

Análises de parâmetros genéticos em cultivares crioulas de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) para produção de grãos verdes

Analysis of genetic parameters in creole cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) cultivars for green grain production

Ánalisis de parámetros genéticos en cultivares criollos de frijol caupí (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) para la producción de granos verdes

Received: 17/11/2025 | Revised: 24/11/2025 | Accepted: 24/11/2025 | Published: 25/11/2025

Elmir Bezerra de Lima

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-6282-9265>

Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil

E-mail: elmirlins@gmail.com

Rafaella dos Santos Porfirio

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-6957-8124>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco, Brasil

E-mail: rafaelaporfirio@recife.ifpe.edu.br

Resumo

As variedades crioulas de feijão-caupi apresentam ampla variabilidade genética, constituindo recursos importantes para programas de melhoramento participativo. O objetivo deste estudo foi analisar parâmetros genéticos e estimar correlações entre caracteres morfoagronômicos em genótipos crioulos de feijão-caupi destinados à produção de grãos verdes, pertencentes ao banco de germoplasma do IFPE – Campus Vitória de Santo Antão. Foram avaliados dez genótipos provenientes do banco de germoplasma do IFPE e de comunidades rurais de Itaquitinga e Goiana-PE. O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados com quatro repetições, utilizando parcelas constituídas por fileiras de 2 m, espaçadas em 0,80 m entre linhas e 0,40 m entre plantas. Vinte caracteres quantitativos foram mensurados com base em descritores da Bioversity International. Os dados foram submetidos à análise de variância, teste de Scott-Knott ($p<0,05$), distância de Mahalanobis e correlações genéticas. Houve diferença significativa para 19 caracteres, com formação de até sete grupos. O acesso AC1 apresentou desempenho superior para produtividade de grãos verdes, sendo indicado para sistemas orgânicos. Peso de cem grãos secos, número de sementes por vagem e peso de grãos de dez vagens frescas foram os caracteres mais promissores para seleção indireta. Conclui-se que existe variabilidade entre os genótipos avaliados, permitindo a seleção de materiais superiores.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*; Diversidade genética; Análise multivariada; Seleção indireta; Melhoramento participativo.

Abstract

Creole cowpea varieties exhibit broad genetic variability and represent valuable resources for participatory breeding programs. This study aimed to analyze genetic parameters and estimate correlations among morpho-agronomic traits in creole cowpea genotypes grown for green grain production from the germplasm bank of IFPE – Vitória de Santo Antão. Ten genotypes obtained from the IFPE germplasm bank and rural communities in Itaquitinga and Goiana, Pernambuco, were evaluated. The experiment was conducted in a randomized block design with four replications, using plots composed of 2 m rows spaced 0.80 m between rows and 0.40 m between plants. Twenty quantitative traits were measured following descriptors adapted from Bioversity International. Data were subjected to analysis of variance, Scott-Knott test ($p<0.05$), Mahalanobis distance and genetic correlations. Significant differences were observed for 19 traits, forming up to seven groups. Genotype AC1 showed superior performance for green grain yield, indicating suitability for organic production systems. Hundred dry grain weight, number of seeds per pod and fresh grain weight of ten pods were the most promising traits for indirect selection. The results demonstrate genetic variability among the evaluated genotypes, supporting the selection of superior varieties.

Keywords: *Vigna unguiculata*; Genetic diversity; Multivariate analysis; Indirect selection; Participatory breeding.

Resumen

Las variedades criollas de frijol caupí presentan amplia variabilidad genética y constituyen recursos relevantes para programas de mejoramiento participativo. El objetivo de este estudio fue analizar parámetros genéticos y estimar correlaciones entre caracteres morfoagronómicos en genotipos criollos destinados a la producción de granos verdes,

provenientes del banco de germoplasma del IFPE – Campus Vitória de Santo Antônio. Se evaluaron diez genotipos del banco de germoplasma del IFPE y de comunidades rurales de Itaquitinga y Goiana, Pernambuco. El experimento se realizó en un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, utilizando parcelas formadas por hileras de 2 m, espaciadas a 0,80 m entre hileras y 0,40 m entre plantas. Se midieron veinte caracteres cuantitativos basados en descriptores de Bioversity International. Los datos se sometieron a análisis de varianza, prueba de Scott-Knott ($p<0,05$), distancia de Mahalanobis y correlaciones genéticas. Hubo diferencias significativas para 19 caracteres, con formación de hasta siete grupos. El acceso AC1 presentó el mejor desempeño para la productividad de granos verdes, siendo recomendado para sistemas de producción orgánica. El peso de cien granos secos, el número de semillas por vaina y el peso de granos de diez vainas frescas fueron los caracteres más indicados para selección indirecta. Se concluye que existe variabilidad entre los genotipos evaluados, permitiendo seleccionar materiales superiores.

Palabras clave *Vigna unguiculata*; Diversidad genética; Análisis multivariado; Selección indirecta; Mejoramiento participativo.

1. Introdução

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) é uma leguminosa que possui uma ampla variabilidade genética, tendo grande potencial para ser usado em várias finalidades e em diferentes sistemas de produção, desde o orgânico ao convencional, podendo ser comercializado como grãos secos ou imaturos (grãos verdes), sementes e farinha para acarajé (Andrade *et al.*, 2010).

O consumo de feijão verde é uma tradição no Norte e Nordeste do Brasil, fazendo parte de vários pratos tradicionais, constituindo uma alternativa viável para os agricultores familiares, visto que o seu mercado apresenta preços atrativos para o produtor de pequenas propriedades rurais e existe boas perspectivas de expansão do consumo, beneficiamento e processamento industrial dessa leguminosa (Rocha, 2009).

O feijão-caupi tem boa adaptação a ambientes pouco favoráveis ao seu desenvolvimento, e possui grande capacidade produtiva, sendo uma boa opção para regiões de baixo nível tecnológico, onde a produtividade de vagens e grãos imaturos são as características mais estudadas para essas plantas empregadas nesses sistemas de produção (Miqueloni *et al.*, 2018).

Os programas de melhoramento genético dessa cultura têm se interessado principalmente para os caracteres relacionados a qualidade do grão, arquitetura da planta e resistência a fatores abióticos (Freire Filho *et al.*, 2011). Logo, o estudo dos parâmetros genéticos é de suma importância para o conhecimento da variabilidade genética, do grau de expressão de um caractere, geração após geração, possibilitando uma seleção direta ou indireta através de correlações entre caracteres fenológicos e morfoagronômicos (Rocha, 2003).

Estudos que envolvam parâmetros genéticos de caracteres fenológicos e morfoagronômicos são realizados em bancos de germoplasma para descrever e discriminar variedades para futuros trabalhos de melhoramento genético ou conservação, mostrando o potencial de qualidade e incremento para a espécie *Vigna unguiculata* e as suas variedades, baseado na sua caracterização e diversidade (Santos *et al.*, 2014; Silva, 2019; Gerrano *et al.*, 2015; Teodoro *et al.*, 2015). A partir desses estudos, os melhoristas conseguem conhecer o grau de variabilidade genética das plantas, e com isso fazer a seleção de genitores geneticamente divergentes, que poderão ser utilizados em cruzamentos genéticos e gerar variabilidade na população F1 (Cruz *et al.*, 2012).

Nesse contexto, é de grande importância estimar os componentes de variabilidade que existem nas populações, o quanto dessa variabilidade é oriunda de diferenças genéticas, e com isso conhecer o controle genético dos caracteres através as correlações, possibilitando assim ao melhorista saber como a seleção para um caráter pode influenciar na expressão de outros caracteres (Souza, 2005).

Portanto, o objetivo desse trabalho foi analisar parâmetros genéticos e correlações entre caracteres morfoagronômicos em genótipos de feijão-caupi para produção de grãos verdes, pertencentes ao banco de germoplasma do IFPE – Campus Vitória de Santo Antônio.

2. Metodologia

Realizou-se uma pesquisa experimental, numa investigação de campo, de natureza quantitativa (Pereira *et al.*, 2018). Os genótipos de feijão-caupi utilizados no estudo foram provenientes do Banco de Germoplasma do – IFPE *Campus* Vitória de Santo Antônio, oriundos dos municípios de Goiana, Itaquitinga e Limoeiro – PE. O experimento foi conduzido a campo, na Fazenda Engenho São Salvador 60, localizada no município de Itaquitinga – PE. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com quatro repetições. A parcela experimental foi representada por uma fileira de 2,0 m de comprimento, com espaçamento entre linhas de 0,80 m e 0,40 m entre plantas. A área da parcela foi de 1,6 m² sendo também sua área útil.

O preparo do solo ocorreu 20 dias antes do plantio, utilizando-se grade aradora para incorporar todo o material vegetal no solo, sendo as covas de plantio abertas manualmente com o auxílio de enxada com profundidade em torno de 4 cm a 7 cm, recebendo adubação orgânica em fundação em torno de 400 g de esterco bovino e ovino curtido.

A semeadura ocorreu de forma manual, utilizando-se quatro sementes por cova, após sete dias de plantio foi realizado o replantio, em algumas covas cuja sementes não germinaram, e aos 20 dias após o semeio foi realizado o desbaste, permanecendo a planta com melhor aspecto fitossanitário da cova. O experimento foi conduzido sob irrigação e adubação orgânica em fundação e cobertura, com esterco bovino e ovino curtido.

Os tratos culturais consistiram de capina manual, para controle de plantas espontâneas, e quando necessário foi aplicado óleo de Neem na dosagem de 10 ml.L⁻¹ e alho triturado com detergente e vinagre de maçã, para o controle de pragas que atacam a cultura, como: Pulgão (*Aphis craccivora*), Cigarrinha-verde (*Empoasca kraemerii*) e Vaquinha-verde-amarela (*Diabrotica speciosa*) (Silva, 2016).

Os dados foram coletados durante os estágios de germinação, floração, colheita e pós-colheita, baseados em adaptações da lista dos descritores proposta por Bioversity International (2007) e Brasil (2010). Os descritores quantitativos foram: altura da planta (AL), largura da planta (LP), comprimento do folíolo terminal (CFT), largura do folíolo terminal (LFT), número de folhas (NF), número de dias até a floração (NDF), comprimento da vagem (CV), largura da vagem (LV), peso de 10 vagens frescas (P10V), peso de grãos de 10 vagens frescas (PG10V), índice de grãos (IG), número de sementes por vagem (NSP), número de vagens por pedúnculo (NVP), número de vagens por planta (NVA), número de dias a maturação da primeira vagem (NDMV), peso de 100 grãos verdes (P100GV), peso de 100 grãos secos (P100GS), comprimento da semente (CS), largura da semente (LS) e espessura da semente (ES).

Os coeficientes de correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais foram obtidos entre os pares de caracteres morfoagronômicos, calculadas a partir das estimativas das variâncias e covariâncias, de acordo com Kempthorne (1973), onde foram testadas pelo teste t ($P<0,05$) e pelo teste de bootstrap com cinco mil simulações. Para as análises estatísticas foi utilizado o “software” GENES (Cruz, 2011).

3. Resultados e Discussão

Caracteres quantitativos

Os valores médios dos dez genótipos crioulos de feijão-caupi estudados, com os resultados do teste de Scott e Knott a 5% de probabilidade, relativo aos vinte descritores avaliados, são apresentados na Tabela 1. Para todos os caracteres, o teste de Scott e Knott agrupou os acessos entre um ou sete grupos. É possível observar diferenças significativas entre as variedades para quase todos os caracteres, no entanto, o caractere largura do folíolo terminal não apresentou diferença significativa.

Para o descritor AP foram determinados dois grupos (A e B) com média geral de 35,75 cm (Tabela 1). O grupo A esta os genótipos com as plantas mais altas no dia da avaliação, sendo estes, AC1 (38,5 cm), AC2 (39,75 cm), AC3 (40,75 cm), AC4 (40,75 cm) e AC7 (38,75 cm). Acquaah *et al.*, (1991), trabalhando com a cultura do feijão comum (*Phaseolus vulgaris*

L.) recomendaram a altura de 50 cm a 55 cm como sendo ideal para colheita mecanizada em plantas que possui porte ereto, no entanto, os genótipos estudados neste trabalho apresentam o porte da planta prostrado o que tornaria difícil a colheita mecanizada dos grãos.

Quanto ao descritor CFT foram formados dois grupos (A e B) com média geral de 9,94 cm (Tabela 1). Os genótipos AC1 (10,62 cm), AC2 (10,75 cm), AC3 (12,57 cm), AC4 (9,92 cm), AC5 (10,9 cm), AC6 (10,62 cm), AC7 (11,75 cm) e AC10 (9,37 cm) apresentaram as maiores médias para o comprimento do folíolo terminal.

Resultados superiores a esse trabalho foram encontrados por Lima (2016), que analisando 16 genótipos crioulos de feijão-caupi, obteve média geral para o CFT de (11,21 cm). Quanto a LFT, os genótipos foram agrupados como iguais (Tabela 1), obtendo média geral de 6,85 cm.

Com relação ao descritor número de folhas por planta as variedades crioulas foram agrupadas em dois grupos (A e B) (Tabela 1), apresentando valor médio de 4,45 folhas. De acordo com Lima *et al.*, (2008), o conhecimento sobre a parte área é importante para a compressão da fotossíntese na determinação no número ideal de folhas para cada região, isso influencia também no uso da água e nutriente na determinação do potencial produtivo.

O número de dias até a floração inicial diferiu significativamente ($p>0,05$). A média geral obtida foi de 48,53 dias (Tabela 1), os genótipos foram agrupados em cinco grupos. As variedades crioulas AC5 e AC9 apresentaram os menores valores médios com 42,0 e 41,0 dias respectivamente. A variedade AC4 apresentou a floração inicial mais tardia com 54,5 dias. Estes resultados assemelham-se com os encontrados por Sousa *et al.*, (2015), que analisando 16 variedades de feijão-caupi em cultivo de sequeiro e irrigado verificaram médias gerais de 39 e 49 dias respectivamente. As condições ambientais de cada região influenciam no período de florescimento dos genótipos, dessa maneira o surgimento das flores iniciais pode variar em uma mesma variedade cultivada em diferentes locais (Souza *et al.*, 2013).

O florescimento é considerado de grande importância para seleção indireta ou direta de genótipos de feijão-caupi, uma vez que o rendimento final analisado pelo NVA depende do número de flores abertas, e tal caractere é muito suscetível a fatores bióticos e abióticos, influenciando dessa maneira, no número de grãos (Carvalho *et al.*, 2017).

As médias do NVA, se mostraram significativas (Tabela 1), variando de 14,5 a 18,5 vagens por planta. Oliveira *et al.*, (2015), descrevendo variedades crioulas no Estado do Acre microrregião do Cruzeiro do Sul, também verificaram valores médios pequenos para esse caractere variando de 2,9 a 18,7 vagens por planta. Resultados superiores a este trabalho foram encontrados por Bertini *et al.*, (2009), que utilizando adubação nitrogenada, obteve valores superiores para o número de vagens por planta, com até 90,0 vagens por planta.

O comprimento da vagem apresentou média geral de 18,36 cm. Os genótipos foram agrupados em cinco grupos (Tabela 1). As variedades crioulas AC1 (21,5 cm) e AC3 (22,62 cm) apresentaram as maiores médias, agrupadas no grupo A. As variedades AC8 (15,0 cm), AC9 (14,5 cm) e AC10 (14,0 cm), apresentaram as menores médias e foram agrupadas no grupo E. Segundo Silva e Neves (2011), nos padrões comerciais as vagens precisam apresentar.

comprimento padrão superior a 20 cm, dessa maneira os resultados encontrados no grupo A e B se enquadram nesse padrão comercial. Resultados que se assemelham a esse trabalho foram encontrados por Santos e Lima (2015) e Santos *et al.*, (2011). Santos e Lima (2015), avaliando quatro genótipos de feijão-caupi, alcançaram média geral de 18,55 cm para CV. Santos *et al.*, (2011), conseguiram média geral de 18,73 cm para o comprimento da vagem. No entanto, quanto maior a vagem, maior é o NSP, e nem sempre isso é a condição mais adequada, visto que em colheita semi mecanizada ou mecanizada, plantas com vagens grandes tendem a sofrer mais perdas (Silva; Neves, 2011).

O carácter largura da vagem apresentou média geral de 6,45 cm. Os genótipos foram agrupados em seis grupos (Tabela 1). O genótipo AC6 apresentou a maior largura de vagem com 8,10 cm e o genótipo AC10 apresentou a menor média

com 4,0 cm. Resultados superiores a esse trabalho foram encontrados por Oliveira *et al.*, (2015), que estudando nove cultivares de feijão-caupi nos sistemas de cultivos convencional e aleias, alcançaram resultados variando de 6,5 cm a 10,5 cm para a largura da vagem.

Uma característica de grande importância no rendimento de grãos por planta é o IG, que é a relação entre o peso do grão e o peso da vagem. As médias do índice de grãos (IG) (Tabela 1) ficou entre 37% e 77%, sendo as variedades AC1 (77,0%), AC4 (75,0%) e AC8 (72,5%) as que apresentaram médias superiores a 70%. Valores de IG superiores a estes resultados foram encontrados por Públis Júnior (2017), que estudando o comportamento de cinco genótipos de feijão-caupi obtiveram valores entre 75% e 83% para esse caractere.

Santos *et al.*, (2012), ressaltam que os caracteres NVA e IG são os componentes que mais favorecem a produção de grãos, superando as características peso de cem grãos e número de sementes por vagem, podendo alcançar o aumento da produtividade através da seleção indireta desses caracteres de acordo com esses autores.

O número de sementes por vagem apresentou média geral de 10,43 sementes (Tabela 1). Os genótipos para esse descritor foram agrupados em quatro grupos. As variedades AC1 (14,5 sementes) e AC6 (13,5 sementes), apresentaram as maiores médias e as variedades AC5 (7,5 sementes), AC7 (8,5 sementes) e AC9 (7,0 sementes), obtiveram os menores valores. Resultados inferiores a este trabalho foram encontrados Silva Filho *et al.*, (2013), que estudando oito variedades de feijão-caupi alcançaram média geral para NSP de 8,6 sementes por vagem, e juntamente com outros caracteres concluíram que a população apresentou potencial para seleção.

O descritor NVP apresentou média geral de 2,33 vagem por planta (Tabela 1). Esses resultados são superiores aos observados por Lima (2016), que estudando 16 variedades de feijão-caupi não encontrou diferenças significativas para esse caractere, com média geral de 1,79 vagens por pedúnculo. Esses resultados são semelhantes aos observados por Oliveira *et al.*, (2015), que estudando nove cultivares de feijão-caupi nos sistemas de cultivos convencional e aleias, verificaram médias variando de 1,6 a 3,2 vagens por pedúnculo no sistema de aleias e 1,3 a 2,3 vagens por pedúnculo no sistema convencional.

O número de dias até a maturação da primeira vagem variou de 59,52 dias a 80,25 dias. Os genótipos foram agrupados em quatro grupos e segundo Freire Filho *et al.*, (2011), quando o genótipo atinge a maturidade aos 60 dias após a semeadura é considerado superprecoce, sendo o grupo mais precoce composto pelos genótipos AC9 (59,25 dias) e AC5 (60,0 dias), dessa maneira essas variedades podem constituir uma fonte de genes para o desenvolvimento de genótipos mais precoces. As variedades crioulas AC4 (80,24 dias) e AC8 (79,0 dias) apresentaram os ciclos mais tardios (Tabela 1).

Na determinação do tamanho da semente foram analisados os caracteres CS, LS e ES (Tabela 1). O descritor CS apresentou média geral de 9,08 mm agrupando os genótipos em dois grupos A e B. Quando se analisou os caracteres LS e ES formaram-se quatro grupos A, B, C e D com média de 6,80 mm e 5,58 mm respectivamente. Os acessos AC1 e AC2 foram os que apresentaram valores médios superiores para os três caracteres estudados.

Resultados superiores foram encontrados por Melo *et al.*, (2011), que estudando duas linhagens e três cultivares de feijão-caupi, verificaram as maiores médias para os caracteres CS (12,78 mm), LS (8,82 mm) e ES (7,41 mm). Isso evidencia que existe variação na biometria dos grãos de feijão-caupi, devido à grande diversidade de genótipos existentes.

Para o peso de dez vagens (90,88 g), peso de grãos de dez vagens (14,98 g), peso de cem grãos verdes (53,03 g) e peso de 100 grãos secos (23,53 g) o genótipo AC1 apresentou as melhores médias superior aos demais genótipos. Apesar de ter ciclo de produção médio com 77,5 dias, esse genótipo possui grande destaque para esses caracteres P10V, PG10V, P100GV e P100GS, ambos ligados diretamente com a produtividade.

Tabela 1. Valores médios resultantes da aplicação do teste de Scott-Knott, nas variáveis quantitativas avaliadas.

(continua)

Genótipos	AP	LP	CFT	LFT	NF	NDF	CV	LV	P10V	PG10G
	(cm)	(cm)	(cm)	(cm)			(cm)	(cm)	(g)	(g)
AC1	38,5 A	29,75 B	10,62 A	5,95 A	5,0 A	50,75 C	21,5 A	7,37 B	153,75 A	18,25 A
AC2	39,75 A	36,25 A	10,75 A	7,35 A	5,0 A	47,75 D	20,25 B	7,32 B	123,75 B	15,65 C
AC3	40,75 A	36,25 A	12,57 A	8,47 A	5,5 A	50,75 C	22,62 A	7,37 B	113,75 C	16,72 B
AC4	40,75 A	35,75 A	9,92 A	6,35 A	5,0 A	54,5 A	20,5 B	6,8 C	63,75 F	14,77 D
AC5	32,0 B	30,0 B	10,9 A	6,75 A	3,75 B	42,0 E	20,75 B	7,0 C	79,25 E	12,92 F
AC6	34,25 B	27,7 B	10,62 A	8,15 A	4,25 B	47,5 D	18,0 C	8,1 A	92,75 D	15,4 C
AC7	38,75 A	24,5 B	11,75 A	6,7 A	5,25 A	47,5 D	16,5 D	5,25 E	71,5 E	13,85 E
AC8	34,25 B	34,25 A	4,87 B	6,7 A	3,5 B	50,75 C	15,0 E	5,0 E	83,5 E	16,47 B
AC9	29,25 B	24,25 B	8,0 B	5,12 A	4,0 B	41,0 E	14,5 E	6,1 D	78,0 E	12,87 F
AC10	29,25 B	23,5 B	9,37 A	6,62 A	3,25 B	52,75 B	14,0 E	4,0 F	48,75 G	12,85 F
Média geral	35,75	30,23	9,94	6,85	4,45	48,53	18,36	6,45	90,88	14,98

Fontes: Arquivo dos autores

Médias seguidas das mesmas letras na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo método de agrupamento de Scott-Knott, (1974). AP – Altura da planta; LP – Largura da planta; CFT – Comprimento do folíolo terminal; LFT – Largura do folíolo terminal; NF – Número de folhas; NDF – Número de dias até a floração; CV – Comprimento da vagem; LV – Largura da vagem; P10V – Peso de 10 vagens frescas; PG10G – Peso de grãos de 10 vagens frescas.

Tabela 1. Valores médios resultantes da aplicação do teste de Scott-Knott, nas variáveis quantitativas avaliadas.

(conclusão)

GENÓTIPOS	IG	NSP	NVP	NVA	NDMV	P100GV	P100GS	CS	LS	ES
	(%)				(dias)	(g)	(g)	(mm)	(mm)	(mm)
AC1	77,0 A	14,5 A	1,75 B	17,75 A	77,5 B	78,25 A	32,75 A	12,5 A	8,25 A	7,5 A
AC2	46,0 C	12,5 B	3,5 A	18,5 A	72,5 C	56,0 C	24,75 B	11,0 A	7,75 A	6,5 B
AC3	44,2 C	12,75 B	2,0 B	18,0 A	71,5 C	75,5 A	27,5 B	10,5 A	7,25 B	5,75 C
AC4	75,0 A	11,0 C	2,0 B	18,0 A	80,25 A	53,75 C	25,25 B	8,5 B	8,0 A	6,34 B
AC5	37,0 C	7,5 D	2,25 B	17,5 A	60,0 D	32,25 E	16,86 D	7,0 B	6,75 B	5,5 C
AC6	58,0 B	13,5 A	3,5 A	17,75 A	71,25 C	61,75 B	28,5 B	8,62 B	5,75 C	5,25 C
AC7	53,0 C	8,5 D	2,0 B	16,5 B	72,25 C	43,25 D	19,5 C	6,2 B	4,25 D	3,5 D
AC8	72,5 A	11,0 C	2,0 B	16,5 B	79,0 A	72,5 A	30,75 A	9,62 A	7,37 B	5,75 C
AC9	37,0 C	7,0 D	2,0 B	15,25 C	59,25 D	26,0 E	13,9 D	8,52 B	6,25 C	5,32 C
AC10	61,0 B	6,5 D	2,0 B	14,5 C	71,5 C	31,0 E	15,5 D	8,32 B	6,35 C	4,32 D
MÉDIA GERAL	56,4	10,43	2,33	17,03	71,5	53,03	23,53	9,08	6,80	5,58

Fontes: Arquivo dos autores

Médias seguidas das mesmas letras na coluna, não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo método de agrupamento de Scott-Knott, (1974).IG – Índice de grãos; NSP – Número de sementes por vagem; NVP – Número de vagens por pedúnculo; NVA – Número de vagens por planta; NDMV – Número de dias a maturação da primeira vagem; P100GV – Peso de 100 grãos verdes; P100GS – Peso de 100 grãos secos; CS – Comprimento da semente; LS – Largura da semente; ES – Espessura da semente.

Correlação

O conhecimento sobre correlações genéticas entre caracteres de interesse em uma população tem sido de grande importância para o melhoramento genético de espécies vegetais, visto que fornece informações úteis ao pesquisador, sendo possível auxiliar na seleção indireta para caracteres considerados primordiais (Leite *et al.*, 2015).

De acordo com a Tabela 2, é possível observar que não houve correlação genotípica (rg) significativa pelo teste t entre os dez caracteres agronômicos avaliados. Resultados semelhantes foram encontrados por Medeiros (2018), que caracterizando doze genótipos de feijão-caupi por meio de descritores morfoagronômicos e avaliando a divergência genética entre os mesmos, também não obteve correlações genotípicas pelo teste t.

Tabela 2. Estimativa dos coeficientes de correlações fenotípicas (rf), genotípicas (rg) e ambientais (ra) em dez variáveis agronômicas avaliadas em dez genótipos crioulos de feijão-caupi, em Itaquitinga – PE, 2020.

	Correlação	NDMV	NVA	NVP	NSP	IG	PG10V	P10V	CV	NDF
P100GS	rf	0,74*	0,64*	0,11 ^{ns}	0,92**	0,62 ^{ns}	0,95**	0,54 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,52 ^{ns}
	rg	0,75 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,96 ⁺	0,64 ^{ns}	0,97 ^{ns}	0,56 ^{ns}	0,49 ^{ns}	0,53 ^{ns}
	ra	0,21 ⁺	0,03 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	-0,35 ^{ns}	0,11 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	0,10 ^{ns}	-0,31 ^{ns}
NDMV	rf		0,31 ^{ns}	-0,07 ^{ns}	0,57 ^{ns}	0,88**	0,65*	0,07 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,89**
	rg		0,32 ^{ns}	-0,08 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,91 ^{ns}	0,66 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,90 ⁺
	ra		0,46 ^{ns}	0,21 ^{ns}	-0,42 ⁺	0,17 ^{ns}	0,38 ⁺	0,10 ^{ns}	-0,19 ⁺	-0,25 ^{ns}
NVA	rf			0,41 ^{ns}	0,76**	0,04 ^{ns}	0,59 ^{ns}	0,64*	0,87**	0,13 ^{ns}
	rg				0,48 ^{ns}	0,80 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,63 ^{ns}	0,67 ^{ns}	0,92 ^{ns}
	ra				-0,32 ^{ns}	0,06 ^{ns}	-0,22 ^{ns}	-0,16 ^{ns}	0,21 ^{ns}	-0,08 ^{ns}
NVP	rf				0,31 ^{ns}	-0,25 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,09 ^{ns}	-0,20 ^{ns}
	rg					0,35 ^{ns}	-0,28 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,09 ^{ns}
	ra					-0,18 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,07 ^{ns}
NSP	rf					0,38 ^{ns}	0,91**	0,70*	0,62*	0,39 ^{ns}
	rg						0,40 ^{ns}	0,94 ⁺	0,71 ^{ns}	0,64 ^{ns}
	ra						0,01 ^{ns}	-0,18 ^{ns}	0,01 ^{ns}	-0,08 ^{ns}
IG	rf						0,49 ^{ns}	-0,2 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	0,77**
	rg							0,49 ^{ns}	-0,25 ^{ns}	-0,10 ^{ns}
	ra							0,74**	-0,47 ⁺	0,04 ^{ns}
PG10V	rf							0,69*	0,53 ^{ns}	0,46 ^{ns}
	rg								0,70 ^{ns}	0,54 ^{ns}
	ra								-0,01 ^{ns}	-0,04 ^{ns}
P10V	rf								0,68*	-0,01 ^{ns}
	rg									0,69 ^{ns}
	ra									-0,74 ^{ns}
CV	rf									0,14 ^{ns}
	rg									0,14 ^{ns}
	ra									-0,09 ^{ns}

**, *: Significativo a 1 e 5%, pelo teste t, respectivamente; ++ , + : Significativo a 1 e 5%, pelo teste de bootstrap com 5000 simulações.

NDF – Número de dias até a floração (dias); CV – Comprimento da vagem (cm); P10V – Peso de 10 vagens frescas (g); PG10G – Peso de grãos de 10 vagens frescas (g); IG – Índice de grãos (%); NSP – Número de sementes por vagem; NVP – Número de vagens por pedúnculo; NVA – Número de vagens por planta; NDMV – Número de dias a maturação da primeira vagem (dias); P100GS – Peso de 100 grãos secos (g).

Fontes: Arquivo dos autores

Na maior parte, as correlações genotípicas apresentaram valores superiores às suas correspondentes correlações ambientais e fenotípica, demonstrando uma maior contribuição dos fatores genéticos na expressão dos caracteres avaliados. Sendo as correlações consideradas altas quando apresentam valores superiores a 0,7, médias entre 0,4 e 0,7 e baixas valores inferiores a 0,4 (Santana, 2017).

De acordo com Nogueira *et al.*, (2012), ao efetuar a interpretação das correlações, três pontos devem ser considerados primordial: a direção, a magnitude e a significância dos valores. Em relação à magnitude dos coeficientes de correlação entre as variáveis avaliadas existe uma variação de -0,07 a 0,95 para a correlação fenotípica, de -0,08 a 0,97 para a correlação genotípica e de -0,09 a 0,74 para a correlação ambiental (Tabela 2).

O NDF apresentou correlação fenotípica, genotípica e ambiental positiva e significativa com NDMV 0,89 e 0,90, NSP 0,21 e IG 0,77 (Tabela 2). Dessa maneira, pode ser realizado seleção para aumento do IG de forma indireta por meio do NDF, entretanto, com a diminuição dos dias para o início da floração pode acarretar perdas tanto no peso quanto no comprimento da vagem, que são características relacionadas com a produção (Santana, 2017).

Para o número de vagens por planta (NVA) (Tabela 2), não foi verificada correlação genotípica e ambiental significativa. No entanto, pode-se observar correlação fenotípica positiva de alta magnitude e significativa a 1% com P100GS (0,74), com isso entende-se que ao aumentar o número de vagens por planta o caractere peso de 100 grãos secos aumentará também.

O comprimento da vagem (CV) apresentou correlações ambiental e fenotípicas (Tabela 2) quando correlacionados com NDMV ($r_a=-0,19$), NVA ($r_f=0,87$), NSP ($r_f=0,62$) e P10V ($r_f=0,68$), não sendo verificado correlações genotípicas. Isso já é esperado, uma vez que à medida que o comprimento da vagem aumenta, também aumenta os grãos por vagem e por consequência o peso da vagem. Andrade *et al.*, (2010), também verificaram existência de correlação fenotípica e genotípica entre comprimento da vagem x número de grãos por vagem, com magnitude (0,77 e 0,78), respectivamente.

O P10V apresentou correlação ambiental negativa significativa com IG (-0,47), indicando que o ambiente favoreceu um caractere em detrimento do outro, e fenotípica positiva significativa com NVA (0,64), NSP (0,70) e PG10V (0,69) (Tabela 2), dessa maneira é possível fazer uma seleção indireta para aumentar o número de vagens por planta, números de sementes por vagem e o peso de dez vagens verdes, selecionado o caractere peso de 10 vagens.

O PG10V apresentou correlação genotípica positiva significativa de alta magnitude com NSP (0,94); correlação fenotípica de média a alta magnitude com NDMV (0,65), P100GS (0,95) e NSP (0,91), e correlação ambiental com IG (0,74), isso indica que é possível realizar o melhoramento para aumentar o PG10V pela seleção indireta do NSP. Sendo possível também realizar uma seleção indireta pelo peso de grãos por vagem para aumentar uma das principais características de interesse econômico que é P100GS e NSP.

No que se refere ao número de sementes por vagem (NSP) é possível observar (Tabela 2) correlações genotípicas e fenotípicas de alta magnitude quando correlacionada com P100GS e correlações fenotípicas de alta magnitude com NVA. Sendo encontrado também correlação ambiental de baixa magnitude quando correlacionado com número de dias até a maturação da primeira vagem.

Segundo Cruz *et al.*, (2012), para realizar o melhoramento genético é de suma importância que se identifique os caracteres de alta correlação com a característica que se deseja trabalhar e também que possua maior efeito favorável à seleção direta ou indireta, de maneira que a resposta a seleção seja eficiente. Alguns autores, como por exemplo Correa *et al.*, (2012), Santana (2017) e Medeiros (2018) tem utilizado correlações em trabalhos com feijão-caupi tendo como objetivo apresentar e interpretar melhor seus resultados para que possam auxiliar nos programas de melhoramento genético dessa cultura.

4. Conclusão

Os genótipos crioulos de feijão-caupi avaliados apresentam potencial morfológico e agronômico para serem explorados em programas de melhoramento genético dessa cultura. Diante dos resultados quantitativos pode-se inferir que o acesso um (1) foi o que apresentou os melhores valores para os caracteres relacionados com a produtividade sendo o mais indicado para o cultivo no sistema orgânico de produção.

Entre os caracteres quantitativos correlacionados, o peso de cem grãos secos, número de sementes por vagem e o peso de grãos de dez vagens frescas são os mais indicados para seleção indireta das variedades superiores.

Referências

- Acquaah, G., Adams, M. W. & Kelly, J. D. (1991). Identification of effective indicators of erect plant architecture in dry bean. *Crop Science*, Madison. 31(1), 261-4.
- Andrade, F. N., Rocha, M. M., Gomes, R. L. F., Freire Filho, F. R. & Ramos, S. R. R. (2010). Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de feijão-caupi avaliados para feijão fresco. *Revista Ciência Agronômica*. 41(2), 253-8.
- Bertini, C. H. C. M.; Teófilo, E. M. & Dias, F. T. C. (2009). Divergência genética entre acessos de feijão-caupi do banco de germoplasma da UFC. *Revista Ciência Agronômica*. 40(1), 99-105.
- Biodiversity International. (2007). Descritores de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.). [http://www.bioversityinternational.org/index.php?id=19&us_er_bioversitypublications_pi1\[showUid\]=3104](http://www.bioversityinternational.org/index.php?id=19&us_er_bioversitypublications_pi1[showUid]=3104).
- Brasil. (2010). Instruções para execução dos ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade de cultivares de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.). Mapa/ACS, Brasília, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.
- Carvalho, M. et al. (2017). European cowpea landraces for a more sustainable agricultura system and novel foods. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 97(13), 4399-407.
- Correa, A. M.; et al. Estimativa de parâmetros genéticos e correlações entre caracteres fenológicos e morfoagronômicos em feijão-caupi. *Revista Ceres*, v. 59, n. 1, p. 88-94, 2012.
- Cruz, C. D. Programa Genes: versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, Imprensa Universitária. 2011, 390 p.
- Cruz, C. D.; Regazzi, A. J.; Carneiro, P. C. S. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. (4. ed.) Viçosa, MG: UFV, 2012. 514 p.
- Freire Filho, F. R. et al. () Feijão-caupi: produção, melhoramento genético, avanços e desafios. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2011. 84 p.
- Gerrano, A. S. et al. (2015). Genetic variability in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) genotypes. *South African Journal of Plant and Soil*. 32(3), 165-74.
- Leite, W. S., Pavan, B. E., Matos Filho, C. H. A., Feitosa, F. S. & Oliveira, C. B. (2015). Estimativas de parâmetros genéticos e correlações entre caracteres agronômicos em genótipos de soja. *Nativa*. 3(4), 241-5.
- Lima, C. J. G. S. et al. (2008). Modelos matemáticos para estimativa de área foliar de feijão caupi. *Caatinga*. 21(1), 120-7.
- Lima, S. R. (2016). Diversidade entre variedades crioulas de feijão-caupi do Acre. 75 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre.
- Medeiros, J. E. (2018). Caracterização morfológica, agronômica e análise multivariada de genótipos de feijão-caupi. 108 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Melo, R. A. et al. (2011). Caracterização morfo-agronômica de genótipos de feijão-caupi. *Horticultura Brasileira*. 29(2).
- Miqueloni, D. P.; et al. Descrição e discriminação de variedades crioulas de feijão-caupi na Amazônia Ocidental brasileira. *Acta Iguazu*. 7(5), 49-61.
- Oliveira, E. et al. (2015). Descrição de cultivares locais de feijão-caupi coletados na microrregião Cruzeiro do Sul, Acre. *Acta Amazônica*, Manaus. 45(3), 243-54.
- Pereira, A. S. et al. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [free ebook]. Santa Maria. Editora da UFSM.
- Públito Jr., E. et al. (2017). Características agronômicas de genótipos de feijão-caupi cultivados no sudoeste da Bahia. *Cientifica*. 45(3), 223–30.
- Rocha, M. M. (2003). Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de feijão-caupi de tegumento branco. *Revista Científica Rural*. 8(1), 135-41.
- Rocha, M. M. (2009). O feijão-caupi para consumo na forma de feijão fresco. <http://agrosoft.com/pdf.php?node=212374>.
- Santana, S. R. A. (2017). Divergência genética em genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) por descritores morfoagronômicos e variáveis multicategóricas. 85 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Santos, A. et al. (2012). Análise genética e de desempenho de genótipos de feijão-caupi cultivados na transição do cerrado-pantanal. *Cultivando o Saber*. 5(4), 87-102.

Santos, D. P. & Lima, L. K. S. (2015). Avaliação agronômica de variedades de feijão-caupi em cultivo de sequeiro no município de Coremas-PB. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, Pombal, PB, v. 10(1), 218-22.

Santos, J. A. S.; et al. Desempenho agronômico e divergência genética entre genótipos de feijão-caupi cultivados no ecotônico Cerrado/Pantanal. *Bragantia*, Campinas. 73(4), 377-82.

Santos, J. F., Grangeiro, J. I. T.; Oliveira, M. E. C. Produção de feijão macáçar no Brejo Paraibano. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, João Pessoa. 5(2), 17-21.

Silva Filho, A. J. R. et al. Avaliação morfológica e agronômica de sementes de acessos de caupi coletados no Rio Grande do Norte. *Revista Agropecuária Científica no Semiárido*, v. 9, n. 4, p. 102-106, 2013.

Silva, J. A. L. & Neves, J. A. (2011). Componentes de produção e suas correlações em genótipos de feijão-caupi em cultivo de sequeiro e irrigado. *Revista Ciência Agronomica*. 42(3), 702-713, 2011.

Silva, P. H. S. (2016). Pragas da cultura do Feijão-caupi. In: *A cultura do feijão-caupi no Brasil*. Teresina: Embrapa Meio-Norte. p. 13-43.

Silva, S. A. A. (2019). Métodos de seleção em progêneres de variedades tradicionais de feijão caupi no Acre. 60 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Acre – UFAC, RIO BRANCO.

Sousa, J. L. M. et al. (2015). Potencial de genótipos de feijão-caupi para o mercado de vagens e grãos verdes. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 50(5), 392-8.

Souza, C. L. C. (2005). Variabilidade, correlações e análise de trilha em populações de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp para produção de grãos verdes. 2005. 58 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Piauí – UFPI, Teresina, 2005.

Souza, V. S. et al. (2013). Número de dias para o início do florescimento de linhagens de feijão-caupi de porte ereto e semiereto no Norte de Minas Gerais. *Repositório da Embrapa*. <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/961522>.

Teodoro, P. E. et al. (2015). Perspectiva bayesiana na seleção de genótipos de feijão-caupi em ensaios de valor de cultivo e uso. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 50(10), 878-85.