

Descrição e discriminação de variedades crioulas de feijão-caupi na Amazônia Ocidental brasileira

Daniela Popim Miqueloni¹, Vanderley Borges dos Santos¹, Suely Ribeiro Lima¹, Divino Nunes Mesquita¹, Sérgio da Silva Fiuza Furtado²

¹Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-graduação em Agronomia (Produção Vegetal), Rio Branco, Acre, Brasil.

²Universidade Estadual Paulista 'Júlio de Mesquita Filho', Programa de Pós-graduação em Agronomia (Ciência do Solo), Jaboticabal, São Paulo, Brasil.

E-mail autor correspondente: danimique@yahoo.com.br

Artigo enviado em 10/12/2017, aceito em 15/12/2018.

Resumo: O feijão-caupi (*Vigna unguiculata*) possui grande importância socioeconômica na região Norte do Brasil, onde há o predomínio do cultivo de subsistência e, por consequência, conservação de germoplasma ainda pouco conhecido. Assim objetivou-se caracterizar e discriminar variedades crioulas de feijão-caupi com base em descritores morfológicos no Estado do Acre, Brasil, no ano de 2014. No ensaio de caracterização foram mensurados 22 descritores quantitativos e 15 categóricos em blocos casualizados com três repetições. A análise de correspondência foi aplicada nos descritores categóricos e o método dos modelos mistos nos quantitativos. A estrutura dos valores genotípicos dos descritores com variabilidade foi analisada pelo agrupamento hierárquico e componentes principais. A análise de correspondência explicou 76,5% da variação total, relacionando porte da planta e cor de semente e vagem. Os descritores quantitativos, com herdabilidades individuais de 0,36 a 0,76, mostraram acurácia de 79% a 95%. As variedades foram agrupadas pelo florescimento precoce e tardio. Os três primeiros componentes principais (83,2%) apontam os descritores relacionados à semente (36,1%), folha (26,1%) e florescimento (21,0%) como os de maior poder discriminante. As variedades Manteguiinha e Quarentão são as mais divergentes.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata*, descritores morfológicos, caracterização, análise exploratória

Description and discrimination of cowpea landraces varieties in Brazilian Western Amazon

Abstract: Cowpea beans (*Vigna unguiculata*) have great socioeconomic importance in the Northern Brazil, where there is a predominance of subsistence cultivation and, consequently, the conservation of germplasm still little known. Thus, the objective of this study was to characterize and discriminate cowpea landraces varieties based on morphological descriptors in the Acre State, Brazil, in 2014. In the characterization test were measured 22 quantitative descriptors and 15 categorical descriptors in a randomized block design with three replicates. Correspondence analysis was applied to categorical descriptors and mixed model methodology in quantitative descriptors. The structure of genotypic values of descriptors with variability was analyzed by hierarchical clustering and principal components analysis. The correspondence analysis

explained 76.5% of the total variation, relating plant size and color of seed and pod. Quantitative descriptors, with individual heritabilities of 0.36 to 0.76, showed accuracy of 79% to 95%. The varieties were grouped by early and late flowering. The first three principal components (83.2%) indicate descriptors related to seed (36.1%), leaf (26.1%) and flowering (21.0%) as the most discriminating power. The varieties Manteguinha and Quarentão are the most divergent.

Key words: *Vigna unguiculata*, morphological descriptors, characterization, exploratory analysis

Introdução

No mundo, de 12 a 15% da área agricultável, ou cerca de 180 milhões de ha, são ocupados por leguminosas graníferas e forrageiras (GRAHAM e VANCE, 2003). Estas espécies desempenham um papel importante nos ecossistemas naturais e agrícolas, pela capacidade de fixação biológica de nitrogênio e pela grande importância econômica e social. As espécies graníferas, dentre elas os feijões, chegam a contribuir com um terço da necessidade diária de proteína na dieta humana, dobrando tal contribuição em condições de subsistência (GRAHAM e VANCE, 2003). Devido essa importância alimentar a ONU, em sua 68^a Assembleia Geral, declarou 2016 como o ano das leguminosas consideradas secas – excluindo-se as colhidas verdes, que são classificados como culturas hortícolas; aquelas para a extração de óleo e as leguminosas que usadas exclusivamente para fins de sementeira. O feijão-caupi, (*Vigna unguiculata*), dada sua capacidade produtiva e de adaptação a ambientes pouco favoráveis, é uma das leguminosas com maior potencial de cultivo no mundo para sanar a fome nas regiões de baixo uso tecnológico.

No Brasil, a produção total de feijão é de cerca de 3,3 milhões de toneladas em 3,7 milhões de ha e o feijão-caupi é responsável por 15,5% dessa produção, em 40% da área de plantio. A região Norte é a segunda maior produtora, com cerca de 8,8% da

produção nacional. Nessa região, a cultura é de grande importância para a subsistência de agricultores tradicionais e familiares da região (FREIRE FILHO, 2011; OLIVEIRA et al., 2015). Originalmente trazido da África no século XVI, o feijão-caupi tem expandido seu cultivo no país nos últimos vinte anos devido a seu baixo custo de produção e alta adaptabilidade às condições tropicais e subtropicais. Os programas de melhoramento genético tem-se voltados principalmente à qualidade do grão, arquitetura da planta e resistência a estresses abióticos (FREIRE FILHO, 2011).

Estudos sobre morfometria de caracteres agrônômicos têm sido realizados em coleções de germoplasma para descrever e discriminar genótipos para futuros trabalhos de conservação e, ou melhoramento, apontando o potencial de incremento produtivo e de qualidade para a espécie *Vigna unguiculata* e suas variedades baseados em estudos de caracterização e diversidade (SANTOS et al., 2014; GERRANO et al., 2015; TEODORO et al., 2015). Estes estudos permitem conhecer o grau de variabilidade genética das populações vegetais e subsidiam a seleção de genitores geneticamente divergentes, que poderão ser utilizados em intercruzamentos para se obter efeito heterótico na geração híbrida e aumentar a probabilidade de recuperação de segregantes superiores em gerações avançadas (CRUZ et al., 2012).

A caracterização é a descrição e o registro de todas as características dos indivíduos, as quais são pouco influenciadas pelo ambiente em sua expressão. No entanto, o método de análise de dados oriundos de ensaios de caracteres morfo-agronômicos pode interferir nas estimativas e nos resultados genéticos desejados nos programas de melhoramento (PEIXOUTO et al., 2016). Melhorar a qualidade da caracterização e da predição dos valores genéticos e estimativas dos parâmetros de interesse aumenta a acurácia e as chances de sucesso na seleção de variedades promissoras (RESENDE e DUARTE, 2007), principalmente quando a descrição morfo-agronômica é a base para as estratégias dos programas de recursos fitogenéticos, muitos voltados para a conservação da variabilidade genética natural, que também podem ser utilizados em prol de demandas específicas de consumo (FREIRE FILHO et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2015). Assim, o objetivo desse estudo foi caracterizar e discriminar as variedades crioulas de feijão-caupi coletadas no Estado do Acre com base nos valores genotípicos de seus descritores morfológicos.

Material e métodos

Foram avaliadas 16 variedades de feijão-caupi coletadas e compradas em mercados públicos e de produtores familiares no período de 2012 a 2013 nos municípios de Rio Branco, Cruzeiro do Sul, Sena Madureira, Brasileia, Feijó, Mâncio Lima e Porto Walter, no Estado do Acre, com a devida solicitação sob registro no Sisbio (n.34945-1).

O experimento para caracterização das variedades foi conduzido no Campo Experimental da Universidade Federal do Acre (UFAC) durante 3 meses, no município de Rio

Branco-AC, sob as coordenadas 67°42'W e 10°01'S (WGS 84) a 160 m de altitude em Argissolo Vermelho Amarelo alítico plúntico. O clima da região é classificado segundo Köppen como Aw (quente e úmido), com temperatura máxima de 31°C e mínima de 21°C, precipitação média anual de 1900 mm, umidade relativa do ar em torno de 80% com período chuvoso de outubro a maio e déficit hídrico de junho a setembro.

Antes da sementeira, as sementes foram submetidas ao teste de germinação para avaliação do vigor em placas de Petri recobertas com papel germitest umedecido com água destilada e mantidas em germinador tipo *Biochemical Oxygen Demand* (B.O.D.) a 25 °C, com 80% de germinação. O plantio foi realizado em dezembro de 2014 no delineamento de blocos completos ao acaso com 3 repetições. A parcela foi composta por duas linhas de 5,0 m, espaçadas em 0,80 m entre linhas e 0,30 m entre plantas, com 12 sementes por metro linear. As 16 variedades foram: Feijão de corda, Manteguinha, Mundubi de rama, Mantegão, Quarentão, Caretinha, Corujinha, Fígado de galinha, Baiano, Roxinho de praia, Branco de praia, Feijão leite, Manteguinha vermelho, Arigozinho, Manteguinha liso e Caupi-preto.

O preparo do solo da área experimental consistiu de gradagem na camada de 0-20 cm, calagem para elevação da saturação de bases (V) de 50% (EMBRAPA MEIO-NORTE, 2002) e abertura manual dos sulcos de plantio. A adubação de cobertura consistiu em 12 g de K₂O, 24 g de P₂O₅ e 17,78 g de N na linha de plantio, segundo análise de solo, com os seguintes valores: pH em água: 4,4; Ca: 0,7 cmol_c.dm⁻³; Mg: 0,3 cmol_c.dm⁻³; Al: 1,2 cmol_c.dm⁻³; H+Al: 7,1 cmol_c.dm⁻³; CTC: 8,2 cmol_c.dm⁻³; P: 3,3 mg.dm⁻³; K: 39 mg.dm⁻³; V: 13%. Os tratos culturais consistiram em capina manual para controle de invasoras e, quando

necessário, aplicação de inseticidas a base de piretróides (deltametrina e lambda-cialotrina), para controle de pragas, com aplicação de fertilizante foliar na concentração 2:5 L.ha⁻¹.

Foram avaliados os resultados mensurados de 22 descritores morfológicos quantitativos (em delineamento) e 15 categóricos (média de dez medições), segundo Bioversity International (2007), em relação aos descritores estabelecidos pelo Ato N. 4 de 19 de agosto de 2010 (BRASIL, 2010): Emergência (EM), em dias; comprimento do hipocótilo (CH), em cm; comprimento do folíolo apical (CFA), em cm; largura do folíolo apical (LFA), em cm; número de ramos principais (NRP), média de 10 plantas; número de nós no caule principal (NNCP), média do número nós no caule principal; floração inicial (FI), dias entre a emergência e no mínimo 10% das plantas da parcela com ao menos uma flor aberta; floração média (FM), dias entre a emergência e 50% das plantas da parcela com ao menos uma flor aberta; comprimento do estandarte (CE), em mm; comprimento do pedúnculo (CP), em cm; comprimento da semente (CS), em mm; largura e espessura da semente (LS e ES), em mm; comprimento e largura do folíolo central (CFC e LFC), em cm; comprimento e largura da vagem (CMV e LV), em cm; número de grãos por vagens (NGPV); número de vagens por pedúnculo e por planta (NVPP e NVP); altura de inserção da primeira vagem (AIPV), em cm; altura da plântula (AP), em cm. Categóricos: cor da folha (3: verde claro, 5: verde intermédio e 7: verde escuro); mancha foliar (0: ausente, 1: presente); textura da folha (1: coriácea, 2: intermédia e 3: membranosa); espessura da parede da vagem (3: fina, 5: intermédia e 7: grossa); padrão de pigmentação das flores (0: branco, 1: asa pigmentada, estandarte com padrão pigmentado

claro em forma de V na parte central, 2: pigmentações na margem da asa e estandarte, 3: asas pigmentada, estandarte ligeiramente pigmentado, 4: asas com pigmentação na margem superior, estandarte pigmentado, 5: completamente pigmentado); vigor da planta (3: não vigorosa; 5: intermediárias; 7: vigoroso e 9: muito vigoroso); separação da testa (0: ausente, 1: presente); aderência da testa (0: testa não firmemente aderida à semente e 1: testa firmemente aderida); cor da semente (1: branca, 2: branca com olho preto, 3: branca com olho castanho, 4: mulato/creme, 5: vermelha, 6: preta, 7: bicolor marmorizada e 8: bicolor pontilhada); porte da planta (1: ereto, 2: semi-ereto, 3: semi-enramador volúvel, 4: enramador volúvel, 5: semi-enramador prostrado e 6 enramador prostrado); forma do folíolo central (1: ovalada, 2: semi-ovalada, 3: semi-lanceolada e 4: lanceolada); distribuição da vagem na copa da planta (1: acima da folhagem, 2: no nível da folhagem e 3: em todas as camadas da folhagem); cor das flores (1: asa e estandarte sem pigmentação, branca, 2: asas com pigmentação, estandarte com pigmentação clara e em forma de V do centro ao topo, 3: asas com pigmentação marginal, estandarte com pigmentação marginal, 4: asas e estandarte com pigmentação clara, 5: asas com pigmentação na margem superior, estandarte com pigmentação e 6: asa e estandarte completamente pigmentados, violeta); cor da vagem (1: cor palha, 2: bronze escuro, 3: castanho escuro e 4: preto ou roxo escuro); compressão da semente (0: não comprimida, 3: semi-comprimidas; 5: comprimidas e 7: extremamente comprimidas).

Estatística descritiva, análise multivariada e método dos modelos mistos foram aplicados aos resultados obtidos. Todos os descritores sem variação foram apenas apresentados. A

análise de correspondência foi aplicada nos resultados categóricos com variação, ou seja, com pelo menos um resultado distinto entre variedades, com o intuito de verificar a existência de dependência entre os descritores e as variedades de feijão-caupi, formando uma base de associação fundamentada no conceito de χ^2 . A variação total dos dados é decomposta em cada eixo do gráfico cartesiano e denominada inércia, informando sobre a variação explicada por cada dimensão (HAIR et al., 2005).

Os descritores quantitativos foram analisados pelo método de modelos mistos *Restricted Maximum Likelihood/Best Linear Unbiased Prediction procedure* (REML/BLUP) para determinação dos componentes de variância e parâmetros genéticos e valores genotípicos. O modelo utilizado considerou um só local e um ano de produção (Eq. 1):

$$y = Xr + Zg + e$$

(1)

em que y é o vetor de dados, r é o vetor dos efeitos de repetição (considerados fixos) somados à média geral, g é o vetor dos efeitos genotípicos (considerado aleatório) e e é o vetor de erros ou resíduos (aleatórios); as letras maiúsculas representam as matrizes de incidência para os referidos efeitos (RESENDE, 2002). O efeito de genótipo foi testado por meio da análise de deviance, pelo teste da razão de verossimilhança (LRT), dada pela diferença do valor de $-2\log_{10}L$, sendo L a função de verossimilhança do modelo parametrizado e do modelo sem o efeito testado. Os valores genotípicos foram comparados pelos limites do intervalo de confiança com base no desvio padrão

do valor genotípico predito e no teste t de Student a 5% (RESENDE, 2007). Os descritores quantitativos não significativos pela análise de deviance, ou seja, sem variação genotípica, foram apresentados apenas descritivamente.

Os valores genotípicos com variação obtidos pelo método REML/BLUP foram padronizados e analisados pela análise de componentes principais (ACP), com base na matriz de correlação, e análise de agrupamento hierárquico, pelo método de Ward com base na distância Euclidiana. Estas técnicas multivariadas são consideradas de interdependência e são aplicadas com o intuito exploratório, a fim de detectar uma possível estrutura de grupos pela análise de agrupamento. A ACP busca simplificar a descrição do conjunto das variáveis, que são independentes, mas inter-relacionadas em função das características biológicas dinâmicas, gerando informações confiáveis em poucas dimensões e indicando os descritores de maior influência na discriminação de cada variedade (HAIR et al., 2005). As análises foram realizadas nos programas Selegen - REML/BLUP (RESENDE, 2007) e Genes (CRUZ, 2013).

Resultados e Discussão

Dos 22 descritores quantitativos, 13 não mostraram variação genética, abrangendo, de forma geral, as características de vagem e arquitetura da planta. Dentre os 15 descritores categóricos, 7 não variaram, principalmente relacionados à testa das sementes e características de vagem (Tabela 1).

Tabela 1. Descritores sem variação genética entre as variedades crioulas de feijão-caupi coletadas no Estado do Acre

Descritores	Média	Mín	Máx	h^2_m
Quantitativos				
Comprimento do hipocótilo (cm)	6,53±1,00	4,46	8,80	0,32
Emergência (dias)	6,23±0,42	6,00	7,00	0,02
Número de ramos principais	7,55±1,33	4,40	9,60	0,01
Número de nós no caule principal	6,30±0,94	5,00	9,20	0,01
Comprimento do estandarte (mm)	0,27±0,02	0,22	0,35	0,44
Comprimento do pedúnculo (cm)	0,04±0,06	0,03	0,34	0,02
Largura da vagem (cm)	0,93±0,09	0,67	1,18	0,16
Largura do folíolo central (cm)	6,74±0,93	4,42	8,72	0,01
Número de vagem por pedúnculo	1,79±0,35	1,00	2,40	0,23
Comprimento da vagem (cm)	17,88±2,90	11,70	23,30	0,01
Número de grãos por vagem	13,95±1,83	9,20	17,60	0,02
Número de vagem por planta	6,37±1,83	3,20	14,40	0,13
Inserção da 1ª vagem (cm)	27,34±4,46	18,60	39,00	0,01
Categóricos				
Aderência da testa	1	não firme		
Mancha foliar	0	ausente		
Vigor da planta	3	não vigoroso		
Separação da testa	0	separa		
Distribuição da vagem na planta	3	acima da folhagem		
Espessura da parede da vagem	5	intermédia		
Compressão da semente	0	não comprimida		

Os descritores categóricos com variação foram relativos principalmente à coloração de sementes, vagem, folha e flor e porte da planta (Figura 1).

Devido à ampla distribuição geográfica e capacidade adaptativa, as variedades de feijão-caupi apresentam, de forma geral, grande variabilidade para descritores morfológicos, principalmente de coloração e tamanho de sementes, caracteres relacionados à vagem, folhas e de produção (GERRANO et al., 2015). Por outro lado, estudos regionais, que abrangem menor variação ambiental e de formas de cultivo, podem revelar tendências de padronização, principalmente das características de arquitetura da planta, refletindo o tipo de manejo e preferências de consumo (FREIRE FILHO et al., 2009; FREIRE FILHO, 2011; OLIVEIRA et al., 2015), como os observados no presente estudo.

Mesmo sem variação, o número de vagem por pedúnculo e de grãos por vagem, comprimento da vagem e número de dias para emergência foram semelhantes ao de outros estudos morfológicos (TORRES et al., 2008; BERTINI et al., 2010). Já o número de ramos principais, número de nós no caule principal e número de vagem por planta foram inferiores (TORRES et al., 2008; BEZERRA et al., 2009). Os descritores categóricos mostraram que todas as variedades são consideradas não vigorosas, porém sem manchas foliares e com disposição das vagens acima da folhagem, o que facilita a colheita. A testa não é aderida firmemente e apresenta separação e as vagens não são comprimidas com espessura intermediária de parede.

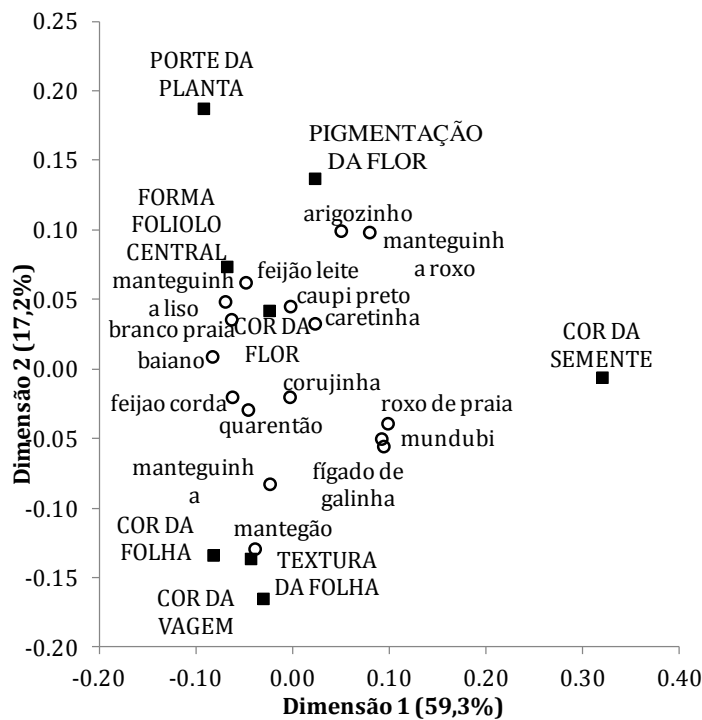


Figura 1. Análise de correspondência entre os descritores categóricos com variação e as variedades crioulas de feijão-caupi, coletadas no estado do Acre (■ descritor; ○ variedade).

A análise de correspondência explicou 76,5% da variação total dos descritores categóricos. Na primeira dimensão, com 59,3% da variação total, o descritor cor da semente mostrou o maior poder de discriminação, segregando as variedades Roxinho de praia, Mundubi de rama, Fígado de galinha, Arigozinho e Manteguinha roxo das demais. De fato, estas variedades destacam-se pelo padrão de coloração mais escura. Oliveira et al. (2015) também observaram grande variação de cores para o feijão-caupi, apontando a característica como uma das mais importantes na classificação de variedades. Bertini et al. (2010) também observaram formação de grupos com tendência ao agrupamento por cores, com a maioria dos genótipos de sementes escuras. Por outro lado, na segunda dimensão, com 17,2% da variação, os descritores relacionados à porte da planta, cor da vagem e da folha e textura da folha foram os de maior

peso na discriminação das variedades, sugerindo que a maior parte delas possui coloração mais escura e menor porte. O porte da planta influencia diretamente os tratos culturais e, por consequência, o tipo de cultivo, uma vez que os pequenos agricultores familiares preferem os tipos prostrados, porém de cultivo prejudicado em áreas mais úmidas ou ribeirinhas; já os mais eretos são procurados para produção em maior escala devido à possibilidade de mecanização da lavoura (BARROS et al., 2013; OLIVEIRA et al., 2015). Além disso, plantas mais altas sofrem menores decréscimos de produção de grãos com o adensamento que as de comportamento rasteiro ou enramador (BEZERRA et al., 2009).

As variedades Arigozinho e Manteguinha roxo mostraram alta relação com a pigmentação da flor, com padrão menos intenso. As demais relacionaram-se à forma do folíolo central e cor da flor, com o Caupi-preto e

Caretinha muito relacionados ao último descritor, também com coloração mais clara; caráter também utilizado para diferenciar cultivares comerciais (FREIRE FILHO et al., 2009)

Os descritores com variação genética apresentaram de moderada a alta herdabilidade individual (Tabela 2), variando de 0,36 a 0,76%, já as herdabilidades médias foram de 0,63 a 0,91, com acurácia entre 79 a 95%, de magnitude alta a muito alta, indicando

boa precisão e confiança nos valores genéticos estimados (RESENDE, 2002; RESENDE e DUARTE, 2007). Gerrano et al. (2015) obtiveram herdabilidades menores para características de folhas e maiores para florescimento e altura de planta, diferenças que podem estar relacionadas ao material genético avaliado e principalmente ao ambiente de cultivo (SANTOS et al., 2011; MELO et al., 2015).

Tabela 2. Estimação dos componentes de variância, parâmetros genéticos e valores genotípicos das 16 variedades crioulas de feijão-caupi com base nos descritores com variação genotípica: comprimento do folíolo apical (CFA), largura do folíolo apical (LFA), altura da planta (AP), floração inicial (FI), floração média (FM), comprimento da semente (CS), largura da semente (LS), espessura da semente (ES) e comprimento do folíolo central (CFC), coletadas no Estado do Acre

Variedade	CFA	LFA	AP ¹	FI	FM	CS	LS	ES	CFC
Parâmetro	----- cm -----			---- dias ----		----- mm -----			
V _g	0,6900	2,0818	4,3344	8,1108	9,4566	0,7645	0,4192	0,4009	0,8335
V _e	0,9965	0,6533	7,7962	8,0766	9,9947	0,7605	0,4267	0,2638	1,2150
V _f	1,6865	2,7350	12,1307	16,1874	19,4512	1,5250	0,8459	0,6647	2,0484
h ² _g	0,41	0,76	0,36	0,50	0,49	0,50	0,50	0,60	0,41
h ² _m	0,68	0,91	0,63	0,75	0,74	0,75	0,75	0,82	0,67
CV _g %	7,41	19,71	9,08	6,18	6,00	12,13	13,18	17,41	8,15
CV _e %	8,90	11,04	12,18	6,17	6,17	12,10	13,30	14,12	9,83
Ac	0,82	0,95	0,79	0,87	0,86	0,87	0,86	0,91	0,82
Média	11,21	7,32	22,92	46,06	51,27	7,21	4,91	3,64	11,21
Arigozinho	11,22ab	6,92bc	23,39	48,02abc	54,03ab	7,14abcd	4,85abc	3,92ab	11,74ab
Baiano	11,28ab	7,01bc	22,18	41,51c	47,13c	7,55abc	5,23ab	4,39ab	11,51ab
Branco de praia	10,26b	6,55bc	21,09	45,01abc	49,84abc	7,34abcd	5,11ab	3,95ab	10,50b
Caretinha	10,65ab	6,84bc	22,93	48,77ab	54,77a	7,39abcd	4,91ab	3,43abcd	11,24ab
Caupi-preto	10,87ab	6,99bc	25,53	46,02abc	51,56abc	6,89abcd	5,01ab	3,44abcd	11,11ab
Corujinha	11,63ab	7,64bc	22,64	45,01abc	49,84abc	7,81ab	5,28a	4,52a	11,67ab
Feijão leite	10,98ab	6,43bc	21,32	43,01bc	48,11abc	6,45bcd	4,45abc	3,43abcd	10,65b
Feijão-de-corda	10,71ab	6,97bc	25,49	42,51c	47,37bc	7,34abcd	5,18ab	4,28ab	10,58b
Fígado de galinha	11,77ab	7,76bc	20,71	46,77abc	52,55abc	7,87ab	5,41a	3,94ab	12,02ab
Mantegão	12,30a	8,51bc	23,47	44,01abc	48,61abc	7,04abcd	4,98ab	3,49abcd	10,98ab
Manteguinha	10,87ab	6,45bc	24,77	46,27abc	51,81abc	5,74cd	3,86bc	2,43d	11,23ab
Manteguinha liso	10,76ab	5,76c	20,84	48,52abc	53,78abc	8,05ab	5,69a	3,41abcd	10,61b
Manteguinha roxo	10,18b	6,4bc	24,18	47,77abc	53,29abc	7,22abcd	4,75abc	3,23bcd	10,22b
Mundubi de rama	12,51a	7,88bc	23,44	45,26abc	49,59abc	8,44a	5,26a	3,96ab	12,89a
Quarentão	11,95ab	11,8a	23,95	48,77ab	53,29abc	5,63d	3,51c	2,66cd	12,11ab
Roxinho de praia	11,44ab	7,22bc	20,76	49,77 ^a	54,77a	7,41abcd	5,11ab	3,71abc	10,26b

V_g: variância genética; V_e: variância ambiental; V_f: variância fenotípica; h²_g: herdabilidade individual; h²_m: herdabilidade média de genótipo; CV_g%: coeficiente de variação genotípica; CV_e%: coeficiente de variação ambiental; Ac: acurácia da seleção de genótipos.

Letras iguais não diferem entre si com base no limite do intervalo de confiança a 5%.

¹Para altura de plantas, o limite do intervalo não apontou diferenças entre variedades

Para a maioria dos caracteres, o componente genético teve maior influência no descritor que o ambiental (RESENDE e DUARTE, 2007), possivelmente pelas condições similares, envolvendo clima e tratos culturais, sob as quais as variedades foram adaptadas, além da herança dos caracteres morfológicos analisados, que tende a ser mais simples, governada por poucos genes e de caráter aditivo

(RESENDE, 2002; ROCHA et al., 2009; PEIXOUTO et al., 2016). Apesar disso, o desempenho genético, por meio dos valores genotípicos, ou seja, sem a influência ambiental, sugere variedades superiores para algumas características.

As variedades crioulas de feijão-caupi foram divididas pelo agrupamento hierárquico em dois grandes grupos divergentes, principalmente quanto ao florescimento (Figura 2).

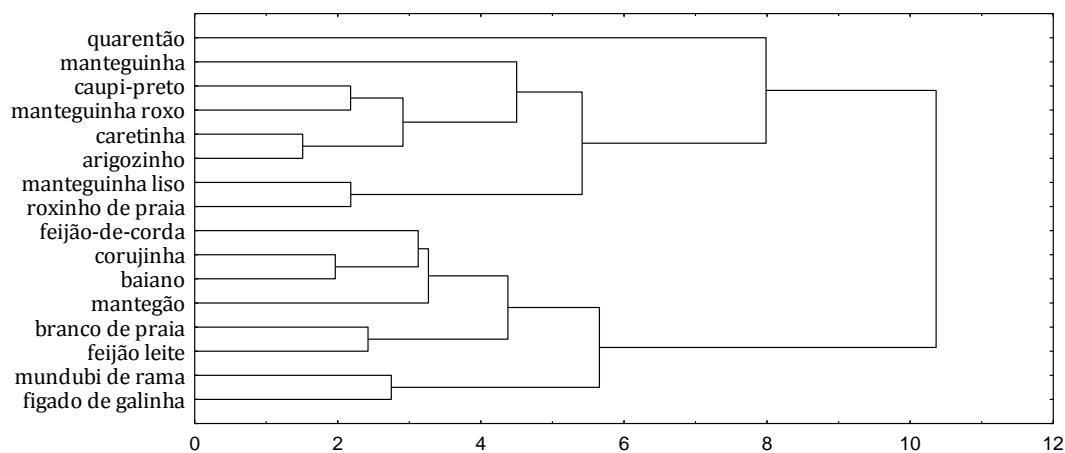


Figura 2. Agrupamento das variedades crioulas de feijão-caupi pelo método de Ward com base na distância Euclidiana.

O primeiro grupo reuniu as variedades com florescimento mais tardio e sementes e folíolos menores. O segundo grupo mostrou florescimento mais precoce (Tabela 3).

Santos et al. (2015) não observaram diferença no florescimento de genótipos de feijão-caupi do banco de germoplasma da Embrapa Meio-Norte, com média de 50 dias, o que evidencia a grande variabilidade dos materiais crioulos e ainda não incorporados às coleções.

A variação total dos dados de valores genotípicos das variedades de feijão-caupi foi explicada pelos três

primeiros componentes principais em 83,2%.

O primeiro componente, com 36,1% da variação, relacionou-se aos descritores de semente; o segundo, com 26,1%, aos descritores de folha; e o terceiro, com 21,0%, ao florescimento (Tabela 3). Outros estudos apontam ainda características de vagem, produção de grãos e matéria seca como de maior poder discriminatório (BERTINI et al., 2010; MELO et al., 2015).

Tabela 3. Médias, desvios, máximo (Max) e mínimo (Min) relacionados ao agrupamento hierárquico e autovalores e autovetores da matriz de correlação dos descritores quantitativos comprimento do folíolo apical (CFA), largura do folíolo apical (LFA), floração inicial (FI), floração média (FM), comprimento da semente (CS), largura da semente (LS), espessura da semente (ES), comprimento do folíolo central (CFC) e altura da planta (AP), para os grupos formados com as variedades crioulas de feijão-caupi coletadas no Estado do Acre

Descritores	Grupo 1			Grupo 2			AV ¹ Var% VA%	CP1	CP2	CP3
	Média	Min	Max	Média	Min	Max		32,458	23,495	18,916
Agrupamento	CFA	10,9±0,8	9,7	12,3	11,5±1,1	9,8	13,1	0,0213	0,5412	-0,3039
	LFA	7,3±2,1	5,6	12,3	7,3±0,8	6,3	8,6	0,2997	0,4373	-0,1803
	FI	48,6±1,7	46,0	51,0	43,5±2,3	40,0	47,0	0,2676	-0,2994	-0,5283
	FM	54,2±1,6	51,7	56,0	48,4±2,4	45,7	53,0	0,2498	-0,3452	-0,5019
	CS	6,8±1,1	5,1	8,3	7,6±0,8	6,2	8,8	-0,4732	0,0029	-0,3165
	LS	4,6±0,9	3,0	6,0	5,2±0,4	4,3	5,6	-0,5083	-0,0850	-0,1959
	ES	3,2±0,6	2,2	4,0	4,1±0,5	3,4	4,7	-0,4888	0,1593	-0,0322
	CFC	11,0±1,0	9,7	12,5	11,4±1,2	10,2	13,7	0,0541	0,5040	-0,2936
	AP	23,5±2,8	19,5	27,1	22,3±2,5	19,4	27,0	0,2269	0,1430	0,3439

¹AV: autovalor; Var%: variância dos dados; VA%: variância acumulada. CP: componente principal.

Pelo critério de descarte de variáveis proposto por Cruz et al. (2012), o florescimento inicial, a largura da semente e o comprimento do folíolo apical podem ser excluídas, por mostrarem maior coeficiente de ponderação (autovetor) nos componentes de menores pesos (autovalores), sendo de menor importância na explicação da variabilidade genética das variedades. Dessa forma, espessura e comprimento de semente, largura do folíolo apical, comprimento do folíolo central e florescimento médio seriam os descritores de maior poder de

Oliveira et al. (2015) apontam o florescimento dessas variedades crioulas de feijão-caupi como característica confiável na discriminação de materiais, uma vez que não observaram interação genótipo x

discriminação destas variedades, sendo o último um dos mais importantes em estudos de caracterização devido à possibilidade do aumento da precocidade e ciclos produtivos (SANTOS et al., 2012, 2014; GERRANO et al. 2015).

As variedades Baiano, Mantegão, Corujinha, Fígado de galinha e Feijão-de-corda foram discriminados pelos maiores tamanhos de sementes e folíolos (CP1 e CP2). Por outro lado, as variedades Roxinho de praia, Arigozinho, Manteguinha liso, Caretinha e Quarentão, pelo florescimento mais tardio (CP3) (Figuras 3A e 3B).

Já Gerrano et al. (2015), avaliando genótipos com maior amplitude geográfica, observaram grande influência do fotoperíodo e temperatura, variando de 27 a 37 dias para o florescimento médio.

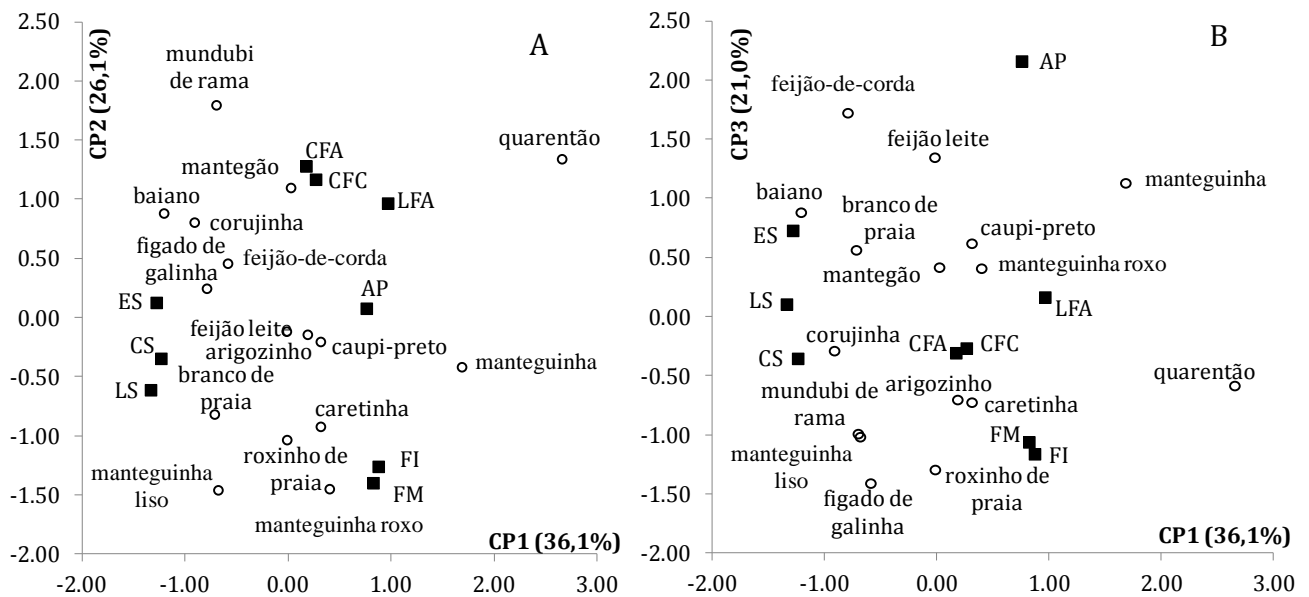


Figura 3. Dispersão bidimensional dos três componentes principais (CP), que explicam 83,2% da variação total dos dados (■ descritor; ○ variedade). A. CP1 e CP2; B. CP1 e CP3.

De forma geral, as variedades mostraram menor porte, exceto pelo Feijão de corda, Feijão de leite, Manteguinha, Caupi-preto e Arigozinho. As variedades Manteguinha e Quarentão tiveram grande divergência em relação às

Conclusões

As variedades crioulas de feijão-caupi Quarentão e Manteguinha mostram variação em relação à alguns caracteres morfológicos, com discriminação das demais.

Os descritores categóricos, proporcionalmente aos quantitativos, apresentam maior variação nas variedades de feijão-caupi, principalmente para porte da planta e cores da semente e vagem.

Os descritores quantitativos de maior poder de discriminação são comprimento e espessura de semente, largura do folíolo apical, comprimento do folíolo central e florescimento médio.

Agradecimentos

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível

demais, sugerindo maior probabilidade de recombinação com resultados de interesse e favorecendo futuros trabalhos de melhoramento para características qualitativas (OLIVEIRA et al., 2015).

Superior e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelas bolsas de estudo concedidas.

Referências

- BARROS, M. A.; ROCHA, M. M.; GOMES, R. L. F.; SILVA, K. J. D. e; NEVES, A. C. das. Adaptabilidade e estabilidade produtiva de feijão-caupi de porte semiprostrado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 48, n. 4, p. 403-410, 2013.
- BERTINI, C. H. C. de M.; ALMEIDA, W. S. de; SILVA, A. P. M. da; SILVA, J. W. L. e; TEÓFILO, E. M. Análise multivariada e índice de seleção na identificação de genótipos superiores de feijão-caupi. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 32, n. 4, p. 613-619, 2010.

BEZERRA, A. A. de C.; TAVORA, F. J. A. F.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q. Características de dossel e de rendimento em feijão-caupi ereto em diferentes densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 44, n. 10, p. 1239-1245, 2009.

BIOVERSITY INTERNATIONAL. **Descritores para Feijão frade ou caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.)**; J. Pedro e A. Alves, tradutores. Roma: Bioversity International, 2007. 32 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. Serviço Nacional de Proteção de Cultivares. Ato nº 4, de 19 de agosto de 2010. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 20 ago. 2010. Seção 1, p. 6-7.

CRUZ, C.D. Genes - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.35, n.3, p.271-276, 2013.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4. ed. Viçosa, MG: UFV, 2012. 514 p.

EMBRAPA MEIO-NORTE. **Cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.)Walp)**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002. 110 p. (Embrapa Meio-Norte. Sistemas de produção, 2). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/66591/1/sistemaproducao2.PDF>. Acesso em 04 jan. 2019.

FREIRE FILHO, F. R. **Feijão-caupi no Brasil: produção melhoramento**

genético, avanços e desafios. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 84 p.

FREIRE FILHO, F. R.; CRAVO, M. da S.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. de M.; CASTELO, E. de O.; BRANDÃO, E. dos S.; BELMINO, C. S.; MELO, M. I. S. BRS Milênio e BRS Urubuquara: cultivares de feijão-caupi para a região Bragantina do Pará. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 56, n. 6, p. 749-752, 2009.

GERRANO, A. S.; ADEBOLA, P. O.; RENSBURG, W. S. J. van; LAURIE, S. M. Genetic variability in cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) genotypes. **South African Journal of Plant and Soil**, Pretoria, v, 32, n. 3, p. 165-174, 2015.

GRAHAM, P. H.; VANCE, C. P. Legumes: Importance and Constraints to Greater Use. **Plant Physiology**, Washington, v. 131, n. 3, p. 872-877, 2003.

HAIR, J. F.; ANDERSON, R. E.; TATHAM, R. L.; BLACK, W. C. **Análise multivariada de dados**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman. 2005. 593p.

MELO, N. C.; ALMEIDA, R. F. de; SILVA, V. F. A.; FERREIRA, R. L. da C.; VALENTE, G. F. Análise multivariada no crescimento e nodulação de feijão caupi com doses de nitrogênio. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 11, n. 21, p. 142-151, 2015.

OLIVEIRA, E. de; MATTAR, E. P. L.; ARAÚJO, M. L. de; JESUS, J. C. S. de; NAGY, A. C. G.; SANTOS, V. B. dos. Descrição de cultivares locais de feijão-caupi coletados na microrregião Cruzeiro do Sul, Acre, Brasil. **Acta Amazonica, Manaus**, v. 45, n. 3, p. 243-254, 2015.

PEIXOUTO, L. S.; NUNES, J. A. R.; FURTADO, D. F. Factor analysis applied to the G+GE matrix via REML/BLUP for multi-environment data. **Crop Breeding**

and Applied Biotechnology, Viçosa, MG, v. 16, n. 1, p. 1-6, 2016.

RESENDE, M. D. V. de. **Genética biométrica e estatística no melhoramento de plantas perenes**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2002. 975 p.

RESENDE, M. D. V. de. **Seleção Reml/Blup: sistema estatístico e seleção genética computadorizada via modelos lineares mistos**. Colombo: Embrapa Florestas, 2007. 561 p.

RESENDE, M. D. V. de; DUARTE, J. B. Precisão e qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 37, n. 3, p. 182-194, 2007.

ROCHA, M. M.; CARVALHO, K. J. M. de; FREIRE FILHO, F. R.; LOPES, A. C. de A.; GOMES, R. L. F.; SOUSA, I. S.; Controle genético do pendúnculo em feijão-caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 44, n. 3, p. 270-275, 2009.

SANTOS, A. dos; CECCON, G.; CORREA, A. M.; DUARTE, L. G. Y.; REGIS, J. A. V. B. Análise genética e de desempenho de genótipos de feijão-caupi cultivados na transição do cerrado-pantanal. **Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 5, n. 4, p. 87-102, 2012.

SANTOS, E. R. dos; BORGES, P. R. S.; SIEBENEICHLER, S. C.; CERQUEIRA, A. P. de; PEREIRA, P. R. Crescimento e teores de pigmentos foliares em feijão-caupi cultivados sob dois ambientes de luminosidade. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 4, p. 14-19, 2011.

SANTOS, J. A. da S.; TEODORO, P. E.; CORREA, A. M.; SOARES, C. M. G.; RIBEIRO, L. P.; ABREU, H. K. A. de. Desempenho agrônomo e divergência genética entre genótipos de feijão-caupi

cultivados no ecótono Cerrado/Pantanal. **Bragantia**, Campinas, v.73, n.4, p.377-382, 2014.

TEODORO, P. E.; NASCIMENTO, M.; TORRES, F. E.; BARROSO, L. M. A.; SAGRILLO, E. Perspectiva bayesiana na seleção de genótipos de feijão-caupi em ensaios de valor de cultivo e uso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 50, n. 10, p.878-885, 2015.

TORRES, S. B; OLIVEIRA, F. N de; OLIVEIRA, R. C. de ; FERNANDES, J. B. Produtividade e morfologia de acessos de caupi, em Mossoró, RN. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF: v. 26, n. 4, p. 537-539, 2008.