



Characterization and genetic divergence of landraces varieties of bean

Caracterização e divergência genética de variedades crioulas de feijão

FERRO BISNETO, José Abílio⁽¹⁾; TEIXEIRA, Daniella Barros⁽²⁾; PEREIRA, Rodrigo Gomes⁽³⁾; CAVALCANTE, Marcelo⁽⁴⁾; SILVA JÚNIOR, João Bosco Pereira⁽⁵⁾

⁽¹⁾ 0000-0003-3008-3882; Universidade Federal do Agreste de Pernambuco. Garanhuns, Pernambuco (PE), Brasil. abilioferro95@gmail.com.

⁽²⁾ 0000-0002-2656-1821; Universidade Federal do Agreste de Pernambuco. Garanhuns, Pernambuco (PE), Brasil. daniella_dani@hotmail.com.

⁽³⁾ 0000-0001-9635-4126; Universidade Federal do Agreste de Pernambuco. Garanhuns, Pernambuco (PE), Brasil. rodrigo.pereira@ufape.edu.br.

⁽⁴⁾ 0000-0002-0722-0618; Instituto Federal de Alagoas. Marechal Deodoro, Alagoas (AL), Brasil. daniella_dani@hotmail.com.

⁽⁵⁾ 0000-0003-3861-1643; Universidade Federal do Agreste de Pernambuco. Garanhuns, Pernambuco (PE), Brasil. junior_p_3@hotmail.com.

O conteúdo expresso neste artigo é de inteira responsabilidade dos/as seus/as autores/as.

ABSTRACT

Population growth and the use of breeding cultivars have reduced the biodiversity of native species, such as landraces varieties, which are important because, due to genetic variability, they have tolerance to biotic and abiotic stresses, allowing their cultivation in different agroecosystems. This research aimed at the morphological characterization of seeds and the genetic divergence of 23 landraces varieties of beans (*Phaseolus* spp.) cultivated in the Agreste Meridional region of Pernambuco. The varieties were obtained in open markets and seed exchange fairs, being characterized in terms of morphological and biometric aspects, using descriptive statistics, principal components analysis and Tocher's test to estimate genetic divergence. Variability was observed in the format, with a predominance of the elliptical profile (13 varieties), semi-flat grain (12 varieties), tegument color (broad variation) and tegument pattern (absent to marbled), brilliance seeds (14 varieties), halum (broad variation), presence of signal and testa color. There was variation in the 100-seeds weight (16.54 up to 56.35 g), length, width and thickness, with small, medium and large seeds that, from the principal components analysis, it was possible to observe genetic divergence (92, 1% accumulated variance), with the formation of seven groups by the Tocher method. The 'Preto', 'Rosinha', 'Caianinha', 'Corda 1', 'Corda 3', 'Carioca', 'Quixaba Comum', 'Vermelho 1' and 'Lavandeira' varieties gathered characteristics of interest to the consumer. The results showed that family farmers preserve the genetic diversity of the bean varieties, evidencing the influence of seed exchange network to reduce genetic erosion.

RESUMO

O crescimento populacional e o uso de cultivares melhoradas têm reduzido a biodiversidade de espécies nativas, a exemplo das variedades crioulas, que são importantes, pois, devido a variabilidade genética, possuem tolerância aos estresses bióticos e abióticos, possibilitando seu cultivo em diferentes agroecossistemas. Esta pesquisa objetivou a caracterização morfológica de sementes e a divergência genética de 23 variedades crioulas de feijão (*Phaseolus* spp.) cultivados na região Agreste Meridional de Pernambuco. As variedades foram obtidas em feiras livres e feiras de troca de sementes, sendo caracterizadas quanto aos aspectos morfológicos e biométricos, utilizando-se a estatística descritiva, análise dos componentes principais e teste de Tocher para estimar a divergência genética. Observou-se variabilidade no formato, com predominância do perfil elíptico (13 variedades), semiachatado (12 variedades), na cor do tegumento (ampla variação) e padrão do tegumento (ausente ao marmoreado), sementes brilhantes (14 variedades), cor do halo (ampla variação), presença de sinal e cor da testa. Houve variação no peso de 100 sementes (16,54 até 56,35 g), comprimento, largura e espessura, com sementes pequenas, médias e grandes que, a partir da análise de componentes principais, pôde-se observar variabilidade genética (92,1% variância acumulada), com a formação de sete grupos pelo método de Tocher. As variedades Preto, Rosinha, Caianinha, Corda 1, Corda 3, Carioca, Quixaba Comum, Vermelho 1 e Lavandeira reuniram características de interesse para o consumidor. Os resultados evidenciaram que os agricultores familiares preservam a diversidade genética do feijoeiro, evidenciando a influência das cadeias de trocas sementes para redução da erosão genética.

INFORMAÇÕES DO ARTIGO

Histórico do Artigo:

Submetido: 13/04/2022

Aprovado: 12/05/2022

Publicação: 01/07/2022



Keywords:

Phaseolus spp., germplasm, genetic research, genetic erosion, multivariate analysis.

Palavras-Chave:

Phaseolus spp., germoplasma, recursos genéticos, erosão genética, análise multivariada.

Introdução

Os recursos genéticos vegetais, patrimônio da humanidade, principalmente aqueles nativos ou naturalizados, vêm sendo degradados devido às ações antrópicas, nas diversas modalidades (construção civil, queimadas, extrativismo e monocultivos). As variedades crioulas, patrimônio genético, são aquelas mantidas por povos tradicionais (Decreto 6.040/2007), constituindo a base alimentar e econômica de famílias rurais, principalmente as de baixa renda, evidenciando sua importância socioeconômica e cultural (Pinto et al., 2021).

Do ponto de vista genético, as variedades crioulas possuem variabilidade para um amplo número de caracteres, com genes que conferem tolerância aos estresses bióticos e abióticos (Priori et al., 2018), permitindo a adaptação aos diferentes agroecossistemas. Nos programas de melhoramento, fornecem genes que ampliam a base genética, essenciais para o desenvolvimento de novos cultivares (Vivas et al., 2014). Portanto, a substituição de variedades crioulas por cultivares comerciais, incentivada pelos programas estaduais de distribuição de sementes, contribui com a erosão genética (Villela et al., 2014).

Porém, as redes de troca de sementes promovem a dispersão genética, permitindo que os produtores adquiram novas variedades, recuperem tipos perdidos ou compensem a falta de sementes. Permitem ainda a troca de conhecimentos tradicionais sobre agrobiodiversidade, práticas agroecológicas e etnoconhecimento (Pautasso et al., 2012).

O gênero *Phaseolus* spp. possui 160 espécies, das quais cinco (*P. vulgaris*, *P. lunatus*, *P. coccineus*, *P. acutifolius* e *P. dumosus*) são domesticadas (Sánchez, 2018). Segundo Valentini et al. (2018), o Brasil é considerado o segundo centro de biodiversidade do feijoeiro, observando-se desde acessos (genótipos nativos) até variedades transgênicas (cultivares que passaram por programas de melhoramento genético), produzidos em todos os Estados.

A produção nacional é de 3,1 milhões de toneladas (Companhia Nacional de Abastecimento [CONAB], 2022), cultivadas em 3,0 milhões de estabelecimentos, dos quais 80,4% são classificados como agricultores familiares (Lei Nº 11.326/2006), em que 44,1% estão concentrados na região Nordeste. Apesar da expressividade, a agricultura familiar contribuiu com 23,1% da produção Nacional (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2020), predominando a cadeia do agronegócio, que adota o monocultivo (uniformidade genética), tornando as plantas mais vulneráveis às pragas e doenças, incrementando o uso de agrotóxicos (Santos Júnior et al., 2021).

Considerando a perda da biodiversidade, torna-se necessário a conservação de variedades crioulas, em bancos de germoplasmas, com o objetivo de assegurar a preservação da variabilidade genética, possibilitando a multiplicação da espécie, evitando a extinção de alelos de interesse, com ganhos nos setores ambiental, científico, cultural, econômico, social e nutricional (Silva et al., 2018).

A caracterização do germoplasmas e a avaliação da diversidade genética constituem ferramentas indispensáveis, pois possibilitam identificar e detalhar diferenças entre os genótipos, permitindo diferenciar as plantas, reconhecer duplicatas e potenciais genitores, além de encontrar características de interesse para o melhoramento genético. Portanto, os objetivos dessa pesquisa foram a caracterização morfológica de sementes e a avaliação da divergência genética entre 23 variedades crioulas de feijão cultivados na região Agreste Meridional de Pernambuco.

Procedimentos Metodológicos

A pesquisa foi realizada no Laboratório de Análise de Sementes da Universidade Federal do Agreste de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Garanhuns (UFAPE/UAG), sob as coordenadas 8° 54' 13" S e 36° 29' 38" W. O Agreste Meridional, região semiárida, é do tipo "AS", que representa o clima tropical com estação seca, segundo classificação de Köppen (CLIMATE-DATA, 2022). A precipitação pluvial total é de 870,4 mm, em que a estação chuvosa ocorre entre maio/julho (outono-inverno), período em que se concentram 70% da precipitação total anual. A temperatura média mínima é de 16,9°C e a máxima de 25,5°C, com umidade relativa de 75% (Instituto Nacional de Meteorologia [INMET], 2022).

Foram coletadas sementes de 23 variedades crioulas de feijão, obtidas em feiras livres e feiras de troca de sementes dos municípios de Garanhuns (8° 52' 57" S e 36° 29' 21" W), São João (8° 52' 19" S e 36° 22' 13" W), Lajedo (8° 39' 54" S e 36° 19' 27" W), Correntes (9° 07' 51" S e 36° 19' 31" W), Bom Conselho (9° 10' 16" S e 36° 40' 52" W), Terezinha (9° 03' 19" S e 36° 37' 24" W), Jupi (8° 42' 35" S e 36° 24' 57" W) e Canhotinho (8° 52' 57" S e 36° 11' 46" W), formando o banco de germoplasma da UFAP/UAG. As sementes, com 14% de umidade, são mantidas em câmara fria, a temperatura de 10°C e 20% de umidade relativa do ar.

A caracterização morfológica das sementes levou em consideração os marcadores morfológicos descritos pelo International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI, 2001) e por Silva (2005), em que foram avaliados o peso de 100 sementes (g, utilizando balança analítica digital), levando-se em consideração 10 repetições. Nestas sementes, avaliaram-se o comprimento (C), a largura (L) e a espessura (E) (mm, obtido a partir de um paquímetro digital), possibilitando calcular o coeficiente J, que indica o formato da semente (C/L), classificados em esférico (1,16 a 1,42 mm), elíptico (1,43 a 1,65 mm), reniforme curto (1,66 a 1,85 mm), médio (1,86 a 2,00 mm) e longo (> 2,01 mm), e o coeficiente H, que indica o perfil de achatamento da semente (E/L), sendo observados os perfis achatado (< 0,69 mm), semiachatado (0,70 a 0,79 mm) e cheio (> 0,80 mm), segundo Silva (2005). As cores do tegumento (primária e secundária) foram avaliadas segundo a Carta de Cores de Munsell (Munsell Soil Color Company, 1975). O padrão do tegumento, a cor do halo, a presença de sinal da testa, a cor do sinal da testa e o brilho da semente também foram avaliados.

Aos dados qualitativos e quantitativos, aplicou-se a estatística descritiva. Os dados biométricos foram utilizados para avaliar a divergência genética entre as variedades, a partir da análise multivariada, pelos métodos dos componentes principais, com os dados padronizados, e do teste de agrupamento de Tocher, utilizado a distância euclidiana dos valores médios padronizados, em que sua eficiência foi testada pela correlação cofenética, aplicando-se o teste de Mantel ($P < 0,05$). Todas as análises foram realizadas pelo pacote *MultivariateAnalysis* (Azevedo, 2021), versão 0.4.4, do software R (R Core Team, 2021).

Resultados e Discussão

Observou-se variação entre todos os caracteres morfológicos e biométricos das variedades de feijão, em que os formatos da semente observados foram o esférico, elíptico, reniforme médio e longo (Tabela 1), destacando-se o tipo elíptico como o mais frequente (13 ocorrências). O formato reniforme, observado para as variedades Pau, Rim de Porco e Lagartixa, são padrões rejeitados pelo mercado de sementes (Ramalho et al., 2004). Segundo Trogello et al. (2013), apesar de o formato não exercer influência sobre a produtividade, torna-se importante, pois está relacionado à homogeneidade das sementes, favorecendo a regulação das semeadoras, manuais ou mecanizadas.

Tabela 1. Características de sementes de variedades crioulas de feijão cultivados na região Agreste Meridional de Pernambuco.

Nome comum	Grupo comercial	Formato	Achatamento	Cor do Tegumento		Padrão do Tegumento
				Primária	Secundária	
Gordo 1	Jalo	Esférico	Achatado	7,5 YR-8/3	7,5 YR-7/4	Marmoreado
Gordo 2	Jalo	Elíptico	Cheio	7,5 YR-8/6	7,5 YR-6/6	Marmoreado
Carrapatinho Preto	Preto	Elíptico	Semiachatado	2,5 YR-2/1	7,5 YR-4/4	Malhado romboide
Enxofre	Jalo	Esférico	Cheio	5,0 Y-8/8	5 Y-5/6	Marmoreado
Rosinha	Rosinha	Elíptico	Cheio	10 YR-8/6	10 YR-8/2	Marmoreado
Caianinha	Roxo	Elíptico	Semiachatado	10 YR-8/4	2,5 YR-5/1	Ponteado
Mulatinho	Mulatinho	Elíptico	Semiachatado	2,5 YR-8/6	10 YR-5/3	Marmoreado
Favita	Jalo	Elíptico	Cheio	10 YR-8/6	2,5 YR-4/6	Listrado
Corda 1	Caupi	Esférico	Semiachatado	7,5 YR-8/8	-	Ausente
Corda 2	Caupi	Esférico	Semiachatado	7,5 YR-8/6	-	Ausente
Corda 3	Caupi	Esférico	Semiachatado	7,5 YR-7/8	-	Ausente
Carioca	Carioca	Elíptico	Semiachatado	7,5 YR-7/8	7,5 YR-5/6	Listrado
Pau	Jalo	Reniforme longo	Semiachatado	7,5 YR-8/4	N-3/0	Listrado
Preto	Preto	Elíptico	Semiachatado	N-1,7/0	-	Ausente
Rim de Porco	Jalo	Reniforme longo	Cheio	10 R-4/6	-	Ausente
Quixaba Graúdo	Preto	Esférico	Cheio	N-1,5/0	-	Ausente
Quixaba Comum	Preto	Elíptico	Cheio	N-1,5/0	-	Ausente

Fogo na Serra	Jalo	Elíptico	Semiachatado	5 YR-3/4	5 YR-3/2	Listrado
Lagartixa	Jalo	Reniforme médio	Semiachatado	5 YR-6/6	7,5 Y-4/1	Ponteados
Vermelho 1	Roxo	Elíptico	Cheio	10 R-3/4	-	Ausente
Vermelho 2	Roxo	Elíptico	Cheio	7,5 R-3/3	-	Ausente
Branco	Branco	Esférico	Cheio	10 Y-8/2	-	Ausente
Lavandeira	Carioca	Elíptico	Semiachatado	7,5 YR-8/3	N-2/0	Listrado

As variedades apresentaram maior frequência para o perfil semiachatado, com 12 ocorrências (Tabela 1). Segundo Carbonell et al. (2010), perfil achatado, observado para a variedade Gordo 1, não é aceito pelo mercado consumidor, que prioriza grãos semiachatados, próximos ao perfil cheio (0,77) e forma elíptica.

As colorações do tegumento, primária e secundária, apresentaram ampla variação, considerando a classificação proposta por Munsell (Tabela 1). Trata-se de uma característica que está ligada à preferência do consumidor (Oliveira et al., 2013), estando associada aos teores de polifenóis, ou seja, tegumentos mais claros apresentam baixos teores e, os mais escuros, altos teores de polifenóis, principalmente os taninos, antocianinas e flavonoides, todos compostos bioativos com capacidade antioxidante, importantes à saúde humana (Vieira et al., 2021).

Observou-se seis padrões do tegumento da semente, predominando, com 10 ocorrências, a ausência de padrão, seguido dos padrões listrado e marmoreado, em cinco variedades cada (Tabela 1). Além de ser uma característica considerada pelo consumidor, conhecer a anatomia do tegumento pode contribuir para identificação de barreiras mecânicas e físicas que influenciam no processo de germinação, como a ocorrência de dormência (Bezerra et al., 2019). O halo é uma característica que está ligada à absorção de água pela semente durante a germinação (Nunes et al., 2017). Sua cor pode influenciar na comercialização (Ferreira et al., 1997). Nesta pesquisa foram identificados oito padrões de cor do halo, predominando, em cinco variedades, o castanho (Tabela 2), preferido pelo consumidor.

Tabela 2. Características de sementes de variedades crioulas de feijão, cultivados na região Agreste Meridional de Pernambuco.

Variedades	Cor do halo	Presença de sinal na testa	Cor do sinal na testa	Brilho da semente
Gordo 1	Castanho avermelhado	Sim	Castanho avermelhado	Brilhante
Gordo 2	Castanho	Sim	Castanho avermelhado	Brilhante
Carrapatinho Preto	Roxo	Não	-	Brilhante
Enxofre	Cinza esverdeado	Sim	Castanho	Brilhante
Rosinha	Roxo	Sim	Castanho	Médio

Caianinha		Castanho avermelhado	Sim	Castanho avermelhado	Brilhante
Mulatinho		Castanho	Sim	Castanho	Médio
Favita		Creme	Sim	Castanho	Brilhante
Corda 1		Cinzento esverdeado	Não	-	Opaco
Corda 2		Cinzento esverdeado	Não	-	Opaco
Corda 3		Castanho	Não	-	Opaco
Carioca		Castanho	Sim	Castanho avermelhado	Médio
Pau		Amarelo esverdeado	Sim	Castanho avermelhado	Brilhante
Preto		Preto	Sim	Preto	Brilhante
Rim de Porco		Vermelho	Sim	Castanho avermelhado	Brilhante
Quixaba Graúdo		Preto	Sim	Preto	Brilhante
Quixaba Comum		Preto	Sim	Preto	Brilhante
Fogo na Serra		Castanho	Sim	Castanho avermelhado	Médio
Lagartixa		Castanho avermelhado	Não	-	Opaco
Vermelho 1		Preto	Sim	Preto	Brilhante
Vermelho 2		Roxo	Sim	Castanho avermelhado	Brilhante
Branco		Branco puro	Sim	Cinzento	Brilhante
Lavandeira		Creme	Sim	Castanho avermelhado	Médio

A presença de sinal na testa da semente ocorreu em 18 variedades, observando-se quatro padrões de cor, predominando o castanho avermelhado em nove variedades (Tabela 2). A presença de brilho nas sementes ocorreu em 14 variedades, sendo esta uma característica que determina a aceitação de uma variedade, a qualidade dos grãos e o tempo de cozimento, em que variedades com sementes mais brilhantes absorvem mais água (Ramalho et al., 2004). Estas características são importantes descritores morfológicos que podem ser utilizados na diferenciação genotípica.

O coeficiente de variação é um parâmetro que indica variabilidade genética quando se avalia genótipos divergentes (Cavalcante & Costa, 2021), a exemplo de acessos e variedades crioulas. Portanto, considerando que as espécies domesticadas de feijão (*Phaseolus spp.*) são autógamas, devido a cleistogamia, favorecem às autofecundações que levam a homozigose (Hamouda et al., 2020), justifica-se os baixos coeficientes de variação (Tabela 3).

Tabela 3. Análise descritiva de caracteres biométricos de 23 variedades crioulas de feijão.

Variedades	Peso de 100 (g)		Comprimento (mm)		Largura (mm)		Espessura (mm)	
	Média	CV(%)	Média	CV(%)	Média	CV(%)	Média	CV(%)
Gordo 1	38,07	8,34	11,37	10,72	8,18	6,16	5,06	7,34
Gordo 2	41,22	4,91	12,57	5,84	7,74	5,49	6,84	6,92
Carrapatinho Preto	24,97	7,49	10,31	6,60	6,71	7,51	5,15	8,64
Enxofre	37,25	6,21	10,43	5,53	7,44	6,26	6,44	7,14
Rosinha	24,98	5,67	10,30	5,76	6,33	4,70	5,19	6,67
Caianinha	24,64	7,89	9,92	7,04	6,68	6,87	5,28	8,17
Mulatinho	21,25	8,06	9,97	7,40	6,23	7,01	4,94	7,54
Favita	33,73	7,79	11,24	8,13	7,25	5,71	6,13	7,62
Corda 1	24,57	7,18	9,41	8,81	7,81	6,90	5,87	7,68
Corda 2	16,54	14,81	7,96	11,87	6,27	9,76	4,92	10,96
Corda 3	27,29	7,55	9,63	8,51	7,70	7,37	6,01	7,22
Carioca	23,78	11,26	9,96	5,41	6,30	5,75	4,94	10,20
Pau	32,62	5,89	13,52	4,94	6,53	6,26	5,14	6,06
Preto	21,88	9,63	9,65	8,68	6,25	8,13	4,88	8,03
Rim de Porco	56,35	15,72	17,51	6,27	7,54	13,30	6,06	8,06
Quixaba Graúdo	39,19	8,43	10,71	6,78	7,58	7,65	6,35	9,06
Quixaba Comum	30,15	6,38	10,32	5,91	7,17	5,52	5,85	8,52
Fogo na Serra	47,51	7,59	12,77	6,13	8,51	5,42	6,77	7,47
Lagartixa	45,85	8,23	14,69	5,95	7,63	6,06	5,61	7,55
Vermelho 1	27,80	6,22	10,38	4,37	6,61	5,79	5,87	6,23
Vermelho 2	30,80	10,41	10,49	5,86	6,64	6,58	5,53	9,07
Branco	23,12	11,89	8,85	6,23	6,33	6,72	5,87	8,96
Lavandeira	23,40	13,46	9,76	5,33	6,31	5,15	4,92	11,63
Média	31,2	--	10,9	--	7,1	--	5,6	--

Nota: CV: coeficiente de variação.

As variedades Corda 2 e Rim de Porco apresentaram, respectivamente, peso de 100 sementes de 16,54 e 56,35 g, em que a média geral foi 31,2 g (Tabela 3). Coelho et al. (2007), em Lages/SC, avaliando 20 acessos de feijão, obtiveram peso médio de 32,7 g e CV de 10,7%, semelhantes a esta pesquisa. Segundo Amaro et al. (2015), sementes mais pesadas tendem a apresentar menor índice de velocidade de emergência. Porém, maior vigor, pois apresentam mais reservas, com maior biomassa seca da raiz e da parte aérea, aumentando a probabilidade de sucesso no estabelecimento, no stand final e na produtividade (Alves et al., 2005; Barros et al., 2021).

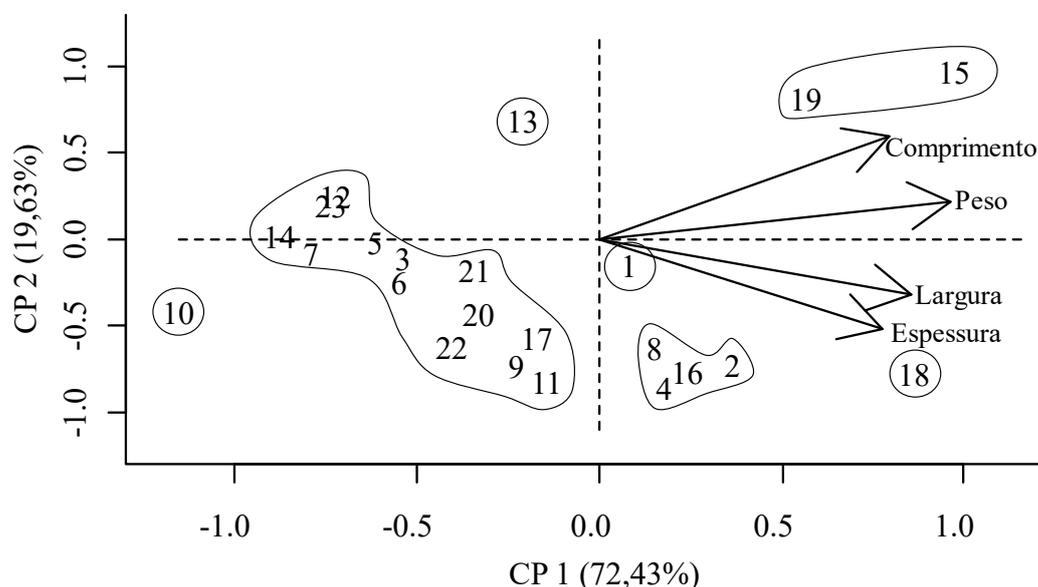
Segundo Ramalho et al. (2004), peso de 100 sementes inferior a 23 g e superior a 30 g está fora do limite de aceitação pelo mercado. Portanto, as variedades Preto, Rosinha, Caianinha, Corda 1, Corda 3, Carioca, Quixaba Comum, Vermelho 1 e Lavandeira apresentaram peso em acordo com o padrão comercial. Além do peso, o comprimento da vagem e o número de grãos são características que deverão ser consideradas, pois cultivares que apresentaram menores massas de grãos, mas comprimento da vagem acima de 11 cm e maior número de grãos, tendem a apresentar maiores produtividades.

De acordo com a classificação proposta por Souza et al. (2019), a variedade Corda 2 foi categorizada como pequena ($\leq 8,43$ mm); Caianinha, Corda 1, Corda 3, Carioca, Preto, Branco e Lavandeira, como média ($> 8,44 \leq 9,90$ mm) e, as demais, foram consideradas grandes ($> 10,0$ mm). Quanto a largura, as variedades Gordo 1, Corda 1 e 2 e Fogo na Serra foram classificadas como grande ($> 7,70$ mm) e, as demais, largura média ($> 6,70 \leq 7,70$ mm). Para espessura, as variedades Gordo 2, Enxofre, Quixaba Gaúcha e Fogo na Serra foram classificadas como grande ($> 6,28$ mm) e, as demais variedades, média espessura ($> 4,34 \leq 6,28$ mm).

Os dois primeiros componentes principais explicaram 92,1% da variação total (Figura 1), semelhante aos resultados obtidos por Souza et al. (2019), 98,1% da variação acumulada, utilizando as mesmas variáveis. Segundo Cruz et al. (2020), percentagem superior a 80% é considerada aceitável e suficiente para indicar divergência genética entre os genótipos, considerando que os dois componentes resumem o máximo de informação contida no conjunto de dados, apresentando o máximo de correlação com todos os caracteres avaliados, em que as inferências sobre as variedades são possíveis a partir do plano bi-dimensional.

Figura 1.

Dispersão gráfica dos escores referentes aos componentes principais (CP) e agrupamento pelo teste de Tocher



Nota: Variedades: 1: Gordo 1, 2: Gordo 2, 3: Carrapatinho Preto, 4: Enxofre, 5: Rosinha, 6: Caianinha, 7: Mulatinho, 8: Favita, 9: Corda 1, 10: Corda 2, 11: Corda 3, 12: Carioca, 13: Pau, 14: Preto, 15: Rim de Porco, 16: Quixaba Graúdo, 17: Quixaba Comum, 18: Fogo na Serra, 19: Lagartixa, 20: Vermelho 1, 21: Vermelho 2, 22: Branco, 23: Lavandeira.

Observou-se divergência genética entre as variedades crioulos de feijão (Cruz et al., 2020), ocorrendo a formação de sete grupos de similaridade pelo teste de Tocher. O coeficiente

de correlação cofenético foi 0,87** (teste de Mantel), indicando que o método foi eficiente em sumarizar as informações da matriz de dissimilaridade, ou seja, menor a perda de informação. A maior distância euclidiana (0,82) foi observada entre as variedades Corda 2 (10) e Rim de Porco (15), indicando máxima divergência; a menor distância (0,12) ocorreu entre Carioca (12) e Lavandeira (23), ambas pertencentes ao grupo comercial Carioca, com alta similaridade entre os caracteres morfológicos e biométricos (Tabelas 1, 2 e 3), podendo se tratar de duplicata ou de genótipos com alto grau de parentesco.

As variedades Rim de Porco (15) e Lagartixa (19) formaram um grupo (baixa distância euclidiana), os quais estão relacionados com os maiores valores de comprimento e peso das sementes (vetores = setas; Figura 1). Já a variedade Fogo na Serra (18) formou o grupo mais relacionado às maiores larguras e espessuras das sementes. Por outro lado, a variedade Corda 2 (10) está associada aos menores valores biométricos. A partir dos vetores (sentido, ângulo e comprimento dos vetores), pode-se observar correlações lineares positivas entre as variáveis, principalmente entre o 'comprimento x peso' e 'largura x espessura' das sementes (Figura 1), indicando que variedades com sementes compridas tendem a ser mais pesadas e, sementes mais largas, são mais espessas.

A variabilidade morfológica e a divergência genética observada nas sementes das variedades crioulas de feijão cultivados na região Agreste Meridional de Pernambuco evidenciaram a preservação pelos agricultores familiares, mantida a partir das feiras de troca de sementes entre produtores de diferentes regiões. Com isso, é possível manter a produtividade, mesmo em condições semiáridas (variedades rústicas, adaptadas), minimizando os riscos de erosão genética.

Conclusões

Existe variabilidade nas características morfológicas e biométricas das sementes das variedades crioulos de feijão cultivadas no Agreste Meridional de Pernambuco, refletindo em divergência genética, com a formação de sete grupos de similaridade. As variedades Preto, Rosinha, Caianinha, Corda 1, Corda 3, Carioca, Quixaba Comum, Vermelho 1 e Lavandeira reúnem características de interesse para o consumidor (formato, perfil de achatamento, cor do tegumento, tamanho e peso).

REFERÊNCIAS

- Alves, E. U., Bruno, R. L. A., Oliveira, A. P., Alves, A. U., Alves, A. U., Paulo, R. C. (2005). Influência do tamanho e da procedência de sementes de *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. sobre a germinação e vigor. *Revista Árvore*, 29, n. 6, p. 877-885. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622005000600006>.
- Amaro, H. T. R., David, A. M. S. S., Assis, M. O., Rodrigues, B. R. A., Cangussú, L. V. S., Oliveira, M.B. (2015) Testes de vigor para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de feijoeiro. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 38, n. 3, p. 383-389. <https://doi.org/10.19084/rca.16943>.

- Azevedo, A. M. (2021). *MultivariateAnalysis: pacote para análise multivariada*. <<https://cran.r-project.org/web/packages/MultivariateAnalysis/index.html>>. 15 Sep. 2021.
- Barros, S. C. S., Castro, W. C. P., Werner, H. A., Morais, K. G. B., Esteves, M. P. C., Nunes, T. L., Cruz, H. T. G., Azevedo, R., Pamplona, V. M. S., Quadros, B. R. (2021). Qualidade de sementes de feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) produzidas em Paragominas, Pará. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 16, p. e114101623161, 2021. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i16.23161>.
- Bezerra, A. C., Zuza, J. F. C., Barbosa, L. S., Oliveira, L. C. L., Santos, E. N., Alves, E. U. (2019). Qualidade física, fisiológica e anatomia do tegumento de Fabaceae. *Meio Ambiente*, v. 1, n. 2, p. 41-47. <https://www.meioambientebrasil.com.br/index.php/MABRA/article/view/33>.
- 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*, v. 40, n. 10, p. 2067-2073. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782010005000159>.
- Cavalcante, M., Costa, J. G. (2021). Considerações sobre planejamento experimental e métodos estatísticos em Ciências Agrárias. *Diversitas Journal*, v. 6, n. 4, p. 3706-3723. <https://doi.org/10.48017/dj.v6i4.1931>.
- Climate-Data. (2022). *Clima: Pernambuco*. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/pernambuco-211>>. Acesso em: 22 Mar. 2022.
- Coelho, C. M. M., Coimbra, J. L. M., Souza, C. A., Bogo, A., Guidolin, A. F. (2007). Diversidade genética em acessos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). *Ciência Rural*, v. 37, n. 5, p. 1241-1247. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782007000500004>.
- CONAB: Companhia Nacional de Abastecimento. (2022). *Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2021/2021 – 7º levantamento*. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/component/k2/item/download/41683_ef09f64bd61267c92f0b59d9c7ebae55>. Acesso em: 12 Abr. 2022.
- Cruz, C. D., Ferreira, F. M., Pessoni, L. A. (2020). *Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética*. Viçosa: UFV. 626p.
- Ferreira, C. M., Peloso, M. J. D., Faria, L. C. (1997). *Cultivo do feijoeiro comum*. Salvador: Embrapa Arroz e Feijão. 25p.
- Hamouda, M., Haider, A. S., Elbehairy, E., Elshanshory, A. R. (2020). Genetic variation among common bean cultivars (*Phaseolus vulgaris* L.) as revealed by morphological, protein and molecular markers. *Egyptian Journal of Experimental Biology*, v. 16, n. 2, p. 129-139. <https://doi.org/10.5455/egyjebb.20200721080720>.
- IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2020). *Censo Agro: atualizado em 06/09/2020*. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6958>>. Acesso em: 12 Abr. 2022.
- INMET: Instituto Nacional de Meteorologia. (2022). *Dados históricos anuais*. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/dadoshistoricos>>. Acesso em: 04 mar. 2022.
- IPGRI: International Plant Genetic Resources Institute. (2001). *Descritores para Phaseolus vulgaris*. Rome: IPGRI. 54p.
- Munsell Soil Color Company. (1975). *Munsell soil color charts*. Baltimore: Munsell Color. 117p.
- Nunes, C. S., Kurz, V., Figueiredo, A. M. B., Travi, M. R. L. (2017). Métodos de controle de pragas nas lavouras de feijão. *Revista Tecnológica*, v. 6, n. 1, p. 128-146. <https://uceff.edu.br/revista/index.php/revista/article/view/238>.
- Oliveira, V. R., Ribeiro, N. D., Jost, E., Colpo, E., Poersch, N. L. (2013). Perfil sensorial de variedades de feijão sob diferentes tempos de cozimento. *Brazilian Journal of Food and Nutrition*, v. 24, n. 2, p. 145-152. <http://serv-bib.fcfar.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewFile/145/2188>.
- Pautasso, M., Aistara, G., Barnaud, A., Caillon, S., Clouvel, P., Coomes, O., Delêtre, M., Demeulenaere, E. (2012). Seed exchange networks for agrobiodiversity conservation: A review. *Agronomy for Sustainable Development*, v. 33, n. 1, p. 151-175. <https://doi.org/10.1007/s13593-012-0089-6>.

- Pinto, K. M., Noronha, D. A., Moser, L. M. (2021). Qualidade sanitária de sementes crioulas de feijão de corda no agreste de Pernambuco. *Brazilian Journal of Agroecology and Sustainability*, v. 2, n. 1, p. 153-167. <https://doi.org/10.52719/bjas.v3i1.3941>.
- Priori, D., Barbieri, R. L., Mistura, C. C., Villela, J. C. B. (2018). Caracterização morfológica de variedades crioulas de abóboras (*Cucurbita maxima*) do sul do Brasil. *Revista Ceres*, v. 65, n. 4, p. 337-345. <https://doi.org/10.1590/0034-737X201865040006>.
- R Core Team. (2021). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. <<https://www.R-project.org/>>. 25 Jan. 2021.
- Ramalho, M. A. P., Abreu, A. F. B., Carneiro, J. E. S. (2004). Variedades. *Informe Agropecuário*, v. 25, n. 223, p. 21-32.
- Sánchez, M. I. C. (2018). The domestication syndrome in *Phaseolus* crop plants: a review of two key domestication traits. In: PONTAROTTI P. (Ed.) *Origin and Evolution of Biodiversity*. Springer: Cham. p. 37-59. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95954-2_3.
- Santos Júnior, C. F., Correoso, C. C., Copacheski, M., Boff, P., Boff, M. I. C. (2021). High dynamic dilutions and genetic variability to phytosanitary management and yield of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Australian Journal of Crop Science*, v. 15, n. 6, p. 821-826. <https://doi.org/10.21475/ajcs.21.15.06.p2857>.
- Silva, H. T. (2005). *Descritores mínimos indicados para caracterizar cultivares/variedades de feijão comum (Phaseolus vulgaris L.)*. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. 32p.
- Silva, L. F. L., Souza, D. C., Resende, L. V., Gonçalves, W. M. (2018). Manejo de recursos genéticos vegetais. *Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agronômica*, v. 15, n. 1, p. 109-126, 2018. <http://www.journals.ufrpe.br/index.php/apca/article/view/1824>.
- Souza, L. F., Araújo, M. S., Ferraz, R. L. S., Costa, P. S., Medeiros, A. S., Magalhães, I. D. (2019). Sementes crioulas de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) para cultivo agroecológico. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 14, n. 1, p. 33-40. <https://doi.org/10.18378/rvads.v14i1.6482>.
- Trogello, E., Modolo, A. J., Portes, A. F., Brusamarello, A. P. (2013). Tamanhos e formatos de sementes não influenciam a germinação, desenvolvimento e produtividade da cultura do milho. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, v. 19, n. 1, p. 41-8. <http://revistapag.agricultura.rs.gov.br/ojs/index.php/revistapag/article/view/119/93>
- Valentini, G., Vidigal, M. C. G., Elias, J. C. F., Moiana, L. D., Mindo, N. N. A. (2018). Population structure and genetic diversity of common bean accessions from Brazil. *Plant Molecular Biology Reporter*, v. 36, p. 897-906. <https://doi.org/10.1007/s11105-018-1129-4>.
- Vieira, M. M. S., Bezerra, J. M., Santos, A. F. (2021). Avaliação dos compostos bioativos e capacidade antioxidante em variedades de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) imaturo cru, cozido e seus caldos de cocção. *Research, Society and Development*, v. 10, n. 7, p. e3710716243. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i7.16243>.
- Villela, J. C. B., Barbieri, R. L., Castro, C. M., Neitzke, R. S., Vasconcelos, C. S., Carbonari, T., Mistura, C. C., Priori, D. (2014). Caracterização molecular de pimentas crioulas (*Capsicum baccatum*) com marcadores microsatélites. *Horticultura Brasileira*, v. 32, n. 2, p. 131-137. <https://doi.org/10.1590/S0102-0536201400020002>.
- Vivas, M., Silveira, S. F., Vivas, J. M. S., Viana, A. P., Amaral Júnior, A. T., Pereira, M. G. (2014). Seleção de progênies femininas de mamoeiro para resistência a mancha-de-phoma via modelos mistos. *Bragantia*, v. 73, n. 4, p. 446-450. <https://doi.org/10.1590/1678-4499.216>.