

Caracterização colorimétrica e biométrica de sementes de fava

Colorimetric and biometric characterization of broad bean seeds

Caracterización colorimétrica y biométrica de semillas de habas

Recebido: 22/12/2022 | Revisado: 03/01/2023 | Aceitado: 06/01/2023 | Publicado: 08/01/2023

Silvio Gentil Jacinto Junior

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4183-9932>

Universidade Estadual do Ceará, Brasil

E-mail: silvio.gentil@aluno.uece.br

Eliseu Marlônio Pereira de Lucena

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8190-1702>

Universidade Estadual do Ceará, Brasil

E-mail: eliseu.lucena@uece.br

Resumo

Diferenças encontradas em parâmetros físicos e morfológicos de sementes podem indicar a prevalência de variabilidade genética entre populações de espécies cultivadas. Além disso, se constituem em parâmetros importantes para a fabricação de máquinas e equipamentos que possam atuar na produção, beneficiamento e armazenamento de grãos para fins de comercialização. O objetivo desta pesquisa foi avaliar os aspectos colorimétricos e biométricos das sementes de fava (*Phaseolus lunatus* L.) para sua caracterização e distinção. Foi realizada a caracterização colorimétrica (ângulo Hue, valor e croma) e biométrica (comprimento; largura; espessura; índice de volume das sementes; diâmetro médio geométrico, equivalente e aritmético; área superficial; volume; circularidade; e esfericidade) das sementes de fava, oriundas do estado do Ceará. Foram analisadas 100 sementes de 17 genótipos de fava, divididas em cinco repetições de 20 sementes para cada genótipo, utilizando-se a análise de variância, o teste de Tukey, a correlação linear, a análise por componentes principais e a análise de agrupamento hierárquico. As colorações predominantes dos genótipos foram brancas e brunas-claras-acinzentadas, enquanto, vermelho-escuro e amarelo-claro-acinzentado foram minoritários. Todos os parâmetros biométricos analisados apresentaram diferenças estatísticas significativas, o que sugere um grau de dissimilaridade quanto às suas dimensões lineares. Conclui-se que existe variabilidade genética nas características colorimétricas e biométricas das sementes de fava cultivadas no estado do Ceará.

Palavras-chave: Análise multivariada; Cor; Dimensão linear; *Phaseolus lunatus* L.; Variabilidade genética.

Abstract

Differences found in the physical and morphological parameters of seeds may indicate the prevalence of genetic variability among populations of cultivated species. In addition, they are essential parameters for manufacturing machinery and equipment that can act in the production, processing, and storage of grains for marketing purposes. This research aimed to evaluate the colorimetric and biometric aspects of bean seeds (*Phaseolus lunatus* L.) for their characterization and distinction. The colorimetric characterization was performed through the parameters: Hue angle, value, and chroma; and biometric: utilizing length; of width; thickness; seed volume index; geometric, equivalent, and arithmetic mean diameter; surface area; volume; the circularity and sphericity of bean seeds from the state of Ceará. We analyzed 100 seeds of 17 bean genotypes, divided into five replicates of 20 seeds for each genotype, using analysis of variance, the Tukey test, linear correlation, analysis by principal components, and analysis of hierarchical grouping. The predominant colorations of the genotypes were white and light gray, while dark red and light-gray - yellow were the minority. All biometric parameters analyzed showed significant statistical differences, which suggests a degree of dissimilarity in their linear dimensions. It is concluded that there is genetic variability in the colorimetric and biometric characteristics of bean seeds grown in Ceará.

Keywords: Color; Genetic variability; Linear dimension; *Phaseolus lunatus* L.; Multivariate analysis.

Resumen

Diferencias encontradas en parámetros físicos y morfológicos de semillas pueden indicar la prevalencia de variabilidad genética entre poblaciones de especies cultivadas. Además, se constituyen en parámetros importantes para la fabricación de máquinas y equipos que puedan actuar en la producción, procesamiento y almacenamiento de granos para fines de comercialización. El objetivo de esta investigación fue evaluar los aspectos colorimétricos y biométricos de las semillas de haba (*Phaseolus lunatus* L.) para su caracterización y distinción. Se realizó la caracterización colorimétrica a través de los parámetros: ángulo Hue, valor y croma; y biométrica: por medio de la longitud; de la anchura; del espesor; del índice de volumen de las semillas; del diámetro medio geométrico,

equivalente y aritmético; del área superficial; del volumen; de la circularidad y esfericidad de las semillas de haba, oriundas del estado de Ceará. Se analizaron 100 semillas de 17 genotipos de haba, divididas en cinco repeticiones de 20 semillas por cada genotipo, utilizando el análisis de varianza, la prueba de Tukey, la correlación lineal, el análisis por componentes principales y el análisis de agrupación jerárquico. Las coloraciones predominantes de los genotipos fueron blancas y blancas grisáceas, mientras que el rojo oscuro y el amarillo claro grisáceo fueron minoritarios. Todos los parámetros biométricos analizados mostraron diferencias estadísticas significativas, lo que sugiere un grado de discrepancia en cuanto a sus dimensiones lineales. Se concluye que existe variabilidad genética en las características colorimétricas y biométricas de las semillas de haba cultivadas en el estado de Ceará.

Palabras clave: Análisis multivariado; Color; Dimensión lineal; *Phaseolus lunatus* L.; Variabilidad genética.

1. Introdução

A fava (*Phaseolus lunatus* L.) é uma das espécies de leguminosas pertencente ao gênero *Phaseolus* que é amplamente explorada e produzida mundialmente. Ela pode ser encontrada na América do Norte e do Sul, na Europa, no Leste e Oeste da África e no Sudeste da Ásia (Guimarães et al., 2007). Apresenta tolerância ao calor quando comparada com outras espécies do mesmo gênero, e por esta razão, possui alta variabilidade climática (Advíncula et al., 2015). Devido aos seus níveis satisfatórios de proteína vegetal, é bastante utilizada na alimentação humana e animal, reduzindo a dependência quase exclusiva dos feijões comuns (*Phaseolus vulgaris* L.); podendo ser usada também como adubo verde ou substrato de cobertura para proteção do solo, constituindo uma excelente fonte nutricional e de renda (Silva et al., 2022).

Advíncula et al. (2015) afirmam que esta cultura é de grande importância para a região Nordeste do Brasil, que é responsável por cerca de 96% da produção nacional. Entretanto, sua produtividade é considerada baixa em decorrência dos recursos limitados e do uso de técnicas e equipamentos de produção mais simples utilizados pelos agricultores familiares. Frequentemente, eles cultivam variedades crioulas de hábito de crescimento indeterminado, que exigem práticas de tutoramento realizado através do plantio em consórcio com culturas que oferecem suporte, como o milho; possibilitando o prolongamento da cultura durante o período seco (Carmo et al., 2015; Nobre et al., 2012).

Devido a sua importância socioeconômica e a ausência de informações para a sua exploração, tornam-se imprescindíveis o desenvolvimento de programas de pesquisa em torno da fava (Silva et al., 2015). Para Advíncula et al. (2015), quando o agricultor utiliza sementes de alta qualidade, onde estão contidos os avanços e inovações tecnológicas, há agregação de valor ao produto transferido para o agricultor e conseqüentemente, acentuados ganhos econômicos são destinados ao setor agrícola.

Guimarães et al. (2007) afirmam que para determinação da variabilidade genética de genótipos cultiváveis presentes em banco de germoplasma é necessária a realização de uma caracterização morfológica que fornecerá as informações que irão auxiliar na caracterização do germoplasma, promovendo grandes avanços na descrição da divergência genética entre os acessos analisados. Conforme Magalhães et al. (2021), a descrição e caracterização biométrica de frutos e sementes é uma contribuição importante para a diferenciação de espécies do mesmo gênero.

De acordo com Pontes et al. (2018), análises biométricas são parâmetros importantes para determinação da variabilidade intrínseca e extrínseca entre populações e se constituem uma ferramenta para definição da relação entre os fatores ligados às questões ambientais e a variabilidade genética. Para os autores, o tamanho das sementes é uma característica básica importante para o entendimento sobre a sobrevivência, dispersão e estabelecimento de plântulas de uma espécie. Conforme Francisco et al. (2020), diferentes genótipos de fava tem apresentado alta variabilidade nas características morfológicas relacionadas ao tamanho, cor e forma das sementes; dessa forma, é relevante o registro do maior número de caracteres que sejam capazes de identificar a planta e auxiliar no seu processo de melhoramento genético vegetal.

Costa Júnior et al. (2021) relatam que, para se obter um melhor beneficiamento no processo de preparação de sementes para comercialização, é necessário o conhecimento sobre as características físicas das sementes para operacionalização, construção de equipamentos novos ou adaptação de máquinas já existentes que possam auxiliar no

armazenamento e secagem dos grãos.

Para Carbonell et al. (2010), os programas de melhoramento genético de feijoeiros tem requerido dos produtores não somente cultivares com alta produtividade e resistência a pragas e doenças; mas também com características que possam demonstrar sua qualidade tecnológica através de plantas com porte ereto e seleção de grãos graúdos (em peneiras acima de 12 mm) com coloração mais clara. Para os autores, esse diferencial é responsável por promover uma maior aceitação do produto no mercado. Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa foi avaliar os aspectos colorimétricos e biométricos das sementes de fava (*Phaseolus lunatus* L.) para sua caracterização e distinção.

2. Metodologia

Foram obtidas 100 sementes de cada um dos 17 genótipos de fava (*Phaseolus lunatus* L.) elencados no Quadro 1, através do Acordo de Transferência de Material (ATM) celebrado entre o Laboratório de Ecofisiologia Vegetal (ECOFISIO) da Universidade Estadual do Ceará (UECE) e o Centro Nacional de Recursos Genéticos (CENARGEN) pertencente à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA - Recursos Genéticos e Biotecnologia). Os ensaios foram conduzidos na área experimental do Laboratório de Ecofisiologia Vegetal pertencente ao Curso de Ciências Biológicas (CCB) do Centro de Ciências da Saúde (CCS) da UECE, localizada no Campus do Itaperi (latitude 3°47'22.2"S e longitude 38°33'19.8"W) em Fortaleza-CE.

Quadro 1 - Número de acesso, código local, estado, país, município, data, latitude e longitude da coleta dos genótipos de fava (*Phaseolus lunatus* L.) estudados.

Número de acesso	Código local	Estado	País	Município	Data	Latitude	Longitude
BRA 00058401-1	BF 297	CE	BR	Tianguá	31/10/2011	3°35'	41°9'
BRA 00058403-7	BF 299	CE	BR	Tianguá	31/10/2011	3°55'	41°5'
BRA 00058404-5	BF 300	CE	BR	São Benedito	01/11/2011	4°22'	40°51'
BRA 00058405-2	BF 301	CE	BR	São Benedito	01/11/2011	4°20'	40°54'
BRA 00058406-0	BF 302	CE	BR	Crateús	02/11/2011	3°42'	40°40'
BRA 00058407-8	BF 303	CE	BR	Crateús	02/11/2011	5°10'	40°40'
BRA 00058408-6	BF 304	CE	BR	Crateús	02/11/2011	5°10'	40°40'
BRA 00058409-4	BF 305	CE	BR	Crateús	02/11/2011	5°10'	40°40'
BRA 00058410-2	BF 306	CE	BR	Crateús	02/11/2011	5°10'	40°40'
BRA 00058411-0	BF 307	CE	BR	Crateús	02/11/2011	5°12'	40°50'
BRA 00058412-8	BF 308	CE	BR	Crateús	02/11/2011	5°13'	40°52'
BRA 00058413-6	BF 309	CE	BR	Crateús	02/11/2011	5°14'	40°55'
BRA 00058414-4	BF 310	CE	BR	Novo Oriente	02/11/2011	5°32'	40°46'
BRA 00058415-1	BF 311	CE	BR	Novo Oriente	03/11/2011	5°32'	40°46'
BRA 00058416-9	BF 312	CE	BR	Novo Oriente	03/11/2011	5°32'	40°46'
BRA 00058417-7	BF 313	CE	BR	Novo Oriente	03/11/2011	5°32'	40°46'

Fonte: Autores.

Neste estudo foram utilizadas 100 sementes, divididas em 5 repetições de 20 unidades cada, e avaliadas as medidas de comprimento, largura e espessura de cada uma das sementes com o auxílio de um paquímetro Universal Digital 'IP54' de 150 mm à prova d'água com resolução de 0,01 mm por meio da metodologia extraída do trabalho de Pontes et al. (2018) com adaptações.

Advíncula et al. (2015) classificam as sementes em elíptica, esférica, oblonga ou reniforme longa através do coeficiente J (Comprimento/Largura) e em achatada, semicheia e cheia através do coeficiente H (Espessura/Largura), assim, também foi feita esta análise nas sementes.

Para caracterização das sementes quanto à coloração foi utilizada a cartilha de solos desenvolvida por Munsell (1994),

para determinação da cor do tegumento em três parâmetros: ângulo Hue, relacionado ao ângulo da cor (0°-vermelha, 90°-amarelo, 180°-verde, 270°-azul e 360°-negro); valor que corresponde à luminosidade (brilho, claridade ou reflectância); e croma, refere-se à saturação ou intensidade da cor. A definição das cores foi feita conforme Santos et al. (2005).

Também foram mensurados os parâmetros Índice de Volume das Sementes (IVS), Diâmetro Médio Geométrico (DMG), Diâmetro Médio Equivalente (DME), Diâmetro Médio Aritmético (DMA), Área Superficial (Ás), Esfericidade (Ø), Circularidade (CI) e Volume das Sementes (Vs), elencados no Quadro 2 para cada genótipo analisado.

Quadro 2 - Parâmetros oriundos das medidas de comprimento (a), largura (b) e espessura (c) das dimensões lineares mensuradas para as sementes de fava (*Phaseolus lunatus* L.), equação, unidade e metodologia.

Parâmetro	Equação	Unidade	Metodologia
Índice de Volume das Sementes (IVS)	$IVS = (a * b * c)$	cm ³	Silveira <i>et al.</i> (2019)
Diâmetro Médio Geométrico (DMG)	$DMG = (IVS)^{1/3}$	mm	Pontes <i>et al.</i> (2018)
Diâmetro Médio Equivalente (DME)	$DME = \left[a \left(\frac{b + c}{4} \right) \right]^{1/3}$	mm	Pontes <i>et al.</i> (2018)
Diâmetro Médio Aritmético (DMA)	$DMA = \frac{(a + b + c)}{3}$	mm	Pontes <i>et al.</i> , (2018)
Área Superficial (Ás)	$\hat{A}s = \pi DMG^2$	mm ²	Pontes <i>et al.</i> , (2018)
Esfericidade (Ø)	$\hat{O} = \left[\frac{(abc)^{1/3}}{a} \right] * 100$	%	Costa Júnior <i>et al.</i> , (2021)
Circularidade (CI)	$CI = \frac{b}{a} * 100$	%	Costa Júnior <i>et al.</i> , (2021)
Volume das Sementes (Vs)	$Vs = \pi \frac{IVS}{6}$	mm ³	Costa Júnior <i>et al.</i> , (2021)

Fonte: Autores.

Para comprimento, largura e espessura, bem como, para os parâmetros oriundos destas mensurações, foi feito a análise da normalidade dos dados através do teste de Shapiro-Wilk, realizada a análise da variância (ANOVA) e as médias de cada genótipo foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, através dos softwares Paleontological Statistics (PAST) e Sistema para Análises Estatísticas (ESTAT). Além disso, foram estimados os coeficientes de correlação linear entre as variáveis estudadas verificando-se a significância pelo teste t, através dos programas estatísticos Jamovi (2022) e R Core Team (2022).

Também foi realizada a Análise por Componentes Principais (ACP) para determinação dos componentes que explicam a variâncias dos dados e Análise de Agrupamento Hierárquico (AAH) pelo método de Ward e distância Euclidiana para avaliar a dissimilaridade entre os genótipos, utilizando o software PAST.

3. Resultados e Discussão

Após a realização da análise das sementes, verificou-se que as médias de comprimento (C) variaram de 10,80 a 19,32 mm, com os maiores valores sendo expressos para os genótipos BF 299, BF 297 e BF 312, e os menores para as culturas BF 303, BF 301 e BF 307. A maior e a menor média para a largura (L) foram observadas nos genótipos BF 299 e BF 301, com 13,19 e 8,35 mm, respectivamente. Em relação à espessura (E), a menor e a maior média foram verificadas nas variedades BF 297 e BF 302, apresentando 5,66 e 6,73 mm respectivamente. De acordo com o coeficiente J, dos dezessete genótipos

estudados, 12 foram classificadas como esféricas e cinco como elípticas, por outro lado, o coeficiente H apresentou 15 achatadas e duas semicheias (Tabela 1).

Tabela 1 - Genótipo, comprimento (C), largura (L), espessura (E), coeficientes J e H, bem como, a classificação das sementes de fava (*Phaseolus lunatus* L.) de acordo com os supracitados coeficientes.¹

Genótipo	C	L	E	J	H	Classificação
BF 293	13,76 gh	10,16 e	5,82 f	1,35	0,57	Esférica/Achatada
BF 297	18,32 b	12,94 a	5,66 f	1,42	0,44	Esférica/Achatada
BF 299	19,32 a	13,19 a	5,88 ef	1,46	0,45	Elíptica/Achatada
BF 300	16,05 d	10,91 d	5,73 f	1,47	0,52	Elíptica/Achatada
BF 301	10,82 j	8,35 g	5,91 ef	1,30	0,71	Esférica/Semicheia
BF 302	14,87 ef	10,30 e	6,73 a	1,44	0,65	Elíptica/Achatada
BF 303	10,80 j	8,70 fg	5,90 ef	1,24	0,68	Esférica/Achatada
BF 304	17,85 b	11,95 b	6,72 ab	1,49	0,56	Elíptica/Achatada
BF 305	14,95 ef	10,90 d	6,76 a	1,37	0,62	Esférica/Achatada
BF 306	14,39 fg	11,15 cd	6,46 abcd	1,29	0,58	Esférica/Achatada
BF 307	11,00 j	8,88 f	6,58 abc	1,24	0,74	Esférica/Semicheia
BF 308	17,06 c	11,49 c	6,53 abc	1,48	0,57	Elíptica/Achatada
BF 309	11,94 i	8,97 f	6,18 de	1,33	0,69	Esférica/Achatada
BF 310	14,70 ef	10,45 e	6,36 cd	1,41	0,61	Esférica/Achatada
BF 311	13,25 h	10,10 e	5,97 ef	1,31	0,59	Esférica/Achatada
BF 312	18,10 b	13,01 a	6,38 bcd	1,39	0,49	Esférica/Achatada
BF 313	15,20 e	11,14 cd	6,57 abc	1,36	0,59	Esférica/Achatada

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; n = 100 sementes.
Fonte: Autores.

Resultados semelhantes foram encontrados no trabalho de Nere et al. (2021) ao analisarem o comprimento das sementes de 70 variedades de fava. Os autores mensuraram valores de comprimento das sementes variando de 19,36 a 10,98 mm; larguras entre 8,03 e 12,64 mm e espessuras entre 4,89 e 7,16 mm. Para a forma das sementes, a maioria das sementes estudadas foi classificada como esférica, corroborando com o trabalho de Advíncula et al. (2015), onde 75% dos genótipos analisados apresentaram esta mesma forma, e classificação variando entre achatada e semicheia, conforme com o coeficiente H.

Os genótipos BF 297, BF 299, BF 303, BF 309, BF 311 e BF 313 (seis genótipos) apresentaram uma única cor padrão de coloração branca. Já as sementes BF 304 e BF 312 (dois genótipos) apresentaram cor branca com manchas vermelho acinzentadas e pretas, respectivamente. Nas variedades BF 293 e BF 300 (dois genótipos) foi observada a coloração amarelo-claro-acinzentado e na BF 301 e BF 308 (dois genótipos) vermelho escuro. Os demais (cinco genótipos) apresentaram tons de bruno muito claro acinzentado (Tabela 2).

Tabela 2 - Genótipo, cor do tegumento em ângulo Hue, valor e croma, e cor das sementes de fava (*Phaseolus lunatus* L.).

Genótipo	Cor do tegumento	
	Ângulo Hue – valor/croma	Cor
BF 293	5Y – 8/2	Amarelo-claro-acinzentado
BF 297	10YR – 8/1	Branco
BF 299	2.5Y – 8/1	Branco
BF 300	5Y – 8/2	Amarelo-claro-acinzentado
BF 301	10R – 2.5/2 e 7.5YR - 7/2 com manchas 10R – 4/4	Vermelho muito escuro acinzentado e cinzento rosado com manchas vermelho acinzentado
BF 302	10YR – 8/2	Bruno muito claro acinzentado
BF 303	10YR – 8/1	Branco
BF 304	2.5Y – 8/1 com manchas 10R – 4/4	Branco com manchas vermelho acinzentado
BF 305	7.5YR – 5/8 e 2.5Y – 8/2	Bruno forte e amarelo claro acinzentado
BF 306	10YR – 8/2	Bruno muito claro acinzentado
BF 307	10YR – 8/2	Bruno muito claro acinzentado
BF 308	10R – 3/6 e 10YR – 8/2 com manchas 10R – 3/6	Vermelho escuro e bruno muito claro acinzentado com manchas vermelho escuro
BF 309	2.5Y – 8/1	Branco
BF 310	10YR – 7/6 e 10YR – 8/4	Amarelo e bruno muito claro acinzentado
BF 311	2.5Y – 8/1	Branco
BF 312	5Y – 8/1 com manchas 5Y – 2.5/1	Branco com manchas pretas
BF 313	5Y – 8/1	Branco

Fonte: Autores.

Nobre et al. (2012) afirmam que a coloração das sementes é um descritor importante para análise da variabilidade genética entre variedades e auxiliam os pesquisadores quanto à caracterização botânica de diferentes cultivares, permitindo também, a avaliação da aceitação do produto junto ao mercado. Eles encontraram uma ampla variedade de cores, com matiz (ângulo Hue): branca, amarela ou vermelha; algumas com manchas e/ou estrias de luminosidade (valor) clara ou escura e saturação/tonalidade (croma) entre branco, cinza, preto ou vermelho. Resultados semelhantes foram encontrados nos trabalhos de Advíncula et al. (2015); Guimarães et al. (2007) e Nere et al. (2021) e estão em conformidade com os descritores internacionais da cultura (IPGRI, 2001).

Os genótipos BF 299, BF 312 e BF 301 apresentaram os maiores e menores valores para o Índice de Volume das Sementes (IVS) e para o Volume das Sementes (V_s) (Tabela 3). Estas são indicadoras das amplitudes que irão influenciar as tendências de direção dimensional e, sobretudo, do formato das sementes (Timm et al., 2021). Em relação ao diâmetro médio geométrico (DMG), equatorial (DME) e aritmético (DMA) e Área superficial (\hat{A}_s) as cultivares BF 299 e BF 303 apresentaram os maiores e menores valores. Para a Circularidade (CI) e Esfericidade ($\hat{\phi}$), o genótipo BF 307 apresentou o maior valor (Tabela 3).

A partir dos dados apresentados, observa-se que o IVS e o V_s apresentaram altos valores para o coeficiente de variação (superior a 30%). Wodajo et al. (2021) obtiveram resultados semelhantes quanto a este parâmetro ao analisarem o volume das sementes de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivados na Etiópia.

A \hat{A}_s e o V_s são variáveis que estão interligadas, pois estão relacionadas ao tempo de secagem, processos de embebição da semente e requisitos energéticos durante o processo de germinação. Dessa forma, é possível correlacionar a \hat{A}_s sobre as taxas de absorção e perda de água ou materiais particulados utilizando o V_s (Costa Júnior et al., 2021; Pontes et al., 2018).

Tabela 3 - Valores estimados de Índice de Volume das Sementes (IVS), Diâmetro Médio Geométrico (DMG), Diâmetro Médio Equivalente (DME), Diâmetro Médio Aritmético (DMA), Área Superficial (\hat{A}_s), Esfericidade (\emptyset), Circularidade (CI) e Volume das Sementes (V_s) de fava (*Phaseolus lunatus* L.).¹

Genótipo	IVS (cm ³)	DMG (mm)	DME (mm)	DMA (mm)	\hat{A}_s (mm ²)	V_s (mm ³)	\emptyset (%)	CI (%)
BF 293	0,82 f	9,33 f	3,80 f	9,91 f	274,10 f	428,50 g	67,90 e	73,99 cde
BF 297	1,37 bc	11,11 bc	4,43 b	12,42 b	387,40 bc	717,10 bc	60,21 g	70,58 fghi
BF 299	1,51 a	11,43 a	4,51 a	12,80 a	411,70 a	789,50 a	59,30 g	68,52 hij
BF 300	1,01 de	9,99 e	4,05 d	10,90 d	314,30 e	526,40 ef	62,41 f	68,09 ij
BF 301	0,53 h	8,07 h	3,37 i	8,36 h	205,50 h	278,30 j	75,53 b	77,96 ab
BF 302	1,04 de	10,09 de	3,98 de	10,63 de	320,90 de	543,00 def	68,00 e	69,46 ghij
BF 303	0,56 gh	8,20 h	3,40 hi	8,47 h	212,00 h	291,40 ij	76,21 b	80,85 a
BF 304	1,44 ab	11,26 ab	4,37 b	12,17 b	399,10 ab	752,90 ab	63,24 f	67,11 j
BF 305	1,11 de	10,31 d	4,04 d	10,87 d	335,50 d	580,90 de	69,12 de	73,09 def
BF 306	1,04 de	10,11 de	3,98 de	10,67 de	322,30 de	546,60 def	70,46 d	77,73 bcd
BF 307	0,65 gh	8,62 g	3,49 gh	8,82 g	234,30 g	339,10 hi	78,53 a	80,90 a
BF 308	1,29 c	10,84 c	4,25 c	11,70 c	370,60 c	674,90 c	63,75 f	67,54 j
BF 309	0,67 g	8,71 g	3,56 g	9,03 g	238,80 g	348,70 h	73,04 c	75,32 bcd
BF 310	0,99 e	9,91 e	3,95 e	10,50 e	309,80 e	516,40 f	67,56 e	71,29 efgh
BF 311	0,80 f	9,27 f	3,76 f	9,77 f	270,70 f	420,50 g	70,13 d	76,43 bc
BF 312	1,51 a	11,44 a	4,44 ab	12,50 ab	412,10 a	790,20 a	63,31 f	71,99 efg
BF 313	1,12 d	10,35 d	4,07 d	10,97 d	337,40 d	585,20 d	68,20 e	73,41 def
CV (%)	31,5	11,1	9,2	13,3	21,6	31,5	8,2	6,1

¹Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; n = 100 sementes.
Fonte: Autores.

Gomes et al., (2018) constataram que o teor de água é capaz de influenciar os parâmetros físicos relacionados a \hat{A}_s e o V_s . Estes possuem uma faixa de água para o armazenamento em torno de 11 a 13% (b.u.) que ocasiona uma interação entre água e os carboidratos, e proteínas presentes no grão, gerando modificações dessas moléculas e alterando sua estrutura original. Diante disto, no processo de adsorção ou dessorção, as dimensões dos grãos podem ser afetadas ocasionando uma contração ou expansão volumétrica dos grãos pelo aumento ou diminuição do teor de água.

A CI é um parâmetro relevante para classificar a extensão das sementes fora de tamanho para a comercialização, sobretudo na seleção de sementes em processamento e seu beneficiamento por meio de peneiras ou mesas gravitacionais visando a seleção mecânica de grãos e maior facilidade na separação das sementes do material residual (Pontes et al., 2018). Ela pode ser definida como a distância 't' (erro) entre duas circunferências de mesmo centro, a partir do qual deve estar compreendido o contorno em dada seção das sementes, ou seja, são os erros estabelecidos entre os sólidos geométricos e o grau de variação das superfícies reais (Voltarelli et al., 2019). Para os genótipos de fava analisados neste estudo, a CI variou entre 67 e 80%. Para Amadeu et al. (2021), a CI e a \emptyset são influenciadas pelo processo de secagem, promovendo uma redução nestas variáveis, de modo que sementes que possuem CI abaixo de 60% são classificadas como não circulares ou não esféricas.

Também se observa que a \emptyset das sementes analisadas está próximo do valor de 1,0 (100%), contribuindo para o aumento da taxa de escoamento da semente e atuando como uma ferramenta para se analisar sua resistência ao escoamento de mesas gravitacionais de seleção (Pontes et al., 2018). Para Wodajo et al. (2021), esta capacidade de rolar e deslizar, evidenciada através do parâmetro da \emptyset , é fundamental no desenvolvimento de projetos de tremonhas ou equipamentos utilizados para o descascamento das sementes, pois sementes esféricas rolam em superfícies estruturais e as planas deslizam

mais facilmente. Silveira et al. (2019) ao estudar o comportamento dos grãos de fava rajada (*Phaseolus lunatus* L.) durante o processo de secagem, concluiu que o teor de água influencia diretamente no padrão de Ø devido ao encolhimento desuniforme nas dimensões características (comprimento, largura e espessura).

Pontes et al. (2018) afirmam que as análises do DMG, DME e DMA podem ser utilizadas para avaliar os padrões de dissimilaridade entre os genótipos, permitindo o estudo e a identificação de grupos homogêneos e heterogêneos entre as sementes. Segundo Wodajo et al. (2021), o DME é utilizado para avaliar o movimento da área projetada de uma partícula em turbulência ou quase turbulência causada por uma corrente de ar, parâmetro importante para o desenvolvimento de sistemas de separação de sementes de materiais estranhos. Silva et al. (2014), ao estudar o DMG em sementes de gergelim, observou diferenças significativas para este parâmetro entre os genótipos analisados.

Conforme a Tabela 4, a maioria das variáveis obtidas por meio de dimensões lineares apresentadas neste artigo demonstrou correção significativa ao nível de 0,1 e 1% de significância, com exceção da correlação entre a largura e circularidade ($p < 0,01$). Observa-se uma correlação positiva entre os parâmetros Ø e CI e este dado corrobora com os resultados de Amadeu et al. (2021) ao afirmar que sementes que apresentam valores inferiores a 60% para a CI não são classificadas como esféricas.

Tabela 4 - Matriz de correlação linear entre as variáveis biométricas¹ de sementes de fava (*Phaseolus lunatus* L.) avaliadas.

Variáveis	C	L	E	IVS	DMG	DME	DMA	Ás	Vs	Ø
L	0,974***	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E	0,027ns	0,021ns	-	-	-	-	-	-	-	-
IVS	0,976***	0,972***	0,204ns	-	-	-	-	-	-	-
DMG	0,975***	0,970***	0,224ns	0,995***	-	-	-	-	-	-
DME	0,993***	0,982***	0,121ns	0,991***	0,994***	-	-	-	-	-
DMA	0,993***	0,985***	0,116ns	0,993***	0,993***	0,999***	-	-	-	-
Ás	0,977***	0,972***	0,215ns	0,999***	0,999***	0,994***	0,994***	-	-	-
Vs	0,976***	0,972***	0,204ns	0,999***	0,995***	0,991***	0,993***	0,999***	-	-
Ø	-0,964***	-0,909***	0,152ns	-0,889***	-0,896***	-0,934***	-0,930***	-0,893***	-0,889***	-
CI	-0,844***	-0,708**	-0,098ns	-0,782***	-0,795***	-0,813***	-0,804***	-0,788***	-0,780***	0,892***

¹Comprimento (C), Largura (L), Espessura (E), Índice de Volume das Sementes (IVS), Diâmetro Médio Geométrico (DMG), Diâmetro Médio Equivalente (DME), Diâmetro Médio Aritmético (DMA), Área Superficial (Ás), Volume das Sementes (Vs), Esfericidade (Ø) e Circularidade (CI).

, *Significativos, respectivamente, em nível de 1 e de 0,1% de probabilidade pelo teste t; nsNão significativo.

Fonte: Autores.

Verificou-se que à medida que o comprimento das sementes aumenta, observa-se uma redução nos valores de CI e Ø, e estes parâmetros influenciam no formato da semente, uma vez que quanto maior o índice J maior probabilidade de ela não ser classificada como esférica. O mesmo raciocínio se aplica a largura, uma vez que quanto maior for o valor desta variável menor será o coeficiente H e a semente se classificará com formato achatado (Advíncula et al., 2015). Pontes et al. (2018) corroboram com essa afirmação ao declarar que fica evidente a tendência de sementes com maior comprimento apresentarem maiores distâncias da forma de uma esfera.

Observou-se uma correlação positiva altíssima entre o C e a L, e as variáveis IVS, DMG, DME, DMA, Ás e Vs. Isso denota que sementes maiores e mais largas tendem a possuir um volume maior de água, influenciando nos seus processos de embebição e germinação (Santos et al., 2020). Quanto a E das sementes, observa-se que não influenciou de forma significativa nenhum dos parâmetros analisados. Zonta et al. (2011), ao estudarem a qualidade das sementes de pinhão-manso, verificaram que a espessura das sementes não influenciou nos seus parâmetros de qualidade fisiológica.

Por meio da Análise por Componentes Principais (ACP) verificou-se que o componente 1 (comprimento-C) explica 97,60% da variância dos dados analisados apresentando apenas um autovalor maior que 1,0 para a componente 1 (Tabela 5).

Tabela 5 - Análise de componentes principais (ACP) de genótipos de fava a partir características morfológicas das sementes de fava (*Phaseolus lunatus* L.).

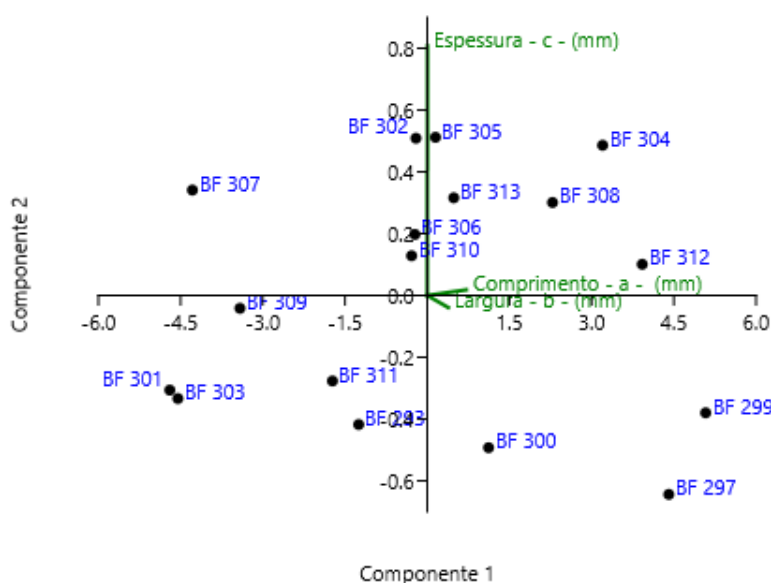
Componente principal	Autovalor	Variância (%)
1 (comprimento-C)	9,6974	97,60
2 (largura-L)	0,1493	1,50
3 (espessura-E)	0,0885	0,89

Fonte: Autores.

Resultados semelhantes foram encontrados no trabalho de Souza et al. (2019) ao avaliarem sementes crioulas de fava para cultivo agroecológico. Os autores concluíram que o C é capaz de explicar 95,64% da variância dos dados conforme a análise multivariada.

A Figura 1 representa como estão distribuídos os genótipos de fava em relação aos componentes da ACP. Observa-se que as variedades que estão localizadas mais à direita possuem maiores valores de C se diferenciando a partir deste aspecto dos genótipos que estão mais à esquerda. Já os que se encontram acima e abaixo do eixo x apresentam maiores e menores valores de L. A E não é capaz de explicar a variância dos dados analisados por se encontrar na origem do gráfico.

Figura 1 - Distribuição dos 17 genótipos de fava (*Phaseolus lunatus* L.) em relação aos componentes principais.

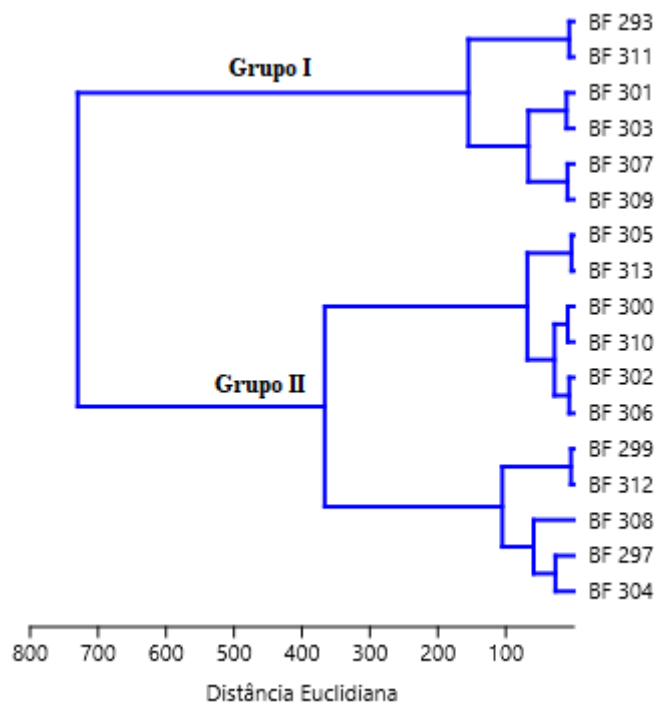


Fonte: Autores.

Na Figura 1, observa-se que os genótipos BF 301 e BF 303 apresentam os menores valores para o C e L e como estão muito próximos pertencerão ao mesmo subgrupo no dendrograma da Figura 2. O mesmo raciocínio se aplica aos genótipos BF 293 e BF 311; BF 307 e BF 309. Os genótipos que apresentaram maior C foram BF 299 e BF 297. Estes se encontram em subgrupos diferentes por apresentarem dissimilaridade entre os valores de L.

A partir destas informações, pode-se agrupar estes genótipos em dois grupos pela Análise de Agrupamento Hierárquico (AAH): o primeiro grupo representa os genótipos que apresentam menor C e o segundo grupo os genótipos que possuem maiores valores de C, conforme se observa na Figura 2.

Figura 2 - Dendrograma de dissimilaridade entre as variedades de fava (*Phaseolus lunatus* L.) a partir de características morfométricas das sementes.



Fonte: Autores.

A Figura 2 divide os genótipos de fava em dois grupos (I e II) a partir do C. As dissimilaridades apresentadas entre os subgrupos estão relacionadas as variáveis de C e L. Os subgrupos BF 293 e BF 311; BF 301 e BF 303; pertencentes ao grupo I apresentam valores de C e L aproximados. Já o subgrupo BF 307 e BF 309 apresentam valores de C próximos se diferenciando dos demais pelos valores de L e E. O grupo II apresenta os genótipos que apresentam maiores valores de C. Quanto a L é possível dividir os genótipos em dois grupos: os que possuem maiores valores de L (BF 302, BF 305, BF 306, BF 310, BF 313, BF 308, BF 304 e BF 312) e os que possuem os menores (BF 300, BF 297 e BF 299). Como a variável C explica mais de 95% da variância dos dados apresentados pelo cladograma, os genótipos foram agrupados prioritariamente pela proximidade em relação ao C.

Levando-se em consideração todas as variáveis morfométricas analisadas, observa-se que os genótipos de fava apresentaram dissimilaridade entre si pela distância apresentada entre os dois principais grupos. Para Souza et al. (2019), as divergências apresentadas por sementes crioulas de fava são relevantes para a introdução de variabilidade genética no banco de sementes de agricultores, possibilitando a escolha entre sementes com características desejáveis e mais adaptadas aos agroecossistemas de cultivo.

Para Moreira et al. (2009), a partir da morfometria das sementes e da combinação de técnicas de análises multivariadas, é possível se obter uma maior segurança na escolha de genótipos promissores, pois quando se utiliza apenas um único parâmetro aumenta-se a probabilidade de insucesso desta cultura no mercado ao não se levar em consideração as características quanto a forma, tamanho e massa das sementes (Bertini et al., 2010).

Diante do exposto, estes testes não destrutíveis, como os realizados a partir das dimensões lineares ou geométricas e das análises multivariadas aplicadas neste trabalho, podem servir para avaliação de perturbações ambientais e possíveis atividades causadoras de estresse abiótico ou biótico em sistemas biológicos vegetais, levando-se em consideração as alterações causadas nos padrões esperados para as sementes e na sua assimetria flutuante (Pontes et al., 2018; Silveira et al.,

2019). Sendo assim, a expressão gênica de populações naturais vinculadas às condições ambientais locais pode ocasionar mudanças nas características biométricas das sementes e auxiliar os pesquisadores na caracterização e identificação de genótipos sensíveis e tolerantes à seca.

4. Conclusão

Existe variabilidade genética nas características colorimétricas e biométricas das sementes de fava cultivadas no estado do Ceará. Todos os parâmetros biométricos analisados apresentaram diferença estatística, demonstrando dissimilaridade entre os genótipos avaliados.

Parâmetros relacionados a circularidade (CI) e a esfericidade (\emptyset) de sementes de fava são relevantes, pois permitem a fabricação de equipamentos que possam auxiliar na mecanização da produção, colheita, beneficiamento, armazenamento e empacotamento dos grãos. Os parâmetros relacionados ao comprimento (C) e a largura (L) estão associados aos graus de dissimilaridade entre os genótipos de fava e são relevantes em estudos de investigação da diversidade fenotípica de sementes.

Trabalhos futuros devem avaliar como o volume (V_s) e a área superficial das sementes (\hat{A}_s) de fava se relacionam aos processos de embebição e secagem das sementes (teor de água), uma vez que estas variáveis influenciam diretamente na qualidade fisiológica das sementes cultivadas.

Agradecimentos

Agradecemos à Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA Recursos Genéticos e Biotecnologia) pelo intercâmbio de sementes de seu banco de germoplasma e apoio a esta pesquisa.

Referências

- Advíncula, T. L., Nadai, F. B. de., Nobre, D. A. C., Ferreira, É. N. M. B., Brandão Júnior, D. da S., & Costa, C. A. da. (2015). Qualidade física e fisiológica de sementes de *Phaseolus lunatus* L. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 10(3), 341–346. <https://doi.org/10.5039/agraria.v10i3a2548>.
- Amadeu, L. T. S., Queiroz, A. J. de M., Figueirêdo, R. M. F. de, Paiva, Y. F., Ferreira, J. P. de L., Reis, C. G. dos, Silva, R. C. da, Araújo, K. T. A., Coelho, N. O., & Carneiro, E. F. de S. (2021). Farinha de sementes germinadas de abóbora: aspectos físicos, físico-químicos e colorimétricos. *Research, Society and Development*, 10(3), e18810313005. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13005>.
- Bertini, C. H. C. de M., de Almeida, W. S., da Silva, A. P. M., Lima e Silva, J. W., & Teófilo, E. M. (2010). Análise multivariada e índice de seleção na identificação de genótipos superiores de feijão-caupi. *Acta Scientiarum - Agronomy*, 32(4), 613–619. <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v32i4.4631>.
- Carbonell, S. A. M., Chiorato, A. F., Gonçalves, J. G. R., Perina, E. F., & Carvalho, C. R. L. (2010). Tamanho de grão comercial em cultivares de feijoeiro. *Ciência Rural*, 40(10), 2067–2073. <https://doi.org/10.1590/s0103-84782010005000159>.
- Carmo, M. D. S. do, Carvalho, E. M. S., Gomes, R. L. F., Lopes, Â. C. de A., & Cavalcante, G. R. dos S. (2015). Avaliação de acessos de feijão-fava, para resistência a *Colletotrichum truncatum*, em condições de folhas destacadas e campo. *Summa Phytopathologica*, 41(4), 292–297. <https://doi.org/10.1590/0100-5405/2079>.
- Costa Júnior, J. R. da., Oliveira, D. E. C. de., Carvalho, J. M. G., Bueno, S. G. S., Ferreira, V. B., & Alves, E. M. (2021). Forma e tamanho de sementes de duas variedades de abóboras durante a secagem. *Nativa*, 9(1), 01–08. <https://doi.org/10.31413/nativa.v9i1.10274>.
- Francisco, P. R. M., Leite, C. M. A., Santos, N. C., Barros, S. L., & Gomes, J. P. (2020). Determinação das propriedades físicas de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.) com diferentes teores de água. In *Estudos e Inovações na Engenharia e Agronomia* (v.2): Editora Portal Tecnológico: Campina Grande - PB.
- Gomes, F. H. F., Lopes Filho, L. C., Oliveira, D. E. C. de., Resende, O., & Soares, F. A. L. (2018). Tamanho e forma de grãos de feijão-caupi em função de diferentes teores de água. *Revista Engenharia Na Agricultura - REVENG*, 26(5), 407–416. <https://doi.org/10.13083/reveng.v26i5.957>.
- Guimarães, W. N. R., Martins, L. S. S., Silva, E. F. da, Ferraz, G. de M. G., & Oliveira, F. J. de. (2007). Caracterização morfológica e molecular de acessos de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 11(1), 37–45. <https://doi.org/10.1590/s1415-43662007000100005>.
- IPGRI –International Plant Genetic Resources Institute. (2001). *Descritores para Phaseolus lunatus*. International Plant Genetic Resources Institute. Rome. Disponível em: https://www.biodiversityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/Descritores_para_Phaseolus_lunatus_724.pdf. Acesso em: 22 dez. 2022.
- Jamovi. (2022). *The jamovi project*. (2.3). www.jamovi.org
- Magalhães, P. S. C., Teixeira, M. da C. S. A., Mendes, M. R. de A., Lemos, J. R., & Rodrigues, B. J. S. (2021). Morfometria de frutos e sementes e métodos

- para superação da dormência de *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan (Fabaceae). *Research, Society and Development*, 10(3), e6010313034. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i3.13034>.
- Moreira, R. M. P., Ferreira, J. M., Takahashi, L. S. A., Vasconcelos, M. E. C., Geus, L. C., & Botti, L. (2009). Potencial agrônomico e divergência genética entre genótipos de feijão-vagem de crescimento determinado. *Semina: Ciências Agrárias*, 30(4Sup1), 1051. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2009v30n4sup1p1051>.
- Munsell, A. H. (1994). *Munsell soil color charts*. Kollmorgen Instruments-Macbeth Division: New Windsor, New York, EUA.
- Nere, D. R., Bleicher, E., & Bertini, C. H. C. de M. (2021). Biometria de plantas e sementes de fava: contribuições para divergência genética. *Research, Society and Development*, 10(2), 1–28. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i2.12137>
- Nobre, D. A. C., Junior, D. S. B., Nobre, E. C., Santos, J. M. C., Miranda, D. G. S., & Alves, L. P. (2012). Qualidade física, fisiológica e morfologia externa de sementes de dez variedades de feijão-fava (*Phaseolus lunatus* L.). *Revista Brasileira de Biociências*, 10(4), 425.
- Pontes, M. da S., Santiago, E. F., Nobrega, M. A. dos S., & Freitas, V. de M. B. (2018). Caracterização morfológica usando dimensões lineares sobre os atributos biométricos em sementes de *Annona reticulata* (L.) Vell (Annonaceae). *Ciência Florestal*, 28(2), 696–707. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5902/1980509832070>.
- R. (2022). *R: A Language and environment for statistical computing*. (4.1). <https://cran.r-project.org>.
- Santos, J. da S., Pontes, M. da S., Andrade, I. M. de., & Santiago, E. F. (2020). Aspectos dimensionais de sementes de *Dimorphandra mollis* para estudo da variabilidade entre populações de plantas. *Brazilian Journal of Development*, 6(8), 56035–56052. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n8-134>
- Santos, R. D. dos; Lemos, R. C. de.; Santos, H. G. dos.; Ker, J. C., & Anjos, L. H. C. dos. (2005). Manual de descrição e coleta de solo no campo. (5ed.). *Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*: Viçosa, MG.
- Silva, A. G. da.; Cavalcante, A. C. P., Oliveira, D. S. de.; & Silva, M. J. R. da. (2015). Crescimento inicial de *Phaseolus lunatus* L. submetido a diferentes substratos orgânicos e aplicação foliar de urina de vaca. *Agropecuária Científica No Semiárido*, 11(1), 131–135.
- Silva, E. da.; Oliveira, H. M. de.; Araújo, L. N. C., Guilherme, M. de F. de S., & Maracajá, P. B. (2014). Caracterização morfológica e qualidade fisiológica de cultivares de sementes de gergelim. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 9(3), 149. <https://doi.org/10.18378/rvads.v9i3.2921>
- Silva, T. do N., Sosa, K. S. F., Oliveira, V. de S., Porcino, M. M., Silva, R. T. da; Souza, L. V. de; Costa, M. M. L. da; & Mielezski, F. (2022). Respostas fisiológicas de *Phaseolus lunatus* L. submetida à irrigação com água salina e adubação potássica. *Research, Society and Development*, 11(11), e143111133287. <https://doi.org/10.33448/rsd-v11i11.33287>
- Silveira, D. C. da.; Leite, A. C. N., Santos, N. C., & Gomes, J. P. (2019). Características físicas de grãos de feijão-fava rajada (*Phaseolus lunatus* L.). *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 14(4), 518–523. <https://doi.org/10.18378/rvads.v14i4.6811>
- Silveira, G. F. da.; Rossi, A. A. B., Oliveira, U. A. de.; Varella, T. L., Rossi, F. S., Cavallari, A. A., & Galvanin, E. A. dos S. (2019). Análise biométrica de frutos e sementes de *Passiflora cristalina* Vanderplank & Zappi. *Nativa*, 7(2), 138–144. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.31413/nativa.v7i2.6554>
- Souza, L. F. de.; Araújo, M. S. de.; Ferraz, R. L. de S., Costa, P. da S., Medeiros, A. de S., & Magalhães, I. D. (2019). Sementes crioulas de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) para cultivo agroecológico. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 14(1), 33. <https://doi.org/10.18378/rvads.v14i1.6482>
- Timm, R. R., Pinheiro, R. de M., & Gadotti, G. I. (2021). Determinação das propriedades físicas de sementes de milho crioulo. *XXX CIC - Congresso de Iniciação Científica*. Universidade Federal de Pelotas. <https://wp.ufpel.edu.br/cic/anais/anais-2021/>
- Voltarelli, M. A., Paixão, C. S. S., & Angelo, E. P. (2019). Noções básicas para projetos de mecanismo dosadores de sementes. In: *Novas tecnologias da engenharia para aproveitamento do amendoim*. Associação Regional de Engenharia, Arquitetura e Agrobombia de Jaboticabal. <https://www.researchgate.net/publication/338372238>
- Wodajo, D., Admassu, S., & Dereje, B. (2021). Geometric characteristics and mass-volume-area properties of haricot beans (*Phaseolus vulgaris* L.): Effect of Variety. In *International Journal of Food Properties* (v.24, Issue 1, p. 885–894). <https://doi.org/10.1080/10942912.2021.1937210>
- Zonta, J. B., Araujo, E. F., Araujo, R. F., Zuchi, J., & Zonta, J. H. (2011). Efeito da massa específica e do tamanho/espessura na qualidade fisiológica de sementes de pinhão-mansão. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas*, 15(1), 17–26.