda de compostos químicos pode ser minimizado ao máximo, adotando-se métodos de manuseio de sementes que viabilizem a conservação da qualidade do produto armazenado, conseqüentemente evitando perdas no aspecto qualitativo e quantitativo da semente.

Fatores como baixo teor de água da semente e a baixa temperatura, relacionado à baixa umidade relativa do ambiente durante o armazenamento são essenciais para manter a manutenção da semente por um período mais prolongado (NOBRE *et al.*, 2013). Todavia, a capacidade de uma semente em preservar sua qualidade durante o armazenamento vai depender da qualidade inicial, da longevidade inerente à espécie e das condições ambientais do local de armazenamento (CARVALHO & VILLELA, 2006).

A massa de grãos ou sementes armazenadas apresentam condutividade térmica. O calor contido nessa massa é propagado por condução e convecção, através do contato entre os grãos e pelo fluxo de ar intergranular que se move, respectivamente. Bragantini (2005) menciona também que a massa de grãos é um material de baixa condutividade, segundo pesquisas evidenciadas em muitos países, então quando os grãos ensacados estão empilhados no armazém, a troca de calor com o ambiente é dificultada, a não ser que o material apresente alta umidade, o que pode ser arriscado para a conservação do produto.

Os dois tipos principais de água existentes no grão armazenado é a água livre e a água de constituição. A primeira é facilmente removida pelo calor e segunda é o tipo de água que está fortemente ligado nas células. A semente é um material hidróscópico que tem aptidão para absorver ou ceder água para o ambiente. Quando o ambiente de armazenamento tem sua umidade relativa do ar alterada, a semente tende a perder ou absorver umidade para o ambiente até que o equilíbrio entre eles seja atingido. Essas características são importantes, pois entendendo como funciona os mecanismos, se pode conservar da melhor forma as sementes armazenadas, em

particular, as sementes de feijão, que apresentam sensibilidade as condições adversas de armazenamento, que conseqüentemente implicam nas suas características de qualidade (BRAGANTINI, 2005).

A forma como a água está dentro da semente influencia no processo de deterioração. Pesquisadores têm investigado estruturas microscópicas das sementes e o seu comportamento quando as mesmas são submetidas a temperaturas baixas, e revelam que as sementes apresentam microestruturas que são pouco conhecidas, substancias intercelulares altamente complexas, formadas supostamente de cápsulas aquosas (carboidrato ou proteínas), que são desenvolvidas quando a semente é submetida a temperaturas super baixas. Assumem-se que essas cápsulas controlam a velocidade das reações químicas da semente, a deixando com aspecto viscoso, que conseqüentemente, irá promover a redução na movimentação das moléculas, refletindo no controle da velocidade de deterioração da semente de feijão (WALTERS & ROOS, 1998).

O processo de deterioração da semente é degenerativo e contínuo, que se inicia desde a ocorrência da maturidade fisiológica e prossegue até a perda da viabilidade e morte da semente. A deterioração das sementes envolve qualquer transformação degenerativa irreversível que implica na qualidade da semente (ANDUL-BAKI & ANDERSON, 1972) e esse evento pode intensificar, ocorrendo uma redução mais rápida na qualidade, dependendo das condições ambientais locais e do manejo que estão submetidas (MARCOS FILHO, 2005). Esse processo é inevitável e quando acontece, as sementes perdem o vigor e, conseqüentemente, durante a germinação ficam mais suscetíveis a estresses, mas pode ser retardado dependendo das condições de armazenamento e das características da própria semente (CARDOSO *et al.*, 2012).

Segundo Delouche (1969), as transformações degenerativas que ocorrem na semente seguem da seguinte forma: a) degeneração das membranas celulares e perda do controle da permeabilidade; b) danificação dos mecanismos de produção energética e de biossíntese; c) redução das atividades respiratórias e de biossíntese; d) redução na velocidade de germinação e crescimento da plântula; e) redução do potencial de armazenamento; f) redução do crescimento e desenvolvimento da planta; g) redução na uniformidade de crescimento e desenvolvimento da plantas; h) maior susceptibilidade a condições ambientais adversas e a microrganismos; i) redução ao

potencial de produção de uma população de plantas; j) aumento na porcentagem de plântulas anormais; e l) perda do poder germinativo.

A velocidade de deterioração da semente varia entre cada espécie e podem ser categorizadas conforme a longevidade da semente: sementes de vida curta (inferior a 10 anos) e sementes de vida longa (10 anos ou superior). Porém, não é preciso, pois a longevidade da semente pode ser variada de acordo com as condições de conservação, dormência e outros (HARRINGTON, 1972).

Conforme Lorini *et al* (2015), a semente produzida com alta qualidade não pode ser armazenada em qualquer lugar ou de qualquer forma, dado que seu vigor e poder germinativo podem reduzir drasticamente devido as condições não adequadas do ambiente em que estão submetidas. O local de armazenamento deve apresentar uma boa ventilação, umidade relativa abaixo de 70%, temperaturas que não ultrapassem 25°C e as sacas devem ser colocadas sobre estrados de madeira com certa distância das paredes.

É de fundamental importância a preservação da qualidade das sementes durante o período de armazenamento e isso ocorre desde o momento da colheita até a hora do plantio. É essencial a relevância da preservação da qualidade durante o processo produtivo, pois se não forem tomadas decisões adequadas do método de armazenamento adequado até o momento da semeadura, haverá perdas excessivas na qualidade do produto armazenado, que conseqüentemente irá prejudicar na produção (OLIVEIRA *et al.*, 1999).

2.7 Fatores que afetam a conservação

Durante o período de armazenamento, as sementes de feijão podem perder alguns atributos de qualidade que, conseqüentemente, inviabiliza o uso desse produto como estrutura reprodutiva (BRAGANTINI, 2005). Conforme Carvalho (1980), existem vários fatores que influenciam no comportamento da semente durante a sua conservação no armazém. Esses fatores estão relacionados a qualidade inicial da semente, as condições climáticas durante o período de maturação, o grau de maturação, o grau de injúria mecânica ocasionados durante a colheita, o tipo de embalagem que é usado na armazenagem, a secagem e as características do ambiente de armazenamento.

Segundo Carvalho e Nakagawa (2000), a capacidade de conservação das sementes vai depender dos fatores que determinam a qualidade inicial das sementes

e das condições em que estão armazenadas. Sendo assim, os principais fatores que influenciam na longevidade do material biológico são a taxa de germinação inicial, teor de água das sementes e a temperatura durante a armazenagem (CHIN, 1994). A longevidade da semente varia de acordo com o genótipo e o período de conservação depende principalmente do grau de umidade e das condições do ambiente de armazenagem (MARCOS FILHO, 2005).

A temperatura e a umidade do ar são os principais fatores que contribuem para uma melhor manutenção da qualidade fisiológica (GOLDFARB & QUEIROGA, 2013). A temperatura é um fator muito importante na conservação de sementes e grãos durante o período de armazenamento, porque geralmente as reações químicas tendem a serem acelerados quando há o aumento de temperatura, ou seja, quando o material é armazenado em temperaturas mais altas, a semente propende a perder sua qualidade mais rapidamente, e quando a semente é submetida a temperatura mais baixas, o produto vai ser armazenado com mais segurança, além de inibir o desenvolvimento de microrganismos e insetos, mesmo se a semente ou grãos apresentar umidade acima da ideal (BRAGANTINI, 2005).

A umidade da semente é primordial para determinar o tempo de armazenamento das sementes. É necessário que sementes de diferentes espécies tenham estabelecidos graus de umidade favoráveis para o armazenamento, de modo a retardar o processo de deterioração e o desenvolvimento de patógenos (TOLEDO *et al.*, 2007). Então se faz de extrema importância a combinação de baixas temperatura e baixo teor de umidade, de modo que, sejam ideias para promover a conservação da semente, para que a mesma se mantenha viável durante o tempo de armazenamento (BRAGANTINI, 2005).

De acordo com Popinigis (1977), diferentes teores de água na semente proporcionam condições adversas durante o período de armazenamento. Tais eventos ocorrem com os seguintes teores de água na semente: I) superior a 45-60%, provoca a germinação da semente; II) entre 18-20% e 45-60%, favorece a respiração elevada da semente e ação dos microrganismos, que acaba gerando aquecimento, temperatura elevada capaz de ocasionar a morte da semente; III) entre 12-14% e 18-20%, pode ocorrer o desenvolvimento de organismos, em especial, fungos que podem infeccionar a semente e essa infecção pode ser facilitada com a presença de danos físicos no material propagativo; IV) entre 8-9% e 12-14%, acontece a redução ou

supressão na atividade dos insetos-praga; V) entre 4-8% é favorecido o armazenamento em embalagens impermeáveis.

Dentre os parâmetros de qualidade, a qualidade fisiológica e a qualidade sanitária são as mais importantes para as sementes de feijão. Frequentemente, a qualidade fisiológica é determinada através dos testes de germinação e vigor, e a qualidade sanitária é determinada através dos testes de sanidade (BRAGANTINI, 2005).

Em relação ao feijão destinado ao consumo, os principais parâmetros de qualidade estão relacionados: a absorção de água, tempo de cozimento, quantidade de sólidos solúveis no caldo, cor do tegumento e do caldo, e teor de fibras, proteínas minerais e vitaminas. (Bragantini, 2005). Conforme Bragantini (2005), durante o armazenamento, o feijão tende a perder sua permeabilidade, assim resultando em um maior tempo de cocção, ou seja, o feijão irá demorar mais para cozinhar, promovendo maior consumo de tempo e energia. Além disso, ocorre alteração no sabor, perda de consistência do caldo e modificação da cor, durante o período que se mantém armazenada. O escurecimento dos grãos pode ser causado por reações químicas, enzimáticas, dentre outros, e influencia bastante na aceitação comercial do produto. Esses parâmetros citados, normalmente são medidos através de mensuração da quantidade de sólidos solúveis do caldo.

Estudos realizado por Hellevang (2005), citado por Bragantini (2005), mostrou que grãos apresentando 16% de umidade quando armazenados e expostos a luz ultravioleta ou outra similar à luz do dia, tendem a escurecer em poucas semanas após a colheita. Essa característica ocorre mais no início do período de armazenagem, sem contar que em temperaturas mais elevadas causam o mesmo efeito de forma mais acelerada. Além da alteração na cor do tegumento do feijão ao utilizar temperatura e umidade elevadas, foi observado aumento significativo do tempo de cocção. Os resultados mostrados pelo autor ressaltam a importância de armazenar os grãos da espécie em temperaturas mais baixas para favorecer a manutenção da cor e qualidade de cozimento.

2.8 Resfriamento artificial de sementes

Foi observado durante anos que existia uma grande perda na qualidade fisiológica da semente durante o período de armazenamento. Vários fatores estavam contribuindo para a redução da qualidade e uma rápida deterioração das sementes,

sem contar que, também existia grande perda por ataque de insetos e microrganismos. Com isso, o resfriamento surgiu no Brasil como alternativa para resolver e reduzir os problemas inerentes à semente e ao ambiente de armazenamento. Porém, foi necessário um longo tempo para comprovar a eficiência e benefícios dessa opção tecnológica (BARRETO, 2009).

No Brasil, os fatores climáticos sofrem altas taxas de variações que normalmente ocorrem em curtos períodos de tempo, principalmente quando se trata da temperatura e isso impacta na qualidade das sementes durante o armazenamento. O Território brasileiro é amplo, sendo possível encontrar variadas condições de acordo com cada região e em determinadas localidades tem sido registrada temperaturas acima de 35°C que mostra a importância de ressaltar a utilização de um método conservador de sementes (ZIEGLER, 2019).

A técnica de resfriamento convencional usada para o resfriamento das sementes é denominada de sistema estático, que consiste em resfriar as sementes em pilhas ou em silos, por meio da injeção de ar frio através da massa de sementes. O processo ocorre em um sistema de aeração, cujo conduz o ar frio através da movimentação mecânica do ar com auxílio do ventilador centrífugo. O sistema é aplicado em locais com grande capacidade estática para recebimento a granel, visando reduzir a temperatura de colheita e após o ensaque. Esse método, a depender das condições climáticas locais, pode promover temperatura estável na semente por vários meses. Já a recente técnica, denominada de sistema dinâmico, é bastante utilizada para a conservação de sementes, principalmente na América do Sul. O processo consiste no resfriamento da semente por meio da injeção de ar frio e seco. É um sistema que não altera a umidade inicial da semente e nem provoca a condensação de vapor de água sobre a massa das sementes (BARRETO, 2009).

O processo de aeração consiste em injetar o ar no interior da massa das sementes. Esse ar pode ser de forma natural ou com alteração da sua temperatura e umidade relativa. A primeira forma consiste em equilibrar a temperatura das sementes com a temperatura do ar ambiente. Já a segunda permite reduzir a temperatura da massa de sementes abaixo da encontrada no ambiente (JUSTERCE & BASS, 1978).

A aeração há muito tempo vem sendo usada tanto para resfriar ou melhorar as condições de armazenamento de sementes e grãos, com uso de locais que apresentassem temperaturas mais frias a noite ou lugares com estações mais frias, porém em muitas regiões o ar do ambiente não é suficiente e muitas das vezes não é

eficiente para manter a semente em condição adequada, sem contar que existe uma ampla variação de temperatura e umidade no ambiente de armazenagem, que é de difícil controle, dependendo das condições climáticas da região. Então o uso de resfriamento artificial tem sido uma opção de bastante interesse e vem sendo aplicado em vários países. O uso primeiramente visou adequar o ambiente aos grãos que tem facilidade em formarem bolsões de calor, como é no caso da soja e do milho, seguindo com o objetivo de manter a qualidade dos produtos por um tempo mais prolongando, seja sementes ou grãos (MAIER & NAVARRO, 2002).

O resfriamento surgiu como uma alternativa importante para conservar a qualidade dos grãos e sementes por um período mais prolongado. Há pouco tempo no Brasil tem surgido um sistema no qual permite o resfriamento das sementes. Essa técnica tem ajudado na manutenção inicial da temperatura das sementes ensacadas, cujo objetivo é manter o resfriamento na etapa de ensaque, posteriormente ao beneficiamento ou até mesmo em big-bags (sacos industriais para transportar produtos a granel (DEMITO & AFONSO, 2009).

Uso de resfriamento artificial vêm sendo uma alternativa utilizada para minimizar as perdas quantitativas tanto quanto qualitativas das sementes durante a armazenagem. É uma técnica inovadora que vem garantindo a manutenção dos parâmetros de qualidade para a comercialização, alto rendimento do produto refletidos no sucesso da lavoura com a utilização de sementes com alto potencial produtivo (ZIEGLER, 2019).

O resfriamento artificial de grãos ocorre quando se usa um sistema mecânico de refrigeração com função de reduzir a temperatura do local abaixo daquela representada pela temperatura ambiente. O grão ou semente se mantém segura quando armazenada com temperatura em uma faixa de 3° a 10° C, com teor de água na semente entre 12 a 18% por um período de 3 a 18 meses (MAIER & NAVARRO, 2002).

O resfriamento artificial de sementes traz benefícios relacionados a manutenção do vigor e qualidade da germinação em diversos cultivares quando comparadas com aquelas que são armazenadas em temperatura ambiente. É uma tecnologia importante que vem recebendo interesse no seu uso, pois além da conservação, possibilita segurança para multiplicadores de sementes e maior aproveitamento, refletidos no aumento da produtividade pelo uso de sementes armazenadas corretamente (FERREIRA, 2015).

Segundo Baudet (2003), o resfriamento artificial pode ser utilizado em armazéns convencionais, desde que os armazenadores tenham o conhecimento da importância de ser ter um ambiente adequado para a estocagem dos produtos, e com o propósito de promover a conservação dos mesmos, sejam em sacos ou em silos. A ideia é provocar o resfriamento do ar naquelas regiões onde o clima é predominantemente quente ou onde a temperatura é acima de 20°C.

A utilização do frio, além de proporcionar a manutenção da qualidade fisiológica das sementes durante o período de armazenamento, promove a diminuição ou inibição de insetos e microrganismos (BAUDET, 2003; LAZZARI; LAZZARI NOEMBERG, 2017). Quando os insetos são submetidos a temperaturas mais baixas, em torno de 15°C, ocorre a diminuição de suas atividades, assim preservando a vida útil das sementes, garantindo a qualidade física, vigor e o percentual germinativo por um tempo mais prolongando. O teor de umidade correlaciona com a temperatura no quesito de atividade dos microrganismos. Segundo Lazzari (1997), maior teor de umidade tanto quanto de temperatura, favorece maiores consumo de matéria seca pelos fungos de armazenamento, dado que, essas condições são favoráveis a um rápido e maior crescimento fúngico. Trabalhos relacionados estudam o feito vantajoso do resfriamento artificial na manutenção das características inerentes à variados tipos de sementes, que permitem levar ao mercado sementes de alto padrão fisiológico (LAZZARI; LAZZARI NOEMBERG, 2017).

Conforme Barreto (2009), o resfriamento de sementes é uma técnica que é possível de ser bastante comum à sua utilização no beneficiamento de sementes, assim evitando a rápida deterioração do produto e mantendo a qualidade fisiológica da semente por mais tempo.

2.9 Pragas de armazenamento

Em regiões tropicais e subtropicais, fatores como alta temperatura e umidade relativa, além de favorecerem a redução da qualidade dos grãos durante o armazenamento, podem favorecer o desenvolvimento de pragas. Durante o tempo de armazenagem, podem ocorrer o desenvolvimento de insetos-praga que infestam os grãos armazenados, provocando perdas na quantidade, como a redução do peso da semente e perdas qualitativas, resultantes de contaminações e perda do valor nutricional (BRANCCINI & PINANÇO, 1995; WHITE, 1992).

Pragas de armazenamento de grãos podem causar perda total, se não forem tomadas medidas de prevenção ou controle nos armazéns (WHITE *et al.*, 1992). É importante que o local de armazenamento seja limpo de pragas que infestam as sementes, fazer a utilização do expurgo sempre que necessário, desse modo, reduzindo danos possíveis na qualidade da semente pelos insetos, fungos e roedores (LORINI *et al.*, 2015).

Os principais insetos causadores dos danos pertencem às ordens Coleoptera e Lepidoptera (FONTES *et al.*, 2003). Grande parte dos insetos que infestam os grãos armazenados são de origem tropical e subtropical, requerendo condições favoráveis ao seu desenvolvimento com temperaturas variando na faixa de 27° a 34°C (ARO, 2008). Todavia, o desenvolvimento dos insetos-praga pode ser parado ou retardado com temperaturas baixas, abaixo de 16°C (NAKAKITA & IKENAGA, 1997; PUZZI, 2000).

O caruncho *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) é uma praga que ataca a cultura do feijão, principalmente do gênero *Vigna*. No Nordeste, o caruncho é a principal praga em razão do grande consumo e produção de feijão desse gênero (GALLO *et al.*, 2002). É considerado uma praga primária por atacar os grãos e sementes sadias, necessitando perfura-las e penetra-las para completar o seu desenvolvimento. Além disso, alimentam-se do interior do produto comerciável e viabilizam a ação de outros patógenos que aceleram a deterioração (LORINI, 2008).

O ataque é iniciado antes da colheita, onde o inseto oviposita nas vagens deiscentes ou defeituosas e se intensifica quando o produto está armazenado (GALLO *et al.*, 2002), gerando danos à semente através da penetração e alimentação das larvas, que conseqüentemente ocasiona o decréscimo do poder germinativo, redução do peso e valor nutritivo, além de apresentar baixo grau de higiene pela presença de excrementos, ovos e insetos no produto comercializado (ALMEIDA *et al.*, 2005).

O uso do resfriamento artificial é utilizado como umas das principais técnicas para o controle dos insetos no armazém, sendo bem destacado o seu uso na Austrália, Japão e Europa (DRISCOLL *et al.*, 2000; NAKAKITA, 1997). Essa técnica na utilização de temperaturas mais baixas, permite provocar dois efeitos básicos: redução nas taxas de desenvolvimento, alimentação e fecundidade dos insetos; e decréscimo da quantidade de insetos sobreviventes nos grãos e sementes (BANKS & FIELDS, 1995).

2.10 Melhoramento genético

A importância do melhoramento genético se dá pelo crescimento da demanda mundial por alimentos. Devido ao crescimento populacional é exigido constantemente o aumento das cadeias produtivas de alimentos, com o objetivo de suprir as necessidades da população. Para isso, o melhoramento surge com enfoque no aumento da produção mundial de alimentos através do desenvolvimento e uso de cultivares mais produtivas, utilizando uma menor área de cultivo, promovendo também a redução dos custos (SANTOS & ROCHA, 2017).

Os programas de melhoramento de plantas são essenciais e de extrema importância. O melhorista procura desenvolver características genéticas desejáveis na espécie em estudo e essas características se refletem no alto potencial produtivo, eficiência no uso de nutrientes, resistência à seca, resistência ou tolerância contra as principais doenças da cultura, dentre outras. Os programas de melhoramento de plantas sempre estão procurando desenvolver novas cultivares que apresentem atributos superiores e mais vantajosos que as cultivares já existentes no mercado. Sendo assim, o uso de cultivares melhoradas é uma alternativa que proporciona maior produtividade tanto para o pequeno e grande produtor, que consegue obter aumento no lucro e redução no custo de produção (RAMALHO & ABREU, 2015).

O feijão apresenta ampla variabilidade genética e isso possibilita o seu cultivo em regiões com diferentes condições climáticas. Esse amplo caráter disponível na cultura tem bastante importância nos programas de melhoramento, pois dispõe de materiais que contêm genes de interesse ao pesquisador (TSUTSUMI *et al.*, 2015). Elias *et al.* (2007), menciona que é importante o estudo dos caracteres morfológicos e agrônômicos das plantas, pois o conhecimento da divergência genética entre as cultivares locais e as melhoradas, servem de subsídios para programas de melhoramento da espécie, permitindo a exploração da variabilidade existente e adaptada a determinada condição climática. O uso da diversidade genética nos programas, viabiliza o desenvolvimento de linhagens e cultivares de feijão com alto potencial produtivo; grãos com maior qualidade nutricional e comercial; melhor eficiência na fixação biológica de nitrogênio; eficiência no uso de nutrientes; resistência a fatores bióticos e abióticos acometidos na cultura do feijão; estabilidade de produção; adaptação aos diferentes tipos de produção; e até mesmo cultivares com características agrônômicas adequadas a colheita mecânica (TSUTSUMI *et al.*, 2015; RAMALHO & ABREU, 2015; COELHO *et al.*, 2017).

Segundo Tsutsumi *et al.* (2015), a diversidade genética presente nas cultivares comerciais está cada vez mais limitada, devido à intensa seleção e melhoramento da cultura. Porém, a variabilidade é facilmente encontrada nos bancos de germoplasma e nos materiais usados em campo de produção, através dos pequenos produtores, que utilizam variedades crioulas, as quais são melhoradas naturalmente pelos produtores com base na seleção das características desejáveis. E com essa situação, se vem o interesse de inserir alelos selvagens nas cultivares comerciais.

Semente melhorada é o material tecnológico produzido sob condições especiais, seguindo as normas técnicas, padrões e procedimentos estabelecidos. A semente constitui do material genético que leva às gerações das espécies. É um material base nos programas de melhoramento, pois transfere o material desenvolvido pelos pesquisadores nas novas criações de cultivares que são desenvolvidas para atender e suprir as necessidades técnicas e socioeconômicas requisitadas na agricultura (WETZEL, 2004).

Sementes melhoradas são produzidas com altos padrões de qualidade e garantem a incorporação tecnológica gerada pelo melhoramento genético. Porém, ainda é comum a utilização de grãos de feijão para a semeadura pelos produtores. Nessa situação, como não é utilizado o produto como semente, não há garantia sobre a procedência, pureza física e genética, sanidade e potencial fisiológico (DIONET, 2013).

Segundo Dionet (2013), boa parte dos produtores ainda usam sementes não formais para o plantio, ou seja, usam o grão produzido para a semeadura na próxima safra, embora existam cultivares que são recomendadas pela pesquisa. Por isso, se mostra necessário incentivar os produtores e mostrar a importância da utilização de sementes formais de cultivares melhoradas. Outra ideia em conjunto é melhorar a qualidade das sementes informais que são utilizadas pelos produtores e para isso é necessário a incorporação de caracteres quantitativos e qualitativos, promovendo ganhos genéticos nas cultivares modernas ou tradicionais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abreu AFB (2005) **Cultivo do feijão da primeira e segunda safras na Região Sul de Minas Gerais**. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás (Sistema de Produção 6).

Adul-baki AA and Anderson JD (1972) Physiological and biochemical deterioration of seeds. In Kozlowski TT (ed.) **Seed Biology**. Academic Press, New York, p.283-315.

Almeida FAC, Almeida SA, Santos NR, Gomes JP and Araújo MER (2005) Efeitos de extratos alcoólicos de plantas sobre o caruncho do feijão vigna (*Callosobruchus maculatus*). **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 9**: 585-590.

Ambrosano EJ, Ambrosano GMB, Wutke EB, Bulisani EA, Martins ALM and Silveira LCP (1999) Efeitos da adubação nitrogenada e com micronutrientes na qualidade de sementes de feijoeiro cultivar IAC-Carioca. **Bragantia 58**: 393-399.

Andrade Júnior AS, Santos AA, Sobrinho CA, Bastos EA, Melo FB, Viana FMP, Freire Filho FR, Carneiro JS, Rocha MM, Cardoso MJ, Silva PHS and Ribeiro VQ (2002) **Cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp)**. Embrapa Meio-Norte, Teresina, 108p.

Araújo JPP, Santos AA, Cardoso MJ and Watt EE (1981) Nota sobre a ocorrência de uma inflorescência ramificada em caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp. subsp. unguiculata no Brasil. **Revista Ciência Agronômica 12**: 187-193.

ARO – Agricultural Research Organization (2008) Aeration and cooling for control of stored grain insects. Disponível em: <<http://www.agri.gov.il/Envir/aeration/aeration.html>>.

Azevedo MRQA, Gouveia JPG, Trovão DMM and Queiroga VP (2003) Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 7**: 519-524.

Banks HJ and Fields PG (1995) Physical methods for insect control in store grain ecosystems. In Jayas DS, White NDG and Muir WE (eds) **Stored grain ecosystems**. Marcell Dekker, New York, p. 353-409.

SILVA SF (2023) Qualidade fisiológica de sementes de feijão submetidas a diferentes condições de armazenamento

Barbosa FB and Gonzaga ACO (2012) **Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central-Brasileira:2012-2014**. Embrapa Arroz e Feijão, Goiânia, 247p.

Barbosa L (2007) Feijão com arroz e arroz com feijão: o Brasil no prato dos brasileiros. **Horiz Antropol 13**: 87-116.

Barreto FA (2009) **Processo de resfriamento de sementes**. Seed News, Pelotas. Disponível em: <<https://seednews.com.br/artigos/1722-processo-de-resfriamento-de-sementes-edicao-maio-2009>> Acesso em: 02 set. 2022.

Baudet LML (2003) Armazenamento de sementes. In Peske ST, Rosental MD and Rota GR (ed.) **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. EFPel, Pelotas, p. 370-418.

Braccini AL and Picanço M (1995) Manejo integrado de pragas do feijoeiro no armazenamento. **Revista Brasileira de Armazenamento 20**: 37-43.

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

Brasil (2008) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa** nº 12, de 28 de março de 2008. Disponível em: <<https://bit.ly/3MLp3pM>>

Cardoso RB, Binotti FFS and Cardoso ED (2012) Potencial fisiológico de sementes de crambe em função de embalagens e armazenamento. **Pesquisa Agropecuária Tropical 42**: 272-278.

Carneiro JCS, Minin VPR, Souza Júnior MM, Carneiro JES and Araújo GAA (2005) Perfil sensorial e aceitabilidade de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos 25**: 18-24.

Carvalho MLM and Villela FA (2006) Armazenamento de sementes. **Informe Agropecuário 27**: 70-75.

Carvalho NM (1980) **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Fundação Cargill, Campinas, 326p.

Chin HF (1994) Seedbanks: conserving the past for the future. **Seed Science and Technology 22**: 385-400.

SILVA SF (2023) Qualidade fisiológica de sementes de feijão submetidas a diferentes condições de armazenamento

Cicero SM and Vieira RD (1994) Teste de frio. In Vieira RD and Carvalho NM (ed.) **Testes de vigor em sementes**. Funep, Jaboticabal, p. 151-164.

Coelho JD and Ximenes LF (2020) **Feijão: produção e mercado**. BNB, Fortaleza, 7p. (Caderno Setorial ETENE, n.143)

Coelho CG, Oliveira LSG and Bernardes L (2017) **Melhoramento do feijoeiro: uma revisão de literatura**. Ciência que aproxima/ciência que liberta (Anais), São José dos Campos, 4p.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento (2022a) Acompanhamento da safra brasileira de grãos, Brasília, DF, v.9, safra 2021/22, n.12 décimo segundo levantamento.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento (2022b) Acompanhamento da safra brasileira de grãos, Brasília, DF, v.9, safra 2021/22, n.12 décimo segundo levantamento (Tabela de dados – produção e balanço de oferta e demanda de grãos).

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento (2022c) Análises de mercado - Análises de conjuntura de mercado.

Debouck DG (1986) Primary diversification of Phaseolus in the Americas: three centers? **Plant Genetic Resources Newsletter 67**: 2-8.

Delouche JC and Baskin CC (1973) Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**: 427-452.

Delouche JC (1969) **Planting seed quality**. Journal paper No. 1721, Mississippi Agric. Exp. Stn., Mississippi State Univ. Proc. Beltwide Cotton Production Mechanization Conf., New Orleans, p. 16–18.

Demito A and Afonso ADL (2009) Qualidade das sementes de soja resfriadas artificialmente. **Engenharia na Agricultura 17**:7-14.

Dionet AD (2013) **Produção informal de semente de feijão comum com qualidade**. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, 38p.

Driscoll R, Longstaff BC and Beckett S (2000) Prediction of insect populations in grain storage. **Journal of Stored Products Research 36**: 131-151.

Durigan JF, Sgarbieri VC and Bulisani EA (1987) Protein value of dry bean cultivars: factors interfering with biological utilization. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** **35**: 694-698.

Elias HT, Vidigal MCG, Gonela A and Vogt GA (2007) Variabilidade genética em germoplasma tradicional de feijão-preto em Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** **42**: 1443-1449.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO (2000) Origem e história do feijoeiro comum e do arroz Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás. Disponível: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164370/1/CNPAF-2000-fd.pdf>>

FAO (2023) Disponível em: <<https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL/visualize>> Acesso em: 15 jan. 2023.

Ferreira CF (2015) Resfriamento dinâmico, armazenado e qualidade fisiológica de sementes de soja. **Dissertação**, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 45p.

França Neto JB, Krzyzanowski FC and Henning AA (2010) A importância do uso de sementes de soja de alta qualidade. **Informativo Abrates** **20**: 37-38.

Freire Filho FR and Costa AF (2020) Feijão-caupi: classificação botânica e importância. In Costa AF **Cadernos do Semiárido: Feijão-caupi no semiárido brasileiro**. Editora UFRPE, Recife, p.15-20.

Freire Filho FR (2011) **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Embrapa Meio-Norte, Teresina, 84p.

Fontes LS, Filho AJA and Arthur V (2003) Danos causados por *S. oryzae* (Linné, 1963) e *S. zeamais* Motschulsky, 1885 (Coleoptera: curculionidae) em cultivares de arroz (*Oryza sativa* L.). **Arquivos do Instituto Biológico** **70**: 303-307.

Fontes RA and Mantovani BHM (2022) **Armazenamento das sementes**. Embrapa. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/57363/1/Circ-19-Armazenamento-sementes.pdf>>. Acesso em: 10 ago. 2022.

Gallo D, Nakano O, Silveira NS, Carvalho RPL, Baptista GC, Berti FE, Parra JRP, Zucchi RA, Alves SB, Vendramim JD, Marchini LC, Lopes JRS and Omoto C (2002) **Entomologia agrícola**. FEALQ, Piracicaba, 920p.

Goldfarb M and Queiroga VP (2013) Considerações sobre o armazenamento de sementes. **Tecnologia & Ciência Agropecuária** 7: 71-74.

Gugé LMA, Gugé RMA, Coelho BS, Nascimento FM and Filho MNC (2019) Avaliação de técnicas de armazenamento de sementes de tento-carolina (*Adenathera pavonina* L.) em função de diferentes tipos de embalagens e ambientes. **Revista Biodiversidade** 35: 166-135.

Harrington JF (1972) Seed storage and longevity. In Kozlowski TT **Seed Biology: insects, and seed collection, storage, testing and certification**. Academic Press, New York, p. 145-245.

Harrington JF (1971) Drying, storage and packaging: present status and future needs. In **Proceedings short course for seedsmen**. Mississippi State University, Mississippi State, p. 133-139.

Hellevang KJ (2005) **Post Harvest management to maintain bean quality**. Disponível em: <<http://www.northharvestbean.org/html/details.cfm?ID=43>>

Júnior ML, Brandão LTD and Martins BEM (2013) **Testes para avaliação da qualidade de sementes de feijão comum**. Embrapa, Santo Antônio de Goiás, 4p.

Justice OL and Bass LN (1978) **Principles and practices of seed storage**. USDA/SEA, Washington, 289p.

Lazzari FA and Lazzari NSM (2017) Resfriamento artificial no controle de insetos em sementes armazenadas de cereais. 9p. Disponível: <<http://aragricola.com.br/Downloads/Empresas/Cool%20Seed/artigo%20resfriamento%20lazzari.pdf>>

Lazzari FA (1997) **Umidade, fungos e micotoxinas nas qualidades de sementes, grãos e rações**. [s.n.], Curitiba, 148p.

Lima LKS (2014) Desenvolvimento do feijão caupi em função da utilização de resíduo da indústria do café como fonte de potássio. **Dissertação: Mestrado em Agronomia/Fitotecnia**, Universidade Federal do Ceará, 80p.

Lopez M, Fernandez F, Schoonhoven, AV (1985) **Frijol: investigación y producción** (Eds). CIAT, Cali, Colombia, 417p.

SILVA SF (2023) Qualidade fisiológica de sementes de feijão submetidas a diferentes condições de armazenamento

Lorini I, Krzyzanowski FC, Franca Neto JB, Henning AA ad Henning (2015) **Manejo integrado de pragas de grãos e sementes armazenadas**. Embrapa, Brasília, 81p.

Lorini I (2008) **Manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados**. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 72p.

Machado CF, Freire Filho FR, Ribeiro VQ, Costa DSS, Amorim AF (2007) Herança da inflorescência composta da cultivar de feijão-caupi cacheado. **Ciência e Agrotecnologia 31**: 1347-1350.

Magalhães AC and Carelli ML (1972) Germinação de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) sob condições variadas de pressão osmótica. **Bragantia 31**: 19-26.

Marcos Filho J (2005) **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. FEALQ, Piracicaba, 495p.

Marcos Filho J (1999) Teste de envelhecimento acelerado. In Krzyzanowski FC, Vieira RD and Franca Neto JB **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Abrates, Londrina, p. 1-24.

Maréchal R, Mascherpa JM and Stainier F (1978) Étude taxonomique d'un groupe complexe d'espèces de genres *Phaseolus* et *Vigna* (Papilionaceae) sur la base de données morphologiques et polliniques, traitées par l'analyse informatique. **Boissiera 28**: 257-273.

Mayer DE and Navarro S (2002) Chilling of grain by refrigerated air. In Navarro R and Royes R (eds.) **The mechanics and physics of modern grain aeration management**. CRC Press, Boca Raton, p.489-560.

Medeiro Filho S and Teófilo EM (2005) In Freire Filho FR, Lima JAA and Ribeiro VQ (eds) **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Embrapa, Brasília, p. 487-497.

Nakakita H and Ikenaga H (1997) Action of low temperature on physiology of *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: curculionidae) in rice storage. **Journal of Stored Products Research 33**: 31-38.

Nobre DAC, David AMSS, Souza VNR, Oliveira D, Gomes AAM, Aguiar PM and Mota WF (2013) Influência do ambiente de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de amaranto. **Comunicata Scientiae 4**: 216-219.

Oliveira ACS, MARTINS GN, SILVA RF AND VIEIRA DH (2009) Teste de vigor em sementes baseados no desempenho de plântulas. **Revista Científica Internacional 2**: 1-21.

Oliveira AP, Golçalves CP, Bruno RLA and Alves EU (1999) Maturação fisiológica de sementes de pimentão em função da idade dos frutos após a antese. **Revista Brasileira de Sementes 21**:88-84

Oliveira MGC, Oliveira LFC, Wendland A, Guimarães CM, Quintela ED, Barbosa FR, Carvalho MCS, Junior ML and Silveira PM (2018) **Conhecendo a fenologia do feijoeiro e seus aspectos fitotécnicos**. Embrapa, Brasília, 59p.

Padulosi S, Ng NQ (1997) Origin taxonomy, and morphology of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. In Singh BB, Mohan Raj DR, Dashiell KE and Jackai LEN (ed.) **Advances in cowpea research**. IITA, Ibadan, Nigeria, p. 1-12

Prado RM (2004) Estado nutricional da semente repercute na sua qualidade. **Seed News 8**: 18-21.

Pedrosa JP, Cirne LEMR and Medeiros Neto JM (1999) Teores de bixina e proteína em sementes de urucum em função do tipo e do período de armazenagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental 3**: 121-123.

Pires CV, Oliveira MGA, Cruz GADR, Mendes FQ, Rezende ST and Moreira AM (2005) Composição físico-química de diferentes cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Alimentos e Nutrição 16**:157-162.

Popinigis F (1985) **Fisiologia da semente**. Agiplan, Brasília, 289p.

Popinigis F (1977) **Fisiologia da semente**. Agiplan, Brasília, 289p.

Puzzi D (200) **Abastecimento e armazenamento de grãos**. ICEA, Campinas, 601p.

Ramalho MAP and Abreu AFB (2015) Obtenção de cultivares. In Carneiro, JES, Paula Júnior TJ and Borém A (ed.) **Feijão do plantio a colheita**, UFV, Viçosa, p.96-114.

Rocha MM, Silva KJD, Freire Filho, Menezes Júnior JAN and Ribeiro VQ (2013) Melhoramento genético de feijão-caupi no Brasil. In **Jornada tecnológica internacional sobre el frijol caupit**. Anais, Monteria, Colômbia, 8p.

SILVA SF (2023) Qualidade fisiológica de sementes de feijão submetidas a diferentes condições de armazenamento

Sá ME (1994) Importância da adubação na qualidade de sementes In Sá ME and Buzetti S (Coords) **Importância da adubação na qualidade dos produtos agrícolas**. Icone, São Paulo, p. 65-98.

Sakpere AMA, Ajayi SA and Adelusi A (2015) Cotyledon persistence and seedling growth in fluted Pumpkin (*Telfairia occidentalis* Hook. F.). **International Journal of Biological and Chemical Sciences** 9: 593-602.

Santos JB and Gavilanes ML (2006) Botânica In Vieira C, Paula Junior TJ and Borém A (eds) **Feijão**. Viçosa, Minas Gerais, p. 41-65.

Santos TO and Rocha LIR (2016) As contribuições do melhoramento genético de plantas para a produção alimentícia: aspectos econômicos e sustentáveis. **Revista Univap** 22: 453.

Silva AG, Rocha LC and Canniatti BSG (2009) Physico-chemical characterization, protein digestibility and antioxidant activity of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Alimentos e Nutrição** 20: 591-598.

Silva DDA, Vespici IL, Mata CR, Cruz SCS and Machado CG (2016) Qualidade de sementes de soja submetidas a doses crescentes de cal super. **Revista Campo Digital** 11:54-61.

Silva JS and Corrêa PC (2000) Estrutura, composição e propriedades dos grãos. In Silva, JS (eds) **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa, Minas Gerais, p. 22-37.

Silva OF and Wander AE (2013) **O feijão comum no Brasil passado, presente e futuro**. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, 63p.

Silva SMS and Freire Filho FR (1999) **Protéínas de feijão caupi [*Vigna unguiculata* (L.) Walp]: Caracterização e aplicação nutricional**. Embrapa Meio-Norte, Teresina, 20p. (Documentos, 46)

Smaniotto TAS, Resende O, Marçal KAF, Oliveira DEC and Simon G (2014) Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 18: 446-453.

Summerfield RJ, Huxley PA and Steel W (1974) Cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). **Field Crop Abstracts** 27: 301-312.

SILVA SF (2023) Qualidade fisiológica de sementes de feijão submetidas a diferentes condições de armazenamento

Toledo FF, Novembre ADLC, Chamma HMCP, Maschietto RW (1999) Vigor de sementes de milho (*Zea mays* L.) avaliado pela precocidade de emissão da raiz primária. **Scientia Agricola** **56**:191-196.

Toledo MZ, Fonseca NR, Cesar ML, Soratto RP, Cavariani C and Crusciol CAC (2009) Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical** **39**: 124-133.

Tsutsumi CY, Bulegon LG and Piano JT (2015) Melhoramento genético do feijoeiro: avanços, perspectivas e novos estudos, no âmbito nacional. **Nativa** **3**: 217-223.

Vale JC, Bertini C and Borém A (2017) **Feijão-caupi do plantio à colheita**. Editora UFV, Viçosa, 267p.

Vasconcelos LMS, Padilha BM, Padilha CC, Vieira DC, Barbosa LB, Fragoso MAC, Amorim MF, Torres NCP, Silva PMC, Macêdo PFC, Vasconcelhos PN, Santos TMP, Silva TA and Costa VS (2011) **Arroz e feijão no prato**. UDUFAL, Maceió, 95p.

Verdcourt B (1970) Studies in the leguminosae: papilionoideae for the 'Flora of tropical East Africa'. **Kew Bulletin** **24**: 507-569.

Vieira C (1960) Sobre a hibridação natural em *Phaseolus vulgaris* L. **Revista Ceres** **21**: 103-107.

Vieira RD and Carvalho NM (1994) **Testes de vigor em sementes**. Funep, Jaboticabal, 164p.

Walters CT and Ross EE (1998) Saving seeds for the long term. **Agricultural Research** **46**: 12-13.

Wetzel CT (2004) **Utilização de sementes melhoradas alavanca a produtividade**. Seed News, Pelotas. Disponível em: <<https://seednews.com.br/artigos/1584-utilizacao-de-sementes-melhoradas-alavanca-a-productividade-edicao-marco-2004>>

White NDG (1992) A multidisciplinary approach to stored-grain research. **Journal of Stored Products Research** **28**: 127-137.

Ziegler V and Demito A (2019) **Benefícios do resfriamento artificial aplicado em grãos e sementes durante o armazenamento**. Editora Unisinos, São Leopoldo, 199p.

CAPÍTULO II

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO SUBMETIDAS A DIFERENTES CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO SUBMETIDAS A DIFERENTES CONDIÇÕES DE ARMAZENAMENTO

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a qualidade fisiológica de sementes de quatro cultivares de feijão, submetidas a diferentes períodos de armazenamento e temperaturas. Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Sementes e em casa de vegetação na Universidade Federal Rural de Pernambuco. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial triplo 4x3x4 (quatro cultivares x três temperaturas x quatro períodos de armazenamento), e quatro repetições. Foram utilizadas sementes de feijão da espécie *Vigna unguiculata* (Miranda IPA 207 e IPA 206) e *Phaseolus vulgaris* (IPA 10 e Princesa). As sementes foram submetidas as temperaturas de 10, 15 e 25° C por um período de armazenamento de 0, 3, 6 e 9 meses. A qualidade fisiológica da semente foi avaliada através do teste padrão de germinação, primeira contagem, envelhecimento acelerado, emergência em casa de vegetação, índices de velocidade de germinação, índice de velocidade de emergência, massa fresca da parte aérea e do sistema radicular das plântulas e massa seca da parte aérea e do sistema radicular. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. Houve decréscimo na qualidade fisiológica das sementes durante o período de armazenamento e após 9 meses, a cultivar IPA 10 ainda apresentou boa qualidade fisiológica, sendo superior às demais, apresentando taxas médias de germinação de 84% (10°C), 86% (15°C) e 85% (25%), superiores a porcentagem mínima estabelecida para comercialização de sementes. A cultivar IPA 206 também manteve sua qualidade quando armazenada em condições abaixo da temperatura ambiente, com valores médios de 86% (10° C) e 82% (15° C). A cultivar Princesa manteve sua qualidade próximos ao limite estabelecido quando armazenada à 10° C. Os resultados obtidos permitiram concluir que a qualidade fisiológica da semente é influenciada pelas condições de armazenamento. O ambiente refrigerado (10° C) proporcionou melhores resultados para a maioria das características avaliadas, sendo a temperatura mais eficiente para a conservação da qualidade fisiológica da semente de feijão de ambas espécies.

Palavras chave: *Phaseolus vulgaris*, *Vigna unguiculata*, armazenamento, temperatura, qualidade fisiológica de sementes

PHYSIOLOGICAL QUALITY OF BEAN SEEDS UNDER DIFFERENT STORAGE CONDITIONS

ABSTRACT

This work aimed to evaluate the physiological quality of seeds of four common bean cultivars submitted to different storage periods and temperatures. The experiments were conducted at the Seed Laboratory and in a greenhouse at the Federal Rural University of Pernambuco. The experimental design used was completely randomized in a 4x3x4 triple factorial scheme (four cultivars x three temperatures x four storage periods), with four repetitions. Bean seeds of the species *Vigna unguiculata* (Miranda IPA 207 and IPA 206) and *Phaseolus vulgaris* (IPA 10 and Princesa) were used. The seeds were subjected to temperatures of 10, 15 and 25° C for a storage period of 0, 3, 6 and 9 months. The physiological quality of the seed was evaluated through the standard test of germination, first count, accelerated aging, emergence in a greenhouse, germination speed index, emergence speed index, fresh mass of the aerial part and the root system of the seedlings and dry mass of the aerial part and the root system. Data were subjected to analysis of variance and means compared using the Scott-Knott test at 5% probability. There was a decrease in the physiological quality of the seeds during the storage period and after 9 months, the IPA 10 cultivar still indicated good physiological quality, being superior to the others, with average germination rates of 84% (10°C), 86% (15° C) and 85% (25%), higher than the minimum percentage established for seed commercialization. The IPA 206 cultivar also maintained its quality when stored under conditions below room temperature, with average values of 86% (10° C) and 82% (15° C). The Princesa cultivar maintained its quality close to the established limit when stored at 10°C. The obtained results allowed to conclude that the physiological quality of the seed is influenced by the storage conditions. The refrigerated environment (10° C) provided better results for most of the characteristics evaluated, being the most efficient temperature for the conservation of the physiological quality of the bean seed of both species.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, *Vigna unguiculata*, storage, temperature, physiological quality of seeds

1. INTRODUÇÃO

O feijão é uma cultura de grande importância mundial, principalmente no Brasil, onde é considerado alimento básico da população, por apresentar uma ótima fonte proteica, além de carboidratos, vitaminas, minerais e fibras, essenciais para promover uma dieta saudável (SILVA *et al.*, 2009; TOLEDO *et al.*, 2009).

A obtenção de alta produtividade é almejada por todos os produtores das mais diferentes culturas, para os produtores de feijão não é diferente, mas para obter alta produtividade, apenas o uso de variedades melhoradas e um manejo adequado não é o suficiente, é indispensável o uso de sementes de alta qualidade durante o plantio (BINOTTI, 2008).

Após a semente atingir a maturação no campo, a qualidade fisiológica das sementes está sujeita a várias mudanças degenerativas, podendo ser de origem bioquímica, fisiológica e física e que estão associadas à redução do vigor (ALIZAGA *et al.*, 1990). O vigor é um dos principais parâmetros indicadores da qualidade da semente. Quando afetado pelo processo de deterioração, podemos observar o reflexo desse fenômeno no aumento de plântulas anormais; redução na velocidade de germinação e emergência; redução no comprimento e na massa fresca e seca das plântulas (Krzyzanowsky *et al.*, 2022). Conforme o processo de deterioração aumenta (ocorrência de envelhecimento e morte da semente), o vigor da semente diminui. Sendo assim, ambos estão fisiologicamente ligados (DELOUCHE, 2002).

Segundo Ebone *et al.* (2019), dentre as alterações que ocorrem no processo de deterioração, estão: perda de proteção das sementes; danos à membrana plasmática; esgotamento de reservas; alterações que reduzem a integridade das membranas, deixando material genético suscetível a danos; e aumento da permeabilidade das membranas celulares. Conforme Villela & Peres (2004), os efeitos da deterioração podem ser causados por fatores bióticos e abióticos; relacionados a própria genética da semente; técnica usada durante a colheita; processo de secagem do produto; beneficiamento; manuseio; e armazenamento.

A semente é o insumo de maior importância para a obtenção da produtividade desejada, e por isso, se faz necessário a manutenção da sua qualidade desde antes da colheita até o plantio e o armazenamento é uma alternativa indispensável para preservar e manter a qualidade da semente colhida até a semeadura, sendo a melhor

forma de preservar e reduzir o processo de deterioração das sementes durante esse período (AZEVEDO *et al.*, 2003).

A exploração do armazenamento adequado de sementes ou grãos é intensificada no Brasil, por ser um país que apresenta fatores climáticos favoráveis a rápida deterioração da semente, como a predominância de altas temperaturas e umidade relativa do ar elevada, além de favorecer o desenvolvimento de insetos-pragas, impactando fortemente na qualidade da semente armazenada, gerando grandes perdas para o produtor (BRAGANTINI, 2005; BRANCCINI & PINANÇO, 1995).

Com esse contratempo ocorrido durante o mau armazenamento dos produtos, seja sementes ou grãos, os produtores buscam por cultivares de alta qualidade que possam manter sua viabilidade durante o armazenamento e que no momento do plantio, possam expressar seu potencial através da rápida emergência, favorecendo assim, a uniformidade e o estabelecimento das plântulas no campo (MARCOS FILHO *et al.*, 2009).

Vale lembrar que para que isso ocorra, é necessário que a semente apresente qualidade inicial satisfatória, de modo que possa manter ou ter perdas mínimas durante o período de armazenamento. Essa qualidade envolve o somatório dos atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários, que determinam a capacidade da semente de gerar uma planta normal, vigorosa e com alto poder produtivo (AMBROSANO *et al.*, 1999; JÚNIOR *et al.*, 2013).

Sabendo-se que o armazenamento é essencial para conservar a qualidade inicial da semente, é indispensável a exploração de métodos eficientes na manutenção da viabilidade da semente feijão, visto que as combinações incorretas de temperatura, grau de umidade e o período de armazenamento, influenciam e podem promover a deterioração mais rápida das sementes (ELLIS & ROBERTS, 1980). Então diante desta situação, este trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade fisiológica de quatro cultivares de feijões armazenados em diferentes condições de ambiente.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Local

Os experimentos foram desenvolvidos no Laboratório de Sementes e na casa de vegetação do Departamento de Agronomia, Área de Fitotecnia da Universidade

Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), situado a 8°54'47" S, 34°45'47" W e altitude de 6 m, localizado na cidade de Recife – PE, de março de 2022 a janeiro de 2023.

2.2 Obtenção das sementes

As cultivares utilizados foram cedidos pela Instituto Agrônômico de Pernambuco (Pernambuco) (IPA) (Tabela 1).

Tabela 1. Cultivares de feijão utilizados no experimento.

Cultivares	Tipo de feijão	Espécie
Miranda IPA 207	Caupi	<i>Vigna unguiculata</i>
IPA 206	Caupi	<i>Vigna unguiculata</i>
IPA 10	Preto	<i>Phaseolus vulgaris</i>
Princesa	Carioca	<i>Phaseolus vulgaris</i>

2.3 Armazenamento

Após o recebimento, as sementes foram separadas por tratamento e repetições. As sementes foram colocadas em embalagens de papel do tipo Kraft e armazenadas em câmaras incubadora do tipo B.O.D (Biochemical Oxygen Demand), com as seguintes condições de temperatura: $10 \pm 2^\circ\text{C}$, 15 ± 2 e $25 \pm 2^\circ\text{C}$, com umidade relativa de 60%.

A cada período de armazenamento (0, 90, 180 e 270 dias), as amostras foram retiradas e submetidas aos testes para a avaliação da qualidade fisiológica da semente.

2.4 Teste padrão de germinação e primeira contagem

O teste de germinação foi realizado utilizando-se 50 sementes com 4 repetições. Primeiramente foi efetuada a sanitização das sementes, em solução de hipoclorito de sódio (NaClO) à concentração de 1% durante um período de 3 minutos (BRASIL, 2009a) e em seguida, lavadas com água destilada.

O teste de germinação foi realizado em papel do tipo Germitest, contabilizando três papéis para cada repetição. O papel umedecido com água destilada na quantidade 2,5 vezes o peso do substrato (BRASIL, 2009b)

Para a semeadura foi utilizado o papel do tipo Germitest, contabilizando três papéis para cada repetição, onde dois serviram de base para a distribuição das sementes e outra para a cobertura das mesmas. Para umedecer o papel, foi utilizado o volume de água (mL) calculado através multiplicação de 2,5 pelo peso do substrato (g), conforme as recomendações da Regras para Análises de Sementes (RAS) (BRASIL, 2009b).

A semeadura no papel foi realizada no formato de 10 colunas e 5 linhas, arranjadas de modo que a distância entre elas fossem de pelo menos 2 vezes o tamanho da semente. Após a semeadura, a borda esquerda e inferior do papel foi dobrada, sequencialmente, enroladas, formando rolos. Cada tratamento, contendo suas devidas repetições foram acondicionados em sacos plásticos e fechados com auxílio de ligas, para promover a retenção de umidade interior. Posteriormente, os tratamentos foram colocados na posição vertical dentro de beakers e levados à câmara incubadora do tipo B.O.D, regulada a temperatura constante de 25° C e sob a ausência de luz.

As avaliações de germinação foram executadas do quinto ao oitavo dia para a espécie *Vigna unguiculata* e do quinto ao nono dia para a espécie *Phaseolus vulgaris* (BRASIL, 2009b).

A primeira contagem para ambas espécies, foi realizada ao quinto dia após a montagem do teste de germinação, realizando-se a contagem do número de plântulas normais, anormais e sementes não germinadas. Para a determinação da porcentagem de germinação e primeira contagem, foi utilizada a fórmula:

$$PG = \frac{Nn}{Nt} \quad (1)$$

Onde:

PG = Porcentagem de germinação;

Nn = Número de sementes normais germinadas;

Nt = Número de sementes semeadas.

2.5 Índice de velocidade de germinação

O teste de IVG foi realizado em conjunto com o teste padrão de germinação. A contagem foi realizada diariamente, contando-se o número de plantas germinadas

durante um período de oito dias para a espécie *Vigna unguiculata* e de nove dias para a espécie *Phaseolus vulgaris*. Foram consideradas sementes germinadas, as sementes com protusão da radícula com no mínimo de 2 mm de comprimento, conforme Labouriau (1983). O índice foi calculado através da fórmula, proposta por Maguire (1962):

$$IVG = \frac{G1}{N1} + \frac{G2}{N2} + \dots + \frac{Gn}{Nn} \quad (2)$$

Onde:

IVG = Índice de velocidade de germinação;

G1, G2 e Gn = Número de sementes germinadas na primeira, segunda e na última contagem;

N1, N2 e Nn = Número de dias após a semeadura na primeira, segunda e última contagem.

2.6 Teste de emergência

Foram utilizados um total de 12 bandejas sementeiras de isopor com 200 células cada. O substrato comercial utilizado para preencher as células foi o da marca Basaplant, que apresenta em sua composição casca de pinus, turfa, carvão, vermiculita, adubação inicial com NPK e micronutrientes. A semeadura foi realizada de forma manual, colocando-se uma semente por célula a uma profundidade de 1,5 - 2 cm. Cada tratamento foi representado por uma bandeja, contendo quatro repetições de 50 sementes, totalizando em 200 sementes por tratamento. Realizou-se irrigação diária de forma manual, com auxílio de um regador. A avaliação da emergência foi realizada após um período de 14 dias. O percentual de emergência foi determinado pela razão demonstrada na fórmula (NAKAGAWA, 1999):

$$PE = \frac{Nem}{Ns} \quad (3)$$

Onde:

PE = Percentual de emergência;

Nem = número de plântulas emergidas;

Ns = número de sementes semeadas.

2.7 Índice de velocidade de emergência

O teste de IVE foi realizado em conjunto com o teste de emergência. A avaliação foi realizada diariamente no mesmo horário, durante um período de 14 dias após a semeadura, através da contagem do número de plântulas emergidas a cada dia. Foram consideradas plântulas emergidas, as plântulas que apresentavam os cotilédones acima do solo. O índice de velocidade de emergência foi obtido por meio da fórmula:

$$IVE = \frac{E1}{N1} + \frac{E2}{N2} + \dots + \frac{En}{Nn} \quad (4)$$

Onde:

IVE = Índice de velocidade de emergência;

E1, E2 e En = número de plântulas emergidas na primeira, segunda e na última contagem;

N1, N2 e Nn = número de dias após a semeadura na primeira, segunda e última contagem.

2.9 Teste de envelhecimento acelerado

Para a execução do teste de envelhecimento acelerado foi utilizado 50 sementes com quatro repetições, totalizando em 200 sementes por tratamento. Para o procedimento foram usadas caixas plásticas do tipo gerbox com dimensões de 11x11x3,5 cm, com telas inox. Inicialmente foi adicionado 40 mL de água destilada ao fundo das caixas e as telas foram preenchidas por sementes que foram distribuídas em camada única e posteriormente, o telado foi encaixado no suspensório da gerbox e tampado. Cada gerbox foi composta de um tratamento e levadas a câmara incubadora (B.O.D), regulada a temperatura de 41° C por um período de 72 horas (MARCOS FILHO *et al.*, 1999). Após esse intervalo de horas estabelecido, as sementes foram submetidas ao teste de germinação e ao índice de velocidade de germinação, como supracitados anteriormente.

2.10 Comprimento da raiz e parte aérea

A medição do comprimento foi realizada ao fim do teste de germinação. Foram utilizadas quatro subamostras de plântulas normais para cada repetição, as quais foram seccionadas, separando a parte aérea do sistema radicular. A fração parte aérea foi considerada do coleto da plântula até o topo da folha primária e a fração sistema radicular foi considerada da ponta da raiz até o coleto. A medição foi realizada ao oitavo dia para a espécie *Vigna unguiculata* e no caso da espécie *Phaseolus vulgaris*, a medição foi executada ao nono dia. O comprimento foi medido com auxílio de uma régua graduada em centímetros, os valores de cada repetição obtidos através das médias das subamostras e os resultados expresso em cm/plântula.

2.11 Matéria fresca e seca do sistema radicular e parte aérea

Para a execução da pesagem da matéria fresca das plântulas foi feita, previamente, a remoção dos cotilédones. A pesagem foi realizada utilizando separadamente as frações parte aérea e sistema radicular, das subamostras de plântulas normais, utilizadas na etapa anterior de medição (tópico 2.10). Posteriormente, as frações de cada tratamento foram acondicionados em saquinhos de papel kraft, devidamente identificados e levados à estufa para obtenção do peso da matéria seca. A estufa foi regulada a 80° C e os materiais foram mantidos até atingirem o peso constante. A determinação da matéria seca foi realizada através da pesagem do material submetido a secagem forçada na estufa. As pesagens foram realizadas utilizando uma balança analítica e os valores de cada repetição foram obtidos por meio das médias das subamostras e os resultados foram expressos em g/plântula.

2.12 Delineamento e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 4 x 3 x 4 (quatro cultivares x três temperaturas x quatro períodos de armazenamento), totalizando 27 tratamentos, com quatro repetições. As cultivares utilizadas na experimentação foram Miranda IPA 207, IPA 206, IPA 10 e Princesa, armazenadas em temperaturas de 10, 15 e 25° C, durante um período de 0, 3, 6 e 9 meses, equivalentes a 0, 90, 180 e 270 dias de armazenamento.

Os dados foram submetidos análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, com auxílio do programa estatístico SISVAR versão 5.8.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância, houve interação significativa a 1% de probabilidade entre as cultivares, temperaturas e períodos de armazenamento para a maioria das variáveis analisadas, com exceção da variável massa seca da raiz (MSR), que foi significativo a 5%.

Para os caracteres primeira contagem (PC) e germinação (G), os resultados foram exatamente iguais. Após a PC, não houve germinação de sementes até a contagem final (Tabela 2). Resultados semelhantes foram observados por Bertolin *et al.* (2011) para a maioria das cultivares testadas.

Para a porcentagem de G e PC, evidenciou-se diferenças estatísticas ($p < 0,01$) entre as temperaturas, a partir do terceiro tempo de armazenamento (6 meses) para as cultivares Miranda IPA 207 e IPA 206 (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios para germinação (G), primeira contagem (PC) e emergência (E) de sementes de feijão armazenadas em diferentes condições de temperatura e armazenamento.

CULTIVAR	0 MESES					
	PC/PG (%)			PE (%)		
	10° C	15 ° C	25° C	10° C	15 ° C	25° C
MIRANDA IPA 207	62 bA α	62 bA α	61bA α	75 cA α	74 cA α	75 bA α
IPA 206	96 aA α	94 aA α	92 aA α	96 aA α	97 aA α	96 aA α
IPA 10	94 aA α	94 aA α	94 aA α	95 aA α	97 aA α	98 aA α
PRINCESA	91 aA α	92 aA α	91 aA α	84 bA α	84 bA α	82 bA α
3 MESES						
MIRANDA IPA 207	59 cA α	63 bA α	65 cA α	68 cA β	58 bB β	55 cB β
IPA 206	93 aA α	90 aA α	88 aA α	97 aA α	95 aA α	96 aA α
IPA 10	91 aA α	88 aA β	91 aA α	96 aA α	88 aA β	90 aA β
PRINCESA	84 bA β	87 aA α	82 bA β	85 bA α	64 bB β	77 bA α
6 MESES						
MIRANDA IPA 207	61 cA α	59 bA α	21 bB β	51 bA γ	53 cA β	22 cB γ
IPA 206	93 aA α	80 bB β	79 bB β	93 aA α	94 aA α	86 aA β
IPA 10	82 bA β	79 aA γ	80 aA β	86 aA β	77 bB γ	89 aA β
PRINCESA	84 bA β	78 aA β	78 aA β	57 bA β	54 cA γ	53 bA β
9 MESES						
MIRANDA IPA 207	50 bA β	43 bA β	19 cB β	62 cA β	49 dB β	9 dC δ
IPA 206	86 aA β	82 aA β	72 bB β	91 aA α	92 aA α	70 bB γ
IPA 10	84 aA β	86 aA β	85 aA β	81 bA β	80 bA γ	88 aA β

PRINCESA	81 aA β	78 aA β	78 bA β	53 dB β	70 cA β	53 cB β
CV (%)	6,11			7,51		

*Médias seguidas das mesmas letras minúsculas, nas colunas, maiúsculas nas linhas e gregas entre armazenamento, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

De acordo com os resultados para a G inicial (0 dias), verificou-se diferença estatística entre as cultivares (Tabela 2). A cultivar Miranda IPA 207 deferiu das demais, apresentando porcentagem de G inicial abaixo de 65%, já a cultivar IPA 206, IPA 10 e Princesa expressaram maiores médias com valores acima de 90%. Sabendo-se que, 80% é a porcentagem mínima de germinação para a comercialização de sementes de feijão (BRASIL, 2013), apenas a cultivar Miranda IPA 207 não se enquadrou dentro dos padrões exigidos pelo Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA). Esse resultado é explicado pela observação de danos nas sementes, causados por carunchos no lote durante a experimentação.

Villela *et al.* (2021), avaliando a influência do isotiocianato de alilo como fumigante na taxa de crescimento populacional do caruncho e o seu efeito na qualidade da semente, observou que o feijão-caupi sem tratamento e infestando pelo inseto, provocou redução significativa na germinação da semente. Conforme Gallo *et al.* (2002), o caruncho (*Callosobruchus maculatus*) é uma praga que ataca a cultura do feijão, principalmente o gênero *Vigna*. Essa praga primária ataca as sementes, perfurando-as e penetrando-as para completar o seu desenvolvimento, além de alimentar-se do interior da semente, favorecendo o ataque de outros patógenos que aceleram a deterioração e são capazes de causar perda total do lote de sementes (LORINI, 2008).

Durante o armazenamento, notou-se que houve redução na porcentagem de germinação em todas as temperaturas, porém o armazenamento na temperatura de 10° C foi devidamente satisfatório, visto que as cultivares, com exceção da Miranda IPA 207, foram superiores a 80%, estando dentro dos padrões legais de comercialização (Tabela 2).

As cultivares IPA 206 e IPA 10 também mostraram resultados satisfatórios ao armazenamento à 15°C, enquanto na temperatura de 25°C, apenas a cultivar IPA 10 se mostrou eficaz com germinação de 85%. O armazenamento em 25° C é o menos vantajoso, pois provocou uma deterioração mais rápida da semente quando comparada as outras temperaturas estudadas (Tabela 2). Isso se explica, pois segundo Bragantini (2005), em temperaturas mais elevada, ocorre o aumento das reações químicas da semente, fazendo com que haja o desgaste mais rápido das

reservas, e conseqüentemente o aumento da deterioração da semente, resultando em menor porcentagem de germinação.

Cassol *et al.* (2012) investigando a qualidade fisiológica de cinco lotes de feijões da cultivar IPR Tangará durante o armazenamento de 90 dias, também verificou redução nas porcentagens de germinação e identificou os lotes menos vigorosos, os quais apresentaram valores inferiores aos exigidos pelos padrões de certificação.

Assim como Araújo *et al.* (2021), avaliando a qualidade fisiológica de *Vigna unguiculata* CV BRS Aracê armazenada em duas condições de conservação (ambiente refrigerado e ambiente de laboratório) durante nove meses, constatou que houve decréscimo no percentual de germinação ao final do armazenamento e que o armazenamento sob refrigeração manteve melhor a qualidade fisiológica da semente.

O armazenamento a temperatura de 25° C favoreceu a proliferação do inseto, resultando na redução drástica de 69,3% na porcentagem de G da cultivar Miranda IPA 207, após nove meses em relação a G inicial (Tabela 2). Conforme alguns autores, o armazenamento em temperaturas baixas (<16°C) pode parar ou retardar o desenvolvimento do inseto-praga (NAKAKITA & IKENAGA, 1997; PUZZI, 2000), o que pode ser observado no experimento, onde não houve a proliferação do caruncho nos armazenamentos à 10 e 15° C.

Para o percentual de emergência (E), observou-se diferenças estatísticas entre as temperaturas a partir do segundo tempo de armazenamento (3 meses) para as cultivares Miranda IPA 10 e Princesa (Tabela 2).

A cultivar Miranda apresentou maior porcentagem inicial de E (75%) do que os apresentados no teste de G, ainda assim, não conseguiram obter a taxa de emergência mínima de 80% (Tabela 2). Isso se explica pelo fato de que esse lote, boa parte das sementes apresentava danos causados pelo caruncho, o que provou decréscimo na taxa de E. As demais cultivares obtiveram os padrões requeridos, e a cultivar Princesa obteve uma redução na taxa de emergência quando comparada ao teste de germinação em condições controladas. Portanto, vale salientar que são fornecidas condições adequadas as sementes no teste de germinação, diferente do teste de emergência em casa de vegetação, onde as sementes são submetidas a condições variáveis do ambiente.

Após nove meses, constatou-se que apenas a cultivar IPA 10 obteve porcentagem de emergência a partir de 80% em todas as temperaturas testadas. A cultivar IPA 206 obteve emergência acima dos 90% para a temperatura de 10 e 15°

C. A cultivar Miranda IPA 207 e Princesa não obtiveram valores médios ideais para nenhuma das temperaturas de armazenamento (Figura 2).

Observou-se que após as sementes serem submetidas ao teste de envelhecimento inicial das sementes (0 meses), as cultivares IPA 206 e IPA 10 apresentaram médias acima de 80%, mostrando-se moderadamente vigorosas, diferente das cultivares Miranda IPA 207 e Princesa que demonstraram baixo vigor (Tabela 3). O teste de envelhecimento acelerado (EA) promove o aumento da taxa de deterioração da semente e os genótipos que apresentam alto vigor, se destacam com maiores porcentagens de plântulas normais. Vale acentuar que este teste pode prever o potencial de armazenamento das sementes (DELOUCHE & BASKIN, 1973). Isso significa que, os lotes que apresentam maiores taxas de germinação, manterão por mais tempo a qualidade durante o armazenamento, diferente das que apresentam maiores reduções, refletindo na rápida perda de vigor e poder germinativo.

O resultado para o teste de EA inicial (0 meses) pode prever quais genótipos manteriam melhor sua qualidade fisiológica quando armazenados (Tabela 3). O resultado pode ser observado após os nove meses de armazenamento no teste de germinação, onde a cultivar IPA 206 ainda se apresentava vigorosa, com médias entorno de 80% para a temperatura de 10 e 15°C; e a cultivar IPA 10 para as temperaturas de 15° e 25° C, porém a cultivar Princesa também conseguiu manter sua qualidade quando armazenada em 10° C (Tabela 2). As cultivares IPA 206 e IPA 10 apresentaram melhor qualidade fisiológica.

Tabela 3. Valores médios para envelhecimento acelerado (EA) e índice de velocidade de germinação de sementes submetidas ao envelhecimento (IVG EA) de sementes de feijão armazenadas em diferentes condições de temperatura e armazenamento.

CULTIVAR	EA (%)			IVG EA (%)		
	10° C	15 ° C	25° C	10° C	15 ° C	25° C
MIRANDA	44 cAα	45 dAα	49 cAα	18,05 cAα	19,90 bAα	20,02 bAα
IPA 206	88 aAα	85 aAα	83 aAα	38,33 aAα	40,81 aAα	41,31 aAα
IPA 10	81 aAα	77 bAα	84 aAα	38,83 aAβ	40,15 aAα	41,27 aAα
PRINCESA	64 bAα	55 cAβ	61 bAα	25,27 bAγ	22,21 bAγ	22,54 bAβ
3 MESES						
MIRANDA	41 cAα	47 bAα	37 cAβ	19,47 cAα	21,08 cAα	19,23 cAα
IPA 206	83 aAα	89 aAα	83 aAα	40,84 aAα	39,81 aAα	39,31 aAα
IPA 10	80 aAα	82 aAα	80 aAα	42,24 aAα	40,48 aAα	41,15 aAα
PRINCESA	70 bAα	48 bBβ	47 bBβ	37,25 bAα	30,08 bBα	29,50 bBα
6 MESES						

SILVA SF (2023) Qualidade fisiológica de sementes de feijão submetidas a diferentes condições de armazenamento

MIRANDA	36 dA α	38 cA β	0 cB γ	19,45 cA α	20,21 cA α	9,98 cB β
IPA 206	80 aA α	86 aA α	77 aA α	30,43 bA β	28,45 bA β	30,09 aA γ
IPA 10	69 bB β	80 aA α	84 aA α	42,08 aA α	39,00 aA α	33,69 aB β
PRINCESA	49 cB β	65 bA α	65 bA α	30,97 bA β	26,61 bB β	27,75 bB α
9 MESES						
MIRANDA	25 cA β	29 bA β	0 cB γ	13,90 cA β	16,77 cA β	0,88 dB γ
IPA 206	81 aA α	80 aA α	74 aA α	38,25 aA α	36,83 aA α	36,23 bA β
IPA 10	76 aA α	82 aA α	82 aA α	38,25 aA β	37,88 aA α	40,88 aA α
PRINCESA	54 bB β	73 aA α	52 bB β	26,94 bB γ	32,71 bA α	25,67 cB β
CV (%)	10,33			8,8		

*Médias seguidas das mesmas letras minúsculas, nas colunas, maiúsculas nas linhas e gregas entre armazenamento, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Após os nove meses, o teste de EA indicou que a cultivar IPA 206 armazenado nas temperaturas 10 e 15° C, e a cultivar IPA 10 nas temperaturas 15 e 25° C, podem ser armazenadas por mais tempo (Tabela 3).

Silva *et al.* (2014), analisando a qualidade fisiológica de cultivares de feijão comum, verificou decréscimo no vigor dos feijões submetidos ao EA no período de doze meses de armazenamento. Para Marcos Filho (2005), a redução do potencial fisiológico da semente ao decorrer do tempo, não está apenas relacionada à diminuição da taxa de germinação, mas também ao aumento da sensibilidade da semente às condições adversas, resultando na redução do vigor do lote.

Em relação ao índice de velocidade de germinação de sementes submetidas ao EA (IVG EA), as cultivares IPA 206 e IPA 10 apresentaram os maiores índices, servindo de auxílio para os resultados de germinação obtidos no teste de EA. Isso elucida que essas cultivares apresentam maior vigor, sendo capazes de ter uma rápida germinação e um bom estabelecimento no campo (Tabela 3).

Os melhores resultados iniciais do índice de velocidade de germinação (IVG) foi para a cultivar IPA 10, seguida da cultivares Princesa, IPA 206 e por último a Miranda IPA 207, com valores médios de 41,97; 32,06; 29,51 e 21,26, respectivamente (Tabela 4). Para o IVG final, após nove meses de armazenamento, a cultivar Miranda IPA 207 e IPA 10 não deferiram entre as temperaturas de armazenagem de 10 e 15° C, porém deferiram do armazenamento em 25° C, o qual provocou maior redução na velocidade de germinação, principalmente para a cultivar Miranda IPA 207. Para a cultivar IPA 206, não se verificou diferença entre as temperaturas de armazenamento, todavia a temperatura de 10° C favoreceu o melhor índice. Já para a cultivar Princesa, os resultados das temperaturas 15° e 25° C deferiram quando submetidas a de 10° C, apresentando menores índices. Dentre as

cultivares, ao final do tempo de armazenagem, a IPA 10 apresentou o maior índice para todas as temperaturas (Tabela 4).

Resultados semelhantes no IVG foram observados por Neto *et al.* (2014), quando avaliava sementes de feijão-caupi cv. Novaera de diferentes tamanhos, tendo respostas de índices na faixa de 24,9 a 30,5. Conforme Borghetti & Ferreira (2004), maiores índices de velocidade de germinação, informam o quanto mais rápido é o processo germinativo, deduzindo qual lote de sementes possui maior vigor.

Tabela 4. Valores médios para índice de velocidade de germinação (IVG) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de feijão armazenadas em diferentes condições de temperatura e armazenamento.

CULTIVAR	0 MESES					
	IVG			IVE		
	10° C	15 ° C	25° C	10° C	15 ° C	25° C
MIRANDA	21,13 dA α	20,64 dA α	22,02 dA α	6,33 cA α	6,63 cA α	6,52 cA α
IPA 206	29,95 cA β	30,09 cA β	28,48 cA β	9,14 aA α	9,45 aA γ	9,04 aA α
IPA 10	40,29 aA α	42,00 aA α	43,63 aA α	7,54 bA β	7,75 bA α	7,75 bA β
PRINCESA	34,11 bA α	34,64 bA α	33,42 bA α	6,87 cA α	6,32 cA α	6,54 cA α
3 MESES						
MIRANDA	20,85 dA α	20,77 dA α	21,21 cA α	5,61 cA α	4,37 dB γ	4,74 cB β
IPA 206	28,17 cA β	25,90 cA β	27,75 bA β	8,91 aA α	9,97 aA β	9,52 aA α
IPA 10	44,49 aA α	41,00 aB α	40,41 aB α	8,65 aA α	7,37 bB α	7,21 bB β
PRINCESA	32,39 bA α	31,35 bA α	28,78 bA β	6,91 bA α	5,11 cB β	5,67 cB α
6 MESES						
MIRANDA	17,66 cB α	21,68 cA α	4,12 cC γ	4,95 cA α	5,14 cA β	2,06 cB γ
IPA 206	38,01 aA α	39,15 aA α	40,54 aA α	9,35 aB α	10,99 aA α	8,43 aC α
IPA 10	35,71 aB β	40,17 aA α	42,19 aA α	7,61 bB β	6,88 bB α	8,74 aA α
PRINCESA	24,38 bB β	31,83 bA α	24,38 bB γ	4,87 cA β	3,98 dA γ	4,06 bA β
9 MESES						
MIRANDA	19,45 cA α	20,21 cA α	9,98 cB β	5,66 cA α	3,71 cB γ	1,06 cC δ
IPA 206	30,42 bA β	28,45 bA β	30,09 bA β	8,64 aA α	8,36 aA δ	6,66 aB β
IPA 10	42,08 aA α	39,00 aA α	33,69 aB β	7,38 bA β	7,68 aA α	6,94 aA β
PRINCESA	30,97 bA α	26,61 bB β	27,75 bB β	4,80 cB β	6,72 bA α	3,88 bB β
CV (%)	8,14			9,35		

*Médias seguidas das mesmas letras minúsculas, nas colunas, maiúsculas nas linhas e gregas entre armazenamentos, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Para os resultados iniciais do índice de velocidade de emergência (IVE), a cultivar IPA 206 e IPA 10 apresentaram os melhores resultados, com índices médios de 9,21 e 7,68, respectivamente (tabela 4). Durante o armazenamento, observou-se que houve redução no índice de emergência para todas cultivares. Após nove meses, os resultados não diferiram em temperatura para a cultivar IPA 10, o que foi divergente para as demais. O armazenamento à 10° C, proporcionou melhores

resultados para a cultivar Miranda IPA 207 e IPA 206, com médias de 5,66 e 8,64, enquanto à 15° C para a IPA 10 e Princesa, apresentando valores médios de 7,68 e 6,72, respectivamente. O armazenamento na temperatura de 25°C, ocasionou maior redução no IVE para todas as cultivares testadas (Tabela 4).

Redução no IVE durante o armazenamento, também foi observando por Oliveira *et al.* (2015), quando avaliava o desempenho de sementes de feijão-caupi, submetidas a tratamento químico e armazenadas em condições controladas e não controladas de temperatura e umidade.

Assim como o IVG, o IVE também identifica o lote mais vigoroso através do maior índice de velocidade de emergência. Com base nisso, aquelas cultivares que apresentam alto índice de emergência, emergiram e passaram pelos estádios iniciais mais rapidamente, estágio esse onde as plântulas se encontram mais sensíveis as condições adversas. De acordo com Silva *et al.* (2008), essas condições podem envolver o ataque de microrganismos que inviabilizam a semente ou o desenvolvimento da plântula, ou até mesmo a redução da umidade do solo, sendo que água é um fator essencial para ativar o processo de germinação da semente.

Os resultados médios iniciais (0 meses) do comprimento da parte aérea (CA) das plântulas foram de 8,2; 12,4; 13,3 e 12,3 cm para Miranda IPA 207, IPA 206, IPA 10 e Princesa, respectivamente (Tabela 5). Após nove meses de armazenamento, houve redução no CA comparando com os valores iniciais (0 meses) (Tabela 5). Os resultados da cultivar Miranda IPA 207 não se diferiram entre as temperaturas de 10 e 15° C, com valores médios de 6,3 e 6,3 cm, respectivamente. Do armazenamento aos 25° C, nenhuma plântula ficou intacta e mensurável até o oitavo dia. Os resultados da cultivar IPA 206 não se diferiram entre as temperaturas de 15 e 25° C, as quais mostraram melhores comprimentos médios, com 9,9 e 9,7 cm. Os valores da cultivar IPA 10 e Princesa não se diferiram para todas as temperaturas, porém o armazenamento à 10° C, se mostrou mais vantajoso com comprimentos de 10,7 e 9,2 cm, respectivamente (Tabela 5).

Tabela 5. Valores médios para comprimento da parte aérea (CA) e da raiz (CR) de sementes de feijão armazenadas em diferentes condições de temperatura e armazenamento.

CULTIVAR	0 MESES					
	CA (cm/plântula)			CR (cm/plântula)		
	10° C	15 ° C	25° C	10° C	15 ° C	25° C
MIRANDA IPA 207	8,3 cAα	8,1 bAα	8,2 bAα	9,0 cAβ	10,2 bAα	9,2 bAα
IPA 206	12,3 bAα	11,8 aAα	13,0 aAα	13,2 bAα	15,6 aAα	15,0 aAα
IPA 10	13,9 aAα	12,9 aAα	13,2 aAα	13,9 bAα	12,6 aAα	13,8 aAα

SILVA SF (2023) Qualidade fisiológica de sementes de feijão submetidas a diferentes condições de armazenamento

PRINCESA	12,1 bA α	12,6 aA α	12,3 aA β	16,4 aA α	16,0 aA α	16,6 aA α
3 MESES						
MIRANDA IPA 207	5,5 cB β	5,2 cB β	6,9 bA β	8,3 bA β	8,8 bA α	10,8 aA α
IPA 206	8,0 bA γ	7,5 bA γ	7,6 bA δ	13,2 aA α	12,0 aA β	12,8 aA β
IPA 10	9,8 aA γ	10,9 aA β	11,1 aA β	12,7 aA α	13,2 aA α	11,2 aA β
PRINCESA	9,6 aB β	11,1 aA β	10,6 aA β	13,1 aA β	13,0 aA β	12,9 aA β
6 MESES						
MIRANDA IPA 207	6,3 cA β	7,3 bA α	6,5 cA β	10,9 aA α	10,4 aA α	7,3 bB β
IPA 206	10,3 bA β	9,7 aA β	10,7 aA β	12,2 aA α	12,3 aA β	12,1 aA β
IPA 10	12,5 aA β	10,1 aB β	11,2 aB β	12,1 aA α	12,5 aA α	12,5 aA α
PRINCESA	9,8 bA β	9,5 aA γ	9,0 bA γ	13,0 aA β	12,8 aA β	12,4 aA β
9 MESES						
MIRANDA IPA 207	6,3 bA β	6,3 cA β	0 bB γ	10,7 bA α	8,3 bB α	0,0 bC γ
IPA 206	7,2 bB γ	9,9 aA β	9,7 aA γ	11,3 bA α	13,0 aA β	11,8 aA β
IPA 10	10,7 aA γ	9,6 aA β	9,7 aA γ	12,6 aA α	12,1 aA α	11,7 aA α
PRINCESA	9,2 aA β	8,4 bA γ	8,9 aA γ	13,7 aA β	11,6 aB β	11,0 aB β
CV (%)	9,21			14,04		

*Médias seguidas das mesmas letras minúsculas, nas colunas, maiúsculas nas linhas e gregas entre armazenamento, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Para o comprimento do sistema radicular (CR), os valores médios iniciais (0 meses) para Miranda IPA 207, IPA 206, IPA10 e Princesa foram de 9,5; 14,6; 13,4 e 16,3 cm, respectivamente (Tabela 5). Assim como no CA, também foi verificado redução no CR durante o período de armazenamento. Após 9 meses, foi constatado que não houve diferença entre as temperaturas para a cultivar IPA 206 e IPA 10, porém os melhores comprimentos foi à 10° C para IPA 10 (10,7 cm) e 15° C para a IPA 206 (9,9 cm). Para a Cultivar Miranda, os comprimentos se diferiram em todas as temperaturas, sendo a temperatura de 10° C proporcionando os melhores resultados (10,7 cm). Para a cultivar Princesa, o melhor resultado foi ao armazenamento à 10° C (9,2 cm), e este deferiu das demais temperaturas (Tabela 5).

Rodrigues *et al.* (2019), trabalhando na verificação da atividade respiratória das sementes com objetivo de diferenciar o vigor dos lotes, encontrou resultados inferiores ao presente trabalho, com valores oscilando entre 7,1 e 7,9 cm para o CA, e 4,2 e 10,8 cm para o CR. Pinheiro *et al.* (2013), investigando a qualidade fisiológica de sementes de feijão de porco durante o armazenamento em ambiente natural, observou resultados similares ao estudo presente, com comprimentos aproximados, variando entre 10,0 e 13,0 cm para o CA e 10,3 e 12,5 cm para o CR.

A ocorrência da diminuição do vigor durante o período de armazenamento afeta diretamente o desenvolvimento das plântulas, provocando a redução no IVG e IVE, assim como a redução do CA e CR. Plântulas não vigorosas, favorecem a

desuniformidade no campo e não expressam alto desempenho, além de serem mais suscetíveis aos estresses do ambiente, patógenos e ataque de insetos.

Tanto para o CA e do CR, a melhor conservação para a maioria das cultivares foi na temperatura de 10° C, com exceção da IPA 206, onde obteve melhores resultados na temperatura de 25° C. Conforme Silverio *et al.* (2021), quanto mais desenvolvida a parte aérea das plântulas, maior será a captação luminosa, e conseqüente, a otimização dos processos fisiológicos e a produção de fotoassimilados, que ajudam no estabelecimento da planta no campo. Segundo Farinã *et al.* (2022), é importante o desenvolvimento prolongado do sistema radicular, pois o mesmo promove a eficiência na exploração e absorção água e nutrientes do solo.

Para os resultados iniciais da massa fresca da parte aérea (MFA), a cultivar IPA 206 apresentou os maiores valores e em seqüência, as cultivares IPA 10, Princesa e Miranda IPA 207 (Tabela 6). Houve redução da MFA durante o período de armazenamento para todas cultivares e após nove meses, observou-se que as massas não diferiram entre temperaturas para todas cultivares, com exceção da Miranda IPA 207, porém os maiores valores na cultivar IPA 206 e Princesa foram na temperatura de 10° C, expressando valores médios de 0,452 e 0,395 g. Na temperatura de 15° C, a cultivar Miranda IPA 207 se destacou em relação as demais temperaturas, com valor médio de 0,470 g e em 25° C, a IPA 10 obteve melhores resultados, com 0,498 g (Tabela 6).

Tabela 6. Valores médios para massa fresca da parte aérea (MFA) e massa fresca do sistema radicular (MFR) de sementes de feijão armazenadas em diferentes condições de temperatura e armazenamento.

CULTIVAR	0 MESES					
	MFA (g/plântula)			MFR (g/plântula)		
	10° C	15 ° C	25° C	10° C	15 ° C	25° C
MIRANDA	0,438 dA α	0,469 bA α	0,516 dA α	0,116 bA α	0,135 bA α	0,131 bA β
IPA 206	0,851 aA α	0,821 aA α	0,880 aA α	0,160 aA α	0,176 aA α	0,170 aA α
IPA 10	0,789 bA α	0,738 aA α	0,786 bA α	0,127 bA α	0,111 cA α	0,121 bA α
PRINCESA	0,653 cA α	0,679 aA α	0,706 cA α	0,119 bA α	0,128 bA α	0,111 bA α
3 MESES						
MIRANDA	0,365 aB α	0,440 aA α	0,507 aA α	0,120 aB α	0,141 aA α	0,158 aA α
IPA 206	0,451 aB γ	0,536 aA β	0,424 aB γ	0,137 aA β	0,119 bA β	0,123 bA β
IPA 10	0,444 aA γ	0,450 aA γ	0,428 aA β	0,099 bA β	0,089 cA β	0,055 dB β
PRINCESA	0,399 aA β	0,449 aA β	0,421 aA β	0,089 bA β	0,069 dA β	0,082 cA β
6 MESES						
MIRANDA	0,403 bB α	0,533 aA α	0,338 bB β	0,120 aA α	0,115 aA β	0,093 bB γ
IPA 206	0,564 aA β	0,560 aA β	0,544 aA β	0,100 bB γ	0,090 bB γ	0,131 aA β
IPA 10	0,623 aA β	0,556 aA β	0,534 aA β	0,114 aA α	0,087 bB β	0,069 cB β

	0,447 bAβ	0,446 bAβ	0,363 bAβ	0,083 bAβ	0,072 bAβ	0,075 cAβ
9 MESES						
MIRANDA	0,362 aBα	0,470 aAα	0,000 bCγ	0,097 aAβ	0,082 aAγ	0,000 bBδ
IPA 206	0,452 aAγ	0,521 aAβ	0,433 aAγ	0,099 aAγ	0,092 aAγ	0,073 aBγ
IPA 10	0,460 aAγ	0,423 bAγ	0,498 aAβ	0,076 bAγ	0,056 bAγ	0,065 aAβ
PRINCESA	0,395 aAβ	0,362 bAβ	0,387 aAβ	0,058 bAγ	0,063 bAβ	0,070 aAβ
CV (%)	11,86			12,53		

*Médias seguidas das mesmas letras minúsculas, nas colunas, maiúsculas nas linhas e gregas entre armazenamento, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Para os resultados iniciais da massa fresca do sistema radicular (MFR), a cultivar IPA 206 apresentou a melhor média com cerca de 0,167 g. As cultivares Miranda IPA 207, IPA 10 e Princesa obtiveram médias aproximadas de 0,127; 0,120 e 0,119 g (Tabela 6). Foi possível observar que assim como todas outras características, também ocorreu redução na MFR durante o período de 9 meses de armazenamento para todas cultivares. Após os nove meses, constatou-se que os resultados da MFR da cultivar IPA 10 e Princesa não se diferiram entre as temperaturas, porém a melhor resposta para IPA 10 foi ao armazenamento na temperatura de 10°C (0,076 g) e para Princesa à 25° C (0,070 g). Os valores de MFR nas temperaturas 10 e 15° C se diferiram do valor aos 25° C para as cultivares Miranda IPA 207 e IPA 206 e os melhores resultados apresentados foram no armazenamento à 10°C (Tabela 6).

Em relação aos resultados iniciais da massa seca da parte aérea (MSA), os valores foram proporcionais a MFA, sendo a cultivar IPA 206 apresentando os maiores valores (Tabela 7). Observou-se que houve redução do MSA durante o período de armazenamento para todas as cultivares. Após nove meses, os resultados entre temperaturas não se diferiram para a cultivar IPA 206, IPA 10 e Princesa. Já para a Miranda IPA 207, os resultados na temperatura 10 e 15°C diferiram da demais (Tabela 7).

Tabela 7. Valores médios para massa seca da parte aérea (MSA) e do sistema radicular (MSR) de sementes de feijão armazenadas em diferentes condições de temperatura e armazenamento.

CULTIVAR	0 MESES					
	MSA (g/plântula)			MSR (g/plântula)		
	10° C	15 ° C	25° C	10° C	15 ° C	25° C
MIRANDA	0,035 cAα	0,037 bAα	0,041 bAα	0,006 bAα	0,004 cAβ	0,007 bAα
IPA 206	0,061 aAα	0,057 aAα	0,060 aAα	0,005 bAβ	0,007 cAα	0,008 bAα
IPA 10	0,044 bAα	0,041 bAα	0,042 bAα	0,020 aAα	0,023 aAα	0,020 aAα
PRINCESA	0,039 cAα	0,042 bAα	0,037 bAα	0,018 aAα	0,019 bAα	0,017 aAα
3 MESES						
MIRANDA	0,029 aAα	0,031 aAβ	0,035 aAα	0,007 aAα	0,011 aAα	0,010 aAα

SILVA SF (2023) Qualidade fisiológica de sementes de feijão submetidas a diferentes condições de armazenamento

IPA 206	0,033 aAβ	0,032 aAγ	0,035 aAβ	0,011 aAα	0,008 bAα	0,007 aAα
IPA 10	0,035 aAβ	0,032 aAα	0,031 aAβ	0,010 aAβ	0,013 aAβ	0,008 aAβ
PRINCESA	0,035 aAα	0,035 aAβ	0,034 aAα	0,008 aAβ	0,006 bAβ	0,007 aAβ
6 MESES						
MIRANDA	0,031 bBα	0,039 aAα	0,027 bBβ	0,011 aAα	0,011 aAα	0,005 bBα
IPA 206	0,040 aAβ	0,039 aAβ	0,037 aAβ	0,012 aAα	0,010 aAα	0,011 aAα
IPA 10	0,039 aAα	0,035 aAα	0,034 aAβ	0,009 aAβ	0,008 aAβγ	0,009 bAβ
PRINCESA	0,029 bAβ	0,030 bAβ	0,028 bAβ	0,007 bAβ	0,006 aAβ	0,005 bAβ
9 MESES						
MIRANDA	0,030 aAα	0,032 cAβ	0,000 cBγ	0,007 aAα	0,007 aAβ	0,000 bBβ
IPA 206	0,037 aAβ	0,041 aAβ	0,035 aAβ	0,008 aAβ	0,010 aAα	0,008 aAα
IPA 10	0,034 aAβ	0,036 bAα	0,038 aAα	0,009 aAβ	0,007 aAγ	0,006 aAβ
PRINCESA	0,030 aAβ	0,029 cAβ	0,028 bAβ	0,007 aAβ	0,007 aAβ	0,007 aAβ
CV (%)	11,86			12,53		

*Médias seguidas das mesmas letras minúsculas, nas colunas, maiúsculas nas linhas e gregas entre armazenamento, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,05$).

Quanto ao resultado inicial da massa seca da raiz (MSR), os maiores valores foram representados pela cultivar IPA 10 e Princesa (Tabela 7). Assim como as outras características, foi observado a redução da MSR durante o período de armazenamento. Após nove meses, foi verificado que todas cultivares, com exceção da Miranda, não se diferiram entre temperaturas. O armazenamento na 25° C se diferiu das demais temperaturas para a cultivar Miranda. A cultivar Miranda IPA 207, IPA 10 e Princesa tiveram o melhor comportamento no armazenamento na temperatura de 10° C, com médias de 7,4; 9,2 e 7,1g; respectivamente. Quanto a cultivar IPA 206, à temperatura de 15°C, com peso médio de 9,7 g (Tabela 7).

De acordo com Boiago *et al.* (2013), o acúmulo de biomassa poder ser influenciado por diversos fatores, e um deles está relacionado com a característica da própria cultivar. Esse acúmulo resulta da alocação dos carboidratos do metabolismo primário e vai depender do comportamento fotossintético de determinado genótipo.

Segundo Vieira *et al.* (1994), citado por Dode *et al.* (2012), o teor de massa seca serve como um indicativo do processo inicial de desenvolvimento da plântula, por meio da translocação e o acúmulo de matéria seca, e isso elucidada que, quanto maior é o teor de massa seca, superior é o vigor da semente que a originou. No entanto, Höfs *et al.* (2004), afirma que os maiores teores de produção de biomassa seca são reflexos de plântulas oriundas de sementes de alto potencial fisiológico. A massa seca das plântulas é o reflexo do potencial de acúmulo de nutrientes essenciais e está ligeiramente ligado ao crescimento e produtividade de grãos. Sendo assim, a

redução causada durante o período de armazenamento é decorrente do decréscimo da qualidade da semente.

4. CONCLUSÕES

1. A temperatura influenciou na manutenção da qualidade fisiológica das sementes de feijão durante o período de armazenamento.
2. As cultivares IPA 10 e IPA 206 mostraram qualidade fisiológica superior as demais.
3. O armazenamento na temperatura de 10° C é mais eficiente na conservação da qualidade fisiológica da semente de feijão para a maioria das variáveis, porém o armazenamento a 15° C também promove resultados satisfatórios.
4. O uso da temperatura de 25° C durante o armazenamento, proporcionou maior velocidade de deterioração das sementes.

5. REFERÊNCIAS

Ambrosano EJ, Ambrosano GMB, Wutke EB, Bulisani EA, Martins ALM and Silveira LCP (1999) Efeitos da adubação nitrogenada e com micronutrientes na qualidade de sementes de feijoeiro cultivar IAC-Carioca. **Bragantia** **58**: 393-399.

Alizaga RL, Melo VCS, Santos DSB, Irigon DL (1990) Avaliação de testes de vigor em sementes de feijão e suas relações com a emergência em campo. **Revista Brasileira de Sementes** **12**: 44-58.

Araújo DJ, Azeredo GA, Guedes LR, Silva JHCS and Targino VA (2021) Conservação de sementes de feijão-caupi sob diferentes condições de armazenamento. **Diversitas Journal** **6**: 74-88.

Azevedo MRQA, Gouveia JPG, Trovão DMM and Queiroga VP (2003) Influência das embalagens e condições de armazenamento no vigor de sementes de gergelim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** **7**: 519-524.

Brasil (2013) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução Normativa** N° 45, de 17 de setembro de 2013. Diário Oficial da União, Brasília, 22p.

Brasil (2009a) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de análise sanitária de sementes**, Brasília, 200p.

Brasil (2009b) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**, Brasília, 399p.

Bertolin DC, Sá ME and Moreira ER (2011) Parâmetros do teste de envelhecimento acelerado para a herança do vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes** **33**: 104-112.

Binotti FFS, Haga KI, Cardoso ED, Alves CZA, Arf ME and Arf O (2008) Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Maringá** **30**: 247-254

Borghetti F and Ferreira AG (2004) Interpretação de resultados de germinação. In Ferreira AG and Borguetti F (Eds) **Germinação: do básico ao aplicado**. Artmed, Porto Alegre, p. 209-222.

SILVA SF (2023) Qualidade fisiológica de sementes de feijão submetidas a diferentes condições de armazenamento

Boiago NP, Fortes AMT, Kulzer SR and Koelln FTS (2013) Potencial fisiológico de sementes armazenadas de cultivares de feijão-caupi produzidas no Estado do Paraná. **Varia Scientia Agrárias 3**: 21 - 32.

Braccini AL and Picanço M (1995) Manejo integrado de pragas do feijoeiro no armazenamento. **Revista Brasileira de Armazenamento 20**: 37-43.

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

Carvalho NM and Nakagawa J (2000) **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. Funep, Jaboticabal, 558p.

Cassol FDR, Fortes AMT, Nunes JVD, Rosane M and Cruz M (2012) Qualidade fisiológica de lotes de sementes de feijão em função do armazenamento. **Revista Cultivando o Saber 5**: 85-97.

Delouche JC (2002) Germinação, deterioração e vigor da semente. **Revista Seed News 6**: 24-31.

Delouche JC and Baskin CC (1973) Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology 1**: 27-452.

Dode JS, Meneghello GE, Moraes DM and Peske ST (2012) Teste de respiração para avaliar a qualidade fisiológica de sementes de girassol. **Revista Brasileira de Sementes 34**: 686-691.

Ebone LA, Caverzan A and Chavarria G (2019) Physiologic alterations in orthodox seeds due to deterioration processes. **Plant Physiology and Biochemistry 145**: 34-42.

Ellis RH and Roberts EH (1980) Improved equations for the prediction of seed longevity. **Annals of Botany 45**: 13-30.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO (2000) Origem e história do feijoeiro comum e do arroz Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás. Disponível: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/164370/1/CNPAF-2000-fd.pdf>>

Farinã PRV, Franco MFS, Aquino LA, Macedo WR, Pauletti V and Silva CD (2022) Influência do vigor da semente na resposta do feijoeiro à adubação fosfatada. **Investigação, Sociedade e Desenvolvimento 11**: e58011225914.

Faris DG (1965) The origin and evolution of the cultivated forms of *Vigna sinensis*. **Canadian Journal of Genetics and Cytology** 7:433-452.

Forti VA, Cicero SM and Pinto TLF (2010) Avaliação de danos por “umidade” e redução de 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** 32: 123-133.

Freire Filho FR (1988) Origem, evolução e domesticação do caupi. In Araújo JPP and Watt EE (org.) **O caupi no Brasil**. Embrapa, Goiânia, p.25-46.

Gallo D, Nakano O, Silveira NS, Carvalho RPL, Baptista GC, Berti FE, Parra JRP, Zucchi RA, Alves SB, Vendramim JD, Marchini LC, Lopes JRS and Omoto C (2002) **Entomologia agrícola**. FEALQ, Piracicaba, 920p.

Höfs A, Chuch LOB, Peske ST and Barros ACSA (2004) **Revista Brasileira de Sementes** 26: 92-97.

Labouriau (1983) **A germinação das sementes**. Secretária Geral da OEA, Washington, 174p.

Lorini I (2008) **Manejo integrado de pragas de grãos de cereais armazenados**. Embrapa Trigo, Passo Fundo, 72p.

Júnior ML, Brandão LTD and Martins BEM (2013) **Testes para avaliação da qualidade de sementes de feijão comum**. Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, 4p. (Circular Técnica 90)

Kikuti ALP, Oliveira JA, Medeiros Filho S and Fraga AC (2002) Armazenamento e qualidade fisiológica de sementes de algodão submetidas ao condicionamento osmótico **Revista Ciência e Agrotecnologia** 26: 439-443.

Krzyzanowski FC, Dias DCFS and França-Neto JB (2022) Deterioração e vigor da semente. Embrapa, Londrina, 19p. (Circular Técnica 191)

Maguire (1962) Speed of germination aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop. Science** 2: 176-177.

Marcos Filho J, Kikuti ALP and Lima LP (2009) Métodos para avaliação do vigor de sementes de soja, incluindo a análise computadorizada de imagens. **Revista Brasileira de Sementes** 31: 102-112.

Nakagawa J (1999) Testes de vigor baseados no desempenho de plântulas. In Krzyzanowski FC, Vieira RD and França Neto JB (ed.) **Vigor de Sementes: conceitos e testes**, Abrates, Londrina, p. 1-24.

Neto ACA, Nunes RTC, Rocha PA, Ávila JS and Moraes OM (2014) Germinação e vigor de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) de diferentes tamanhos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável 9**: 71-75.

Oliveira LM, Schuch LOB, Bruno RLA and Peske ST (2015) Qualidade de sementes de feijão-caupi tratadas com produtos químicos e armazenadas em condições e não controladas de temperatura e umidade. **Semina: Ciência Agrárias 36**: 1263 - 1276.

Pinheiro GG, Lopes JC and Gai ZT (2013) Qualidade fisiológica de sementes de feijão-de-porco durante o armazenamento em ambiente natural. **Enciclopédia Biosfera 9**: 295 – 308.

Rodrigues CM, Gonçalves EP, Silva JCA, Viana JS, Lima LD and Almeida DTRGF (2019) Atividade respiratória como teste de vigor em sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). **Diversitas Journal 4**: 1070-1081.

Silva AG, Rocha LC and Canniatti BSG (2009) Physico-chemical characterization, protein digestibility and antioxidant activity of comun bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Alimentos e Nutrição 20**: 591-598.

Silva EA, Mendonça V, Tosta MS, Oliveira AC, Reis LL and Bardivieso DM (2008) Germinação da semente e produção de mudas de cultivares de alface em diferentes substratos. **Semina: Ciência Agrárias 29**: 245-254.

Silva MM, Souza HRT, David AMSS, Santos LM, Silva RF and Amaro HTR (2014) Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão-comum produzidas no norte de Minas Gerais. **Revista Agroambiente 8**: 97-103.

Silverio JM, Santos CC, Bernardes RS, Espíndola GM, Meurer HL and Vieira MC (2021) Germinação e vigor de mudas de *Articum lappa* L. submetidas à toxicidade do alumínio. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas 15**: 154-167.

SILVA SF (2023) Qualidade fisiológica de sementes de feijão submetidas a diferentes condições de armazenamento

Toledo MZ, Cavariani C, Nakagawa J and Alves E (2007) Efeitos do ambiente de armazenamento na qualidade de sementes de sogo-sudão. **Revista Brasileira de Sementes 29**: 44-52.

Toledo MZ, Fonseca NR, César ML, Soratto RP, Cavariani C and Crusciol CA (2009) Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical 39**: 124-133.

Vieira RD (1994) Teste de condutividade elétrica. In Vieira RD and Carvalho NM (ed.) **Teste de vigor em sementes**. FUNEP, Jaboticabal, p.103-132.

Vilela AO, Faroni LRD'A, Gomes JL, Souza AH and Cecon PR (2021) Isotiocianato de alilo como fumigante no feijão-caupi e seu efeito nas propriedades físicas dos grãos. **Revista Ciência Agronômica 52**: 1-7. (e20207287)

Villela FA and Peres WB (2004) Coleta, Beneficiamento e Armazenamento. In Ferreira AG and Borghetti F **Germinação: do básico ao aplicado**. Artmed, Porto Alegre, 323p.