



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS URUÇUÍ
CURSO BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRÔNOMICA

DIEGO BORGES DE SOUSA

CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE
FEIJÃO-FAVA NO MUNICÍPIO DE URUÇUÍ - PI

URUÇUÍ – PI
2022

DIEGO BORGES DE SOUSA

CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO-
FAVA NO MUNICÍPIO DE URUÇUÍ - PI

Trabalho de Conclusão de Curso (artigo científico)
apresentado como exigência parcial para obtenção do
diploma do Curso de Bacharelado em Engenharia
Agrônoma do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí, *Campus* Uruçuí.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Oliveira Diniz.

URUÇUÍ - PI

2022

CARACTERIZAÇÃO MORFOMÉTRICA E FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE FEIJÃO-FAVA NO MUNICÍPIO DE URUÇUÍ - PI

Diego Borges de Sousa¹
Fábio Oliveira Diniz²

RESUMO

O feijão fava (*Phaseolus lunatus* L.) apresenta grande importância social e econômica para diversas comunidades rurais do Nordeste, onde possui considerável diversidade de cultivares. Neste sentido, o estudo teve como objetivo a caracterização morfométrica e fisiológica de sementes de feijão-fava cultivadas no município de Uruçuí-PI. O experimento foi conduzido no Laboratório do Instituto Federal do Piauí, *Campus* Uruçuí, sob o delineamento inteiramente ao acaso, com quatro repetições de 25 sementes e os tratamentos representados por onze cultivares crioulas, identificadas de acordo com a localidade do cultivo e coloração do tegumento. Inicialmente, determinou-se o peso de mil sementes (teor de água padronizado a 13%). Na sequência as sementes foram fotografadas com câmera digital e as imagens analisadas por meio do software ImageJ®, para a mensuração da área, níveis de cinza (brilho) e a circularidade de cada semente. Em seguida, foram realizadas as medidas do comprimento, da largura e da espessura com auxílio de paquímetro digital (0,01 mm), assim como, a obtenção dos coeficientes $J = \text{comprimento}/\text{largura}$ e $H = \text{espessura}/\text{largura}$. Para a caracterização fisiológica realizou-se os testes de germinação (%), emergência em campo (%), índice de velocidade de emergência (IVE), envelhecimento acelerado (%), condutividade elétrica ($\mu\text{S} \cdot \text{cm}^{-1} \cdot \text{g}^{-1}$) e massa seca de plântulas ($\text{g} \cdot \text{plântula}^{-1}$) antes e após o armazenamento refrigerado por 60 dias. Constata-se grande variabilidade de cor, forma, peso, comprimento, largura e espessura das sementes de feijão-fava cultivadas no município de Uruçuí; e a qualidade das sementes da maioria dos genótipos é mantida durante o armazenamento refrigerado.

Palavras Chaves: *Phaseolus lunatus*; morfometria; sementes crioulas; vigor de sementes; armazenamento.

ABSTRACT

Fava bean (*Phaseolus lunatus* L.) has great social and economic importance for several rural communities in the Northeast, where it has a considerable variety of cultivars. In this sense, the study aimed at the morphometric characterization and regulation of lima bean seeds cultivated in the municipality of Uruçuí-PI. The experiment was controlled at the Laboratory of the Federal Institute of Piauí, *Campus* Uruçuí, under a completely randomized design, with four replications of 25 seeds and treatments represented by eleven creole cultivars, identified according to the location of cultivation and tegument colors. Initially, the weight of one thousand seeds was determined (water content 13%). Next, the seeds were photographed with a digital camera and the images tracked using the ImageJ® software, to measure the area, gray levels (brightness) and circularity of each seed. Then, measurements of length, width and thickness were performed with the aid of a digital caliper (0.01 mm), as well as obtaining the limits $J = \text{length}/\text{width}$ and $H = \text{thickness}/\text{width}$. For the regulatory characterization, germination tests (%), field emergence (%),

¹Graduando em Bacharelado em Engenharia Agrônoma. Instituto Federal Educação Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI, *Campus* Uruçuí. E-mail: dborgesdesousa@gmail.com

²Prof. Dr. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Piauí – IFPI, *Campus* Uruçuí. E-mail: fabio.diniz@ifpi.edu.br

emergence speed index (IVE), accelerated acceleration (%), electrical conductivity ($\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$) were performed. and dry mass of seedlings ($\text{g}.\text{seedling}^{-1}$) before and after refrigerated storage for 60 days. There is great variability in color, shape, weight, length, width and thickness of lima bean seeds cultivated in the municipality of Uruçuí; and seed quality of most genotypes is maintained during refrigerated storage.

Keywords: *Phaseolus lunatus*; morphometry; creole seeds; seed vigor; storage.

Data de aprovação: 23/02/2023

1 INTRODUÇÃO

O feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) também conhecido como fava ou feijão-de-lima, pertence à família Fabaceae, é considerado a segunda espécie do gênero *Phaseolus* mais cultivada no mundo (AZANI et al., 2017; SANDOVAL-PERAZA et al., 2020). No Brasil, é cultivada em todos os Estados e apresenta maior adaptação se comparada ao feijão-comum, porém, a sua área de cultivo ainda é relativamente pequena, em virtude do baixo consumo. Sugere-se que a demanda limitada pelos grãos dessa leguminosa sejam o maior período de cocção e menor preferência pelo paladar, além disso, a maior tradição pelo consumo do feijão comum (GUIMARÃES et al., 2007).

A região nordeste é responsável pela maior parcela de produção da cultura, no ano de 2021 a área plantada foi de 33.374 hectares com uma produção de 9.554 toneladas, os estados com maior destaque foram: Ceará, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Rio Grande do Norte e Alagoas (IBGE, 2022). Devido a sua rusticidade em longos períodos de estiagem, a espécie tem grande importância social e econômica para região, sendo uma importante fonte de alimento e renda (OLIVEIRA et al., 2002; NASCIMENTO et al., 2017).

A espécie possui alta diversidade genética e elevado potencial de produção, pois consegue se desenvolver em diferentes condições, entretanto, prefere regiões de clima tropical quente e úmido (ASSUNÇÃO NETO et al., 2022). No Nordeste brasileiro, já é conhecida uma ampla diversidade de cultivares de feijão-fava, indicando que podem ser utilizadas como bases genéticas no melhoramento vegetal, originando cultivares mais adaptadas e produtivas (MORAES et al., 2017; BRITO et al., 2020). Porém, no estado do Piauí, onde as cultivares crioulas tendem à regionalização, presume-se que ainda há variedades não identificadas e portadoras de características peculiares, com importância para o melhoramento genético da espécie (LOPES et al., 2010).

Sementes crioulas são conceituadas como material utilizado por comunidades agrícolas tradicionais, na qual possuem características próprias quanto a uniformidade e pureza, uma vez

que não foram submetidas a transformações genéticas (BESSA et al., 2017). Essas sementes garantem segurança alimentar, promovem a conservação da diversidade biológica e da variabilidade genética, importante para o melhoramento genético da espécie (ROCHA et al., 2018).

A semente é a matéria-prima básica para o desenvolvimento e estabelecimento de cultivos de alta produtividade, para isso, é necessário que possuam alta qualidade. Nesse sentido, é imprescindível a utilização de testes de vigor que corroboram para avaliação do potencial fisiológico das sementes, gerando informações que diferenciam lotes de acordo com o potencial de armazenamento, potencial de deterioração, emergência das plântulas em condições de campo, que auxiliam em métodos de seleção para o melhoramento de plantas, assim como, contribuem para o controle de qualidade durante o armazenamento das sementes (NUNES et al., 2022; MARCOS-FILHO, 2015).

As análises morfométricas de sementes e frutos são de fundamental importância para caracterização de estruturas botânicas e propagação das espécies. Além disso, auxiliam em programas de melhoramento e tecnologia de sementes (SCHULZ et al., 2014). Nesse contexto, o objetivo neste estudo foi realizar a caracterização morfométrica e fisiológica de sementes de feijão-fava cultivadas no município de Uruçuí-PI.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Agropecuária do Instituto Federal do Piauí (IFPI) – *Campus* Uruçuí, localizado no município de Uruçuí, Piauí.

As sementes de feijão-fava foram adquiridas de produtores do município de Uruçuí-PI, sendo identificadas de acordo com a localidade do cultivo e coloração do tegumento (Tabela 1).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes. O experimento foi realizado em duas etapas, na primeira, foi realizada a caracterização morfométrica das sementes, sendo os tratamentos representados pelos 11 genótipos de feijão-fava, na segunda etapa foi determinado o potencial fisiológico das sementes dos seis genótipos com maior número de sementes. Neste sentido, adotou-se o esquema fatorial 2 x 6, correspondentes às duas épocas de avaliações (0 e 2 meses de armazenamento) e seis genótipos, respectivamente.

Tabela 1 – Identificação das sementes de feijão-fava utilizadas no estudo.

Código	Nome atribuído	Origem	Imagem
Caracterização morfológica			
TBBL	Tamboril Branca/Laranja	Tamboril, Uruçuí-PI	
TBP	Tamboril Preta	Tamboril, Uruçuí-PI	
SPB	São Pedro Branca	São Pedro, Uruçuí-PI	
SPR	São Pedro Rajada	São Pedro, Uruçuí-PI	
SPB2	São Pedro Branca II	São Pedro, Uruçuí-PI	
Determinação do potencial fisiológico			
TBB	Tamboril Branca	Tamboril, Uruçuí-PI	
TBR	Tamboril Rajada	Tamboril, Uruçuí-PI	
STB	Santa Teresa Branca	Santa Teresa, Uruçuí-PI	
STR	Santa Teresa Rajada	Santa Teresa, Uruçuí-PI	
MM	Morrinhos Marrom	Morrinhos, Uruçuí-PI	
PFB	Pau Ferrado Branca	Pau Ferrado, Uruçuí-PI	

Fonte: Sousa, D. B. (2022).

Inicialmente foram determinados o teor de água, com base na massa úmida, por meio do método da estufa a $105\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 24 horas e o peso de mil sementes (BRASIL, 2009).

Posteriormente, padronizado para o teor de água a 13%. Na sequência, foi realizada a caracterização morfométrica, com base na cor, tamanho e forma. Para isto, elas foram distribuídas em quatro repetições de 25 sementes e fotografadas com câmera digital (Nikon Coolpix S6200 16 Mpx®).

As imagens foram transferidas para o computador e analisadas por meio do software ImageJ®, cujas etapas da análise serão executadas na seguinte sequência: abertura da imagem, mantendo o formato RGB (vermelho, verde e azul, respectivamente); seleção da escala pelo comando Set Scale; seleção dos parâmetros a serem mensurados, Set Measurements (Area, Shape descriptors e Mean gray value) e seleção das sementes para análise individualizada (Figura 1). Os resultados de cor serão expressos em valores de níveis de cinza; a área de cada semente em mm² e circularidade, que determina quão circular é a semente, em escala de 0 a 1 (FERREIRA; RASBAND, 2012).

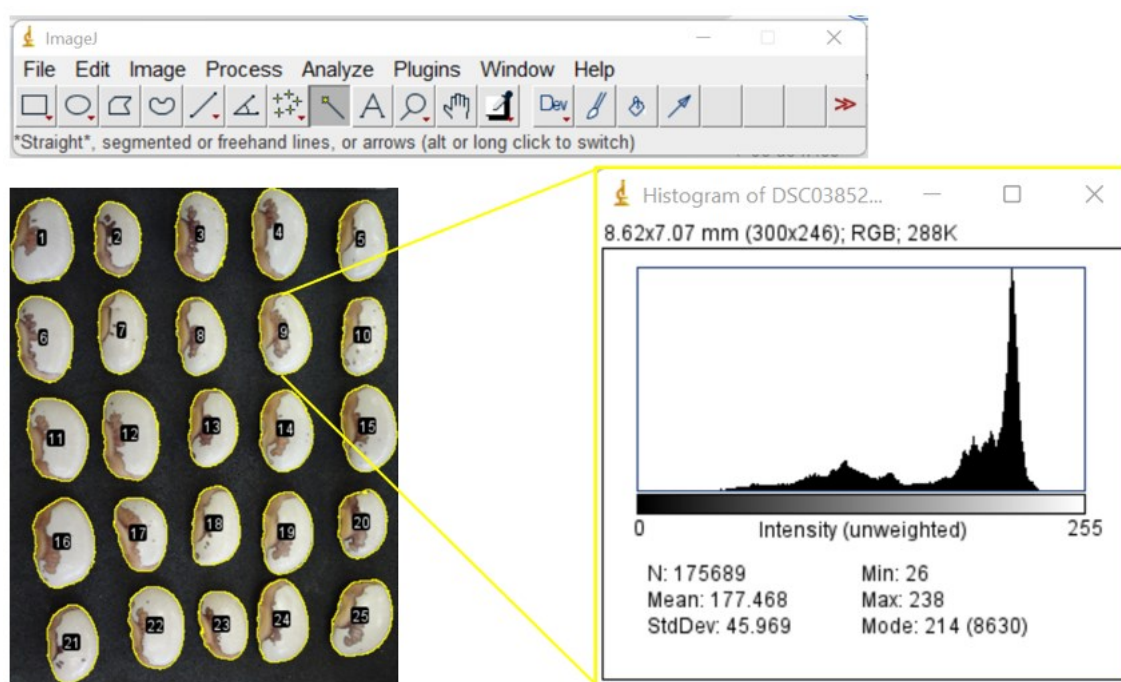


Figura 1 - Análise de imagens das sementes com o software ImageJ®. Fonte: Sousa, D. B. (2022).

Com as mesmas amostras das avaliações anteriores, foram determinados o comprimento (C), a largura (L) e a espessura (E) de cada semente, com auxílio de paquímetro digital (precisão de 0,01 mm). Assim como, a obtenção dos coeficientes $J = \text{comprimento}/\text{largura}$ que permite a classificação das sementes como esféricas (1,16 a 1,42 mm), elípticas (1,43 a 1,65 mm), oblonga ou reniformes curtas (1,66 a 1,42 mm), oblongas ou reniformes médias (1,86 a 2,00 mm) e $H =$

espessura/largura que classifica a semente como achatada (inferior a 0,69), semi-cheia (0,70 a 0,79) e cheia (superior a 0,80) (VILHORDO et al., 1996).

Após as análises morfométricas, foi avaliado o potencial fisiológico das sementes de seis genótipos e as remanescentes foram acondicionadas em garrafas PET e mantidas na parte inferior do refrigerador, sendo reavaliadas após dois meses de armazenamento, por meio da condução dos seguintes testes:

Teste de germinação: com quatro repetições de 25 sementes colocadas entre três folhas de papel germitest umedecidas com água destilada, utilizando-se a quantidade de água equivalente a 2,5 vezes a massa do papel seco e mantidas em germinador regulado à 25 ± 2 °C, sendo realizada a avaliação aos cinco e nove dias após, e os resultados apresentados em porcentagem de germinação (BRASIL, 2009).

Teste de emergência em campo: quatro repetições de 25 sementes serão semeadas na profundidade de aproximadamente 4,0 cm e dispostas em fileiras de 1 m de comprimento e 0,3 m entre linhas. A avaliação será diária até a estabilização do número de plântulas emergidas. Os resultados serão apresentados em porcentagem de emergência (BRASIL, 2009), índice de velocidade de emergência (MAGUIRE, 1962). Por ocasião do encerramento do teste, as plântulas serão cortadas rente ao solo e levadas para secagem em estufa de circulação de ar forçada a 65 °C, até obter peso constante da massa seca.

Teste de Condutividade Elétrica: quatro repetições de 25 sementes serão pesadas e colocadas em copos de plástico contendo 75 mL de água destilada e mantidas a 25 °C, por 24 horas. Após o período de embebição, a condutividade elétrica da solução será determinada por meio de leituras em condutivímetro (Tecnopon mCA-150) e os resultados apresentados em $\mu\text{S}.\text{cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$ de sementes (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999).

Teste de Envelhecimento Acelerado: aproximadamente 150 sementes serão distribuídas sobre uma tela de alumínio fixada no interior de caixas plásticas transparentes (11,0x11,0x3,0 cm), contendo 40 mL de água destilada. As caixas serão mantidas em incubadora BOD a 41 °C por 72 horas. Após este período de exposição, quatro subamostras de 25 sementes, de cada genótipo, serão submetidas ao teste de germinação, como já descrito (DUTRA; VIEIRA, 2004).

Os dados foram submetidos à análise de variância, sendo as comparações entre as médias realizadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), utilizando o programa computacional AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2015).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As características morfométricas das sementes dos 11 genótipos de feijão-fava expressaram diferença significativa ($p>0,05$) em todos os parâmetros analisados, exceto a análise do coeficiente J, demonstrando expressiva variabilidade entre os genótipos (Tabela 2).

Tabela 2 – Resumo da análise de variância do peso de mil sementes (PMS), do comprimento (C), da largura (L), da espessura (E), da relação comprimento/largura (J), da relação espessura/largura (H), área (A), da escala de cinza (EC) e da circularidade (CIRC) de sementes de 11 cultivares de feijão-fava cultivadas no município de Uruçuí-PI.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio								
		PMS	C	L	E	J	H	A	EC	CIRC
Tratamentos	10	45261,8**	7,5**	0,9**	1,4**	0,1 ^{ns}	0,01**	7196,0**	11269,9**	0,10**
Resíduo	33	718,42	0,09	0,04	0,01	0,05	0,00	34,34	10,29	0,00
C.V (%)		3,95	1,95	1,85	1,96	13,89	2,41	5,46	1,98	4,08

** significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo pelo teste F. Fonte: Sousa, D. B. (2022).

O PMS variou de 422,65 a 842,85 g (Tabela 3), com destaque para as sementes do genótipo TBP, que apresentaram maior massa (842,85 g), dado o seu maior tamanho, evidenciado por meio do comprimento (C) e largura (L). Em contrapartida, o genótipo MM expressou o menor PMS (422,65 g). O peso de mil sementes é um importante parâmetro que auxilia na caracterização das sementes e demonstra a variabilidade dose dos genótipos. Nunes, Gomes e Nascimento (2022) caracterizando sementes crioulas de feijão-fava produzidas na Paraíba, encontraram maior uniformidade nas médias de PMS, tendo uma variação entre 774,2 e 879,9 g.

Em relação às médias de comprimento, de largura e de espessura das sementes, destaca-se o genótipo TBP com os maiores valores de comprimento e largura, enquanto o genótipo MM os menores, concordando com os valores de PMS em que justifica os genótipos com maior tamanho (TBP) e menor tamanho (MM) (Tabela 3). O comprimento variou entre 17,26 e 13,25 mm, a largura ficou entre 11,20 e 9,68 mm e a espessura entre 6,36 e 4,95 mm. Variação semelhante foi encontrada por Advíncula et al. (2015), ao caracterizarem quatro variedades de feijão-fava, registraram o comprimento das sementes entre 17,45 e 9,12 mm, largura entre 11,45 e 7,62 mm e espessura entre 6,49 e 5,50 mm.

Resultados do presente estudo também assemelham aos descritos por Nobre et al. (2012) que avaliou dez variedades de feijão-fava em Minas Gerais, onde o comprimento, a largura e a espessura variaram entre 18,88 e 9,04 mm, 12,49 e 7,72 mm e entre 6,52 e 5,37, respectivamente. Santos et al. (2002) que avaliou oito variedades de feijão-fava no Estado da Paraíba, também relataram variabilidade entre os genótipos pesquisados, sendo o comprimento, largura e espessura,

os seguintes valores, o comprimento variando entre 7,8 e 17,5 mm, largura entre 11,7 e 5,8 mm e espessura entre 4,8 e 6,4 mm.

As sementes com maior tamanho podem apresentar melhor qualidade fisiológica, uma vez que possuem grande capacidade de reserva, dessa forma originam plantas vigorosas (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Tabela 3 - Médias do peso de mil sementes (PMS), do comprimento (C), da largura (L), da espessura (E), da relação comprimento/largura (J), da relação espessura/largura (H) de sementes de 11 cultivares de feijão-fava cultivadas no município de Uruçuí-PI.

Variedade	PMS (g)	C (mm)	L (mm)	E (mm)	J (C/L)	H (E/L)	ÁREA (mm ²)	EC	CIRC (mm)
TBR	708,08b	17,01ab	10,77ab	5,81bc	1,58a	0,54c	175,41a	158,98f	0,68b
TBB	723,33b	15,59de	10,00de	5,76c	1,56a	0,58b	141,45b	173,56de	0,75a
TBBL	725,50b	14,44fg	9,68e	4,95e	1,49a	0,51cd	58,51e	170,93e	0,59cd
TBP	842,85a	17,26a	11,20a	6,05b	1,55a	0,54c	85,52d	19,02h	0,40e
STR	675,40b	16,14cd	10,14cd	5,46d	1,59a	0,54c	146,02b	166,08ef	0,64bc
STB	732,90b	15,61de	10,47bc	5,23d	1,50a	0,50d	142,93b	179,70d	0,75 ^a
MM	422,65d	13,45hi	9,99de	4,23f	1,35a	0,42e	107,72c	125,51g	0,28f
PFB	693,58b	15,03ef	9,96de	5,37d	1,51a	0,54c	132,73b	180,68cd	0,77a
SPB	608,28c	13,25i	9,74de	5,76c	1,36a	0,59b	56,87e	215,83a	0,75a
SPR	725,68b	16,36bc	10,09cde	6,36a	1,87a	0,63a	70,02e	188,21c	0,55d
SPB2	606,13c	14,11gh	9,88de	5,95bc	1,68a	0,60ab	62,78e	205,78b	0,60cd
DMS	68,43	0,73	0,459	0,27	0,53	0,03	14,30	7,83	0,06

Médias seguidas por mesmas letras na coluna, não diferem entre si por meio do teste de Tukey a 5% de significância. Fonte: Sousa, D. B. (2022).

Para o coeficiente J (comprimento/largura) as sementes podem ser classificadas como esféricas (1,16 a 1,42 mm), elípticas (1,43 a 1,65 mm), oblongas ou reniformes curtas (1,66 a 1,42 mm), oblongas ou reniformes médias (1,86 a 2,00 mm) (VILHORDO et al., 1996). Assim, as sementes dos genótipos MM e SPB podem ser classificadas como esféricas (valores abaixo de 1,42), ao passo que o genótipo SPB2 apresentou sementes oblongas ou reniformes curtas (1,68), seguido do genótipo SPR que apresentou sementes oblongas ou reniformes médias (1,87), e os demais genótipos foram classificadas como sementes elípticas (1,49 a 1,59), justificando os números da circularidade, cujo valor 1 representa semente circular (Tabela 3).

Quanto ao coeficiente H (espessura/largura), embora tenha sido verificada diferença significativa entre os genótipos, todas apresentaram sementes achatadas, inferior a 0,69 (Tabela 3).

Guimarães et al. (2007) caracterizando 14 acessos de feijão-fava em municípios dos Estados do Ceará (Quixeramobim), Paraíba (Campina Grande) e Pernambuco (Gravatá) encontraram uma cultivar classificada como semente esférica e as demais elípticas. Semelhante aos

dados apresentados em relação ao coeficiente H no presente trabalho e todos os acessos foram identificados como sementes achatadas.

Com relação a área, a variedade TBR apresentou maior área, que não configura entre as sementes mais densas, em virtude de possuir menor espessura. Por outro lado, os genótipos TBBL, SPB, SPR, SPB2 apresentaram as menores áreas.

As sementes rajadas, marrom e preta (TBR, TMP e MM) demonstraram os menores valores na escala de cinza (EC), contrariamente às sementes com tegumento branco/claro (SPB e SPB2) (Tabela 3). A escala de cinza (EC) diz respeito à luminância da semente (brilho), mensurado pela escala de preto (zero) e branco (255) (FERREIRA; RASBAND, 2012).

A circularidade é mensurada com valores entre 0 e 1, quanto mais próximo de 1, a semente é mais circular. Dito isso, as sementes da variedade (TBB, STB, PFB e SPB) apresentaram as sementes mais circulares. Enquanto a variedade (TMP) se apresentou como a semente menos circular (Tabela 3). Os valores de circularidade implicam no dimensionamento da forma e dimensionamento dos furos das peneiras utilizadas no beneficiamento de sementes.

Segundo Abreu (2005), os estudos morfológicos de sementes e frutos auxiliam em diversos segmentos, como em pesquisas em laboratório de sementes, identificação e diferenciação de espécies, reconhecimento da espécie no campo, taxonomia e silvicultura. Dados dessas estruturas das sementes podem fornecer indicações sobre o armazenamento, viabilidade e métodos de semeadura.

O estudo da morfometria das sementes é de fundamental importância para a identificação das espécies vegetais, visto que consegue constatar variabilidade entre e dentro dos genótipos. Com essas informações pode-se padronizar o tamanho das sementes conforme o interesse e fins de uso de cada espécie. Esses dados contribuem com o beneficiamento de sementes, uma vez que procura aperfeiçoar fisiologicamente um lote de sementes a fim de garantir as melhores condições de armazenamento e semeadura da semente no campo. Uma das formas de separar essas sementes é a classificação por peneiras que se utiliza de dados morfométricos que consideram critérios que melhor podem homogeneizar o tamanho e/ou massa das sementes. (SILVA et al., 2015; BIRUEL et al., 2010; HANZEN E DRANSKI, 2020).

O resumo da análise de variância demonstra diferença significativa ($p > 0,05$) para as variáveis germinação, índice de velocidade de emergência, massa seca de plântulas, envelhecimento acelerado dentro do fator armazenamento (A), diferentemente do fator genótipo (G), que manifestaram diferença significativa em todos os parâmetros analisados quanto à qualidade das sementes, ao passo que houve interação significativa (A x G), apenas quanto aos testes de envelhecimento acelerado e condutividade elétrica (Tabela 4).

Tabela 4 – Resumo da análise de variância da germinação (G), emergência (E), índice de velocidade de emergência (IVE), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (CE) e massa seca de plântulas (MSP) oriundas de sementes seis genótipos de feijão-fava antes e após o armazenamento por 60 dias.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio					
		G	EM	IVE	EA	CE	MSP
Armazenamento (A)	1	19683,00**	12,00 ^{ns}	2,34**	7600,33**	158,05 ^{ns}	175,45**
Genótipo (G)	5	654,20**	342,40**	0,83**	3276,33**	10338,15**	29,33**
A x G	5	95,80 ^{ns}	55,20 ^{ns}	0,05 ^{ns}	1924,33**	851,2401**	2,03 ^{ns}
Resíduo	36	119,66	58,22	0,07	70,55	171,88	0,97
C.V (%)		17,7	8,9	8,6	13,4	14,1	10,5

** significativo a 5% de probabilidade; ^{ns} não significativo pelo teste F. Fonte: Sousa, D. B. (2022).

As médias de germinação referentes ao período após o armazenamento por 60 dias foram superiores (82%) aos percentuais antes do armazenamento (41%) (Tabela 5). O resultado inferior antes do armazenamento possivelmente foi provocado por oscilação de temperatura do germinador durante a realização do teste nesse período, dessa forma, afetando o real desempenho dos genótipos, abaixo de 55%, uma vez que se esperava que as sementes manifestassem maior percentagem de germinação logo após a colheita a medida que o germinador fornece as condições ideais de umidade e temperatura para que a semente se desenvolva, à menos que apresentem algum desbalanço de fitohormônios, o que não é relatado para esta espécie.

No período após ao armazenamento, as médias dos genótipos apresentaram melhor desempenho tendo germinação acima dos 72%. Dentre os genótipos STB, STR, TB E PFB não diferiram estaticamente com uma germinação acima de 59%. O genótipo TR apresentou o pior desempenho dentre os genótipos com 49% de plântulas normais.

Catão et al. (2010) avaliando a qualidade de sementes de milho crioulo no norte de Minas Gerais antes e após o armazenamento por 4 meses verificaram que o armazenamento foi eficiente na manutenção da qualidade física e fisiológica da semente, mantendo uma germinação acima do que é exigido para legislação para sementes de milho (85%).

Santos (2020) comparando a armazenabilidade de sementes crioulas de feijão-fava em diferentes embalagens em Montes Claros – Minas Gerais verificou que as sementes armazenadas em embalagens (PET), mesmo objeto de armazenamento do presente trabalho, apresentou os maiores índices de plântulas normais tendo uma média geral de 60 % de germinação. Para a espécie feijão-fava não há uma legislação vigente para classificação das sementes para comercialização. Entretanto, fazendo uso das categorias para o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) que exige germinação mínima de 70 % para sementes básicas e 80 % para sementes certificadas (C1 e C2) não certificadas

(S1 e S2) de primeira e segunda geração (BRASIL, 2005). As sementes do presente estudo atendem o percentual mínimo considerando o período de 60 dias de armazenamento.

Com relação à emergência em campo houve diferença estatística apenas entre os genótipos, demonstrando que o armazenamento manteve o poder germinativo das sementes (Tabela 5). Porém, entre os genótipos observa-se que os materiais (STB, STR, TR e TB) apresentaram as maiores porcentagens de plântulas normais antes e após o armazenamento, dessa forma não havendo diferença estatística. A taxa de germinação ficou acima dos 88%. Esse resultado é compatível com a germinação (%), que foi realizada em condições de laboratório. Em relação a menor porcentagem de plântulas normais, destaca-se o genótipo PFB que apresentou uma média final de apenas 76%. Pode-se afirmar, observando apenas o aspecto da emergência que o período de armazenamento de 60 dias não houve perda de vigor dos materiais. Vale ressaltar que o vigor é determinado por um conjunto de testes, sendo necessário avaliar os demais resultados fisiológicos.

Tabela 5 – Médias da germinação, emergência, índice de velocidade de emergência de sementes de seis cultivares de feijão-fava antes e após o armazenamento (0 e 60 dias, respectivamente).

Armazenamento (dias)	Cultivares						
	TR	TB	STR	STB	MM	PFB	Média
Germinação (%)							
0	25	35	51	55	42	41	41 B
60	72	82	85	94	73	86	82 A
Média	49c	59abc	68ab	75a	58bc	64abc	
DMS	15,69	15,69	15,69	15,69	15,69	15,69	
Emergência em Campo (%)							
0	89	88	92	94	87	78	87 A
60	86	83	90	94	78	73	86 A
Média	88ab	86abc	91ab	94a	83bc	76c	
DMS	10,94	10,94	10,94	10,94	10,94	10,94	
Índice de Velocidade de Emergência (IVE)							
0	2,98	2,97	3,36	3,09	2,53	2,49	2,91B
60	3,35	3,29	3,72	3,68	3,25	2,81	3,35A
Média	3,17abc	3,13bc	3,54a	3,39ab	2,89cd	2,65d	
DMS	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	0,16	

Médias seguidas por mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste de Tukey a 5% de significância. Fonte: Sousa, D. B. (2022).

Na avaliação do Índice de Velocidade de Emergência (IVE) as sementes que foram submetidas ao armazenamento apresentaram as maiores médias de IVE (3,35) em relação às recém-colhidas (2,91). Entre os genótipos, o comportamento foi semelhante ao evidenciado quanto ao percentual de emergência, onde se destacaram os genótipos (TR, TB, STR E STB).

O índice de velocidade de emergência (IVE) é uma avaliação de valores que não possuem unidade de grandeza e expressam a velocidade em que a semente emerge ao longo do tempo. Quanto maior esse valor melhor, uma vez que a semente e posterior plântula ficará menos tempo exposta as condições de campo e consequentemente menor contato com intempéries climáticas, pragas e doenças da cultura.

O teste de envelhecimento acelerado é expresso por meio da porcentagem de germinação (%). Sobre essa variável houve interação significativa entre os fatores armazenamento e genótipo (Tabela 6). O genótipo (MM) foi o único que apresentou menor desempenho quando submetido ao armazenamento, em contrapartida, o genótipo (STB) foi indiferente ao período de armazenamento, pois manifestou os mais elevados percentuais de emergência, superiores à maioria dos genótipos, antes e após o armazenamento.

Tabela 6 – Médias da germinação após o envelhecimento acelerado, condutividade elétrica e massa seca de plântulas oriundas de sementes de seis genótipos de feijão-fava antes e após o armazenamento (0 e 60 dias, respectivamente).

Armazenamento	Cultivares						
(dias)	TR	TB	STR	STB	MM	PFB	Média
Envelhecimento acelerado (%)							
0	3Bd	48Bb	45Bb	91Aa	87Aa	26Bc	50
60	71Aab	86Aa	82Aa	84Aa	72Bab	56Ab	75
Média	37	67	64	88	80	41	
DMS	12,04	12,04	12,04	12,04	12,04	12,04	
Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$)							
0	118,49Aab	100,64Abc	74,02Acd	56,45Ad	63,66Ad	135,42Aa	91,45
60	126,98Aab	110,97Abc	92,78Acd	70,68Ad	26,03Be	143,02Aa	95,08
Média	122,73	105,80	83,40	63,56	44,85	139,22	
DMS	18,80	18,80	18,80	18,80	18,80	18,80	
Massa seca de plântulas (g.plântula^{-1})							
0	12,48	11,59	12,15	14,25	7,95	9,32	11,29A
60	7,15	7,91	7,98	10,14	5,66	5,98	7,47B
Média	9,81b	9,75b	10,06b	12,19 ^a	6,80c	7,65c	
DMS	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	1,42	

Médias seguidas por mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si por meio do teste de Tukey a 5% de significância. Fonte: Sousa, D. B. (2022).

Segundo Silva et al. (2014) o teste de envelhecimento acelerado está estreitamente relacionado com o teste de germinação, considerando que as sementes que apresentam uma boa porcentagem de germinação mesmo depois de submetidas ao estresse do teste de envelhecimento acelerado também expressam elevada germinação nas condições normais de armazenamento. Efeito contrário ocorre com sementes de menor poder germinativo.

Para o teste de condutividade elétrica também houve interação entre os fatores (Tabela 6), com destaque para o genótipo (MM), cuja condutividade de suas sementes foi reduzida por ocasião do armazenamento. Este teste reflete a integridade do sistema das membranas celulares da semente, sementes de menor vigor possuem menor capacidade de reestruturar as membranas celulares quando impostas a hidratação, dessa forma liberam mais eletrólitos no meio líquido (DUARTE, 2021).

Na avaliação do peso de massa seca de plântulas (MSP) não houve interação entre os fatores tempo de armazenamento (0 e 60 dias) e genótipos. Porém, para esse intervalo de armazenamento e entre os genótipos houve diferenciação estatística ($p < 0,05$). Essa avaliação promove a identificação dos genótipos que melhor transferiu as reservas das sementes para o embrião (LUDWIG et al., 2011). Dito isso, o período antes do armazenamento apresentou a maior média geral (11,29) com valores acima de 7,95. Dentre os genótipos, o material (STB) apresentou massa seca das plântulas com valor 12,19 g. Esse resultado é coerente com os testes anteriores, uma vez que esse genótipo se consolida entre os possuidores das sementes de maior vigor. Por outro lado, as menores médias de MSP foram verificadas em plântulas oriundas das sementes de (MM e PFB), respectivamente 6,80 e 7,65 g. De modo geral, coincidem com os dois genótipos que manifestaram menor vigor de suas sementes, na maioria dos testes empregados.

O armazenamento de sementes possui grande importância e tem como objetivo a preservação da qualidade fisiológica e sanitária das cultivares, uma vez que irá percorrer o caminho da semeadura até alimentação humana (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

Constata-se grande diversidade entre as sementes crioulas no aspecto morfométrico e de vigor, fazendo-se necessária a execução de outras pesquisas que colaborem para a catalogação e armazenamento desses materiais a fim de fornecer subsídios para programas de conservação e de melhoramento genético da espécie.

4 CONCLUSÃO

Há grande variabilidade morfométrica e de vigor entre as sementes de feijão-fava cultivadas no município de Uruçuí-PI.

O armazenamento refrigerado por 60 dias mantém a qualidade das sementes da maioria das cultivares crioulas de feijão-fava.

REFERÊNCIAS

- ABREU, D. C. A. et al. Caracterização morfológica de frutos e sementes de cataia (*Drimys brasiliensis* MIERS. - WINTERACEAE). **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 27, nº 2, p.67-74, 2005.
- ADVÍNCULA, T. L. et al. Qualidade física e fisiológica de sementes de *Phaseolus lunatus* L. **Rev. Bras. Ciênc. Agrár.** Recife, v.10, n.3, p.341-346, 2015.
- ASSUNÇÃO NETO, W. V. et al. Selection of landraces of lima bean for family agriculture. **Rev. Caatinga**, Mossoró, v. 35, n. 1, p. 137 – 147, jan. – mar., 2022.
- AZANI, N.; BABINEAU, M.; BAILEY, C. D. et al. A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny. **Taxon**, v. 66, n. 1, p.44-77, 2017.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **Experimentação Agronômica & AgroEstat: sistemas para análises estatísticas de experimentos agronômicos**. Jaboticabal: Gráfica Multipress LTDA, 2015. 396 p.
- BESSA, M.vM.; VENTURA, M.V.A.; ALVES, L. da S. Sementes crioulas: construção da autonomia camponesa. **Cadernos de Agroecologia**, [s.l.], v. 11, n. 2, 2017. Disponível em: <http://revistas.aba-agroecologia.org.br/index.php/cad/article/view/20978>. Acesso em: 03 dez. 2022.
- BIRUEL, R. P. PAULA, R. C. AGUIAR, I. B. Germinação de sementes de *Caesalpinia leiostachya*(Benth.) Ducke (pau-ferro) classificadas pelo tamanho e pela forma. **Revista Árvore**, v.34, n.2, p.197-204, 2010. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622010000200001>.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa n. 9, de 2 de junho de 2005. Aprova as normas de produção, comercialização e utilização de sementes. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 10 jul. 2005.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 395p.
- BRITO, M. V. et al. Univariate and multivariate approaches in the characterization of lima bean genotypes. **Rev. Caatinga**, Mossoró, v. 33, n. 2, p. 571 – 578, abr. – jun., 2020.
- CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciência, tecnologia e produção**. FUNEP, Jaboticabal; FUNEP, 2012. 590 p.
- CATÃO H. C. R. M. et al. Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de milho crioulo produzidas no norte de Minas Gerais. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.40, n.10, p.2060-2066, out, 2010.
- DUARTE, J. R. M. et al. Produtividade e qualidade de sementes de feijão em resposta a fertilizante mineral, biofertilizante e pó de rocha. **Revista Cultura Agronômica**, Ilha Solteira, v.30, n.1, p.78-92, 2021.

DUTRA; VIEIRA. Envelhecimento acelerado como teste de vigor para sementes de milho e soja. **Ciência Rural**, v.34, n.3, mai-jun, 2004.

FERREIRA, T.; RASBAND, W. **Image J Use Guide**: IJ 1.46r. 2012. Disponível em: <https://imagej.nih.gov/ij/docs/guide/user-guide.pdf>>. Acesso em: 26 de nov. de 2022.

GUIMARÃES, W. N. R. et al. Caracterização morfológica e molecular de acessos de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v.11, n.1, p.37–45, 2007.

HANZEN, F.A. E DRANSKI, J. A. L. Morfometria e beneficiamento de sementes de *Schizolobium parahyba*(Vell.) Blake var. *parahyba*. **Journal of Biotechnology and Biodiversity** / v.8 n.4(2020) 266-274.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Banco de dados agregados: pesquisa: produção agrícola**. 2022. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: 03 dez. 2022.

LOPES, A. C. A.; GOMES, R. L. F.; SILVA, R.N.O. et al. Diversidade Genética. In: ARAÚJO, A. S. F.; LOPES, A. C. A.; GOMES, R. L. F. (Org.). **A cultura do feijão-fava na Região Meio-Norte do Brasil**. 1 ed. Teresina: EDUFPI, 2010, v.1, p.45-72.

LUDWIG M. P. et al. Qualidade de sementes de soja armazenadas após recobrimento com aminoácido, polímero, fungicida e inseticida. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 33, nº 3 p. 395 - 406, 2011.

MARCOS-FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2 ed. Londrina: ABRATES, 2015. 660 p.

MAGUIRE, J. D. (1962) Speed of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, 2, 176-177.

MORAES, C. S.; DIAS, T. A. B.; COSTA, S. P. P. et al. **Catálogo de fava (*Phaseolus lunatus* L.) conservada na Embrapa**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2017. 46 p. (Documentos / Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 351).

NASCIMENTO M. G. R. et al. Lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) seeds exposed to different salt concentrations and temperatures. **Rev. Caatinga, Mossoró**, v. 30, n. 3, p. 738 – 747, jul. – set., 2017.

NOBRE D. A. C. et al. Qualidade física, fisiológica e morfologia externa de sementes de dez variedades de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). **R. bras. Bioci.**, Porto Alegre, v. 10, n. 4, p. 425-429, out./dez. 2012.

NUNES, M. C.; GOMES, R. S. S; Nascimento, L. C. Caracterização de sementes crioulas de feijão fava produzidas no estado da Paraíba. **Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB**, João Pessoa, jul. 2022. ISSN 2447-9187. Disponível em: <<https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/view/6226>>. Acesso em: 03 Dez. 2022. doi:<http://dx.doi.org/10.18265/1517-0306a2021id6226>.

OLIVEIRA, A.P. et al. Produção de feijão-fava em função do uso de doses de fósforo em um Neossolo Regolítico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 3, p. 543-546, jul-set 2004.

ROCHA L. A. S. Emergência de sementes crioulas de milho obtidas de seleção fenotípica. **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 16, número suplementar, p. 49-53, 2018.

SANDOVAL-PERAZA, M.; PERAZA-MERCADO, G.; BETANCUR-ANCONA, D. et al. Lima Bean. In: MANICKAVASAGAN, A.; THIRUNATHAN, P. (eds.). *Pulses: Processing and product development*. Springer, 2020, cap. 9, p.145-168.

SANTOS D. et al. Produtividade e morfologia de vagens e sementes. **Pesq. agropec. bras., Brasília**, v. 37, n. 10, p. 1407-1412, out. 2002.

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

SCHULZ, D. G. et al. Maturidade Fisiológica e Morfometria de Sementes de *Inga laurina* (Sw.) Willd. **Floresta e Ambiente** 2014; 21(1):45-51.

SILVA, K. B. BRUNO, R. L. A. MELO, P. A. F. R. Qualidade fisiológica de sementes de *Sideroxylon obtusifolium* (Roem. & Schult.) Penn. classificadas pelo tamanho. **Revista Brasileira de Biociências**, v.13, n.1, p.1-4, 2015.

SILVA, M. M. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão-comum produzidas no norte de Minas Gerais. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 8, n. 1, p. 97-103, janeiro-abril, 2014.

VIEIRA, R. D.; KRZYZANOWSKI, F. C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: Abrates, 1999. cap. 4, p. 1-26.

VILHORDO, B. W.; MIKUSINSKI, O. M. F.; BURIN, M. E. et al. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: Potafos, 1996. p. 71-99.