

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL

Wagner Fabian Gonçalves Santos

**Armazenabilidade de sementes crioulas de feijão-fava
em diferentes embalagens**

Montes Claros

2020

Wagner Fabian Gonçalves Santos

**Armazenabilidade de sementes crioulas de feijão-fava
em diferentes embalagens**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Delacyr da Silva Brandão Júnior

Montes Claros
Fevereiro de 2020

Santos, Wagner Fabian Gonçalves.

S237a
2020

Armazenabilidade de sementes crioulas de feijão-fava em diferentes embalagens [manuscrito] / Wagner Fabian Gonçalves Santos. Montes Claros, 2020.
58 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Área de concentração em Produção Vegetal. Universidade Federal de Minas Gerais / Instituto de Ciências Agrárias.

Orientador: Delacyr da Silva Brandão Júnior

Banca examinadora: Érika Endo Alves, Cândido Alves da Costa, Delacyr da Silva Brandão Júnior.

Inclui referências: f. 29-34.; 57-58.

1. Vagem -- Teses. 2. Germinação -- Teses. 3. Sementes -- Qualidade -- Teses. 4. Sementes -- Armazenamento -- Teses. I. Brandão Júnior, Delacyr da Silva. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 631.53

ELABORADA PELA BIBLIOTECA UNIVERSITÁRIA DO ICA/UFMG
Nádia Cristina Oliveira Pires / CRB-6/2781

Wagner Fabian Gonçalves Santos

Armazenabilidade de sementes crioulas de feijão-fava em diferentes embalagens

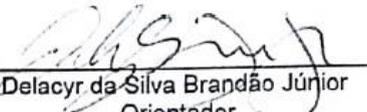
Aprovado pela banca examinadora constituída pelos professores:

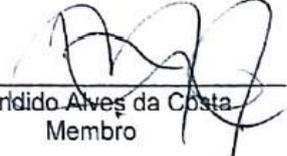
Profa. Dra. Érika Endo Alves
ICA-UFMG

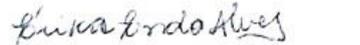
Prof. Dr. Cândido Alves da Costa
ICA-UFMG

Prof. Dr. Delacyr da Silva Brandão Júnior
Orientador ICA-UFMG

Montes Claros, 17 de fevereiro de 2020.


Delacyr da Silva Brandão Júnior
Orientador


Cândido Alves da Costa
Membro


Érika Endo Alves
Membro

Montes Claros, 17 de fevereiro de 2020.

Dedico esta conquista à minha esposa Soraya Mesquita pelo apoio e motivação por se fazer sempre presente nas dificuldades vividas. Aos meus filhos João Pedro e Rodrigo pelos incentivos, amor, respeito, dedicação e pela contribuição valiosa que deram na construção deste trabalho. À minha mãe, Eva Gonçalves, aos meus parentes e amigos pelo suporte e presença nessa minha caminhada em direção ao conhecimento.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por tornar essa conquista possível, sendo meu refúgio inspiração nos momentos de fraqueza.

À minha esposa Soraya Mesquita, obrigado por ser minha companheira diária de renovação, por sua sabedoria e parcialidade sempre auxiliando com conselhos e palavras que aquecem a minha alma.

Aos meus filhos João Pedro e Rodrigo pelo amor, respeito e incentivo para que tudo ocorresse bem.

À toda minha família por todo o apoio. Em especial à minha mãe Eva Gonçalves, à Manu e João Pedro, que sempre me socorreram na realização do experimento.

Ao Prof. Dr. Delacyr pela orientação, paciência, apoio, compreensão e conhecimentos compartilhados durante essa jornada.

Ao Prof. Dr. Alcinei por todo empenho e imensurável contribuição para que o trabalho fosse finalizado.

À Aldenir minha coorientadora pelo empenho, suporte e ensinamentos valiosos recebidos.

Ao Sementec por toda ajuda durante o desenvolvimento da pesquisa e pelo companheirismo em especial Josy, Victor, Camila Cunha e Camila, vocês foram essenciais e mostraram sempre disponíveis nesse processo.

Ao Programa de Pós-graduação em Produção Vegetal da Universidade Federal de Minas Gerais – ICA/UFMG, por possibilitar esse sonho.

Aos professores da banca examinadora pela participação e contribuições. Aos professores do Programa de Pós-graduação pelos ensinamentos durante o curso.

Ao Instituto de Ciências Agrárias e ao Laboratório de Análise de Sementes por possibilitar o desenvolvimento da pesquisa.

Aos meus colegas de trabalho no IMA, Marcos Guimarães, Milena Maia, Luciana de Freitas, Silvana e Luciene pelo companheirismo, incentivo e por possibilitar a realização desta conquista.

Ao produtor Pedro Borá que disponibilizou as sementes de fava utilizadas na realização deste trabalho.

Meu muito obrigado!

“Um semeador saiu a semear. E, semeando, parte da semente caiu ao longo do caminho; os pássaros vieram e a comeram. Outra parte caiu em solo pedregoso, onde não havia muita terra, e nasceu logo, porque a terra era pouco profunda. Logo, porém, que o sol nasceu, queimou-se, por falta de raízes. Outras sementes caíram entre os espinhos: os espinhos cresceram e as sufocaram. Outras, enfim, caíram em terra boa: deram frutos, cem por um, sessenta por um, trinta por um. Aquele que tem ouvidos, ouça”.

(Mt 13, 4-9)

Armazenabilidade de sementes crioulas de feijão-fava em diferentes embalagens

RESUMO

O feijão-fava, *Phaseolus lunatus* L., cultivado principalmente pela agricultura familiar, é de grande importância na alimentação humana e animal por fornecer proteínas e aminoácidos, incrementando a renda e garantindo soberania alimentar às famílias. No contexto relativo às mudanças climáticas ocorridas, o feijão-fava possui grande rusticidade e adaptação ao clima semiárido. Conservar sementes sob condições ideais, umidade e temperatura adequadas garante redução das atividades metabólicas e a armazenabilidade das sementes. O armazenamento adequado das sementes, bem como as embalagens utilizadas, contribuem para manutenção da germinação e do vigor das sementes. O presente trabalho tem por objetivo avaliar por meio de testes físicos e fisiológicos a qualidade das sementes de uma variedade crioula de feijão-fava em diferentes embalagens e períodos de armazenamento, visando garantir a conservação da qualidade delas em casas e bancos de sementes. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado. As análises do experimento foram realizadas no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal de Minas Gerais. Para avaliação da qualidade das sementes de feijão-fava foram utilizados atributos físicos (pureza física, peso de 1000 sementes, grau de umidade, biometria da semente, comprimento, largura, espessura, tamanho, formato, cor da semente e retenção de peneiras) e atributos fisiológicos (germinação e vigor – primeira contagem, índice de velocidade de germinação, peso úmido de parte aérea e raiz de plântulas e matéria seca de plântulas). A metodologia utilizada foi a preconizada pelas Regras de Análise de Sementes (RAS - Brasil, 2009) e por descritores mínimos para *Phaseolus lunatus* L. Para cada embalagem, foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F, ao nível de 5 %, a fim de verificar a presença de interação significativa e dos efeitos simples de cada tratamento. Foi realizado o teste de comparação múltipla das médias pelos testes *Tukey* ao nível de 5 % de significância entre os tratamentos comuns. Para comparar as médias da testemunha com os tratamentos comuns recorreu-se ao teste *Dunnnett* ao nível de 5 % de significância. Para estudar o efeito do armazenamento sobre as variáveis avaliadas foi feita a análise de regressão. Todas as análises foram feitas com o auxílio do R por meio de programação. Pelos resultados, pode-se concluir que o armazenamento de sementes de feijão-fava é viável em pequenas propriedades rurais usando-se embalagem impermeável de saco de polietileno aluminizado. A germinação e o vigor das sementes analisadas neste trabalho diminuíram ao longo do período de armazenamento, independentemente do tipo de embalagem utilizada. No entanto, as sementes armazenadas em embalagem impermeável de saco de polietileno aluminizado apresentaram melhores resultados. Não é recomendado armazenar sementes de feijão-fava em embalagens permeáveis de papel por apresentaram os menores índices de qualidade (germinação e vigor) ao final do período de armazenamento, quando comparadas à testemunha e às embalagens semipermeável e impermeáveis.

Palavras-chave: *Phaseolus lunatus*. Germinação. Vigor. Embalagem. conservação.

Storability of creole fava bean seeds in different packages

ABSTRACT

Fava beans, *Phaseolus lunatus L.*, cultivated mainly by family farming, are of great importance in human and animal nutrition as they provide proteins and amino acids, increase income and guarantee food sovereignty for families. In the context of climate changes that have occurred, fava beans are highly rustic and adaptable to the semi-arid climate. Preserving seeds under ideal conditions, adequate humidity and temperature ensures reduced metabolic activities and seed storability. Proper seed storage and packaging contribute both to maintaining germination and seed vigor. This study aimed to evaluate through physical and physiological tests the quality of the seeds of a creole variety of fava beans in different packages and storage periods so as to guarantee the conservation of their quality in households and seed banks. The experimental design was completely randomized. The analyses were carried out at the Seed Testing Laboratory of the Federal University of Minas Gerais. In order to evaluate the quality of fava bean seeds, physical (purity, weight of 1000 seeds, degree of humidity, seed biometry, length, width, thickness, size, shape, color and retention on sieves) and physiological (germination and vigor - first count, germination speed index, fresh mass of aerial part and seedling roots, and seedling dry matter) attributes were used. The methodology was the one recommended by the Seed Analysis Rules (RAS - Brazil, 2009) and by minimum descriptors for *Phaseolus lunatus L.* Four repetitions of 25 seeds were used for each package. The data were submitted to analysis of variance by the F test at the 5% level in order to verify the presence of significant interaction and the simple effects of each treatment. Multiple comparison tests for the means were performed by using the Tukey tests at the level of 5% of significance between common treatments. In order to compare the control means with the common treatments, Dunnett's test was used at a 5% significance level. Regression analysis was performed so as to evaluate the effect of storage on the variables assessed. All statistical analyses were performed by using R Statistical Software. Based on the results, it can be concluded that the storage of fava bean seeds is viable in small rural properties by using impermeable packaging of aluminized polyethylene bag. The germination and vigor of the seeds decreased throughout the storage period regardless of the type of packaging. However, seeds stored in impermeable packaging or in aluminized polyethylene bags showed better results. It is not recommended to store fava bean seeds in permeable paper packaging because they had the lowest quality indexes (germination and vigor) at the end of the storage period when compared to the control and to semipermeable and impermeable types of packaging.

Keywords: *Phaseolus lunatus*. Germination. Vigor. Packaging. Conservation.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Imagem ilustrativa de partes e morfologia externa da planta de feijão-fava	17
Figura 2 – Figura ilustrativa de partes e morfologia externa da plântula (A), e de sementes (B), de feijão-fava.....	18
Figura 3 – Foto do aparelho termo-higrômetro utilizado no monitoramento da temperatura e umidade no local de armazenamento.....	38
Figura 4 – Fotos do processo de sanitização das embalagens utilizadas no experimento	38
Figura 5 – Fotos do processo de determinação da umidade das sementes utilizadas no experimento ...	39
Figura 6 – Fotos do processo de determinação peso de 100 sementes utilizadas no experimento	40
Figura 7 – Fotos do processo de determinação biométrica das sementes utilizadas no experimento.....	40
Figura 8 – Fotos dos equipamentos utilizados no laboratório durante avaliação do experimento. Balança de precisão (A), Estufa a 105 °C. (B) e Dessecador (C)	41
Figura 9 – Fotos da montagem do teste de germinação das sementes utilizadas no experimento	42
Figura 10 – Fotos referentes aos parâmetros adotados para identificação de sementes normais, anormais e morta no experimento	42
Gráfico 1 – Umidade relativa e temperatura, máxima, mínima e média, monitoradas pelo termo-higrômetro instalado em ambiente de sala – no ICA – UFMG, município Montes Claros – MG, no período de 28 setembro de 2018 a 28 setembro de 2019.....	45
Gráfico 2 – Valores médios de teor de água (% b.u.) de sementes crioulas de feijão-fava, variedade Lagartixa, durante armazenamento em diferentes embalagens (Montes Claros, MG, 2020)	47
Gráfico 3 – Valores médios de peso de 100 sementes (g) de sementes crioulas de feijão-fava, variedade Lagartixa, durante armazenamento em diferentes embalagens (Montes Claros, MG, 2020)	49
Gráfico 4 – Valores médios de Germinação (%) de sementes crioulas de feijão-fava, variedade Lagartixa, durante armazenamento em diferentes embalagens (Montes Claros, MG, 2020).....	51
Gráficos 5 – Gráficos referente aos valores médios de primeira contagem (A) (PC%), plântulas anormais (B)(PA), sementes mortas (C)(SM), índice de velocidade de germinação (D) (IVG) de sementes crioulas de feijão-fava, variedade Lagartixa, durante armazenamento em diferentes embalagens (Montes Claros, MG, 2020)	52
Gráficos 6 – Gráficos referentes aos valores médios de matéria seca parte aérea (E)(MSA%), matéria seca da raiz (F)(MSR%), valores médios de matéria fresca parte aérea (G)(MFA%), matéria fresca da raiz (H)(MFR%), de sementes crioulas de feijão-fava, variedade Lagartixa, durante armazenamento em diferentes embalagens (Montes Claros, MG, 2020).....	54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cor do tegumento de sementes e nome popular da variedade de feijão-fava produzidos no Norte de Minas Gerais (Bocaiuva, MG, 2019)	41
Tabela 2 – Resumo dos quadrados médios referente a presença de interação significativa e dos efeitos simples pelo teste F na ANOVA	44
Tabela 3 – Valores médios de peso de 100 sementes (g) de sementes crioulas de feijão-fava, variedade Lagartixa, durante armazenamento em diferentes embalagens (Montes Claros, MG, 2020)	44
Tabela 4 – Valores médios de teor de água (% b.u.) de sementes crioulas de feijão-fava, variedade Lagartixa, durante armazenamento em diferentes embalagens (Montes Claros, MG, 2020)	46
Tabela 5 – Valores médios de germinação (%) de sementes crioulas de feijão-fava, variedade Lagartixa, durante armazenamento em diferentes embalagens (Montes Claros, MG, 2020)	50
Tabela 6 – Coeficientes de regressão referentes a germinação (G), primeira contagem (PC), plântulas anormais (PA), sementes mortas (SM), índice de velocidade de germinação (IVG), matéria fresca (MF) e matéria seca (MS) de sementes crioulas de feijão-fava, variedade Lagartixa, durante armazenamento em diferentes embalagens (Montes Claros, MG, 2020)	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BOD	Estufa Incubadora BOD concebida para incubar testes de longa duração de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) é também utilizada nos testes de crescimento de plantas, germinação.
CAT	Enzima catalase
DIC	Delineamento inteiramente casualizado
EC	Embalagem Cartonada ou longa vida - embalagem composta por várias camadas de materiais diferenciados constituídos por 75 % de papel, 20 % de alumínio e 5 % de plástico-impermeável.
G (%)	Porcentagem de germinação
ICA/UFMG	Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais
IVG	Índice de velocidade de germinação
MF(%)	Porcentagem de massa fresca
MS(%)	Porcentagem de massa seca
LAS	Laboratório de Análise de Sementes
PA (%)	Porcentagem de plântulas anormais
PC(%)	Porcentagem de plântulas normais da primeira contagem
PEAD	Polietileno de Alta Densidade – embalagem de alta resistência, rigidez - impermeável.
PEBD	Polietileno de baixa densidade – embalagem com Flexibilidade e impermeabilidade, filmes flexíveis aluminizados.
PET	Polietileno Tereftalato – embalagem com baixo nível de absorção de umidade – semipermeabilidade.
PM(%)	Porcentagem de plântulas mortas
RAS	Regras de Análise de Sementes
SOD	Enzima superóxido dismutase
(% b.u.)	Teor de água

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	OBJETIVO GERAL	15
3	REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1	<i>Phaseolus lunatus</i> L.	16
3.2	Sementes crioulas	19
3.3	Condições ambientais e fatores que afetam a deterioração de sementes no armazenamento	21
3.4	Embalagens no armazenamento.....	25
3.5	Qualidade física e fisiológica	27
3.6	REFERÊNCIAS	29
4	ARTIGO – ARMAZENABILIDADE DE SEMENTES CRIULAS DE FEIJÃO-FAVA EM DIFERENTES EMBALAGENS	35
5	CONCLUSÕES	56
6	REFERÊNCIAS	57

1 INTRODUÇÃO

O armazenamento constitui-se em uma etapa essencial na produção de sementes de alta qualidade e que merece atenção. A semente precisa ser adequadamente armazenada, para que seja garantida sua qualidade física e fisiológica e que possibilite minimizar perdas na produção, caso contrário os esforços para o desenvolvimento do material e as técnicas culturais para a produção podem ser perdidos (GRISI; SANTOS, 2007).

É comum encontrar sementes crioulas de feijão-fava, tradicionalmente armazenadas em embalagens PET, nas propriedades familiares rurais, as quais são mantidas ao longo das gerações. O trabalho realizado pelos antepassados, cujos estoques de sementes localizados nas propriedades familiares têm um grande valor genético, tanto na biodiversidade quanto na segurança alimentar das populações locais e também em toda a sociedade brasileira (COPACHESKI, 2013).

De acordo com a Lei 10.711, as sementes crioulas são espécies de variedades local ou tradicional, usadas e conservadas pela agricultura familiar, comunidades indígenas, quilombolas e outros povos tradicionais, sendo adaptadas ao longo dos anos por esses agricultores para o tipo de região através de um tipo de seleção massal.

As populações “crioulas” são materiais essenciais para o melhoramento genético, pelo elevado potencial de adaptação às condições ambientais específicas (PATERNIANI *et al.*, 2000) e, por constituírem fonte de variabilidade genética que podem ser exploradas na busca por genes tolerantes e/ou resistentes aos fatores bióticos e abióticos (ARAÚJO; NASS, 2002).

O estudo e avaliação da qualidade física e fisiológica de sementes crioulas são muito importantes, uma vez que estão diretamente ligadas à capacidade da semente de desempenhar os seus papéis vitais e se desenvolver. Atestando a longevidade, germinação e vigor, para o cultivo de qualquer espécie (RODRIGUES *et al.*, 2015).

A qualidade das sementes é influenciada pelas condições de armazenamento entre a colheita e a semeadura. Durante o armazenamento, a temperatura e a umidade relativa são os principais fatores que influenciam na qualidade das sementes, especialmente no vigor. A umidade relativa está relacionada com o teor de água das sementes e controla o metabolismo dos processos. A temperatura influencia na velocidade dos processos bioquímicos e impacta indiretamente o teor de água das sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

O armazenamento é crucial para preservar as qualidades físicas, fisiológicas e sanitárias das sementes e também, fornecer material genético para pesquisa científica e agricultura. A longevidade o vigor das sementes é perdido naturalmente durante o armazenamento, cuja deterioração continua até as sementes ficarem inviáveis. Se as condições de armazenamento são inadequadas, a qualidade fisiológica dos lotes de sementes pode se deteriorar (BAUDET, 2012). A detecção a deterioração de sementes por meio de testes de vigor é um componente importante na avaliação da qualidade fisiológica e contribui para identificar problemas durante o período de armazenamento.

A embalagem usada e o ambiente em que as sementes estão armazenadas são importantes, considerando que deterioração também está associada às características da embalagem que contém as sementes isso determina a quantidade de troca de vapor de água entre as sementes e a atmosfera e as condições ambientais sob o qual as sementes são armazenadas.

Dentre as principais funções de uma embalagem o conter e o proteger, são muito importantes. Segundo (HENRIETTE *et al.*, 2004), conter significa que a embalagem tem a função de condicionar uma determinada quantidade de semente, o que facilita o transporte, estocagem, venda e utilização do produto. Proteger, segundo o autor, é considerado uma das mais importantes funções, já que a embalagem se transforma em uma barreira entre a semente e o ambiente externo, evitando ao máximo que o seu processo de deterioração seja acelerado devido à presença de fatores ambientais (luz, O₂, umidade).

Tendo em vista a necessidade de preservar a biodiversidade, o potencial genético deste material, permitindo mantê-lo viável por longo período de tempo, torna-se necessário e indispensável viabilizar condições de armazenamento eficazes, no sentido de promover tecnologia eficiente e sustentável para a conservação da qualidade e viabilidade, vigor e germinação de sementes crioulas de feijão-fava, durante o período de armazenamento.

Portanto, o presente estudo tem o objetivo de avaliar a qualidade física e fisiológica de sementes de crioulas de feijão-fava, durante o armazenamento sob condição ambiente, em diferentes embalagens, visando possibilitar a conservação da qualidade das mesmas em casas e bancos de sementes.

2 OBJETIVO GERAL

O objetivo deste estudo foi avaliar a qualidade física e fisiológica de sementes de crioulas de feijão-fava, durante o armazenamento sob condição do semiárido, em diferentes embalagens, visando favorecer a conservação da qualidade das mesmas em casas e bancos de sementes.

2.1 Objetivos Específicos

- Promover tecnologia eficiente e sustentável no que se refere à armazenabilidade de sementes crioulas de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.);
- Selecionar embalagens que favoreçam menores alterações no teor de água, no peso, na matéria seca, na germinação e no vigor de sementes crioulas de feijão-fava, durante o armazenamento sob condições climáticas do semiárido no Norte de Minas, visando a conservação da qualidade física e fisiológica das mesmas, por um maior período;
- Possibilitar o acesso ao material pertencente aos guardiões da semente, proveniente dos bancos e casas de sementes, favorecendo a armazenabilidade;
- Contribuir com a manutenção do potencial de variabilidade genética de sementes crioulas, preservando suas características desejáveis, durante o armazenamento;
- Motivar a reciclagem de materiais e seu reaproveitamento.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 *Phaseolus lunatus* L.

Segundo Cronquist (1988), o gênero *Phaseolus* pertence ao filo Magnoliophyta, classe Magnoliosida, subclasse Rosidae, ordem *Fabales*, família *Fabaceae*, sub-família *Faboideae*, tribo *Phaseoleae* e sub tribo *Phaseolinae*. Broughton *et al.* (2003), afirmam que a família *Faboideae* é uma das maiores entre as dicotiledôneas, com 643 gêneros e 18.000 espécies distribuídas por todo o mundo, especialmente nas regiões tropicais e subtropicais.

Para o *Phaseolus lunatus* L. (feijão-fava, feijão lima), de acordo com Esquivel *et al.*, (1990), a teoria de Mackie (1943), é mais completa, pois supõe que é originário da Guatemala, de onde dispersou-se em três direções, possivelmente seguindo as rotas de comércio: Ramificação Hopi, seguindo para o norte, atingindo os Estados Unidos; Ramificação Caribe, seguindo para o leste, atingindo as Antilhas e, daí, para o norte da América do Sul e Ramificação Inca, seguindo para o sul, atingindo a Colômbia, Equador e Peru.

O feijão-fava é a segunda leguminosa de maior importância do gênero *Phaseolus*, por apresentar alto valor nutritivo, contendo vitaminas, proteínas e sais minerais, que são elementos essenciais na nutrição humana e alternativas de renda e alimento para a população do semiárido norte mineiro. Por não existir programa de adubação mineral e orgânica, o baixo rendimento e retorno econômico são inevitáveis, tornando a cultura praticamente de subsistência, sendo comercializada em feiras livre apenas o excedente da produção (VIEIRA, 1992; SANTOS *et al.*, 2002; FRAZÃO *et al.*, 2004). As espécies do gênero *Phaseolus* nativas das Américas são consideradas para algumas regiões o principal alimento e fonte de proteína (SILVA; COSTA, 2003).

O número de espécies ainda não é exato, sendo que o *P. lunatus* L. pode apresentar hábito de crescimento determinado ou indeterminado. O hábito de crescimento determinado é caracterizado pelo desenvolvimento completo da gema apical em uma inflorescência, enquanto o indeterminado caracteriza-se pelo desenvolvimento da gema apical em uma guia.

Para as variedades de crescimento indeterminado, as plantas necessitam ser tutoradas com guias para melhorar o estabelecimento da cultura ou plantadas em consórcios. Seu cultivo geralmente ocorre em consórcio com milho, mandioca ou mamona, tomando as plantas dessas culturas como suporte (AZEVEDO *et al.*, 2003), que serve de tutor natural para o feijão-fava.

O feijão-fava possui variabilidade genética, com sementes de tamanhos, formas e cores variadas. As variedades cultivadas de feijão-fava podem ser anuais, bianuais ou perenes. O sistema radicular é formado pela raiz principal, raízes secundárias e terciárias. O caule pode atingir de 1 a 4,5m de comprimento, apresentando ramificações (AZEVEDO *et al.*, 2003; BEYRA; ARTILES, 2004; SANTOS *et al.*, 2002).

As folhas são trifoliadas e possuem um verde mais escuro que outras espécies do gênero, mesmo após o amadurecimento das vagens (SANTOS *et al.*, 2002). As estípulas são persistentes e seu comprimento varia de 1,5 a 2,5 mm. O limbo possui a forma triangular à lanceolada. O pecíolo é glabro ou pubescente, seu comprimento pode variar de 1,2 a 1,8cm. Os folíolos, de 6 a 8 por 4 a 6 cm, podem ser ovados a rômnicos, deltoides ou deltoides-ovados, membranosos ou subcoriáceos e glabros ou

pubescentes, sua base pode ser arredondada ou amplamente cunheada e o ápice é agudo (BEYRA; ARTILES, 2004), conforme a Figura 1.

Figura 1 – Imagem ilustrativa de partes e morfologia externa da planta de feijão-fava



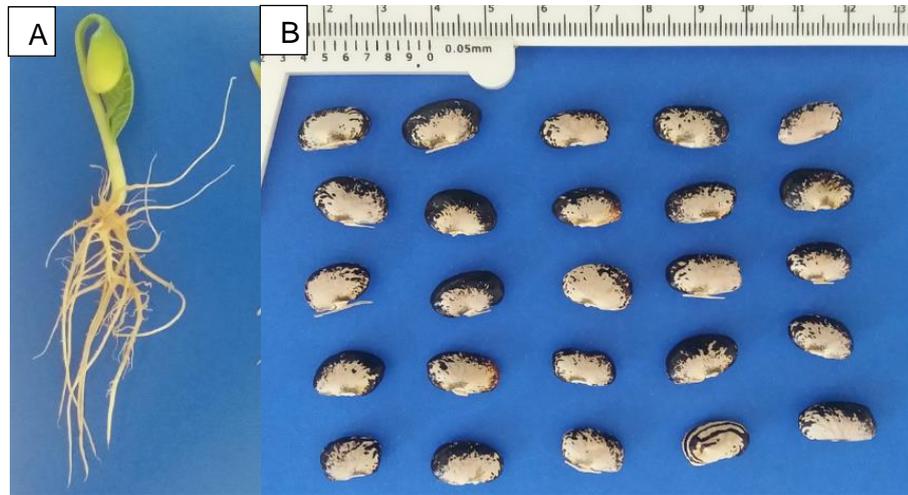
Fonte: PHASEOLUS, 2019.

A floração e frutificação ocorrem de novembro a março quando o plantio é realizado em agosto. É uma espécie autógama com aproximadamente 10% de fecundação cruzada. A inflorescência é em forma de racemo com de diferentes tamanhos, maiores que as folhas e com muitas flores, variando de 8 a 25 cm de comprimento. As flores apresentam mesma variação de cores que as do feijão comum, sendo inferiores a 10 mm. A corola pode ser lilás, rosada a violeta ou branca. As brácteas podem ser oblongo-ovaladas e seu comprimento pode variar de 1 a 2 mm (BEYRA; ARTILES, 2004). As bractéolas são arredondadas e menores que o cálice. As vagens são compridas, achatadas, recurvadas, coriáceas, pontiagudas, e podem ser deiscentes, variando de 3 a 8 cm de comprimento por 1,5 a 2,0cm de largura.

As vagens apresentam-se achatadas, curvas, coriáceas, pontiagudas e podem coloração bege quando no ponto de colheita, contendo de 2 a 4 sementes no seu interior. Verifica-se dentro da espécie uma grande variação em relação à cor do tegumento e tamanho dos grãos (AZEVEDO *et al.*, 2003; SANTOS *et al.*, 2002).

As sementes rombóides, redondas ou em forma de rins, apresentam de 6 a 10 mm comprimento por 5 a 9 mm de largura com o peso de 100 sementes variando de 30 a 300 g. A variação da cor do tegumento da semente é grande, podendo ser branco, verde, cinza, amarelo a marrom, róseo, vermelho, púrpuro, preto ou manchado e sarapintado. O hilo é oblongo curto e central (BEYRA; ARTILES, 2004; VIEIRA, 1992), Figura 2.

Figura 2 – Figura ilustrativa de partes e morfologia externa da plântula (A), e de sementes (B), de feijão-fava



Fonte: Do autor, 2020.

Uma característica peculiar a algumas variedades de sua espécie, que o diferencia de outros feijões, são as linhas que irradiam do hilo em direção à região dorsal das sementes. Possui germinação epígea, os cotilédones das sementes são lançados acima da superfície do solo na germinação (AZEVEDO *et al.*, 2003; SANTOS *et al.*, 2002).

A cultura do feijão-fava tem merecido pouca atenção por parte dos órgãos de pesquisa e extensão, o que resulta em limitado conhecimento das suas características agrônômicas (SANTOS *et al.*, 2002; SOARES *et al.*, 2010).

O feijão-fava é cultivado e comercializado por várias regiões do mundo, como na América do Norte, América do Sul, Europa, leste e oeste da África e sudeste da Ásia (BAUDOIN, 1988). Porém, quando comparada com outra espécie como o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) e o feijão caupi (*Vigna unguiculata* L.) a sua aceitação pelos consumidores é bem menor. No entanto a sua rusticidade e adaptabilidade a climas com elevadas temperaturas e condições de encharcamento do solo são superiores as do feijoeiro comum (LYMMAN, 1983), tendo sua colheita prolongada e realizada no período seco.

Acredita-se que as principais razões para o cultivo relativamente limitado do feijão-fava sejam o hábito do consumo de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) e caupi (*Vigna unguiculata* L.), o paladar amargo de muitas variedades, devido à presença de ácido cianídrico (HCN) e o tempo de cocção mais longo, necessitando cozinhar duas ou mais vezes, além da falta de variedades adaptadas às condições climáticas das regiões de cultivo (LYMMAN, 1983).

A baixa produtividade pode ser atribuída ao fato de parte da produção ser oriunda de pequenos produtores, em consórcios, sem adoção de tecnologias que vise o aumento da produtividade, como o uso de variedades melhoradas (SANTOS *et al.*, 2002; VIEIRA, 1992).

A caracterização morfológica de variedades de feijão fava possibilita a escolha de materiais com boa resposta em termos de produtividade e comportamento nas diferentes condições ambientais de cultivo (SANTOS *et al.*, 2002).

A maioria dos genótipos de feijão-fava usadas no Brasil possui ciclo biológico tardio, durando cerca de seis meses, hábito de crescimento indeterminado, porte trepador e maturação desuniforme, sendo a colheita realizada em vários repasses (VIEIRA *et al.*, 1992).

O feijão-fava pode ser plantado durante todo o ano, em áreas baixas e quentes. No Norte de Minas, predominam os plantios de sequeiro, com a semeadura sendo realizada no início do período chuvoso. Bem adaptado à má distribuição das chuvas da região, desenvolvem-se melhor em solo arenoso-argiloso, fértil, bem drenado, com pH entre 5,6 e 6,8, utilizando-se espaçamento de 0,5 a 1,0 m entre fileiras, para as cultivares anãs e trepadoras, respectivamente e de 0,5 m entre covas. Plantam-se de 3 a 4 sementes por cova, permanecendo duas plantas após o desbaste. Suas sementes apresentam variedade de cores e tamanhos, caracterizando a grande diversidade genética disponível (AZEVEDO *et al.*, 2003; SANTOS *et al.*, 2002).

O rendimento de grãos secos e o preço alcançado com o feijão-fava podem ser mais elevados do que os verificados com o feijão comum, podendo atingir valor da ordem do dobro às vezes o triplo do preço do feijão comum em períodos em que há escassez do produto no mercado (SOARES *et al.*, 2010).

O feijão-fava possui formas de consumo variadas, tem grande importância na alimentação humana e animal (SILVA *et al.* 2017), podendo ser usado como adubo verde e cultura de cobertura (VIEIRA, 1992). Na alimentação humana são utilizados grãos secos ou verdes e as vagens em conserva (FILGUEIRA, 2008).

3.2 Sementes crioulas

Também chamadas de sementes tradicionais, (sementes da paixão ou sementes da solidariedade), as sementes crioulas são por definição, variedades desenvolvidas adaptadas ou produzidas por agricultores familiares ou camponeses, assentados da reforma agrária, quilombolas ou indígenas com características bem determinadas e reconhecidas pelas respectivas comunidades. Segundo Franco *et al.* (2013), os agricultores familiares que trabalham com agricultura de base ecológica armazenam sementes crioulas em suas propriedades, são considerados “guardiões das sementes crioulas”.

Essas sementes auxiliam os agricultores em sua sobrevivência, possibilitando a produção do seu próprio alimento e um acréscimo na renda familiar com a venda do excedente, sendo assim uma forma de sustento e de manutenção de suas práticas e tradições (GARCINDO, 2009). Finatto e Salamoni (2008) mencionam que a comercialização é apenas do excedente da produção.

As sementes crioulas são mantidas e melhoradas há mais de 10.000 anos por diversas culturas no mundo porque essas espécies têm uma grande variabilidade genética, permitindo os agricultores familiares a utilização desse benefício para enfrentar as variações climáticas sazonais e edáficas, pragas, entre outros fatores (CARVALHO, 2003). Essas sementes fazem parte da identidade cultural e do patrimônio biológico dessas comunidades não apenas como mercadoria, mas, também, como preservação da história de vida das famílias que as conservam (SOARES; ALBA, 2009).

Em algumas regiões, como no semiárido, foram desenvolvidos os bancos de sementes comunitários que constituem estoques administrados pelos próprios agricultores, os quais tem a capacidade de assegurar o acesso e garantir a manutenção do grande número de variedades de

sementes (CUNHA, 2013). A diversidade intraespecífica dessas sementes promove os sistemas produtivos, conferindo maior resistência aos ataques de pragas e doenças que possam atacar essas plantas e, também, adquirindo resistência às variações climáticas (LONDRES, 2014).

O Norte de Minas Gerais possui uma área de aproximadamente 12.000 Km², com localização geográfica estratégica para a conservação da biodiversidade no estado, pois está situado numa área de transição, entre os biomas caatinga, cerrado e mata atlântica (DRUMMOND *et al.*, 2005). As precipitações anuais variam de 1100 mm, nos municípios situados ao sul e a oeste dessa região e chegam a atingir 750 mm no centro/norte com distribuição irregular Dayrell (1998), proporcionando clima quente e seco, ideal para a conservação de sementes armazenadas.

Segundo Martins *et al.*, (2018), para muitas famílias de agricultores do Norte de Minas Gerais, as sementes crioulas são imbuídas de um simbolismo próprio que revelam complexas estratégias para preservar e perpetuar um patrimônio genético e cultural do qual são verdadeiros depositários, configurando em um mecanismo vital para a sustentabilidade econômica e ecológica dos sistemas agrícolas, para garantia da soberania e segurança alimentar e reprodução da agricultura familiar.

O manejo das variedades crioulas constitui uma importante estratégia para os agricultores, especialmente para aqueles cujas áreas estão localizadas em região de clima instável (LONDRES, 2014). Dessa forma, é notável que as sementes crioulas estejam em constante processo de adaptação ao meio e às práticas de manejo. Esse processo é influenciado pelos tradicionais sistemas de trocas de material genético realizadas pelos agricultores e pelo conhecimento adquirido por eles ao longo do tempo, durante o trabalho com essas variedades (CUNHA, 2013).

Seguindo essa linha de pensamento, Linhares e Rodrigues (2008) afirmaram que muito antes de começarem os estudos genéticos, teve início o desenvolvimento de seleção das variedades de sementes, a partir da observação da natureza para obtenção de maior produção.

De acordo com, Martins *et al.* (2018), as famílias realizam a seleção das sementes a partir das melhores vagens, espigas ou das condições específicas do cultivo de cada planta ou de cada lavoura tendo o cuidado de armazená-las para posterior utilização, sendo que quantidades menores geralmente são armazenadas em garrafas PET ou em sacolas plásticas. Quando em quantidades maiores, as sementes são armazenadas em tambores plásticos hermeticamente fechados e algumas famílias costumam tratá-las com cinzas e utilizam o barro para vedar as embalagens.

De acordo com Franco *et al.* (2013), a produção de sementes crioulas permite a reprodução e a perpetuação das espécies, obtida a partir da seleção nas próprias lavouras, levando consigo a adaptação específica de cada região. Os “Bancos Comunitários de Sementes” são considerados uma reserva estratégica, pois esses materiais ficam preservados em locais apropriados. Os agricultores podem adquirir as sementes nas feiras livres, encontros regionais ou pelo sistema de troca de sementes e dar continuidade ao processo de multiplicação e distribuição dessas espécies nativas domesticadas.

Ao contrário das sementes convencionais, as sementes crioulas carregam a questão cultural, garantem a soberania alimentar, e representam para o pequeno agricultor uma excelente alternativa (BRUSH, 2000). Neste sentido são importantes o seu resgate e a sua multiplicação, uma vez que colabora no aumento da biodiversidade local. Além disso, contribui para a resistência ao aumento do uso de sementes produzidas no sistema de agricultura industrial ou moderna, que torna o agricultor dependente da indústria agroquímica, do uso de máquinas e de sementes melhoradas geneticamente,

umentando o custo da lavoura e que pode provocar danos ao meio ambiente.

No Norte de Minas Gerais, existem várias associações e cooperativas, criadas com o objetivo de manter a preservação e o cuidado com estas sementes, necessitando, no entanto, de acordo com Finatto e Corrêa, (2011), o apoio do poder público para que esta estrutura se mantenha.

A produção de sementes crioulas visa a agroecologia e esta, por sua vez, segundo Longhi (2008), tem como objetivo a reprodução da vida e busca, primordialmente, a produção de subsistência. A prática de colecionar sementes crioulas é antiga. As populações tradicionais desenvolveram esse hábito que foi se perdendo com o tempo, mas que ainda se mantém e costuma ser empregado nos sistemas de produção de base ecológica.

Segundo o Artigo 2º da Lei Nº 10.831 de 23 de dezembro de 2003, a Agroecologia pode ser considerada um sistema orgânico de produção. Coelho *et al.* (2011), afirmam que as sementes crioulas provenientes do sistema agroecológico, podem ter maior valor nutricional em relação às sementes melhoradas ou híbridas. Os cultivares crioulos são melhor adaptados às regiões, mais baratos do que os híbridos e possuem alto valor nutricional.

Segundo Franco *et al.*, (2013), os agricultores relatam que é difícil a obtenção de sementes “puras” referindo-se às modificações nas sementes, devido às seleções decorrentes do processo produtivo.

De acordo com Nuñez e Maia (2006), a seleção, conservação e melhoramento dessas sementes, realizados e selecionados pelos agricultores, é o que mantém a biodiversidade de cultivos e a adaptação das diferentes espécies às regiões.

Devido à necessidade de preservação das sementes crioulas, tem-se observado um expressivo aumento do número de estudos que avaliam os atributos da qualidade física, fisiológica e sanitária das sementes de cultivares de diversas espécies, a exemplo dos trabalhos realizados com sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) (SILVA, 2015), feijão carioca (*Phaseolus vulgaris* L.) (OLIVEIRA NETO *et al.*, 2012), feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) (ADVÍNCULA *et al.*, 2015) e milho (*Zea mays* L.) (NERLING *et al.*, 2014).

3.3 Condições ambientais e fatores que afetam a deterioração de sementes no armazenamento

A deterioração é um processo determinado por uma série de alterações fisiológicas, bioquímicas, físicas e citológicas com início a partir da maturidade, em ritmo progressivo, determinando a queda do potencial de desempenho (germinação e vigor) e culminando com a morte da semente (MARCOS FILHO, 2015).

No momento em que a maturidade fisiológica é atingida no campo, se inicia o armazenamento das sementes, sendo este o ponto de maior qualidade. Dependendo das condições ambientais e de manejo, pode haver em seguida, redução de sua qualidade fisiológica, pela intensificação do fenômeno da deterioração, processo inexorável e irreversível (HARRINGTON, 1971).

A deterioração das sementes ocorre durante o armazenamento, resultando em uma perda gradual do vigor, levando à morte e afetando, portanto, a produção. A temperatura e a umidade são os principais fatores que afetam a longevidade das sementes, durante o armazenamento (WALTERS; BALESTEROS; VERTUCCI, 2010; WANG *et al.* 2015).

Segundo Marcos Filho (2015), o processo de deterioração de sementes tem recebido considerável atenção da literatura, podendo ser destacadas clássicas revisões efetuadas por Priestley (1986), McDonald (1999). Esses trabalhos mostram que, com o envelhecimento das sementes, as membranas perdem a permeabilidade seletiva, as enzimas tornam-se menos eficientes para exercerem sua capacidade catalítica e os cromossomos podem acumular aberrações ou mutações.

Como consequência do tempo de estocagem, pode ocorrer a redução da velocidade de crescimento das plântulas, aumento da permeabilidade da membrana citoplasmática, redução da atividade de algumas enzimas, maior susceptibilidade a estresses, mudanças na respiração, alteração nas reservas alimentícias, alteração na cor e na velocidade de síntese dos compostos orgânicos. A deterioração é um processo complexo e provavelmente, não ocorre de maneira uniforme nas diferentes partes das sementes. Todos os lotes são compostos por sementes com variação de potenciais de desempenho, nunca é constituído, exclusivamente, por sementes de alto ou de baixo vigor (MARCOS FILHO, 2015).

A evolução da deterioração dificilmente é identificada pelas alterações morfológicas nas sementes, uma das raras exceções é o escurecimento do tegumento de sementes de leguminosas durante o armazenamento. Manifestações fisiológicas como redução da velocidade de germinação de crescimento da plântula; menor resistência a condições desfavoráveis e à ação de microrganismos no início do desenvolvimento das plântulas; decréscimos do potencial de armazenamento, aumento da taxa de anormalidade de plântulas, associada à morte de tecidos ou distúrbios e perda do poder germinativo são mais evidentes (MARCOS FILHO, 2015).

Para McDonald (1999), visando a melhor compreensão do processo de deterioração, deve-se considerar a influência da peroxidação de lipídios sobre a eficiência das mitocôndrias, que provoca a liberação do radical superóxido e promove o ataque de radicais livres, provocando alterações nas membranas das cristas das mitocôndrias e decréscimo na formação de ATP durante a germinação.

De acordo com Marcos Filho (2015), estas alterações respiratórias durante a deterioração determinam: declínio do consumo de oxigênio pelos tecidos embrionários e de reserva e aumento do quociente respiratório; decréscimo da atividade de enzimas respiratórias; aumento da liberação de gás carbônico; produção de etanol e de aldeídos voláteis, tóxicos a germinação. Tais alterações reduzem o número, a integridade, a atividade e eficiência e a degeneração das estruturas das mitocôndrias, comprometendo os mecanismos de reparo das membranas e o DNA.

A peroxidação de lipídios pode ser a causa mais frequente de deterioração e perda de viabilidade das sementes, pois é um fator que leva à redução do teor de lipídios nas sementes durante o armazenamento. Muitas vezes, esse fator pode ser ativado pela ação do oxigênio em um dado ácido graxo polinsaturado, presente nas membranas das sementes. Além disso, no processo de deterioração de sementes, o aumento da peroxidação de lipídios resulta em danos à membrana celular e consequente geração de subprodutos tóxicos (SCHWEMBER; BRADFORD, 2010).

A formação de radicais livres como, as espécies reativas de oxigênio, é uma das principais causas da perda de vigor e eventual morte das sementes, a qual frequentemente é atribuída à degradação oxidativa acumulada de constituintes celulares provenientes de ataques de radicais livres ou outras espécies reativas de oxigênio. As moléculas orgânicas são suscetíveis à oxidação, cuja reação produz peróxidos, hidroperóxidos, grupos carboxílicos reativos e outros subprodutos (RAJJOU *et al.*, 2008;

WALTERS; BALESTEROS; VERTUCCI; 2010; WANG *et al.* 2015).

O processo de deterioração pode ser explicado pelos decréscimos na atividade de enzimas hidrolíticas, como lipases, amilases e proteases, alterações na estrutura de enzimas reduzem significativamente sua eficiência, Walters e McDonald (1999), indicando redução na atividade de enzimas como a alfa e beta amilase; hidrolase; catalase; peroxidase; ATPase; citocromo oxidase; DNAligase; DNAPolimerase; esterase; fosfatase ácida, álcool e malato desidrogenases reduzindo e também a atividade de isoesterases; superóxido dismutase e lipoxigenase.

A redução da atividade enzimática da superóxido dismutase (SOD) está relacionada à queda da viabilidade de sementes de soja, algodão, girassol e amendoim. Timóteo e Marcos filho (2013), ao trabalharem com sementes de três híbridos de milho e Abreu *et al.* (2013), em estudo sobre girassol detectaram o decréscimo da atividade da SOD durante o armazenamento.

A redução da atividade da catalase (CAT) pode comprometer a capacidade de prevenção aos danos oxidativos e favorecer uma perda da viabilidade mais rápida. Estes fatos foram observados por Santos (2010), em pesquisa sobre mamona e, com Timóteo e Marcos Filho (2013), comprovaram que durante armazenamento de milho a alta atividade destas enzimas é indicação de alto vigor.

Aung e Macdonald (1995) observaram em estudos sobre sementes de amendoim uma redução da atividade das peroxidases e esterases com a progressão da deterioração; Santos *et al.*, (2005) também verificara o mesmo durante armazenamento de sementes de feijão.

O teor de água é o fator de maior significância na prevenção da deterioração do grão durante o armazenamento. Mantendo-se baixo o teor de água e a temperatura do grão, o ataque de microrganismos e a respiração terão seus efeitos minimizados.

A temperatura e a umidade relativa são determinantes no processo de perda de viabilidade de sementes durante o armazenamento e alterações na qualidade do produto e, em contrapartida, dos subprodutos (KONG *et al.*, 2008; MALAKER *et al.*, 2008).

Conforme Silva (2008), há um incremento na taxa respiratória proporcional ao aumento da temperatura, que fica na dependência do teor de água das sementes. Com o teor de água superior a 14 % (b.u.), a respiração aumenta rapidamente na maioria dos cereais ocasionando sua deterioração.

Segundo Marcos Filho (2015), existem propriedades da superfície das macromoléculas, especialmente as proteínas que podem ser modificadas pela quantidade de água associada. As proteínas de estrutura terciária têm múltiplos sítios de sorção, com diferentes afinidades à água. Assim, o modelo de proteínas globulares (estrutura terciária) é utilizado para caracterizar e identificar o estado energético da água. Há cinco tipos de água na semente, definidos pela localização e associação com as substâncias que compõem a semente os tipos 4 e 5 refere-se a sementes com teor de água ≥ 33 % (bu), são correspondentes à solução concentrada e à solução diluída “água livre”, os tipos 1, 2 e 3 refere-se a água “presa” cujo o teor de água e de até 33 % dependendo do tipo de água, com maior ou menor atividade metabólica.

Quanto às relações entre o estado da água e a deterioração das sementes, de acordo com Vertucci (1993) e Bewley *et al.* (2013), a água do tipo 1 atua na proteção contra as ações nociva dos radicais livres, de modo que a sua remoção afeta a fluidez dos componentes celulares aquosos e a deterioração é determinada por interação intermoleculares.

Segundo Marcos Filho, (2015), as sementes quando são armazenadas com teor de água favorável

à conservação do potencial fisiológico, estão sujeitas somente às reações químicas, como a peroxidação. Sob maiores graus de hidratação, outros mecanismos podem ser ativados, especialmente sob temperaturas elevadas. As reações, verificadas na presença da água tipo 2, são gerenciadas pela atividade enzimática, de modo que a deterioração ocorre com uma intensidade proporcional ao teor de água das sementes. Na presença da água tipo 3 a deterioração é ampliada com possíveis efeitos adicionais causados pela ação de microrganismos.

De acordo com Demito e Afonso (2009), a redução da temperatura é uma técnica economicamente viável para preservar a qualidade das sementes armazenadas. Todavia, gera custos e para uma região, como o Norte de Minas Gerais, que possui temperaturas elevadas ao longo do ano, demanda maiores gastos não sendo viáveis para a agricultura familiar.

A redução na qualidade é, em geral, refletida pelo decréscimo na percentagem de germinação no aumento de plântulas anormais e na redução no vigor das plântulas (TOLEDO *et al.*, 2009).

Toda e qualquer semente armazenada está suscetível à deterioração, que pode ocorrer de forma rápida ou lenta, dependendo das características ambientais e das características próprias das sementes. Fatores ambientais como a redução da luminosidade da temperatura e da umidade fazem com que o metabolismo das sementes armazenadas seja reduzido e que os micro-organismos que as deterioram fiquem fora de ação, aumentando sua armazenabilidade (VIEIRA *et al.*, 2002).

Além disso, foi comprovado que os próprios constituintes da semente podem torná-las mais longevas, ou não. Substâncias de reserva presentes nas sementes como os óleos, que são mais instáveis que o amido, podem fazer com que a semente se auto deteriore mais rapidamente (KRAMER; KOZLOWSKI, 1972).

A longevidade das sementes está relacionada a muitos fatores, alguns ainda desconhecidos, outros já comprovados, que merecem ser citados:

- a) Deterioração do DNA embrionário – as proteínas dos núcleos das células dos embriões das sementes se degeneram com o tempo, causando aberrações cromossômicas que impedem a germinação (KRAMER; KOZLOWSKI, 1972; FONTES *et al.*, 2001);
- b) Umidade – em geral, quanto menor o teor de umidade das sementes, menor e a sua atividade fisiológica e menor o efeito dos agentes deterioradores sobre a atividade fisiológica (KRAMER e KOZLOWSKI, 1972); em semente recalcitrante, baixo teor de umidade pode levar à sua deterioração e mesmo à morte de seu embrião;
- c) Temperatura – comumente, quanto menor a temperatura, menor é a atividade fisiológica das sementes e dos agentes deterioradores (KRAMER; KOZLOWSKI 1972); em semente recalcitrante, temperaturas baixas podem levar à sua deterioração e mesmo à morte de seu embrião;
- d) Quantidade de substâncias de reserva da semente – geralmente, quanto menor for a semente e a quantidade de substâncias de reserva da mesma, menor será seu período de viabilidade (KAGEYAMA; MARQUEZ, 1981);
- e) Teor de óleo das sementes – óleos são substâncias de reserva mais instáveis do que os carboidratos e são responsáveis por uma deterioração mais rápida das sementes (HARRINGTON, 1972);

- f) Luminosidade – a luminosidade favorece a oxidação e a alteração das substâncias presentes nas sementes, facilitando sua deterioração (KRAMER; KOZLOWSKI, 1972; CABRAL *et al.*, 2003);
- g) Tempo de estocagem (processo de envelhecimento) – todos os componentes químicos de um ser vivo são instáveis, seja em curto ou longo prazo, vindo a se transformar em outros à medida que o tempo passa (envelhecimento), levando as sementes à deterioração gradual e constante, em maior ou menor velocidade, a deterioração pode ser parcialmente controlada por métodos adequados de produção, colheita, secagem, beneficiamento e armazenamento. (CABRAL *et al.*, 2003).

3.4 Embalagens no armazenamento

Para a agricultura familiar, um importante desafio na produção agrícola em que se inclui o feijão-fava é a conservação dos recursos genéticos. Realizada com sementes que vêm sendo selecionadas e adaptadas aos seus agro ecossistemas ao longo dos anos (VASCONCELOS; MATA, 2011).

Segundo Barbosa e Arriel (2018), a conservação das sementes como patrimônio genético das comunidades rurais é uma grande preocupação, verificando em seu trabalho que mais de 60 % dos agricultores entrevistados se recordam de variedades que possuíam em safras passadas e que não dispõem mais encontram: Bacurau, Boca de Ovelha, Branca, Canção, Cara Larga, Eucalipto, Moita, Mororó, Mulatinha, Olho de Peixe, Pernambucana, Rama, Rouxinol, Vermelha e Orelha de Vó.

A conservação de sementes, nas comunidades rurais tradicionais, possibilita a manutenção da variabilidade e biodiversidade, além do fornecimento de um conjunto de informações acerca das características das plantas pelos agricultores familiares (PELWING *et al.*, 2008).

Toda semente por se tratar de um organismo vivo, assume um papel fundamental na produção, propagação e dispersão de grãos do país. Segundo Barbosa e Arriel (2018), 90 % dos produtores de feijão-fava armazenam as sementes em recipientes plásticos (garrafas PET) ou silo, em suas propriedades, e todos reservam uma parte das sementes colhidas para o plantio na safra seguinte, perpetuando, assim, um sistema de produção agrícola no município. Relato similar é feito por Soares *et al.* (2010), no estado do Piauí. O uso de embalagem impermeável, como as garrafas PET, possibilita maior viabilidade no armazenamento de sementes, conforme reportado por Silva *et al.* (2010a).

Problemas de conservação de produtos agrícolas constituem um grande desafio, objeto de estudo permanente, no sentido de prolongar ao máximo a qualidade dos produtos armazenados, sejam eles, semente ou grão para consumo (BRAGANTINI, 2005). As sementes devem ser armazenadas de forma segura e correta, a fim de preservar sua qualidade física e fisiológica durante todo este período de armazenamento.

O tipo de embalagem assume importância relevante na qualidade das sementes, uma vez que ela ajuda a reduzir a velocidade da deterioração, mantendo o conteúdo inicial de umidade das sementes armazenadas e diminuindo ou não a taxa de respiração (TONIN; PEREZ, 2006).

O teor de umidade e a temperatura do armazenamento de sementes podem ser facilmente manipulados durante o processo de armazenamento em um ambiente no qual é possível controlar esses fatores (câmaras com controle ambiental). Por sua vez, o conteúdo de oxigênio disponível pode ser reduzido pelo procedimento de embalagem em sacos plásticos impermeáveis selados a vácuo ou por

injeção de um gás livre de oxigênio. Schmidt (2007) demonstrou que as sementes de espécies florestais tropicais, mantidas em um ambiente de baixas concentrações de oxigênio, diminuem seus processos de deterioração e envelhecimento. Em estudos realizados com milho doce, Camargo e Carvalho (2008) comprovaram a eficiência do uso de embalagens impermeáveis seladas a vácuo na preservação da qualidade das sementes, em condições convencionais de armazenamento. No entanto, esse tipo de embalagem pode

resultar em ganhos não significativos, devido ao seu alto custo e tipo de tecnologia empregada podendo ser não acessível ao agricultor familiar e, portanto, não justificando realmente seu amplo uso.

Segundo Carvalho e Nakagawa (2000) e Warham (1986) o tipo de embalagem empregado influencia na conservação e manutenção da qualidade das sementes durante o armazenamento. Popinigis (1985) e Warham (1986) mencionam que a longevidade das sementes também é influenciada pelo tipo de embalagem utilizada para o seu acondicionamento, favorecendo a manutenção da sua viabilidade e vigor.

Sementes conservadas em embalagens que permitem trocas de vapor d'água com o ar atmosférico podem absorver água sob alta umidade relativa do ar, deteriorando-se com facilidade (CROCHEMORE, 1993), desta forma a embalagem é importante não apenas para o transporte, armazenamento e comercialização, mas fundamental no que se refere à conservação da qualidade das sementes sob determinadas condições ambientais de temperatura e umidade relativa do ar (POPINIGIS, 1985).

Segundo Baudet (2003), as embalagens se classificam quanto às trocas de vapor de água em permeáveis, semipermeáveis e impermeáveis; em função das trocas de umidade que podem ocorrer entre as sementes e o ambiente em que elas estão.

Quando as sementes são armazenadas em embalagens permeáveis (papel, juta, algodão e plástico trançado), seu teor de umidade varia conforme as variações da umidade do ar, por serem higroscópicas. Nas embalagens semipermeáveis (sacos plásticos finos ou de polietileno, de 0,075 a 0,125 mm de espessura, e sacos de papel multifoliado laminados com polietileno), há alguma resistência às trocas, porém nada que impeça completamente a passagem da umidade e, nas embalagens impermeáveis (sacos de plástico, com mais de 0,125 mm de espessura selados a quente, pacotes de alumínio e latas de alumínio, quando bem vedados) não há influência da umidade do ar externo sobre a semente (BAUDET, 2003; POPINIGIS, 1985).

A maioria das sementes tende a sofrer variações em seu grau de umidade durante o período de armazenamento em ambiente não controlado, acompanhando as flutuações da umidade relativa do ar. Essas variações são prejudiciais à conservação da germinação e do vigor, principalmente quando acompanhadas de acréscimo da temperatura ambiente (MARCOS FILHO, 1980).

As embalagens impermeáveis apresentam como principais vantagens, além de evitar a troca de umidade dos grãos com o ambiente, a redução da disponibilidade de oxigênio para a respiração das sementes armazenadas, reduzindo a perda de matéria seca, a proliferação de insetos e a manutenção da qualidade fisiológica das sementes por períodos maiores de armazenamento (BAUDET, 2003; SAUER, 1992).

A maior permeabilidade das embalagens à umidade favorece uma maior atividade de microrganismos, insetos e metabolismo da própria semente que, dessa forma, acarreta maior consumo

de reservas, contribuindo para uma elevada queda na qualidade das sementes (CONDÉ; GARCIA, 1984).

O uso de embalagens impermeáveis, apesar de ser o mais indicado para manter a qualidade fisiológica, predispõe as sementes aos danos durante o manuseio, como consequência do baixo teor de água. Harrington (1973) relata ainda que o teor de água ideal para o armazenamento das sementes em embalagens impermeáveis é de 6 a 12 %, para sementes amiláceas e de 4 a 9 % para oleaginosas. Teores de água superiores a 12 % para amiláceas e 9 % para oleaginosas, fazem com que as sementes armazenadas nessas embalagens tenham uma deterioração mais rápida do que nas permeáveis.

Segundo Scherer e Baudet (1990) é possível armazenar hermeticamente sementes por períodos de no máximo oito meses, com teores de água suficientemente altos e sem a evidência de perda de qualidade. O tipo de embalagem é uma alternativa para a conservação das sementes durante a entressafra, principalmente para os pequenos e médios agricultores, que normalmente selecionam as sementes que utilizarão na safra seguinte.

3.5 Qualidade física e fisiológica

O uso de sementes de boa qualidade é um dos requisitos importantes para a boa produtividade na lavoura, uma vez que a qualidade fisiológica é influenciada pelas características genéticas, além de ser afetados por fatores ambientais, métodos de colheita, secagem, armazenamento e embalagem (ANDRADE *et al.*, 2001). Esta produtividade utilizando sementes de alta qualidade foi comprovada nos estudos de Dutra *et al.* (2012).

Características fisiológicas são propriedades capazes de repercutir na capacidade da semente de gerar plantas sadias (VECHIATO, 2010). Na implantação de culturas com o emprego de variedades locais, é fundamental que se determine a qualidade fisiológica dessas sementes em função de seu desempenho durante o armazenamento, visando, com isso, os futuros cultivos (MICHELS *et al.*, 2014).

A qualidade fisiológica está relacionada à capacidade da semente de desempenhar suas funções vitais, caracterizando-se pela longevidade, germinação e vigor. Logo, os efeitos sobre a qualidade das sementes, geralmente, são traduzidos pelo decréscimo na percentagem de germinação, aumento de plântulas anormais e redução do vigor das mesmas (KAPPES *et al.* 2012, TOLEDO *et al.* 2009).

A avaliação fisiológica das sementes é efetuada por meio de métodos padronizados, conduzidos em laboratório sob condições controladas que visam avaliar a maturação, o valor das sementes para a semeadura e comparar a qualidade fisiológica, servindo como base para a sua comercialização, pois dela depende o aumento da produtividade nacional. Neste contexto, é importante que o cultivo da fava esteja associado ao emprego de sementes com alta qualidade fisiológica (TEIXEIRA *et al.*, 2010). Em seus estudos Binotti *et al.* (2008), comprovam que a metodologia padronizada e o teste de germinação são os principais parâmetros de avaliação da qualidade fisiológica de sementes.

De acordo com Coimbra *et al.* (2009), a realização do teste de germinação, de forma isolada, não é o suficiente para identificar as diferenças na qualidade fisiológica entre lotes de sementes. Simultaneamente, devem ser realizados os testes de vigor, que são essenciais na análise de sementes para a obtenção de mudas de qualidade, visto que o vigor permite o aumento da taxa de emergência em campo, o desenvolvimento de estande uniforme, além de contribuir para o crescimento inicial das plântulas e para o desenvolvimento superior em condições de campo (NUNES *et al.*, 2008).

Os testes complementares ao teste de germinação devem ser confiáveis, reproduzíveis e rápidos para comporem os programas de controle de qualidade de sementes, pois auxiliam nas decisões internas de empresas produtoras de sementes quanto ao destino dos lotes, bem como, às prioridades de comercialização nas regiões de distribuição e de armazenamento, esta comercialização é feita com base em resultados dos testes feitos nos laboratórios de análise de sementes, que são conduzidos em condições favoráveis para a espécie e assim possibilitando a sua padronização, essencial para ter reprodutibilidade dos resultados (BRASIL, 2009).

Segundo Guedes *et al.*, (2013), a primeira contagem, obtida em conjunto com o teste de germinação é realizada com o propósito de verificar o desenvolvimento inicial das plântulas normais e é utilizado como um indicativo de vigor dos lotes de sementes avaliados.

Embora apresentem porcentagens de germinação semelhantes, os lotes de sementes avaliados frequentemente registram diferenças na velocidade de germinação, sugerindo que existem diferenças de vigor entre elas (NAKAGAWA, 1999), sendo mais vigorosas aquelas sementes com maior velocidade de germinação.

Uma maneira de avaliar o vigor das sementes com certa precisão e sem demandar treinamento, é pela análise do crescimento de plântulas baseada na transferência de massa seca dos tecidos de reserva para o eixo embrionário, do peso da massa seca da plântula e do comprimento de plântulas, considerados pela *Association of Official Seed Analysts* (AOSA, 2002) como testes capazes de evidenciar pequenas diferenças em vigor de sementes devido ao tamanho da semente, local de produção e outros fatores.

Para Marcos Filho (2005), um genótipo que apresenta maior capacidade em translocar e armazenar nutrientes na semente, tem maior potencial em produzir sementes com elevado poder germinativo e vigor de plântulas sob condições adversas de estresses bióticos e abióticos. Entretanto, pouco se conhece a respeito da diversidade genética existente entre as sementes de feijão-fava, para estas características.

Sementes que tem germinação rápida e vigorosa sob condições favoráveis, certamente serão capazes de produzir plântulas vigorosas em condições de campo, enquanto sementes que tem germinação tardia ou fraca resultam, muitas vezes, em plantios mal sucedidos (GINWAL *et al.*, 2005).

Avaliando o efeito de diferentes combinações de sementes de soja de alto e baixo vigor ao longo das linhas de semeadura, Kolchinski *et al.* (2005) constataram que as plantas provenientes de sementes de alto vigor, mostraram aumento significativo nas taxas de crescimento inicial, maiores índices de área foliar, produções de matéria seca e rendimentos de sementes (devido ao maior número de vagens por planta) em relação às plantas provenientes de sementes de baixo vigor.

Os testes de qualidade fisiológica têm a vantagem de serem de baixo custo, não necessitam de equipamentos especiais para sua instalação e são relativamente rápidos, pois o vigor de plântula pode ser mensurado pelo crescimento e a massa da matéria seca por meio do peso de plântulas. Essas medidas fazem parte da grandeza física e independe da subjetividade do analista, deste modo, torna mais fácil a reprodução dos resultados (NAKAGAWA, 1999).

Quesitos que compõem a qualidade de sementes como a análise de pureza peso de mil sementes e grau de umidade possuem uma grande variabilidade em suas respostas dentro da mesma espécie quando se avaliam lotes de diferentes procedências (FORTES *et al.*, 2008). Além disso, as condições

nas quais foram armazenadas as sementes têm uma influência direta na sua qualidade. Quando são mantidas em condições controladas de temperatura e umidade, esses fatores determinam a redução parcial ou total da viabilidade com a diminuição dos seus processos metabólicos e como consequência resulta na perda da germinação e do vigor (LOPES, 1990).

As sementes de maior potencial fisiológico destacam-se pela melhor mobilização de suas reservas energéticas dos cotilédones ou endosperma, para o eixo embrionário, fazendo com que a germinação dessas plantas seja mais acelerada e o desenvolvimento seja uniforme em condições de campo, resultando em plantas consideradas como superiores (MARCOS FILHO, 2005). E estudos relacionados à qualidade física, fisiológica e morfológica de sementes de feijão-fava são escassos na literatura, demandando, portanto, pesquisas sobre o assunto, a fim de contribuir como subsídios em programas de melhoramento e para conservação da diversidade genética.

3.6 REFERÊNCIAS

- ABREU, L.A.S.; CARVALHO, M.L.M.; PINTO, C.A.G.; KATAOKA, V.Y.; SILVA, T.T.A. Deterioration of sunflower seeds during storage. **Journal of Seed Science**, v. 35, n. 2, p. 240-247, 2013.
- ADVÍNCULA, T. L.; NADAI, F. B.; COSTA NOBRE, D. A.; FERREIRA, B.; MOLLER, É. N.; BRANDÃO JÚNIOR, D. S.; COSTA, C. A. Qualidade física e fisiológica de sementes de *Phaseolus lunatus* L. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 10, n. 3, p. 341-346, 2015.
- ANDRADE, R. V.; AUZZA, S. A. Z.; ANDREOLI, C.; NETTO, D. A. M.; OLIVEIRA, A. C. Qualidade fisiológica das sementes de milho híbrido simples HS 200 em relação ao tamanho. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 25, n. 3, p. 576-582, 2001.
- AOSA. ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. Seed vigor testing handbook. Lincoln: AOSA, 2002. 105p. (Contribution, n. 32).
- ARAÚJO, P. M.; NASS, L. L. Caracterização e avaliação de populações de milho crioulo. **Scientia Agrícola**, v. 59, n. 3, p. 589-593, 2002.
- AUNG, U. T.; MCDONALD, M.B. Changes in esterase activity associated with peanut seed deterioration. **Seed Science and Technology**, v. 23, n. 1, p. 101-111, 1995.
- AZEVEDO, J.N., FRANCO, L.J.D., ARAÚJO, R.O. da C. 2003. Composição química de sete variedades de feijão-fava. In: *Resultados de pesquisa de feijão-fava*. Teresina: EMBRAPA MEIO-NORTE. 4 p. (Comunicado Técnico, 152).
- BAUDET, L.M.L. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.D.; ROTA, G.R. (ed.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**, Pelotas: UFPel, 2003. p. 370-418.
- BAUDET, L.M.L. Armazenamento de sementes. In: PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 3. ed. Pelotas: UFPel, p. 370-418, 2012.
- BAUDOIN, J. P. Genetic resources, domestication and evolution of lima bean, *Phaseolus lunatus*. In: GEPTS, P. (ed.) **Genetic resources of Phaseolus bean**. Holland: Kluwer Academic Publishers, 1988. p. 393-407.
- BEYRA, A.; ARTILES, G. R. Revisión taxonómica de los géneros *Phaseolus* y *Vigna* (Leguminosae – Papilionoideae) em Cuba. **Anales del Jardín Botánico de Madrid**, v. 61, n. 2, p. 135-154, 2004. 77.
- BEWLEY, J.D.; BRADFORD, K. HILHORST, H.W.M.; NONOGAKI, H. **Seeds: physiology of development, germination and dormancy**. 3 ed. New York: Springer. 2013. 392p.

BINOTTI, F. F. da S.; HAGA, K. I.; CARDOSO, E. D.; ALVES, C. Z.; SÁ, M. E.; ARF, O. Efeito do período de envelhecimento acelerado no teste de condutividade elétrica e na qualidade fisiológica de sementes de feijão. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n. 2, p. 247-254, 2008.

BRAGANTINI, C. **Alguns aspectos do armazenamento de sementes e grãos de feijão**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005. 28p. (Documentos, n. 187).

BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009.

BROUGHTON, W. J.; HERNÁNDEZ, G.; BLAIR, M.; BEEBE, S.; GEPTS, P.; VANDERLEYDEN, J. "Beans (*Phaseolus* spp.): model food legumes". **Plant and soil**, v. 252, n. 1, p. 55-128, 2003.

BRUSH, S. B. (ed.) **Genes in the field: on-farm conservation of crop diversity**. [s. l.]: Lewis Publishers, 2000. 287p.

CABRAL, Edna L.; Barbosa, DILOSA C. de A.; SIMABUKURO, Eliana A. Armazenamento e germinação de sementes de *Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. f. ex. S. Moore. **Acta botânica**, Brasília, v. 17, n. 4, p. 609-617. 2003.

CAMARGO, R.; CARVALHO, M. L. M. Armazenamento a vácuo de semente de milho doce. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 30, n. 1, p. 131-139, 2008.

CARVALHO, H. M. **Sementes: patrimônio do povo a serviço da humanidade (subsídios ao debate)**. São Paulo: Expressão popular, 2003. 352p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 590p.

COELHO, C. M. M.; PEREIRA, T.; PARIZOTTO, C.; SOUZA, C. A.; MATHIAS, V. Potencial produtivo e teor de nutrientes em sementes crioulas de arroz em sistema agroecológico na safra 2010/2011. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 7., 2011, Fortaleza, CE. **Ética na Ciência: agroecologia como paradigma para o desenvolvimento rural**, Porto Alegre, RS: ABA, 2011.

COIMBRA, R. A.; Martins, C. C.; Tomaz, C. A.; Nakagawa, J. Testes de vigor utilizados na avaliação da qualidade fisiológico de lotes de sementes de milho-doce (*sh2*). **Ciência Rural**, v. 39, n. 9, p. 2402-2408, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009000900004>.

CONDÉ, A.R.; GARCIA, J. Armazenamento e embalagem de sementes de forrageira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 111, p. 44-49, 1984.

COPACHESKI, M.; BOFF, P.; PARIZOTTO, C.; BOFF, C. I. M. Revitalização de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris*) submetidas a tratamentos homeopáticos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 8., [s. l.]. **Resumos [...]**. [s. l.], v. 8, n. 2, p. 5, 2013.

CROCHEMORE, M.L. Conservação de sementes de tremoço azul em diferentes embalagens. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 15, n. 2, p. 227-232, 1993.

CUNHA, F. L. **Sementes da paixão e as políticas públicas de distribuição de sementes na Paraíba**. 2013. 184f. Dissertação (Mestrado em Práticas em Desenvolvimento Sustentável) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2013.

DAYRELL., C. A.; **Geraizeiros y biodiversidad en el norte de Minas Gerais: la contribución de la agroecología y de la etnoecología en los estudios de los agroecosistemas**. 1988. Dissertação (Mestrado) – Huelva, Universidad Internacional de Andalucía, 1988.

DEMITO, A.; Afonso, A. D. L. Qualidade das sementes de soja resfriadas artificialmente. **Engenharia na Agricultura**, v. 17, p. 7-14, 2009.

DRUMMOND. G.M.; MARTINS, C. S.; MACHADO, A. B. M.; SEBAIO, F.A.; ANTONINI, Y. **Biodiversidade em Minas Gerais: um atlas para sua conservação**. Belo Horizonte: Fundação Biodiversistas, 2005. 222p.

DUTRA, A. S.; BEZERRA, F. T. C.; NASCIMENTO, P.R.; LIMA, D. C. Produtividade e qualidade fisiológica de sementes de feijão caupi em função da adubação nitrogenada. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 4, p. 816-821, 2012.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa: UFV, 2008, 421 p.

FINATTO, R. A.; CORRÊA, W. A organização da agricultura familiar de base agroecológica em Pelotas/RS. **Revista de geografia agrária**, Pelotas, v. 6, n. 11, p. 280-311, 2011.

FINATTO, R.; SALAMONI, G. Agricultura familiar e agroecologia: perfil da produção de base agroecológica do município de Pelotas/RS. **Sociedade e natureza** (online), Uberlândia, v. 20, n. 2, p. 199-217, 2008.

FONTES, Bárbara P. D.; DAVIDE, Lisete C.; DAVIDE, Antônio C. Fisiologia e citogenética de sementes envelhecidas de *Araucaria angustifolia*. **Ciências agrotécnicas**, Lavras, v. 25, n. 2, p. 346-355, mar./abr., 2001.

FORTES, F. O.; LÚCIO, D. A.; LOPES, J. S.; CARPES, H. R.; SILVEIRA, D. B. Agrupamento em amostras de sementes de espécies florestais nativas do Estado do Rio Grande do Sul - Brasil. **Ciência Rural**, v. 38, n. 6, p. 1615-1623, 2008.

FRANCO, Carina Dias; CORLETT, Francisco Marinaldo Fernandes; SCHIAVON, Greice de Almeida. Percepção de agricultores familiares sobre as dificuldades na produção e conservação de sementes crioulas. **Cadernos de Agroecologia**, v. 8, n. 2, nov. 2013. ISSN 2236-7934.

FRAZÃO, J.E.M., *et al.* Crescimento da fava em resposta a níveis de fósforo na presença e ausência de calagem em Latossolo Amarelo. *In*: FERTBIO, 2004. Lages, SC. **Anais...** Lages, SC: SBCS. 2004. CD-ROM.

G. J. BARBOSA E N. H. C. ARRIEL. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, Brasília, v. 35, n. 3, p. 387-403, set./dez. 2018.

GARCINDO, L. O cultivo de sementes crioulas no sudeste goiano: uma forma da (re)existência camponesa no campo. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE GEOGRAFIA AGRÁRIA, São Paulo, 19., 2009, **Anais...** São Paulo, 2009. p. 1-17.

GINWAL, H.; PHARTYAL, S.S.; RAWAT, P.S.; SRIVASTAVA, R.L. Seed source variation in morphology, germination and seedling growth of *Jatropha curcas* Linn. In central India. **Silvae Genetica**, Frankfurt, v. 54, n. 2, p. 76-79, 2005.

GRISI, P.U.; SANTOS, C.M. Influência do armazenamento, na germinação das sementes de girassol. **Horizonte Científico**, Uberlândia, v.1, n. 7, 2007. 14p.

GUEDES, R. S.; ALVES, E. U.; COSTA, E. M. T.; SANTOS-MOURA, S. S.; SILVA, R.S.; CRUZ, F.R.S.; Avaliação do potencial fisiológico de sementes de amburana cearensis (Allemão) A.C. Smith. **Ciência e Agrotecnologia**, Uberlândia, v. 29, n. 4, p. 859-866, 2013.

HARRINGTON, J. Packaging seed for storage and shipment. **Seed Science & Technology**, Zürich, v. 1, n. 3, p. 701-709, 1973.

HENRIETTE, H. H.C. **Fundamentos da estabilidade de alimentos**. [s. l.]: Embrapa/Banco do Nordeste, 2004. cap. 4.

KAGEYAMA, P.Y.; MARQUEZ, F.C.M. Comportamento de sementes de curta longevidade armazenadas com diferentes teores de umidade inicial: gênero *Tabebuia*. *In*: REUNIÓN SOBRE PROBLEMAS EN SEMILLAS FLORESTALES TROPICALES. 1980, México. **Relatório ...** San Felipe-Bacalar, México: INIF, v. 1, p. 347-352, 1981.

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

- KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Vigor de sementes e competição intra-específica em soja. *Ciência Rural*, v. 35, n. 6, p. 1248-1256, 2005. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782005000600004>.
- KONG, F.; CHANG, S. K. C.; LIU, Z.; WILSON, L. A. Changes of soybean quality during storage as related to soymilk and tofu making. **Journal of Food Science**, v. 73, p. 134-144, 2008.
- KRAMER, PAUL J. E.; KOZLOWSKI, T. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1972. 745p.
- LONDRES, F. **As sementes da paixão e as políticas de distribuição de sementes na Paraíba**. AS-PTA, 2014. 83p.
- LONGHI, A. Agroecologia e soberania alimentar. Disponível em: <http://cetap.org.br/wp-content/uploads/2008/10/agroecologia-e-soberania-alimentar2.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2012.
- LINHARES, J. F. P.; RODRIGUES, M. I. A. O resgate das sementes crioulas como estratégia para conservação da agrobiodiversidade e autonomia da produção camponesa. **Revista Pós Ciências Sociais**, São Luís, v. 5, n. 9/10, p. 205-206, 2008.
- LOPES, J. C. **Germinação de sementes de *Phaseolus vulgaris***. 1990. 223f. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1990.
- LYMMAN, J. M. Adaptation studies on lima bean accessions in Colombia. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, Alexandria, v. 108, n. 3, p. 369-373, 1983.
- MARCOS FILHO, K. Conservação de forrageiras. *In*: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 6., Piracicaba, SP. 1980. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1980. p.7-38.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2.ed. Londrina, PR: ABRATES, 2015. 660p.:il.
- MCDONALD, M.B. Seed deterioration: physiology, repair and assessment. **Seed Science and Technology**, v. 27, n. 1, p. 177-237.1999.
- MACKIE, W. W. Origen, dispersal, and variability of the lima bean, *Phaseolus lunatus*. **Hilgardia**, v.15, n.1, p. 1-29, 1943.
- MALAKER, P. K.; MIAN, I. H.; BHUIYAN, K. A.; AKANDA, A. M.; REZA, M. M. A. Effect of storage containers and time on seed quality of wheat. **Bangladesh Journal of Agricultural Research**, v. 33, p. 469-477, 2008.
- MARTINS; Márcia; FRANCIS, V. N. L.; GUEDES, Filipe Russo Maciel (orgs.). **Agroecologia no semiárido**: contribuições ao debate a partir do Norte de Minas Gerais. 1. ed. São Paulo: Outras Expressões, 2018. 267p.:il.
- MICHELS, A. F.; SOUZA, C. A.; COELHO, C. M. M.; ZILIO, M. Qualidade fisiológica de sementes de feijão crioulo produzidas no oeste e planalto catarinense. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 3, p. 620-632, 2014.
- NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. *In*: VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1999. p. 49-85.
- NERLING, D.; COELHO, C. M. M.; MAZURKIÉVICZ, J.; NODARI, R. O. Qualidade física e fisiológica de sementes de milho durante o beneficiamento. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 13, n. 3, p. 238-246, 2014.
- NUÑEZ, P. B. P.; MAIA, A. S. Sementes crioulas: um banco de biodiversidade. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 1, n. 1, 2006.

OLIVEIRA NETO, M. C.; REIS, R. C.; DEVILLA, I. A. Propriedades físicas de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) variedade "Emgopa 201-Ouro". **Revista Agrotecnologia**, v. 1, n. 1, p. 99-110, 2012.

PATERNIANI, E.; NASS, L. L.; SANTOS, M. D.; UDRY, C. W.; DUARTE, W. O valor dos recursos genéticos de milho para o Brasil: uma abordagem histórica da utilização do germoplasma. In: UDRY, C.W.; DUARTE, W. (org.). **Uma história brasileira do milho: o valor dos recursos genéticos**. Brasília: Paralelo 15, 2000. p. 11-41.

PELWING, A.B.; FRANK, L.B.; BARROS, I.I.B. de. Sementes crioulas: o estado da arte no Rio Grande do Sul. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 46, p. 391-420, 2008. DOI: 10.1590/S0103-20032008000200005.

PHASEOLUS *lunatus*. 2016. In: Wikipedia. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Phaseolus_lunatus. Acesso em: 9 set. 2019.

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

PRIESTLEY, D. A. **Seed aging**. Ithaca, Comstock publishing Associates. 1986.304p. SMITH, M.T.; BERJAK, P. Deteriorative changes associated with loss of viability of stored desiccation-tolerant and desiccation-sensitive seeds. In: Kiegel, J.; Galili, G. (ed). **Seed development and germination**. New York. Macel Dekker Inc, 1995. p. 701-746.

RAJJOU, L.; LOVIGNY, Y.; GROOT, S P.; BELGHAZI, M.; JOB, C.; JOB, D. Proteome-wide characterization of seed aging in Arabidopsis a comparison between artificial and natural aging protocols. **Plant Physiology**, v. 148, n. 1, p. 620-641, Sept. 2008.

RODRIGUES, M. H. B. S.; NASCIMENTO, D. M.; FERNANDES, J. B. R.; SILVA, S. N.; GURJÃO, K. C. O. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes crioulas de feijão cultivadas 34 no Assentamento Três Irmãos-PB, **Resumos... IX Congresso Brasileiro de Agroecologia**, v. 10, n. 3, p. 5. Belém, PA, 2015.

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

SANTOS, D.; CORLETT, F. M. F.; MENDES, J. E. M. F.; JÚNIOR, J. S. A. W. Produtividade e morfologia de vagens e sementes de variedades de fava no Estado da Paraíba. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 10, p. 1407-1412, 2002.

SANTOS, H.O. **Conservação de sementes de mamona**. 2010. 85 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.

SCHMIDT, L. **Tropical forest seed**. Dinamarca: DFSC, 2007. 421p.

SCHWEMBER, A.; BRADFORD, K. J. Quantitative trait loci associated with longevity of lettuce seeds under conventional and controlled deterioration storage conditions. **Journal of Experimental Botany**, v.61, n.15, p. 4423-4436, 2010. Disponível em: <http://jxb.oxfordjournals.org/content/early/2010/08/06/jxb.erq248.full>. Acesso em: 10 dez. 2019.

SILVA, F.S. da; PORTO, A.G.; PASCUALI, L.C.; SILVA, F.T.C. da. Viabilidade do armazenamento de sementes em diferentes embalagens para pequenas propriedades rurais. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 8, p. 45-56, 2010a.

SILVA, F. H. A. **Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) utilizadas no Rio Grande do Norte**. 2015. 85f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2015.

SILVA, H. T.; COSTA, A. O. **Caracterização botânica das espécies silvestres do gênero *Phaseolus* L. (Leguminosae)**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa, 2003. 40p. (Embrapa Arroz e Feijão. Documentos, 156).

SILVA, R. N. P.; ALVES, A. A.; GARCEZ, B. S.; MOREIRA FILHO, M. A.; OLIVEIRA, M. E.; MOREIRA, A. L.; AZEVÊDO, D. M. M. R.; PARENTE, H. N. Degradabilidade ruminal de casca de vagem de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) amonizada com ureia. **Revista Brasileira Saúde Produção Animal**, Salvador, v. 18, n. 1, p. 26-37, 2017.

SILVA, J. S. **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2008. 560p.

SOARES, A. V.; ALBA, R. P. As sementes crioulas, a festa das sementes e o Encontro Regional de Agroecologia. **Anais...** 8ª Jornada de Agroecologia, Francisco Beltrão, Paraná. 2009.

SOARES, C. A.; LOPES, A. C. A.; GOMES, R. L. F.; GÂNDARA, F. C. Aspectos socioeconômicos. In: LOPES, A. C. A.; GOMES, R. L. F.; ARAÚJO, A. S. F. (orgs.) **A cultura do feijão-fava no Meio Norte do Brasil**. Teresina: EDUFPI, 2010. p. 237-268.

TEIXEIRA, I.R.; SILVA, G.C.; OLIVEIRA, J.P.R.; SILVA, A.G.; PELÁ, A. Desempenho agrônômico e qualidade de sementes de cultivares de feijão-caupi na região do cerrado. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 2, p. 300-307, Fortaleza, 2010.

TIMÓTEO, T. S.; MARCOS FILHO J. Seed performance of different corn genotypes during storage. **Journal of Seed Science**, v. 35, n. 2, p. 207-215, 2013.

TONIN, G.A.; PEREZ, S.C.J.G.A. Qualidade fisiológica de sementes de *Ocotea porosa* (Nees et Martius ex. Nees) após diferentes condições de armazenamento e semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p. 26-33, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-31222006000200004>.

TOLEDO, M. Z.; Fonseca, N. R.; César, M. L.; Soratto, R. P.; Cavariani, C.; Crusciol, C. A. C. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 39, p.124-133, 2009.

VASCONCELOS, J.M.G.; MATA, M.F. Casas de sementes comunitárias: estratégias de sustentabilidade alimentar e preservação da biodiversidade no semiárido cearense. **Cadernos de Agroecologia**, v. 6, p.1-5, 2011. Congresso Brasileiro de Agroecologia, 2011.

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

VECHIATO, M.H. **Importância da qualidade sanitária de sementes de florestais na produção de mudas**. São Paulo: Instituto Biológico, 2010. 4 p.

VERTUCCI, C. W.; Roos, E.E. Seed storage, temperature and relative humidity. **Seed Science Research**, v. 3, n. 3, p. 201-213, 1993.

WALTERS, C., BALLESTEROS, D.; VERTUCCI, V. A. Structural mechanics of seed deterioration: standing the test of time. **Plant Science**, v. 179, n. 6, p. 565-573, 2010.

WANG, W.Q.; LIU, S. J.; SONG, S. Q.; MOLLER, I. M. Proteomics of seed development, desiccation tolerance, germination and vigor. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 86, p.1-15, 2015.

WARHAM, E. Comparison of packaging materials for seed with particular reference to humid tropical environments. **Seed Science & Technology**, Zürich, v.14, n.1, p.191-211, 1986.

4 ARTIGO – ARMAZENABILIDADE DE SEMENTES CRIOULAS DE FEIJÃO-FAVA EM DIFERENTES EMBALAGENS

Este artigo foi elaborado conforme normas do programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal.

RESUMO

O feijão-fava, *Phaseolus lunatus* L., cultivado principalmente pela agricultura familiar, é de grande importância na alimentação humana e animal por fornecer proteínas e aminoácidos, incrementando a renda e garantindo soberania alimentar às famílias. No contexto relativo às mudanças climáticas ocorridas, o feijão-fava possui grande rusticidade e adaptação ao clima semiárido. Conservar sementes sob condições ideais, umidade e temperatura adequada, garante redução das atividades metabólicas e a armazenabilidade das sementes. O armazenamento adequado das sementes, bem como as embalagens utilizadas contribui para manutenção da germinação e do vigor das sementes. O presente trabalho tem por objetivo avaliar por meio de testes físicos e fisiológicos a qualidade das sementes de uma variedade crioula de feijão-fava em diferentes embalagens e períodos de armazenamento, visando garantir a conservação da qualidade delas em casas e bancos de sementes. A metodologia utilizada será a preconizada pelas Regras de Análise de Sementes (RAS - Brasil, 2009) e por descritores mínimos para *Phaseolus lunatus* L. Para cada embalagem, foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes. Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F ao nível de 5 %, a fim de verificar a presença de interação significativa e dos efeitos simples de cada tratamento. Foi realizado o teste de comparação múltipla das médias pelos testes *Tukey* ao nível de 5 % de significância entre os tratamentos comuns. Para comparar as médias da testemunha com os tratamentos comuns recorreu-se ao teste *Dunnnett* ao nível de 5 % de significância. Para estudar o efeito do armazenamento sobre as variáveis avaliadas foi feita a análise de regressão. Todas as análises foram feitas com o auxílio do R por meio de programação. Pelos resultados, pode-se concluir que o armazenamento de sementes de feijão-fava: é viável em pequenas propriedades rurais em embalagem impermeável; saco de polietileno aluminizada. A germinação e o vigor das sementes analisadas neste trabalho diminuíram ao longo do período de armazenamento, independentemente do tipo de embalagem utilizada; porém as sementes armazenadas em embalagem impermeável; saco de polietileno aluminizada apresentaram melhores resultados. Não é recomendado armazenar sementes de feijão-fava em embalagens permeáveis de papel por apresentarem os menores índices de qualidade (germinação e vigor) ao final do período de armazenamento.

Palavras-chave: *Phaseolus lunatus*. Germinação. Vigor. Embalagem. Conservação.

Article - STORABILITY OF CREOLE FAVA BEAN SEEDS IN DIFFERENT PACKAGES

This article was prepared according to the rules of the Graduate Program in Plant Production.

ABSTRACT

Fava beans, *Phaseolus lunatus* L., cultivated mainly by family farming, are of great importance in human and animal nutrition as they provide proteins and amino acids, increasing income and guaranteeing food sovereignty for families. In the context of the climate changes that have occurred, fava beans are highly rustic and adapt to the semi-arid climate. Preserving seeds under ideal conditions, adequate humidity and temperature, ensures reduced metabolic activities and seed storage. Proper seed storage, as well as the packaging used, contributes to maintaining germination and seed vigor. The present work aims to evaluate, through physical and physiological tests, the quality of the seeds of a creole variety of fava beans in different packages and storage periods, aiming to guarantee the conservation of their quality in houses and seed banks. The methodology used will be the one recommended by the Seed Analysis Rules (RAS - Brasil, 2009) and by minimum descriptors for *Phaseolus lunatus* L. For each package, four repetitions of 25 seeds were used. The data were submitted to analysis of variance by the F test at the 5% level, in order to verify the presence of significant interaction and the simple effects of each treatment.

The test of multiple comparison of means was performed by Tukey tests at the level of 5% of significance between common treatments. To compare the control means with the common treatments, the Dunnett test was used at the 5% significance level. To study the effect of storage on the variables evaluated, regression analysis was performed. All analyzes were performed with the aid of R by means of programming. From the results, it can be concluded that the storage of fava bean seeds: is viable in small rural properties in impermeable packaging; aluminized polyethylene bag. The germination and vigor of the seeds analyzed in this work decreased throughout the storage period, regardless of the type of packaging used; put the seeds stored in impermeable packaging; aluminized polyethylene bag showed better results. It is not recommended to store fava bean seeds in permeable paper packaging as they have the lowest quality indexes (germination and vigor) at the end of the storage period.

Keywords: Phaseolus lunatus. Germination. Vigor. Packaging. Conservation.

INTRODUÇÃO

O armazenamento constitui-se em uma etapa essencial na produção de sementes de alta qualidade e que merece atenção. A semente precisa ser adequadamente armazenada, para que seja garantida sua qualidade física e fisiológica e que possibilite minimizar perdas na produção, caso contrário os esforços para o desenvolvimento do material e as técnicas culturais para a produção podem ser perdidos (GRISI; SANTOS, 2007).

É comum encontrar sementes crioulas de feijão-fava, tradicionalmente armazenadas em embalagens PET, nas propriedades familiares rurais, as quais são mantidas ao longo das gerações. O trabalho realizado pelos antepassados, cujos estoques de sementes localizados nas propriedades familiares têm um grande valor genético, tanto na biodiversidade quanto na segurança alimentar das populações locais e também em toda a sociedade brasileira (COPACHESKI, 2013).

A qualidade das sementes é influenciada pelas condições de armazenamento entre a colheita e a semeadura. Durante o armazenamento, a temperatura e a umidade relativa são os principais fatores que influenciam na qualidade das sementes, especialmente no vigor. A umidade relativa está relacionada com o teor de água das sementes e controla o metabolismo dos processos. A temperatura influencia na velocidade dos processos bioquímicos e impacta indiretamente o teor de água das sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

O armazenamento é crucial para preservar as qualidades físicas, fisiológicas e sanitárias das sementes e também, fornecer material genético para pesquisa científica e agricultura. A embalagem usada e o ambiente em que as sementes estão armazenadas são importantes, considerando que deterioração também está associada às características da embalagem que contém as sementes isso determina a quantidade de troca de vapor de água entre as sementes e a atmosfera e as condições ambientais sob o qual as sementes são armazenadas.

Tendo em vista a necessidade de preservar a biodiversidade, o potencial genético deste material, permitindo mantê-lo viável por longo período de tempo, torna-se necessário e indispensável viabilizar condições de armazenamento eficazes, no sentido de promover tecnologia eficiente e sustentável para a conservação da qualidade e viabilidade, vigor e germinação de sementes crioulas de feijão-fava, durante o período de armazenamento.

Portanto, o presente estudo tem o objetivo de avaliar a qualidade física e fisiológica de sementes de crioulas de feijão-fava, durante o armazenamento sob condição ambiente, em diferentes embalagens, visando possibilitar a conservação da qualidade das mesmas em casas e bancos de sementes.

MATERIAL E MÉTODOS

Local do estudo e obtenção das sementes

O experimento foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (LAS – ICA/UFMG), *campus* Montes Claros.

Foram utilizadas sementes crioulas de feijão-fava da variedade Lagartixa recém colhidas com 15 dias de antecedência da montagem do experimento que ocorreu em 28 de setembro de 2018. O material é proveniente de um plantio localizado no assentamento Santa Ingracia do município de Bocaiuva – MG. Foram utilizadas sementes selecionadas, tendo o cuidado de separar as mal formadas ou chochas e retirar as impurezas (material inerte e outras sementes), gerando um material com 100 % de pureza.

Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 6x4 + 1, sendo 6 embalagens (1 - Embalagem cartonada mista composta por camadas de plástico, papel cartão e folha de alumínio impermeável – CN reutilizada; 2 - garrafa plástica semipermeável - PET reutilizada; 3 - pote plástico rígido impermeável – PEAD reutilizado; 4 - pote de vidro transparente quebrável impermeável – VIDRO reutilizado; 5 - saco plástico flexível impermeável PEBD aluminizado reutilizado é saco de papel permeável virgem;) e 4 períodos de armazenamento (90, 180, 270 e 360 dias de armazenamento) com um tratamento adicional ou testemunha, das sementes não armazenadas, referente a (0 dias de armazenamento) e quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento.

Os tratamentos foram constituídos por 6 tipos de embalagem contendo em média 118 g de sementes, distribuídas em 24 embalagens armazenadas pelo período de 360 dias com início em 28 de setembro 2018 e término em 28 de setembro de 2019.

A temperatura e a umidade do local de armazenamento foram monitoradas por meio de um termo-higrômetro da marca EXTECH, (FIGURA 3).

Figura 3 – Foto do aparelho termo-higrômetro utilizado no monitoramento da temperatura e umidade no local de armazenamento



imagem do autor.

Fonte: Do autor, 2019.

Embalagens utilizadas e preparo antes do uso

As embalagens foram adquiridas no comércio local em Montes Claros, sendo todas reutilizadas, exceto a embalagem de papel que foi adquirida virgem de primeiro uso. Foram utilizadas uma solução de hipoclorito de sódio 10 % e detergente neutro para sanitizar as embalagens. As quais foram imersas por um período de 10 minutos na solução de hipoclorito de sódio, seguida de lavagem com detergente neutro e enxague com água corrente e rinsagem com água destilada, para eliminação de resíduos de cloro e ou detergente. Posteriormente, a secagem das embalagens foi realizada por um período de 24 horas sob condições ambientes, para retirada de toda umidade das embalagens (FIGURA 4).

Figura 4 – Fotos do processo de sanitização das embalagens utilizadas no experimento



Fonte: Do autor, 2019.

Acondicionamento das sementes, armazenamento e avaliações

As sementes foram armazenadas em embalagens hermeticamente fechadas com filme impermeável para garantir a vedação e evitar a umidade, com exceção da embalagem de papel que foi lacrada com fita adesiva. Foram acondicionadas nas respectivas embalagens uma quantidade de aproximadamente 118g de sementes. O armazenamento se deu sob as condições ambiente de sala do bloco C no ICA da UFMG por um período de 360 dias, sendo avaliada a cada 90 dias de armazenamento. A metodologia utilizada foi a preconizada pelas Regras de Análise de Sementes (RAS - BRASIL, 2009) e por descritores mínimos para *Phaseolus lunatus* L.

Qualidade física de sementes

Para a avaliação da qualidade física das sementes de feijão-fava foram realizadas determinações do teor de água, peso de 100 sementes, comprimento, largura, espessura, tamanho, formato, cor da semente e retenção de peneiras.

Teor de água das sementes

O teor de água das sementes foi determinado conforme metodologia prescrita nas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), utilizando o método da estufa, a 105 ± 3 °C, durante 24 horas, com quatro repetições de 25 sementes para cada tipo de embalagem, sendo os resultados expressos em % de teor de água (b.u.). Antes de iniciar o teste, os recipientes foram identificados e pesados, a fim de obter o peso inicial das sementes (FIGURA 5).

Figura 5 – Fotos do processo de determinação da umidade das sementes utilizadas no experimento



Fonte: Do autor, 2019.

Os recipientes foram colocados abertos em estufa previamente regulada a 105 ± 3 °C e permaneceram por 24 horas com as sementes. Posteriormente, as amostras foram levadas fechadas a um dessecador para resfriar por 10 minutos, em seguida foram pesadas obtendo-se, assim, o peso das sementes secas. Para o cálculo do percentual de umidade, utilizou-se a seguinte equação (BRASIL, 2009).

Equação 1:

$$\%(U) = 100 (P - p) / (P - t)$$

Sendo que:

P = Peso úmido

p = Peso seco

t = Peso do recipiente

Peso de 100 sementes

Para o peso de 100 sementes, foram utilizadas oito subamostras de 100 sementes provenientes da porção de sementes puras. As sementes foram contadas manualmente (FIGURA 6) e, em seguida, pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001g (BRASIL, 2009). O resultado de peso médio foi expresso em gramas.

Figura 6 – Fotos do processo de determinação peso de 100 sementes utilizadas no experimento



Fonte: Do autor, 2019.

Biometria das sementes

As medidas biométricas das sementes foram obtidas com os dados: comprimento (em sentido longitudinal), largura (em sentido transversal) e espessura, realizados com auxílio de um paquímetro digital (precisão de 0,01 mm), como apresentado na (FIGURA 7), utilizando quatro repetições de 25 sementes para cada tratamento (tipo de embalagem).

Figura 7 – Fotos do processo de determinação biométrica das sementes utilizadas no experimento



Fonte: Do autor, 2019.

A caracterização externa das sementes de feijão-fava variedade Lagartixa foi descrita quanto à cor do tegumento, conforme classificação pela carta de Munsell (1975), (TABELA 1). Não foram

observadas alterações quanto a cor e o brilho das sementes durante os 360 dias de armazenamento (d.d.a).c

Tabela 1 – Cor do tegumento de sementes e nome popular da variedade de feijão-fava produzidos no Norte de Minas Gerais (Bocaiuva, MG, 2019)

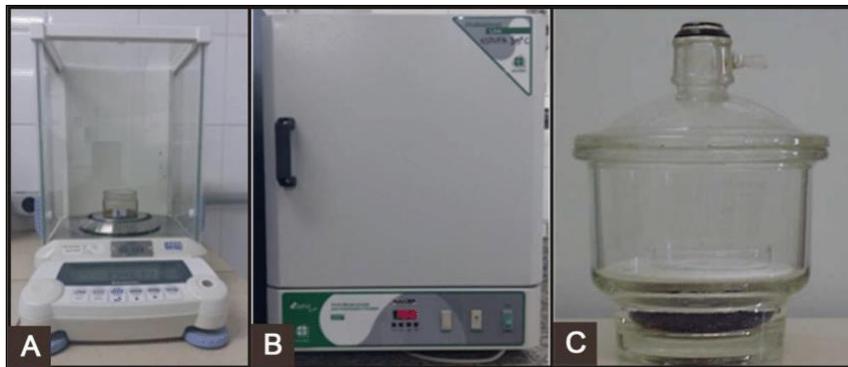
Variedade	Nome popular	Cor de Tegumento	
		Munsell (1975)	Tradução
Feijão-fava	<i>Lagartixa</i>	7.5YR - 8/2 com manchas, cor secundária 7.5YR - 4/2	Cinzeno-rosado com manchas e pintas pretas-escuro cobrindo 50 % da semente, halo da mesma cor do Tegumento, semente bicolor, uniforme, brilho intermediário e presença de venações na testa.

Fonte: Dados do autor, 2019.

Qualidade fisiológica de sementes

Para avaliação da qualidade fisiológica foram realizados os testes de germinação e de vigor (primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, peso de massa fresca e seca de raiz e parte aérea de plântulas). Imagens dos equipamentos utilizados, (FIGURA 8).

Figura 8 – Fotos dos equipamentos utilizados no laboratório durante avaliação do experimento. Balança de precisão (A), Estufa a 105 °C. (B) e Dessecador (C)



Fonte: Do autor, 2019.

Testes de germinação de sementes

No teste de germinação, foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes por tratamento, que foram semeadas em papel *germitest*, previamente umedecidas com água destilada, em quantidade equivalente a 3 vezes o peso do papel. Em seguida, foram transferidas para câmara BOD, mantidas à

temperatura de 30 °C e sob luz constante, sendo as avaliações realizadas no quinto e nono dia após a montagem do teste (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos em porcentagem de sementes germinadas normais, anormais, sementes mortas e duras (BRASIL, 2009) (FIGURA 9).

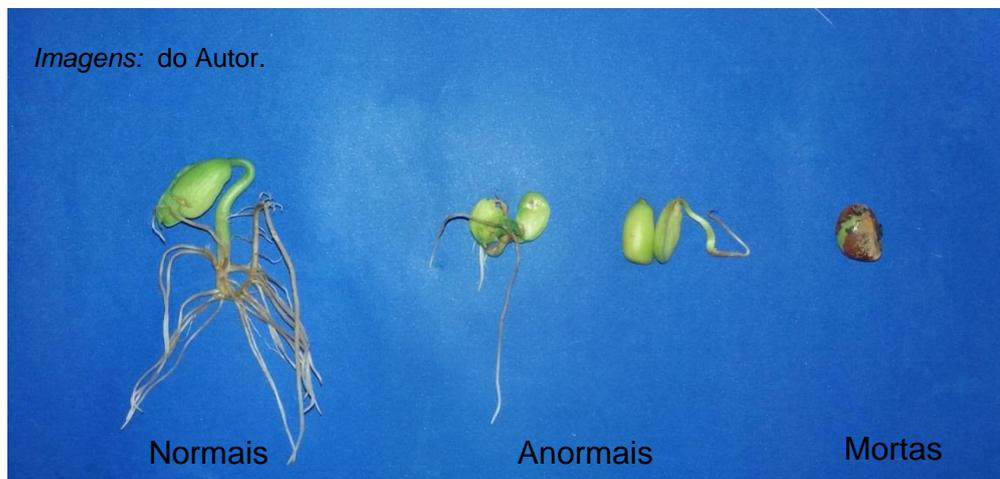
Figura 9 – Fotos da montagem do teste de germinação das sementes utilizadas no experimento



Fonte: Do autor, 2019.

Foram adotados alguns parâmetros de identificação e classificação das plântulas como critérios de avaliação dos testes, conforme ilustrado na (FIGURA 10).

Figura 10 – Fotos referentes aos parâmetros adotados para identificação de sementes normais, anormais e morta no experimento



Fonte: Do autor, 2019.

Primeira contagem e índice de velocidade de germinação de sementes

Concomitantemente ao teste de germinação, foi realizado o teste de primeira contagem e do índice de velocidade de germinação. As avaliações foram realizadas no período de cinco dias, anotando-se, diariamente, no mesmo horário, o número de plântulas que apresentaram protrusão radicular. Os

resultados desse teste foram obtidos pelo número de plântulas normais, determinado por ocasião da primeira contagem, ou seja, no quinto dia após a montagem, calculou-se o índice de velocidade de germinação, empregando-se a fórmula proposta por Maguire (1962), equação 2, cujos resultados são adimensionais (não possuem unidade).

Equação 2:

$$IVG = (G1/N1) + (G2/N2) + \dots + (Gn/Nn)$$

onde:

IVG: índice de velocidade de germinação

G: número de plântulas germinadas no dia

N: número de dias da semeadura

Peso de massa fresca e seca de raízes e parte aérea de plântulas

Aos nove dias de avaliação, as plântulas emergidas tiveram sua parte aérea separada do sistema radicular com o auxílio de um bisturi, sendo que definiu-se como parte aérea o epicótilo incluindo o cotilédone e como parte radicular, a porção inferior na base do hipocótilo. Estas estruturas foram colocadas em sacos de papel e pesadas em balança de precisão de 0,0001g para obtenção da matéria fresca e, em seguida, foram colocadas em estufa de circulação forçada à temperatura de 65 °C, até atingir peso constante. Após esse período, foram pesadas em balança de precisão de 0,001g para obtenção da massa seca conforme metodologia proposta por (CAVALCANTE *et al.*, 2012).

Análise estatística

Os dados foram submetidos a análise de variância pelo teste F ao nível de 5 %, a fim de verificar a presença de interação significativa e dos efeitos simples de cada tratamento. Foi realizado o teste de comparação múltipla das médias pelos testes *Tukey* ao nível de 5 % de significância entre os tratamentos comuns. Para comparar as médias da testemunha com os tratamentos comuns recorreu-se ao teste *Dunnnett* ao nível de 5 % de significância. Para estudar o efeito do armazenamento sobre as variáveis avaliadas foi feita a análise de regressão. Todas as análises foram feitas com o auxílio do R por meio de programação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se a interação significativa (TABELA 2) entre os níveis do fator A (tempo de armazenamento) e do fator B (tipo de embalagem). Houve também efeito significativo para o contraste entre a testemunha e os tratamentos comuns, exceto para a umidade (%). Esta significância indica diferença entre a média do tratamento testemunha e a média os valores obtidos para os tratamentos fatoriais.

Tabela 2 – Resumo dos quadrados médios referente a presença de interação significativa e dos efeitos simples pelo teste F na ANOVA

FV	Primeira Contagem (%)	Plântulas Normais (%)	Umidade (%)	Massa Fresca Aérea (g)	Massa Fresca raiz (g)	Massa Fresca raiz (g)	Massa Seca raiz (g)	Peso 100 Sementes (g)
Fator A	15539,78**	14404,44**	22,34**	1768,59**	130,59**	65,91**	1,14**	134,95**
Fator B	1441,47**	1135,60**	27,15**	165,55**	4,87**	7,23**	0,04**	64,34*
AxB	572,04**	572,04**	10,89**	69,19**	3,53**	3,36**	0,04**	54,73**
Test_Vs_Comuns	3028,57**	2595,84**	1,01ns	121,89**	32,25**	34,32**	0,43**	2,31ns
Resíduo	119,31	80,40	0,39	12,09	0,52	0,66	0,01	23,12

** , * , ns significativo ao nível de 1 %, 5 % e não significativo pelo teste F, respectivamente.

As sementes de feijão-fava, utilizadas no presente estudo, apresentaram dimensões variando 12,88 a 14,68 mm de comprimento, de 7,77 a 8,79 mm de largura e de 5,59 a 6,90 mm de espessura. Já o peso médio variou de 45,44 a 56,90 g/100 sementes (TABELA 3). Segundo Silva e Costa (2003), os tamanhos das sementes variam de muito pequenas (menos de 20 g/100 sementes) a grandes (mais de 40 g/100 sementes). Portanto, as sementes de feijão-fava, variedade Lagartixa, são classificadas como sementes grandes. Aos 270 dias de armazenamento a embalagem PET não apresentou diferença significativa com a embalagem CN e diferindo das demais pelo teste Tukey a 5 % de significância. Já a testemunha diferiu significativamente somente da embalagem PET a 5 % pelo teste Dunnett com 270 de armazenamento.

Tabela 3 – Valores médios de peso de 100 sementes (g) de sementes crioulas de feijão-fava, variedade Lagartixa, durante armazenamento em diferentes embalagens (Montes Claros, MG, 2020)

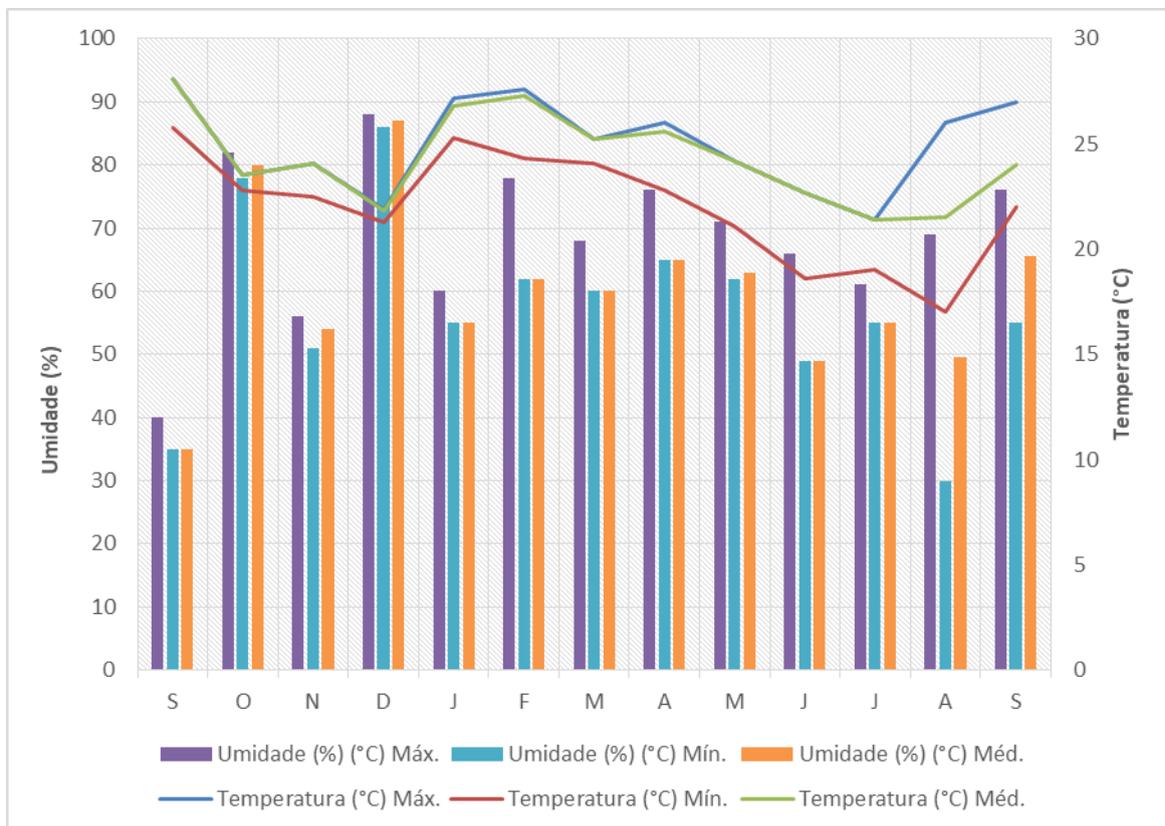
Embalagens	Peso 100 Sementes (g)			
	90	180	270	360
1 – CN	50,02 a	46,94 a	56,90 ab	43,96 a
2 - PET	46,76 a	46,54 a	62,74 a *	47,35 a
3 - PEAD	48,17 a	45,28 a	46,06 c	46,24 a
4 - VIDRO	47,56 a	46,95 a	45,87 c	43,37 a
5 - PEBD	47,86 a	47,76 a	48,40 bc	45,48 a
6 - PAPEL	48,15 a	45,45 a	45,14 c	45,97 a
Testemunha	46,93			

Médias seguidas da mesma letra na coluna não se diferem entre si pelo teste *Tukey* ao nível de 5 % de significância. Médias seguidas de * se diferem da testemunha pelo teste *Dunnett* ao nível de 5 % de significância.

A temperatura média durante o armazenamento variou de 17 a 28,1 °C, sendo que a mínima de 17 °C ocorreu em agosto de 2019 e máxima de 28,1 °C em setembro de 2018. A umidade relativa do ar média durante o período de armazenamento variou de 30 a 88 %, sendo que a máxima (88 %) foi registrada em dezembro de 2018 e a mínima (30 %) em agosto de 2019 (GRÁFICO 1). Os meses de

outubro, dezembro de 2018 e agosto de 2019 apresentaram médias de umidade relativa do ar acima de 65 % (GRÁFICO 1). Portanto, favorecendo a proliferação de fungos, acelerando o metabolismo e o processo de deterioração das sementes armazenadas. Os principais fungos que ocorrem associados às sementes durante o armazenamento são pertencentes aos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium*. O crescimento e a proliferação dos mesmos são favorecidos por umidades relativas do ar superiores a 65 % (HALLOIN, 1986).

Gráfico 1 – Umidade relativa e temperatura, máxima, mínima e média, monitoradas pelo termo-higrômetro instalado em ambiente de sala – no ICA – UFMG, município Montes Claros – MG, no período de 28 setembro de 2018 a 28 setembro de 2019



Em geral, os fungos reduzem a qualidade das sementes devido ao aquecimento provocado pela respiração e à produção de enzimas e toxinas prejudiciais. Entre as enzimas produzidas, as mais importantes são as celulases, pectinases, amilases, lipases, proteases e nucleases (HALLOIN, 1986), responsáveis por alterarem a composição química e estrutural das sementes, levando ao consumo das reservas nutritivas, aumento da concentração de ácidos graxos livres e danos às proteínas e ácidos nucleicos. As toxinas, por sua vez, podem afetar direta ou indiretamente a integridade das membranas celulares, intensificando a exsudação de solutos, e causar a descoloração e necrose de tecidos.

Segundo Coimbra (2007), o teor de água inicial das sementes é um fator primordial para a padronização dos testes de avaliação da qualidade fisiológica a serem realizados, ressaltando que o teor elevado de água pode favorecer o desempenho das sementes nos testes. As sementes de feijão-fava foram armazenadas com teores de água iniciais de 10.68 % (TABELA 4).

O teor de água inicial das sementes armazenadas se apresentava nos limites inferiores aos

estabelecidos para leguminosas segundo (BERTOLIN *et al.* (2011), em trabalho realizado com cultivar de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), apresentou teores de água da ordem de 11,45 a 13,85 %. Estes foram próximos aos encontrados nas sementes de feijão-fava do presente trabalho.

Tabela 4 – Valores médios de teor de água (% b.u.) de sementes crioulas de feijão-fava, variedade Lagartixa, durante armazenamento em diferentes embalagens (Montes Claros, MG, 2020)

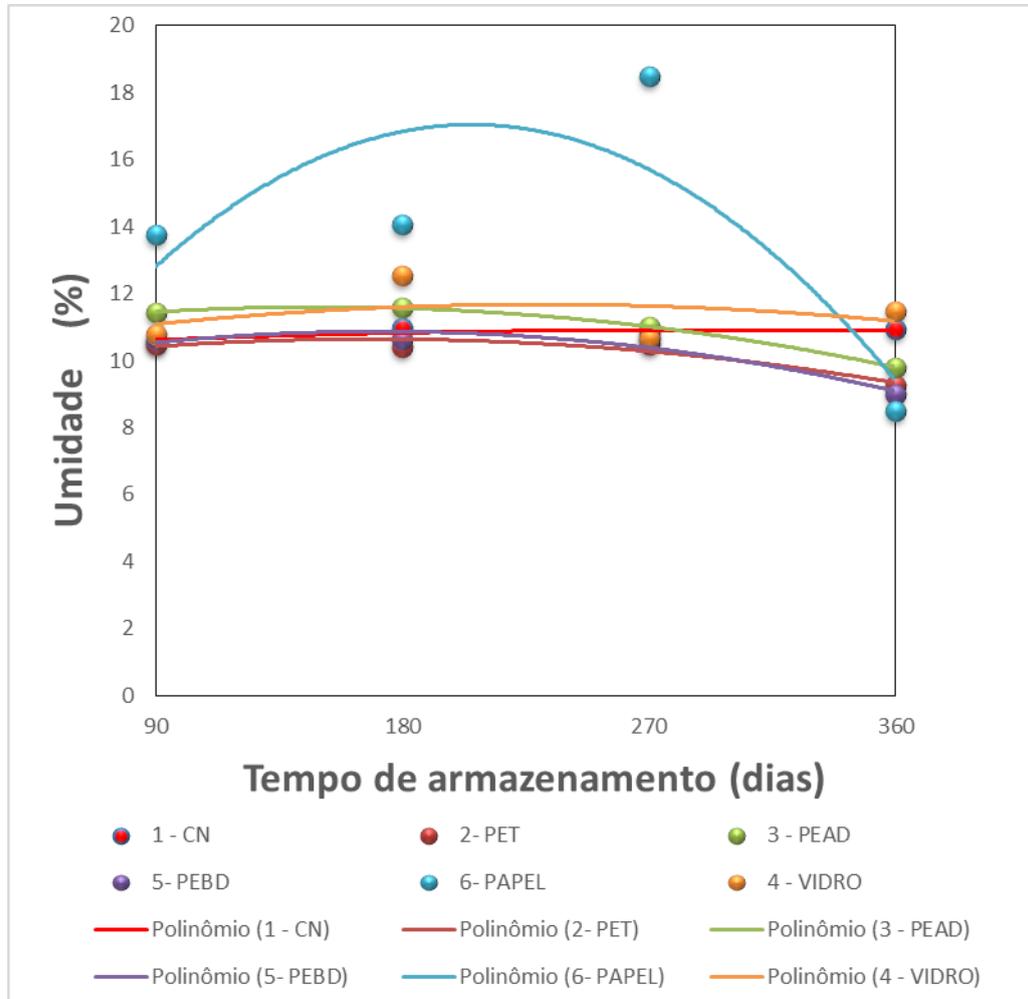
Embalagens	Umidade (%)			
	90	180	270	360
1 - CN	10,57 b	10,96 c	10,77 b	10,92 ab
2 - PET	10,49 b	10,42 c	10,49 b	9,26 cd *
3 - PEAD	11,45 b	11,57 bc	11,00 b	9,80 bc
4 - VIDRO	10,77 b	12,54 b *	10,68 b	11,49 a
5 - PEBD	10,61 b	10,63 c	10,61 b	9,00 cd *
6 - PAPEL	13,74 a *	14,06 a *	18,48 a *	8,48 d *
Testemunha	10,69			

Médias seguidas da mesma letra na coluna não se diferem entre si pelo teste *Tukey* ao nível de 5 % de significância. Médias seguidas de * se diferem da testemunha pelo teste *Dunnnett* ao nível de 5 % de significância.

A embalagem de PAPEL apresentou maior valor de umidade durante 270 dias armazenamento diferindo das demais embalagens e da testemunha pelos testes de *Tukey* e *Dunnnett* a 5 % de significância. Já aos 360 dias essa embalagem possibilitou um dos menores teores de umidade. De acordo com Copeland e McDonald (1995), os ciclos de hidratação e secagem nas sementes reduzem a qualidade fisiológica das sementes. Os resultados indicaram que o teor médio de água das sementes de feijão-fava armazenadas na embalagem de PAPEL apresentou uma variação de 3,06 a 7,68 pontos percentual nos períodos de 90 e 270 dias de armazenamento (TABELA 4). As sementes armazenadas na embalagem (PAPEL) atingiram maiores teores de água apresentando maior variação, em relação a testemunha e demais embalagens no período de 360 d.d.a, conseqüentemente a que mais deteriorou. A partir de 270 d.d.a., até o final do armazenamento, as sementes perderam água ao entrarem em equilíbrio higroscópico com a umidade relativa do ar (GRÁFICO 2).

Aos 180 dias de armazenagem a embalagem de VIDRO também diferiu significativamente da testemunha por apresentar um aumento maior na umidade das sementes armazenadas. Isso possivelmente foi causado por problemas na vedação do pote de vidro utilizado para o armazenamento. As embalagens PET e PEBD apresentaram melhores resultados quanto a armazenabilidade e conservação das sementes, pois durante todo período de armazenamento promoveram pouca variação na umidade das sementes armazenadas diferindo das demais embalagens significativamente a 5 % pelos testes *Tukey* e *Dunnnett*. Ambas mantiveram seus teores de água próximos aos valores da testemunha durante os 360 dias de armazenamento e reduzindo ainda mais a partir de 270 d.d.a (TABELA 4).

Gráfico 2 – Valores médios de teor de água (% b.u.) de sementes crioulas de feijão-fava, variedade Lagartixa, durante armazenamento em diferentes embalagens (Montes Claros, MG, 2020)

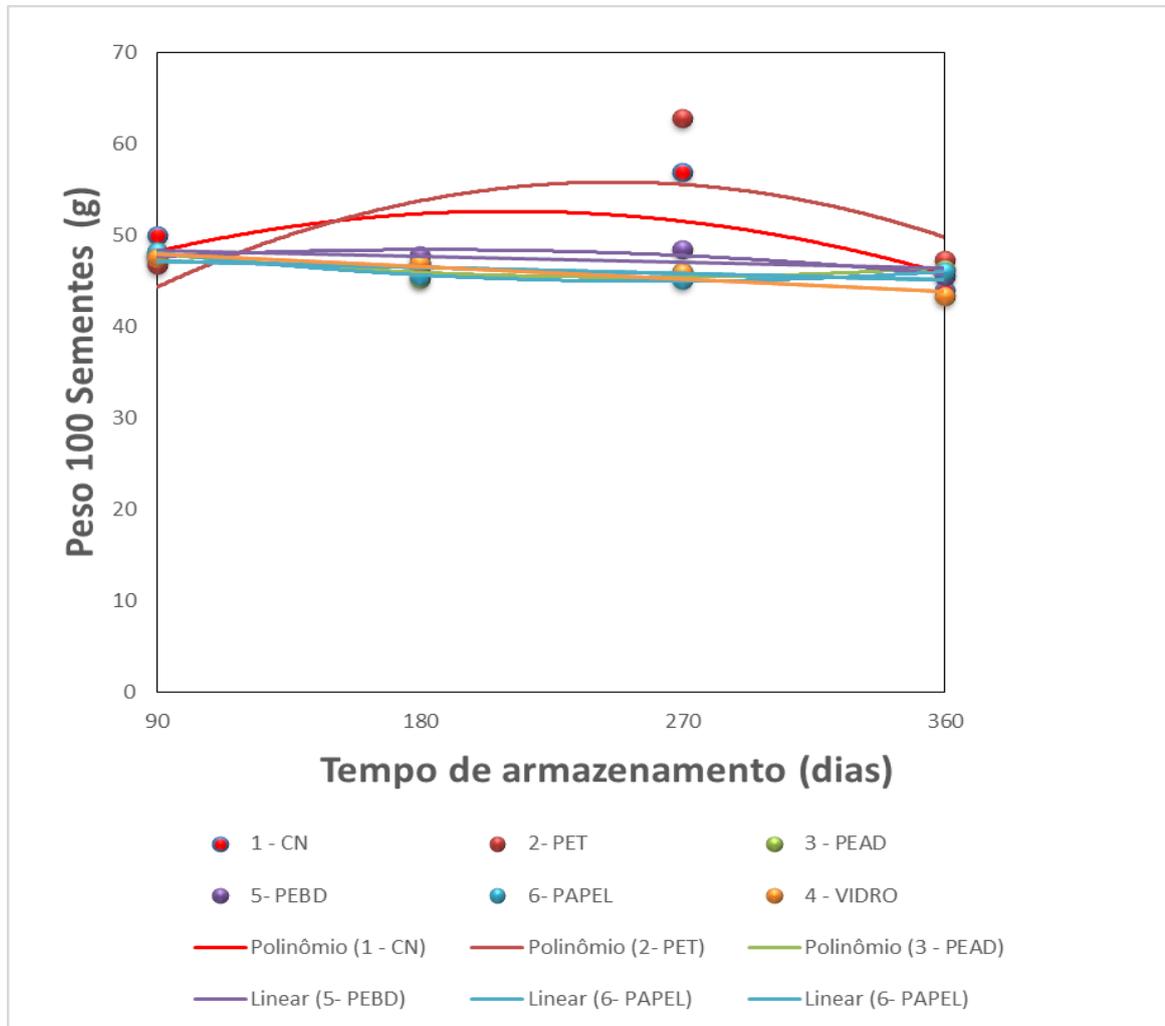


De acordo com Harrington (1972), considerando-se teores de água entre 5 % e 14 % e temperaturas de armazenamento entre 0 °C e 50 °C, alguns preceitos gerais relativos à manutenção da viabilidade ao longo do armazenamento podem ser aplicados: Cada redução de 1 % no teor de água das sementes duplica o período de viabilidade; cada decréscimo de 5,6 °C na temperatura de armazenamento duplica o período de viabilidade. Teores de água acima de 40 % favorecem a germinação. Já teores de água entre 18 % e 30 % desencadeiam processos de deterioração das sementes, ao passo que sementes armazenadas com teores de água situados entre 18 % e 20 % tendem a apresentar intensa atividade respiratória, que, em contrapartida, gera calor e potencializa o processo de deterioração. Por outro lado, abaixo de 10 % de umidade, o metabolismo e a atividade de insetos são sensivelmente reduzidos e sementes armazenadas com teores de água abaixo de 4 % a 5 % são imunes ao ataque de insetos e fungos de armazenamento (BEWLEY; BLACK, 1994). As embalagens (PEBD e PET) mantiveram o teor de água próximo a 10,68 % (TABELA 3), mantendo o metabolismo e atividade de insetos sensivelmente reduzidos. A embalagem permeável (PAPEL) manteve o teor de água das sementes armazenadas acima de 13 % durante todo período chegando a 18,48 com 270 d.d.a., (GRÁFICO 2), o que possibilita a intensificação do processo de deterioração e da

atividade de insetos e de fungos. A atividade dos insetos pode ser reduzida com o decréscimo da temperatura e da umidade relativa do ambiente de armazenamento, visto que sua ação intensifica-se em ambientes com temperaturas superiores a 25° C e quando o teor de água das sementes é superior a 13 % (MARCOS FILHO, 2005).

As embalagens impermeáveis evitam acréscimos no teor de água das sementes, ao contrário, as permeáveis sofrem grandes variações no teor de água, entrando em equilíbrio higroscópico com umidade do ambiente de armazenamento. Destaque para as embalagens (PEBD E PET) que mantiveram com variações mínimas o teor de água das sementes com redução no final do período de armazenamento (GRÁFICO 2). Proporcionando melhor conservação e vigor. Todas essas alterações provocadas pela associação entre fungos e sementes culminam com a inibição ou redução da germinação e vigor e, conseqüentemente, com a sua capacidade de armazenamento. As embalagens (PET) apresentaram maior massa ou peso de 100 sementes diferindo das demais embalagens que apresentaram pesos inferiores. O pior resultado foi para sementes armazenadas na embalagem (PAPEL) seguida da (VIDRO) estas apresentaram variações no peso ao longo do armazenamento (GRÁFICO 3). Silva *et al.* (2007), em estudos com a gramínea *Bromus auleticus* Trin. Ex Nees, verificaram que o peso de mil sementes não influencia a germinação; entretanto, apresenta uma correlação positiva com o vigor das sementes.

Gráfico 3 – Valores médios de peso de 100 sementes (g) de sementes crioulas de feijão-fava, variedade Lagartixa, durante armazenamento em diferentes embalagens (Montes Claros, MG, 2020)



No presente trabalho, os valores médios de mil sementes foram de 475,90g, correspondendo a 47,59g para cada 100 sementes, com média aproximada para os valores encontrados por Azevedo *et al.* (2003) e Oliveira *et al.* (2011) confirma esta evidencia em seu experimento cujo, o peso de 100 sementes variou de 31,16 a 49,9g. Os resultados encontrados são semelhantes, evidenciando a grande variabilidade de peso, forma e tamanhos que a semente de fava possui.

De acordo com a legislação vigente, as sementes de feijão-fava não estão classificadas para comercialização. Porém, utilizando-se as categorias do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) em que a germinação mínima é de 70 % para sementes básicas e 80 % para as sementes certificadas (C1 e C2) ou não certificadas (S1 e S2) de primeira e de segunda geração (BRASIL, 2005).

A maioria das embalagens utilizadas no presente estudo, não preservaram um percentual mínimo de germinação para fins de comercialização. Somente as sementes armazenadas na embalagem (PEBD) apresentam-se comercializáveis. As demais embalagens não atenderam o percentual mínimo para germinação, se utilizado a classificação do feijão, já que os resultados foram inferiores ao exigido (TABELA 5).

Tabela 5 – Valores médios de germinação (%) de sementes crioulas de feijão-fava, variedade Lagartixa, durante armazenamento em diferentes embalagens (Montes Claros, MG, 2020)

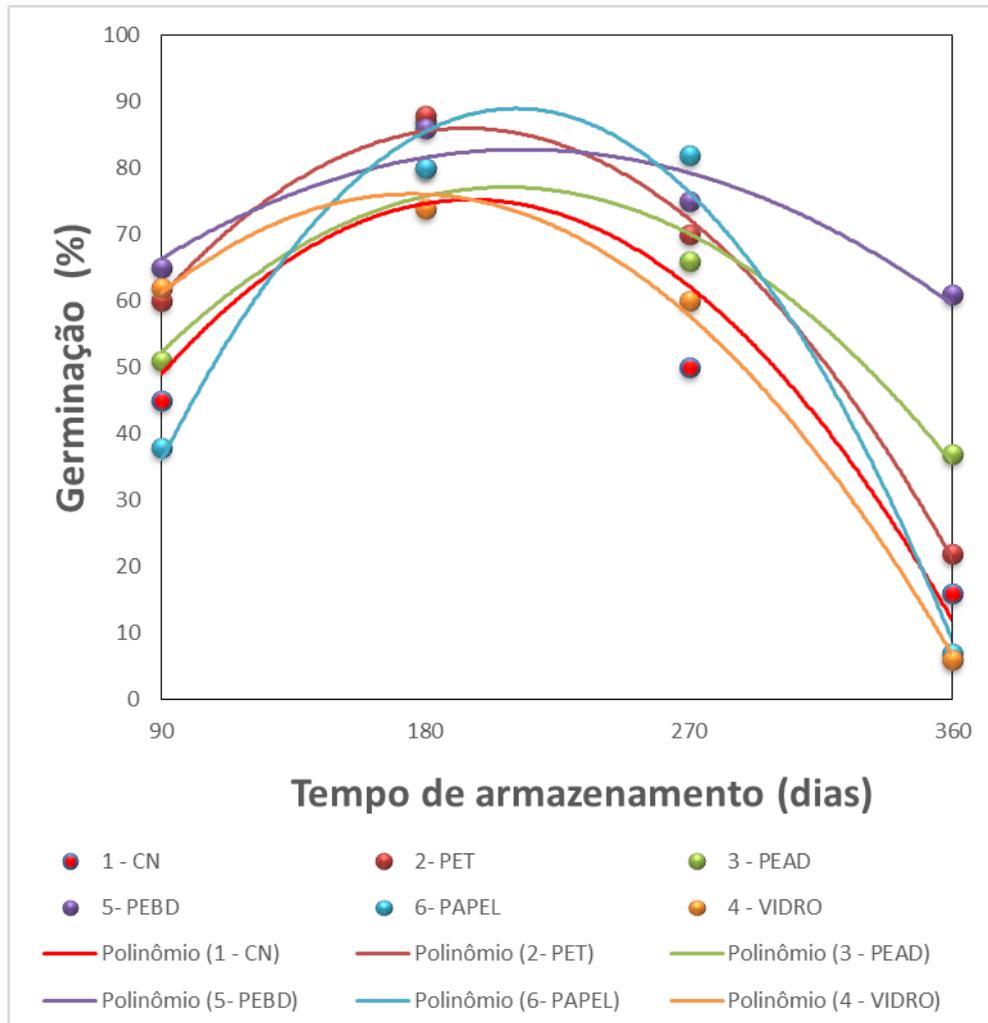
Embalagens	Plântulas Normais (%)			
	90	180	270	360
1 - CN	45 bc *	87 a	50 c *	16 c *
2 - PET	60 ab *	88 a	70 ab	22 bc *
3 - PEAD	51 abc *	80 a	66 abc	37 b *
4 - VIDRO	62 ab *	74 a	60 bc *	6 c *
5 - PEBD	65 a	86 a	75 ab	61 a *
6 - PAPEL	38 c *	80 a	82 a	7 c *
Testemunha	83			

Médias seguidas da mesma letra na coluna não se diferem entre si pelo teste *Tukey* ao nível de 5 % de significância. Médias seguidas de * se diferem da testemunha pelo teste *Dunnnett* ao nível de 5 % de significância.

Coelho *et al.* (2011), em trabalho com sementes das cultivares de feijão crioulo, apresentou elevado potencial fisiológico em relação a cultivar comercial, em função do maior porcentual inicial de germinação e elevada emergência a campo. Os valores do presente estudo, com variedades de feijão-fava, foram inferiores aos encontrados por Coelho *et al.* (2011). No entanto, a embalagem (PET), muito utilizada pelos agricultores familiares, apresentou média acima de 60 % de germinação, superando o índice de germinação do restante das embalagens. A embalagem de papel apresentou e ou evidenciou os piores resultados.

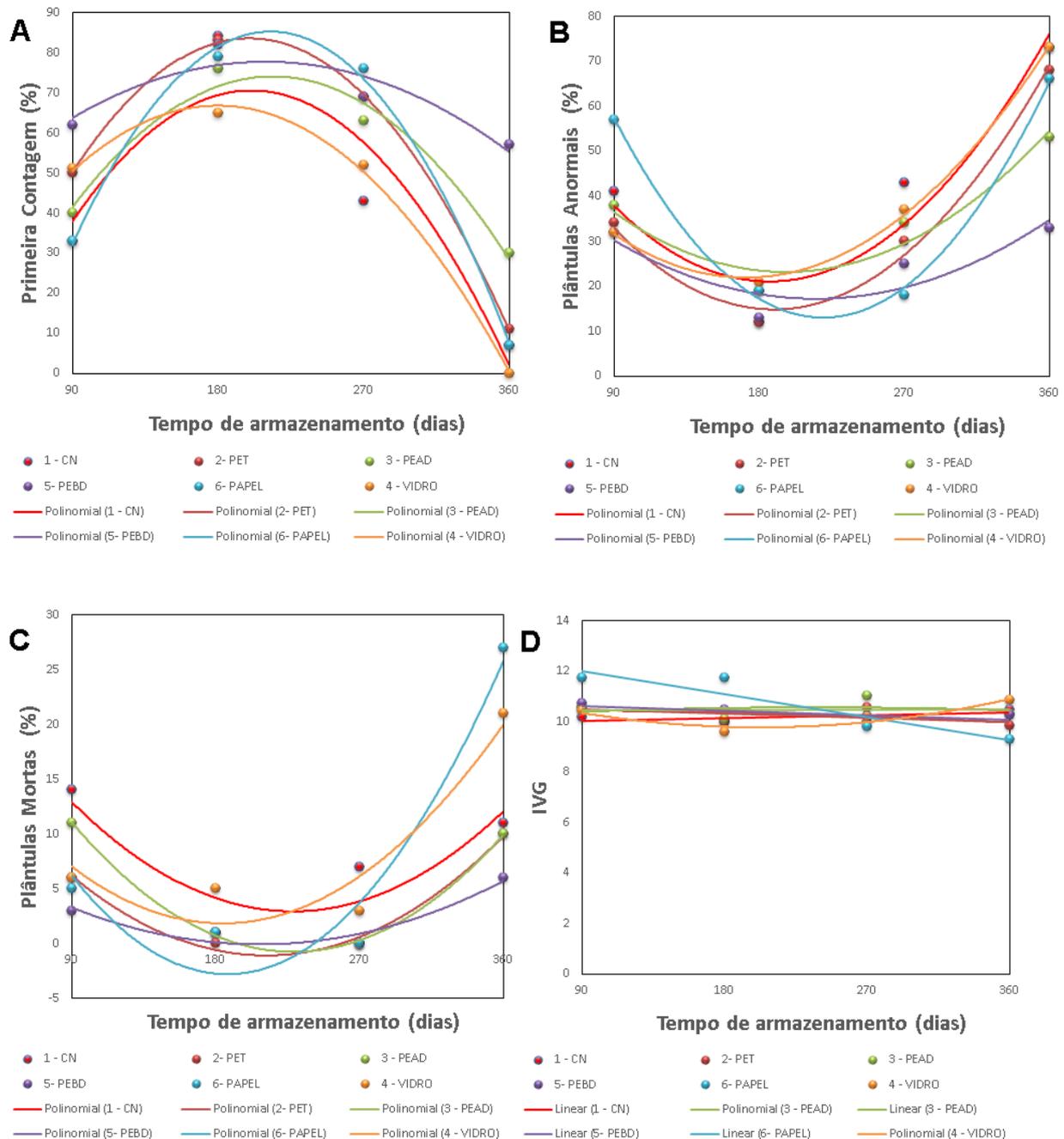
Os resultados, do teste de germinação, evidenciaram que as sementes armazenadas nas embalagens (PEBD e PET) apresentaram as maiores médias de plântulas normais, media geral de 70 e 60 % de germinação no período de armazenamento, respectivamente, diferindo entre si, e das demais, com valores iguais ou superiores a 1,5 % chegando a 21,5 % de germinação (TABELA 5) Gráfico 4.

Gráfico 4 – Valores médios de Germinação (%) de sementes crioulas de feijão-fava, variedade Lagartixa, durante armazenamento em diferentes embalagens (Montes Claros, MG, 2020)



Por meio do teste de primeira contagem de germinação, as maiores porcentagens de plântulas normais foram obtidas também para estas duas embalagens, evidenciando, portanto, as de maior vigor. Estas duas embalagens se diferem no vigor onde a embalagem (PEBD) é superior a embalagem (PET). No que se refere a armazenabilidade (GRÁFICO 5).

Gráficos 5 – Gráficos referente aos valores médios de primeira contagem (A) (PC%), plântulas anormais (B)(PA), sementes mortas (C)(SM), índice de velocidade de germinação (D) (IVG) de sementes crioulas de feijão-fava, variedade Lagartixa, durante armazenamento em diferentes embalagens (Montes Claros, MG, 2020)



Para sementes mortas, as embalagens (PAPEL E VIDRO), apresentaram maiores médias e diferiram das demais, não diferindo entre si, (GRÁFICO 5 - C).

A variável semente dura não foi influenciada ($P \leq 0,05$) pelos tratamentos (embalagem), portanto, não foram apresentadas.

No Gráfico 5 - D constam os resultados médios do índice de velocidade de germinação (IVG). Verifica-se que houve efeito ($P \leq 0,05$) dos tratamentos para o IVG, separadas em três grupos distintos, sendo que a embalagem de (PAPEL) apresentou o menor IVG com decréscimo gradual ao longo do

período de armazenagem, novamente comprova-se o baixo potencial da semente armazenada neste tipo de embalagem, seguidas das embalagens (PEAD e VIDRO), que apresentaram variações no IVG. Na embalagem CN quase não variou o IVG mantendo-se constante ao longo do período de armazenamento.

As embalagens (PEBD e PET) apresentaram decréscimos no IVG com pouca variação, sendo que a maior média de IVG foi o da embalagem (PEBD) que se aproximou da testemunha, seguida da (PET), aparecendo como outra opção para uso dos agricultores. (GRÁFICO 5 - D. 2).

A capacidade de germinação de determinada semente não está necessariamente associada a formação de plântulas vigorosas, sementes com danos físicos podem germinar, porém afetar o vigor, assim sementes com emergência similares podem ter vigor diferentes no que se diz respeito ao índice de velocidade de germinação (MARCOS FILHO, 2015).

Os maiores pesos de raiz primária de plântulas foram obtidos nas embalagens (PEBD e PET) e os menores pesos foram verificados para as sementes armazenadas nas embalagens (PAPEL), (GRÁFICO 6, E, F, G, H). A embalagem (PEBD) proporcionou originar plântulas com maior peso de parte aérea e raiz, em contrapartida, as sementes armazenadas em embalagem de (VIDRO) resultaram em plântulas com menores pesos de massa fresca de parte aérea e raiz.

O maior conteúdo de massa seca de parte aérea e raízes (GRÁFICOS 6, E, F) de plântulas ocorreu na embalagem (PEFA), enquanto os menores valores foram obtidos com as sementes armazenadas na embalagem de (VIDRO).

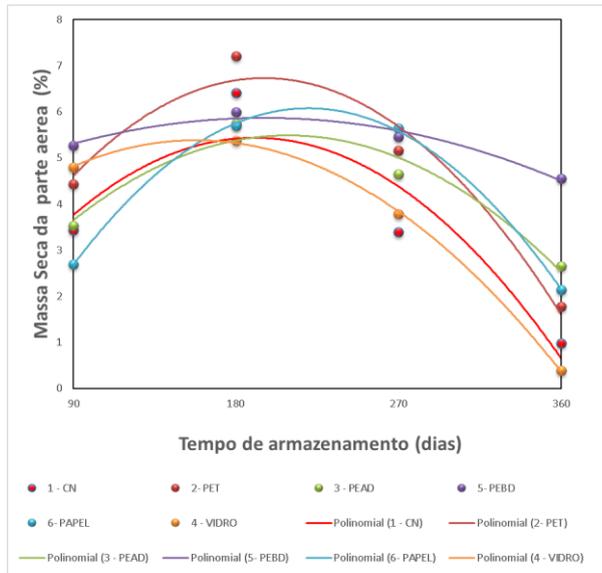
Para os dados de matéria fresca e matéria seca, a embalagem (PEBD) apresentou as maiores médias, sendo iguais entre a testemunha e diferentes das demais (GRÁFICO 6 G, H.).

As embalagens influenciaram no desenvolvimento das plântulas, pois os valores de matéria fresca e matéria seca diferiram significativamente entre os tratamentos, em que as embalagens (PEBD seguida pela PET) preservaram o maior potencial fisiológico, da semente mantendo germinação e vigor, maior que as demais semelhante a testemunha.

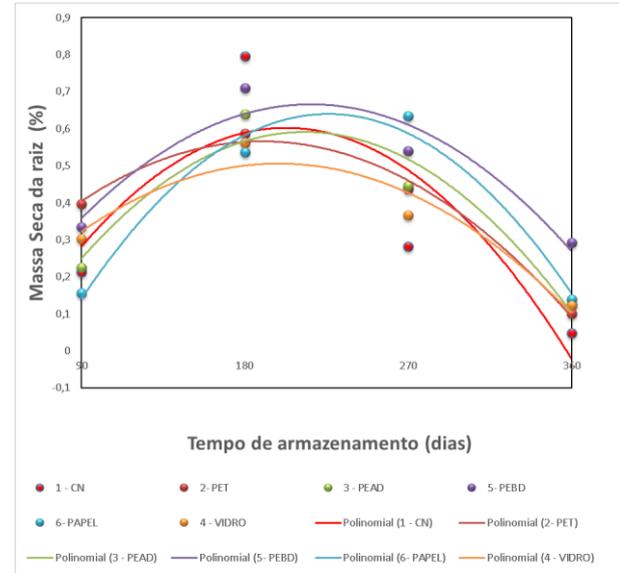
A qualidade fisiológica das sementes é de grande importância na avaliação de um lote de sementes porque tem influência direta em seu desempenho, favorecendo uma maior velocidade nos processos metabólicos proporcionando uma emissão mais rápida e uniforme da raiz primária no processo de germinação (MINUZZI *et al.*, 2010).

Gráficos 6 – Gráficos referentes aos valores médios de matéria seca parte aérea (E)(MSA%), matéria seca da raiz (F)(MSR%), valores médios de matéria fresca parte aérea (G)(MFA%), matéria fresca da raiz (H)(MFR%), de sementes crioulas de feijão-fava, variedade Lagartixa, durante armazenamento em diferentes embalagens (Montes Claros, MG, 2020)

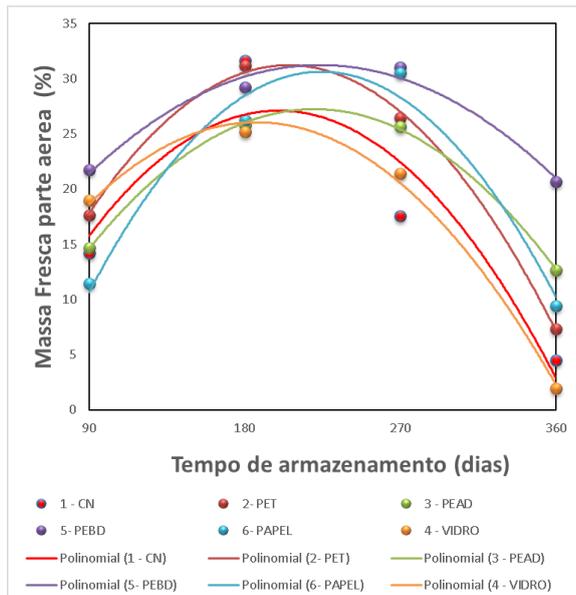
E



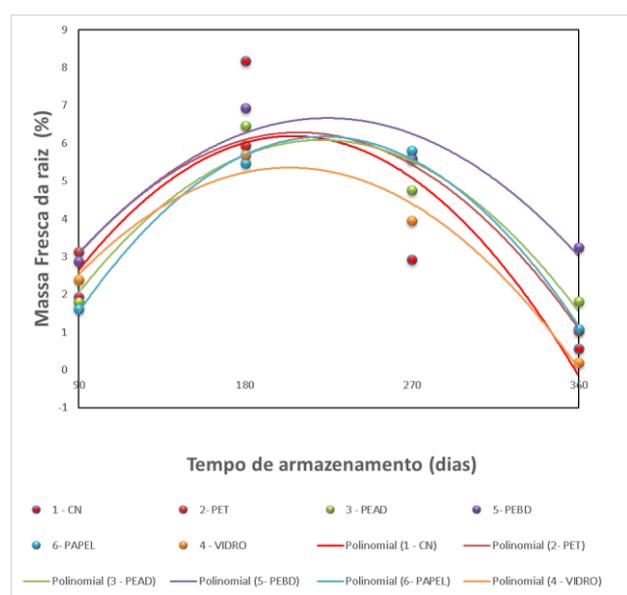
F



G



H



Para a maioria das variáveis observou-se significância do efeito quadrático em todas as embalagens (TABELA 6). Isso pode ser justificada pela deterioração das sementes a partir dos 270 dias, conforme já discutido. Apenas a umidade e IVG não apresentaram significância para os efeitos quadráticos para a maioria das embalagens, pois seus valores tenderam a ser mais estáveis no decorrer do tempo de armazenamento. A embalagem CN foi a que apresentou as menores estimativas do coeficiente de determinação para a maioria das características. Isso indica que esta embalagem

apresentou maior instabilidade, e que as conclusões retiradas a partir deste estudo em função dos tempos de armazenamento são menos confiáveis.

Tabela 6 – Coeficientes de regressão referentes a germinação (G), primeira contagem (PC), plântulas anormais (PA), sementes mortas (SM), índice de velocidade de germinação (IVG), matéria fresca (MF) e matéria seca (MS) de sementes crioulas de feijão-fava, variedade Lagartixa, durante armazenamento em diferentes embalagens (Montes Claros, MG, 2020)

Variáveis	Embalagem 1 - CN				Embalagem 2 - PET			
	a	b	c	R ²	A	b	c	R ²
Emissão Radicular (%)	92,5**	7,88 X 10 ⁻¹⁵ ns	-	0,03	73,50**	0,22**	-8,25 X 10 ⁻¹⁶ **	0,87
Primeira Contagem (%)	-37,25*	1,08**	-5,21 X 10 ⁻¹⁵ **	0,85	-27,75ns	1,12**	-8,66 X 10 ⁻¹⁵ **	0,99
Plântulas Normais (%)	-14,50ns	0,92**	-4,57 X 10 ⁻¹⁴ **	0,87	-2,00ns	0,91**	-4,57 X 10 ⁻¹⁴ **	0,99
Plântulas Anormais (%)	84,25**	-0,68**	1,01 X 10 ⁻¹⁵ **	0,90	81,00**	-0,70**	1,87 X 10 ⁻¹⁵ **	0,98
Plântulas Mortas (%)	28,00**	-0,22*	8,32 X 10 ⁻¹⁶ *	0,76	21,00*	-0,21*	8,32 X 10 ⁻¹⁶ *	0,98
Umidade (%)	10,59**	4,26 X 10 ⁻¹⁶ ns	-	0,39	11,07**	-0,01 X 10 ⁻¹⁵ *	-	0,59
IVG	9,93**	4,43 X 10 ⁻¹⁵ ns	-	0,51	10,64**	-7,79 X 10 ⁻¹⁵ ns	-	0,31
Massa Fresca Aérea (g)	-10,38*	0,37**	-2,05 X 10 ⁻¹⁶ **	0,86	-11,21*	0,41**	-0,75 X 10 ⁻¹⁵ **	0,99
Massa Fresca raiz (g)	-5,03**	0,11**	-7,55 X 10 ⁻¹⁶ **	0,68	-3,62**	0,095**	-7,18 X 10 ⁻¹⁶ **	0,99
Massa Seca Aérea (g)	-0,58ns	0,06**	-6,68 X 10 ⁻¹⁶ **	0,85	-0,54ns	0,07**	-3,84 X 10 ⁻¹⁶ **	0,96
Massa Seca raiz (g)	-0,43**	0,01**	-3,05 X 10 ⁻¹⁴ **	0,69	-0,02ns	0,07 X 10 ⁻¹⁵ **	-1,73 X 10 ⁻¹¹ **	0,99
Peso 100 Sementes (g)	39,18**	0,13ns	-6,79 X 10 ⁻¹⁵ *	0,30	27,40**	0,23**	-8,65 X 10 ⁻¹⁶ **	0,39

Variáveis	Embalagem 3 - PEAD				Embalagem 4 - VIDRO			
	a	b	c	R ²	A	b	c	R ²
Emissão Radicular (%)	76,75**	0,17*	-5,03 X 10 ⁻¹⁶ *	0,99	86,5**	0,02ns	-	0,90
Primeira Contagem (%)	-23,25ns	0,91**	-9,65 X 10 ⁻¹⁵ **	0,97	0,99ns	0,73**	-7,05 X 10 ⁻¹⁵ **	0,99
Plântulas Normais (%)	-1,37ns	0,74**	-0,14 X 10 ⁻¹⁵ **	0,96	13,49ns	0,71**	-7,05 X 10 ⁻¹⁵ **	0,99
Plântulas Anormais (%)	68,50**	-0,46**	2,85 X 10 ⁻¹⁵ **	0,92	64,75**	-0,49**	0,63 X 10 ⁻¹⁵ **	0,99
Plântulas Mortas (%)	31,50**	-0,28**	7,29 X 10 ⁻¹⁵ **	0,99	21,75*	-0,22*	4,26 X 10 ⁻¹⁶ **	0,89
Umidade (%)	10,68**	0,01ns	-4,07*	0,99	11,3**	6,46 X 10 ⁻¹⁶ ns	-	8,61 X 10 ⁻⁷
IVG	10,44**	3,17 X 10 ⁻¹⁶ ns	-	9,02 X 10 ⁻⁷	11,63**	-0,02ns	4,51*	0,88
Massa Fresca Aérea (g)	-8,84ns	0,33**	-0,55 X 10 ⁻¹⁶ **	0,99	-1,48ns	0,29**	-8,95 X 10 ⁻¹⁶ **	0,99
Massa Fresca raiz (g)	-5,39**	0,10**	-4,34 X 10 ⁻¹⁶ **	0,92	-3,70**	0,09**	-6,68 X 10 ⁻¹⁶ **	0,97
Massa Fresca raiz (g)	-0,18ns	0,05**	-4,08 X 10 ⁻¹⁶ **	0,94	2,32*	0,04**	-8,65 X 10 ⁻¹⁶ **	0,99
Massa Seca raiz (g)	-0,43**	5,65 X 10 ⁻¹⁵ **	-2,26**	0,93	-0,11ns	6,73 X 10 ⁻¹⁵ **	-1,55**	0,92
Peso 100 Sementes (g)	47,69**	-1,21 X 10 ⁻¹⁵ ns	-	0,28	49,35**	-0,01ns	-	0,91

Variáveis	Embalagem 5 - PEBD				Embalagem 6 - PAPEL			
	a	b	c	R ²	A	b	c	R ²
Emissão Radicular (%)	95**	0,95 X 10 ⁻¹⁵ ns	-	0,02	100**	-0,02*	-	0,52
Primeira Contagem (%)	34,50*	0,41**	-6,59 X 10 ⁻¹⁶ **	0,83	-74,75**	1,51**	-9,41 X 10 ⁻¹⁵ **	0,99
Plântulas Normais (%)	33,75**	0,46**	-0,25 X 10 ⁻¹⁵ **	0,89	-71,75**	1,52**	-1,14 X 10 ⁻¹⁵ **	0,98
Plântulas Anormais (%)	55,75**	-0,36*	3,43 X 10 ⁻¹⁶ *	0,76	141,00**	-1,16**	4,35 X 10 ⁻¹⁵ **	0,99
Plântulas Mortas (%)	0,5ns	8,89 X 10 ⁻¹⁵ ns	-	0,15	30,75**	-0,36**	5,68 X 10 ⁻¹⁴ **	0,93
Umidade (%)	9,39**	0,01ns	-5,01*	0,94	3,62**	0,13**	-5,33 X 10 ⁻¹⁶ **	0,66
IVG	10,81**	-4,46 X 10 ⁻¹⁵ ns	-	0,59	12,94**	-1,11 X 10 ⁻¹⁴ **	-	0,87
Massa Fresca Aérea (g)	3,72ns	6,68 X 10 ⁻¹² **	-3,61 X 10 ⁻¹⁶ **	0,97	-25,07**	0,49**	-4,58 X 10 ⁻¹⁵ **	0,97
Massa Fresca raiz (g)	-3,31**	0,09**	-2,48 X 10 ⁻¹⁶ **	0,91	-6,91**	0,12**	-0,52 X 10 ⁻¹⁶ **	0,99
Massa Seca Aérea (g)	3,94**	0,02ns	-5,03*	0,96	-3,65**	0,09**	-0,76 X 10 ⁻¹⁶ **	0,99
Massa Seca raiz (g)	-0,23*	8,96 X 10 ⁻¹⁵ **	-1,92**	0,90	-0,74**	4,46 X 10 ⁻¹⁴ **	-2,69**	0,97
Peso 100 Sementes (g)	48,99**	-8,94 X 10 ⁻¹⁴ ns	-	0,42	47,89**	-8,93 X 10 ⁻¹⁵ ns	-	0,42

** , * , ns significativo ao nível de 1 % , 5 % e não significativo pelo teste F, respectivamente.

5 CONCLUSÕES

- A germinação e o vigor das sementes analisadas neste trabalho diminuíram ao longo do período de armazenamento, independentemente do tipo de embalagem utilizada, com queda da armazenabilidade após 270 dias;
- As embalagens PEBD e PET possibilitam a minimização alterações no teor de água, no peso, na matéria seca, na germinação e no vigor de sementes crioulas de feijão-fava, durante o armazenamento sob condição ambiente, favorecendo a conservação da qualidade física e fisiológica delas, por um maior período;
- A embalagem PET reduz as perdas das qualidades físicas e fisiológicas de sementes crioulas de feijão-fava, durante o armazenamento sob condição ambiente, em comparação a embalagens permeáveis de papel. Entretanto, as embalagens impermeáveis PEBD, apresentam promissoras em promover tecnologia eficiente e sustentável no que se refere à armazenabilidade de sementes crioulas de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.);
- Não é recomendado armazenar sementes de feijão-fava em embalagens permeáveis de papel por apresentaram os menores índices de qualidade (germinação e vigor) ao final do período de armazenamento, quando comparadas a testemunha e as embalagens semipermeável e impermeável.

6 REFERÊNCIAS

- AZEVEDO, J.N., FRANCO, L.J.D., ARAÚJO, R.O. da C. 2003. Composição química de sete variedades de feijão-fava. In: *Resultados de pesquisa de feijão-fava*. Teresina: EMBRAPA MEIO-NORTE, 2003. 4 p. (Comunicado Técnico, 152).
- BERTOLIN, D.C.; SÁ, M.E.; MOREIRA, E.R. Parâmetros do teste de envelhecimento acelerado para determinação do vigor de sementes de feijão. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 104-112, 2011.
- BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: Physiology of development and germination**. 2 ed. New York: Plenum Press, 1994. 443p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e da Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 590p.
- CAVALCANTE, V. S.; Santos, V. R.; Santos Neto, A. L.; Santos, M.A. L.; Santos, C. G.; Costa, L. C. Biomassa e extração de nutrientes por plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 5, p. 521-528, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662012000500008>.
- COELHO, C. M. M.; PEREIRA, T.; PARIZOTTO, C.; SOUZA, C. A.; MATHIAS, V. Potencial produtivo e teor de nutrientes em sementes crioulas de arroz em sistema agroecológico na safra 2010/2011. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 7., 2011, Fortaleza, CE. **Ética na Ciência: agroecologia como paradigma para o desenvolvimento rural**, Porto Alegre, RS: ABA, 2011.
- COIMBRA, R. A. Teste de germinação com acondicionamento dos rolos de papel em sacos plásticos. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 1, p. 92-97, 2007.
- COPACHESKI, M.; BOFF, P.; PARIZOTTO, C.; BOFF, C. I. M. Revitalização de sementes de feijão (*Phaseolus vulgaris*) submetidas a tratamentos homeopáticos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, 8., [s. l.]. **Resumos [...]**. [s. l.], v. 8, n. 2, p. 5, 2013.
- COPELAND, L.O.; McDONALD, M.B. **Seed Science and Technology**. New York: CHAPMAN & HALL, 1995. 410 p.
- GRISI, P.U.; SANTOS, C.M. Influência do armazenamento, na germinação das sementes de girassol. **Horizonte Científico**, Uberlândia, v.1, n. 7, p. 1-14, 2007.
- HALLOIN, J.M. Microorganisms and seed deterioration. In: McDONALDJUNIOR, M.B.; NELSON, C.J. (ed.). **Physiology of seed deterioration**. Madison: CSSA, 1986. p. 89-99.
- HARRINGTON, J.F. Seed storage and longevity. In: KOZLOWSKI, T.T. **Seed biology**. New York: Academic Press, v. 3, p.145-245, 1972.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.
- MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2. ed. Londrina, PR: ABRATES, 2015. 660p.:il.
- MAGUIRE, J.D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, v. 2, n. 1, p. 176-177, 1962.
- MINUZZI, A.; BRACCINI, A. L.; RANGEL, M. A. S.; SCAPIM, C. A.; BARBOSA, M. C.; ALBRECHT, L. P. Qualidade de sementes de quatro cultivares de soja, colhidas em dois locais no estado de Mato Grosso do Sul. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 32, n. 1, p. 176-185, 2010.
- MUNSELL Color Company. **Munsell soil color charts**. Baltimore: Maryland, 1975. 16p.

OLIVEIRA, F.N., TORRES, S.B.; BEBEDITO, C.P. Caracterização botânica e agronômica de acessos de feijão fava, em Mossoró, RN. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 1, p. 143-148, 2011.

SILVA, Fabricio Schwanz da; PORTO, Alexandre Gonçalves; PASCUAL, Luiz Carlos; SILVA, Flavio Teles Carvalho da. Viabilidade do armazenamento de sementes em diferentes embalagens para pequenas propriedades rurais. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, Alta Floresta, v. 8, n. 1, p. 45-56, 2010.