

SUELY RIBEIRO LIMA



**DIVERSIDADE ENTRE VARIEDADES CRIOULAS DE FEIJÃO-CAUPI
DO ACRE**

RIO BRANCO - AC

2016

SUELY RIBEIRO LIMA

**DIVERSIDADE ENTRE VARIEDADES CRIOULAS DE FEIJÃO-CAUPI
DO ACRE**

Dissertação apresentada ao curso de Pós-graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal do Acre, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Vanderley Borges dos Santos

RIO BRANCO – AC

2016

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

L732d Lima, Suely Ribeiro, 1990 -
Diversidade entre variedades crioulas de feijão-caupi do Acre
/ Suely Ribeiro Lima – 2016.
75 f.; Il; 30 cm.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre,
Curso de Pós-graduação em Agronomia, Área de concentração
em Produção Vegetal, 2016.

Inclui referências bibliográficas e anexos.
Orientador: Prof. Dr. Vanderley Borges dos Santos.

1. Sementes crioulas 2. Variabilidade - feijão-caupi - Acre 3.
Caracterização I. Título.

CDD: 630.98112

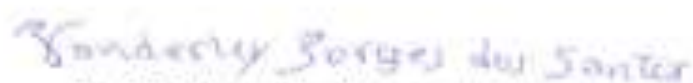
Bibliotecária: Alanna Santos Figueiredo – CRB 11: 1003.

SUELY RIBEIRO LIMA

**DIVERSIDADE ENTRE VARIEDADES CRIOULAS DE FEIJÃO-CAUPI
DO ACRE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal do Acre, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia.

APROVADA em 07 de março de 2016



Prof. Dr. Vanderley Borges dos Santos
Universidade Federal do Acre
Orientador



Profa. Dra. Lidianna Assis Silva
Universidade Federal do Acre
Membro



Prof. Dr. Antônio Gilson Gomes Mesquita
Universidade Federal do Acre
Membro

RIO BRANCO - AC
2016

Ao meu esposo
Maycon Diego Souza de Araújo
pelo apoio para vencer mais este desafio
Dedico

AGRADECIMENTOS

À Deus por ter me capacitado para vencer mais esta etapa importante da minha vida, e por me confortar em momentos de aflição durante esse período.

À minha família que sempre me incentivou a seguir em frente e a não desistir, em especial a minha mãe Sueide Ribeiro Lima, a minha irmã Suelange Ribeiro Lima e a minha sogra Raimunda da Silva Souza.

Ao meu amor e companheiro Maycon Diego Souza de Araújo por acreditar na minha capacidade e me incentivar neste momento importante da minha vida.

Ao meu orientador Dr. Vanderley Borges dos Santos que é um exemplo de profissional a ser seguido, agradeço pelos ensinamentos, dedicação e principalmente paciência ao me orientar.

A todos os professores que neste período contribuíram para ampliação dos meus conhecimentos.

À Universidade Federal do Acre pela oportunidade de ingressar no Programa de Pós-Graduação em Agronomia, e assim me tornar mestre.

À CAPES pela concessão da bolsa de estudos.

Aos amigos da Pós-Graduação Suziane Maria, Roge Ventura, Josilene Ferreira, Júlio Marques, Daniela Popim, Gleice, Lucas Martins e Sergio Fiuza por me apoiarem quando foi necessário.

Ao meu colega de graduação Diego Raizer por ter me ajudado na coleta de dados do experimento.

Aos estagiários da graduação que contribuíram no processo de instalação do experimento.

A todos os amigos que de alguma forma contribuíram para que eu seguisse em frente, e que direta ou indiretamente ajudaram para a realização de mais este sonho, meu muito OBRIGADA !!

"Talvez não tenha conseguido fazer o melhor,
mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou
o que deveria ser, mas graças a Deus, não sou o
que era antes"
(Martin Luther King)

RESUMO

Este trabalho objetivou estimar a divergência entre variedades tradicionais de feijão-caupi coletadas no Estado do Acre, com base em caracteres morfoagronômicos. Foram utilizadas 17 variedades para a análise das variáveis multicategóricas e 16 variedades para análise das variáveis quantitativas. A caracterização foi realizada utilizando 22 descritores quantitativos e 15 descritores qualitativos. Para análise dos dados quantitativos empregou-se a análise de variância univariada, para verificar a variabilidade existente entre as variedades estudadas. As médias foram comparadas por meio do teste de agrupamento Skott-Knott ($p < 0,05$). A divergência genética entre os genótipos de feijão-caupi foi estimada com base na distância de Mahalanobis, enquanto o agrupamento foi realizado pelo método de otimização de Tocher e o método hierárquico UPGMA. Houve diferenças significativas ($p < 0,05$) para 16 das 22 características avaliadas. Para todos os descritores, o teste de Scott e Knott agrupou os genótipos em um ou três grupos. Os maiores valores de divergência foram obtidos entre os genótipos Feijão de corda e Branco de praia; Caupi preto e Feijão de corda, indicando a variedade feijão de corda como a mais divergente entre os genótipos estudados para os caracteres quantitativos. O menor valor de D^2 foi atribuído ao par de genótipo Corujinha e Baiano para as análises quantitativas. O descritor espessura da semente foi o que mais contribuiu para a divergência entre os genótipos testados. A maior distância analisando as variáveis multicategóricas foi detectada entre as variedades Caupi preto e Arigozinho. O método de otimização de Tocher possibilitou a distribuição dos genótipos estudados em três Grupos para as variáveis quantitativas e seis Grupos para as variáveis multicategóricas. O método UPGMA possibilitou a distribuição das variedades em 5 Grupos para variáveis quantitativas e 10 Grupos para variáveis multicategóricas. Os métodos de agrupamento foram parcialmente concordantes, onde as variedades que apresentaram similaridade foram ordenadas de forma semelhantes. Há divergência entre os genótipos de feijão-caupi coletados nos municípios do Estado do Acre.

Palavras-chave: Sementes crioulas. Variabilidade. Caracterização.

ABSTRACT

This study aimed to estimate the divergence between traditional varieties of cowpea collected in the state of Acre, on the basis of morphological characters. We used 17 varieties for the analysis of multi-category variables and 16 varieties for analysis of quantitative variables. The characterization was performed using 22 quantitative descriptors and 15 qualitative descriptors. For the quantitative analysis were used analysis of variance to verify the variability among the studied varieties. Means were compared using the Scott-Knott grouping test ($p < 0.05$). The genetic divergence among cowpea genotypes was estimated based on the Mahalanobis distance, while the grouping was done by Tocher optimization method and the hierarchical method UPGMA. There were significant differences ($p < 0.05$) for 16 of the 22 traits evaluated. For all descriptors, Scott and Knott test grouped the genotypes in one or three groups. The greatest divergence values were obtained between genotypes Feijão de corda and Branco de praia, indicating the Feijão de corda variety as the most divergent genotypes studied for quantitative traits. The lowest value of D2 assigned to the pair of Corujinha and Baiano genotype for quantitative analysis. The descriptor thickness of the seed was the largest contributor to the divergence between the genotypes tested. The longest distance analyzing the multicategorical variables was detected between varieties Caupi preto and Arigozinho. The Tocher method enabled the distribution of genotypes studied in three groups for quantitative variables and six groups for the multicategorical variables. The UPGMA method enables the distribution of varieties in 5 groups for quantitative variables and 10 groups for multicategorical variables. The clustering methods were partially concordant where the varieties that showed similarity were ordered similar way. There is divergence between the cowpea genotypes collected in the State of Acre municipalities.

Key-words: Native seeds. Variability. Characterization.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Variedades de Feijão-caupi, utilizadas nas análises quantitativas, Rio Branco, AC, 2014.....	28
Quadro 2 – Variedades de Feijão-caupi, utilizados nas análises multicategóricas, Rio Branco, AC, 2014.....	29

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Dendrograma gerado pelo método UPGMA, por meio da matriz de dissimilaridade entre as 16 variedades de Feijão-caupi, utilizando variáveis quantitativas, Rio Branco, AC, 2014.....	49
Figura 2 – Dendrograma gerado pelo método UPGMA, por meio da matriz de dissimilaridade entre as 17 variedades de Feijão-caupi, utilizando variáveis multicategórica – qualitativo, Rio Branco, AC, 2014.....	61

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Análise química do solo na camada de 0-20 cm, Rio Branco, AC, 2014. ...29
- Tabela 2 – Recomendação de adubação química (kg ha^{-1}) para cultura do Feijão-caupi com base nos resultados da análise química do solo29
- Tabela 3 – Médias de 22 características avaliadas em 16 variedades de Feijão-caupi, ES: espessura da semente (mm); LFA: largura do folíolo apical (cm); FI: floração inicial (dias); CFC: comprimento do folíolo central (cm); CS: comprimento da semente (mm); CFA: comprimento do folíolo apical (cm); LS: largura da semente (mm); CH: comprimento do hipocótilo (cm); AP: altura de planta (cm); CE: comprimento do estandarte (mm); NVPP: número de vagem por pedúnculo; LV: largura de vagem (cm); NGPV: número de grãos por vagem; NNCP: número de nós no caule principal; CMV: comprimento da vagem (cm); LFC: largura do folíolo central (cm); NRP: número de ramos principais; CP: comprimento do pedúnculo (cm); EM: emergência (dias); NVP: número de vagem por planta; AIPV: altura de inserção da 1^a vagem (cm); FM: floração média (dias), Rio Branco, AC, 2014 40
- Tabela 4 – Distância generalizada de Mahalanobis (D^2), máximas e mínimas entre as 16 variedades de Feijão-caupi, Rio Branco, AC, 2014..... 46
- Tabela 5 – Agrupamento de 16 variedades de Feijão-caupi pelo método de otimização de Tocher, utilizando a distância generalizada de Mahalanobis como medida de dissimilaridade, Rio Branco, AC, 2014.....47
- Tabela 6 – Distância média intra e intergrupo correspondentes aos três grupos formados pelas variedades de Feijão-caupi, Rio Branco, AC, 2014 ... 48
- Tabela 7 – Adequação do método hierárquico por meio do coeficiente de correlação cofenética, utilizando variáveis quantitativas, Rio Branco, AC, 2014 50
- Tabela 8 – Contribuição relativa das características para a dissimilaridade genética de 16 variedades de Feijão-caupi, pelo método proposto por Singh (1981), em ordem decrescente de importância, utilizando variáveis quantitativas, Rio Branco, AC, 201451
- Tabela 9 – Coeficiente de dissimilaridade entre 17 variedades tradicionais de Feijão-caupi, CP: Concordância de categoria; CN: Concordância de ausência de informações; D: Discordância de valores e E: Discordância de valores; envolvendo ausência de informações, Rio Branco, AC, 2014 53
- Tabela 10 – Agrupamento de 17 variedades de Feijão-caupi pelo método de otimização de Tocher, através de variáveis multicategóricas – qualitativo, Rio Branco, AC, 2014.....57
- Tabela 11 – Adequação do método hierárquico por meio do coeficiente de correlação cofenética, utilizando variáveis multicategóricas – qualitativos, Rio Branco, AC, 2014.....63

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1 Considerações gerais sobre o Feijão-caupi	14
2.2 Caracterização morfoagronômica em germoplasma de Feijão-caupi	18
2.3 Divergência Genética em germoplasma de Feijão-caupi	20
2.4 Divergência genética utilizado análises multivariadas	22
3 MATERIAL E MÉTODOS	28
3.1 Delineamento e condução do experimento	28
3.2 Descritores utilizados	30
3.2.1 Descritores quantitativos	30
3.2.1 Descritores qualitativos	32
3.3 Análise estatística – dados quantitativos	35
3.3.1 Análise da diversidade genética	35
3.3.2 Análise de agrupamento	36
3.3.3 Análise de variáveis multicategóricas – dados qualitativos.....	38
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4.1 Divergência genética em variáveis quantitativas	45
4.2 Divergência genética em variáveis multicategóricas	52
5 CONCLUSÕES	64
REFERÊNCIAS	65
APÊNDICES	73

1 INTRODUÇÃO

O Acre detém uma rica diversidade de tipos de Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) introduzidas de outras regiões do Brasil, durante a ocupação do Estado, que pode ser verificada nas feiras livres, mercado de produtores e em visitas a roçados e, ou plantios, nos municípios. Estes tipos de feijões vêm sendo cultivados anualmente por agricultores tradicionais, cujas sementes são mantidas pelos próprios agricultores, em tempos que variam entre cinco a 20 anos. Junto com o feijoeiro-comum, o Feijão-caupi compõem a principal fonte de proteína disponível por todo o ano para os mais variados tipos de comunidades tradicionais, como também de diversos pólos agrícolas ou assentamentos rurais, reservas extrativistas espalhadas pelo estado.

A diversidade do Feijão-caupi ainda não foi explorada em programas de melhoramento. Embora, trabalhos pontuais tenham sido realizados. Marinho et al. (1996, 2001) e Nascimento et al. (2012) caracterizaram sementes de variedades locais de Feijão-caupi coletadas em feiras e mercados públicos em diversos municípios do Acre aplicando descritores morfológicos e Santos et al. (2013) e Borges et al. (2013) estimaram a diversidade de cinco variedades de Feijão-caupi. Entretanto, trabalhos mais detalhados de estudo de dissimilaridade genética não foram encontrados; sendo necessário identificar similaridade e, ou dissimilaridade entre estas variedades tradicionais, com base em grande quantidade de descritores para, assim, promover certezas de escolhas de genótipos para cruzamentos ou outros usos em melhoramento.

Estudos envolvendo variedades locais, num contexto amplo, ainda são pouco realizados, apesar da importância que esse material genético possui para o desenvolvimento econômico e social de localidades aonde a agricultura industrial ainda não é presente e como fonte de genes para trabalhos de melhoramento genético. A análise da diversidade genética em coleções de germoplasma pode facilitar a classificação e a identificação de grupos de acessos com características superiores para serem utilizados para fins de melhoramento genético (MOHAMMADI; PRASANNA, 2003).

A caracterização dos genótipos tradicionais de Feijão-caupi busca obter o conhecimento das melhores linhagens, tornando-se o primeiro passo para se determinar a divergência genética presente na população. A caracterização pode ser realizada em níveis agronômicos, bioquímicos e moleculares (CARVALHO et al., 2008). A descrição morfoagronômica tem sido a mais recomendada para o estudo de variedades crioulas, por ser menos onerosa e principalmente por realizar a descrição das características estruturais e fisiológicas dos genótipos em nível de campo. O conhecimento morfoagronômico fornecerá informações que auxiliarão na identificação dos genótipos mais divergentes aumentando as chances de obtenção de ganhos genéticos em programas de melhoramento.

Segundo Cruz et al. (2004) os estudos da divergência genética são importantes para se conhecer a variabilidade genética presente em uma população, auxiliando na escolha de progenitores a serem utilizados em futuros programas de melhoramento. O intercruzamento entre genótipos divergentes tem sido preferido pelos melhoristas uma vez que aumentam as chances de obtenção de genótipos superiores em gerações segregantes.

Há duas maneiras de se estudar a diversidade genética, sendo a primeira de natureza quantitativa e a outra de natureza preditiva. Segundo Cruz e Carneiro (2006) os métodos preditivos tomam como base as diferenças morfológicas, fisiológicas ou moleculares, expressando o grau de diversidade genética presentes entre genótipos estudados, utilizando-se de uma medida de dissimilaridade.

Para se conhecer a divergência genética presente em uma população são aplicadas as análises multivariadas a fim de se conhecer a similaridade existente entre os genótipos estudados. Segundo Manly (2008) os métodos estatísticos univariados analisam a variação de maneira isolada em uma única variável aleatória. Diferente da análise multivariada que considera um conjunto de variáveis relacionadas. A análise multivariada é recomendada quando o conhecimento de informações isoladas não é o suficiente, sendo necessário conhecer também as informações geradas pelo conjunto de variáveis e as suas relações.

O estudo da divergência genética em variedades crioulas é o primeiro passo a ser analisado antes de se iniciar um programa de melhoramento, implicando na identificação dos genótipos mais dissimilares, aumentando as chances de ganhos

genéticos em gerações segregantes. Dessa forma surge a necessidade de se conhecer a variabilidade genética presente nas cultivares crioulas de uma região buscando-se quantificar a divergência genética entre os diferentes genótipos, sendo estas informações utilizadas em cruzamentos promissores em um futuro programa de melhoramento.

O objetivo deste trabalho foi estimar a diversidade entre variedades tradicionais de feijão-caupi coletadas no Estado do Acre, com base em caracteres morfoagronômico.

2 REVISÃO DE LITERATURA

O Estado do Acre possui uma grande diversidade de Feijão-caupi pouco explorada. Assim o estudo da divergência genética auxilia na identificação das variedades mais dissimilares, possibilitando a utilização desses germoplasma em futuros programas de melhoramento na região.

2.1 Considerações gerais sobre o Feijão-caupi

O Feijão-caupi é um alimento de importância mundial por ser uma fonte protéica utilizada na dieta da população de baixa renda (FREIRE FILHO et al., 2005b). O Brasil é um dos principais produtores e consumidores de feijão *Phaseolus vulgaris* L. e *Vigna unguiculata*. O consumo do Feijão-caupi concentra-se principalmente na região norte e nordeste constituindo-se como uma alternativa econômica e social. Atualmente a cultura está se expandindo para região do centro-oeste para fins de exportação (ROCHA et al., 2009). Ao lado das grandes culturas do agronegócio como milho e soja, é um dos principais produtos voltado a produção interna do país (FREIRE FILHO et al., 2005a). Segundo Soares et al. (2006) apesar de ser produzido na sua maior parte por pequenos agricultores, essa cultura tem desempenhado um novo papel no cenário agrícola em que o cultivo por médios e grandes produtores vem sendo adotado principalmente nas regiões Norte e Nordeste, onde a cultura apresenta grande importância econômica e social.

Na determinação do local de origem, pesquisadores acreditavam que as espécies cultivadas de Feijão-caupi eram provenientes do continente Asiático. Entretanto, evidências sugerem que o centro de origem do Feijão-caupi localiza-se na parte oeste e central da África, onde espécies selvagens são encontradas confirmando a presença dos prováveis genitores ou ancestrais. A introdução no Brasil ocorreu por colonizadores portugueses no Estado da Bahia no século XVI expandindo-se para outras regiões do país (SINGH et al., 2002; TIMKO et al., 2007). Essa colonização explica a diversidade de genótipos encontrados no Brasil.

Esta leguminosa é conhecida popularmente nas várias regiões do Brasil como: Feijão-de-corda, Feijão-macáçar, Feijão-da-colônia, Feijão-de-praia, Feijão-

de-estrada, Feijão-miúdo, Feijão-catador, Feijão-gutuba, Feijão-fradinho (FREIRE FILHO et al., 2005a).

Segundo Vijakumar et al. (2010) o Feijão-caupi é descrito como uma dicotiledônea pertencente à ordem *Fabales*, família *Fabaceae*, subfamília *Faboideae*, tribo *Phaseoleae*, subtribo *Phaseolinae*, gênero *Vigna*, subgênero *Vigna*, secção *Catianga*, espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp. e subespécie *unguiculata*. O gênero é formado por 80 espécies, agrupando-se em 6 subgêneros: *Vigna*, *Plectotropis*, *Haydonia*, *Sigmoidotropis*, *Lasiosporon* e *Ceratotropis*. A espécie *Vigna unguiculata* é dividida em 11 subespécies de forma que 10 incluem formas selvagens. Estes ainda se dividem em cultigrupos *biflora* (ou *cylindrica*), *textilis*, *sesquipedalis* e *unguiculata* dos quais no Brasil a *Unguiculata* é mais comumente utilizada.

O Feijão-caupi é uma cultura anual com plantas de diferentes portes, apresentam caule estriado ou glabrescente. As primeiras duas folhas são sésseis e inteiras, enquanto as demais são trifoliadas com estípulas na base do pecíolo. Suas flores são pequenas dispostas em cachos apresentando na sua estrutura uma corola papilionácea com cinco pétalas, estandarte, asas e quilhas responsável pela proteção dos órgãos reprodutores da flor. As flores possuem cores variadas: branca esverdeada, amarela e liláceas. Abrem-se pela manhã e apresentam dispositivos que dificultam o cruzamento como cleistogamia reproduzindo-se por autofecundação, apresentando geralmente 1% de cruzamento natural. É apontada como uma espécie diplóide com 22 cromossomos. As vagens podem ser lisas, lineares e cilíndricas com a presença de pedúnculo longo que auxilia na colheita manual. O número de sementes é variável apresentando diferentes cores de tegumento: branco, preto, cores e misturado. (EHLERS; HALL, 1997; FARIS, 1964; LIBERATO, 1999). O conhecimento morfoagronômico dessas características auxiliam no estudo da diversidade genética presente em uma população, identificando os genótipos mais dissimilares.

O Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) em 19 de agosto de 2008 instituiu o Regulamento Técnico (RT) para Feijão e estabeleceu os descritores de cultivares de Feijão-caupi. Conforme este regulamento o Feijão-caupi se enquadra no grupo dois, sendo classificado em classes branco, preto, cores e

misturado de acordo com a coloração do tegumento do grão. O hilo presente no grão influencia no aspecto visual, sendo uma característica comercial importante influenciando diretamente no preço do produto. No Brasil existe uma preferência dos consumidores por grãos sem halo, anel do hilo pequeno e com membrana do hilo e anel de cor clara (COULIBALY; LOWENBERG-DEBOER, 2002; FREIRE FILHO et al., 2011).

Segundo Freire Filho et al. (2005a) a cultura apresenta variações no ciclo, sendo classificada em extraprecoce – atingindo a maturidade aos 60 dias após a semeadura; ciclo precoce – entre 61 e 70 dias; ciclo médio-precoce – entre 71 e 80 dias após a semeadura; ciclo médio-tardio – entre 81 e 90 dias após a semeadura e ciclo tardio – a partir de 91 dias após a semeadura.

Seis países destacam-se quanto a produção mundial de feijão total. Myanmar e Índia são os maiores produtores mundiais de feijão, seguida pelo Brasil que é também o segundo maior consumidor do grão, logo após China, EUA e México. Na produção média de feijão em países do Mercosul o Brasil se destaca como o principal produtor com 3,2 milhões de toneladas, seguido pela Argentina 350,0 mil toneladas, Paraguai com 56,0 mil toneladas e Uruguai 3,5 mil toneladas. Cerca de 40% do feijão cultivado no país é do grupo carioca muito apreciado pelos brasileiros (CONAB, 2014). Todavia esta variedade apresenta alta deterioração e aceitação baixa em outros países, sendo um dos entraves na exportação do grão.

Segundo a Conab (2015) o Brasil colheu 3,3 milhões de toneladas por ano no período de 2007 a 2014. Conforme dados de dezembro/2015, a produção brasileira estimada na safra 2015/16 foi 3,33 milhões de toneladas. É importante mencionar que esses dados são referentes ao Feijão comum *Phaseolus vulgaris* L. e ao Feijão-caupi *Vigna unguiculata*. No Brasil a área plantada de Feijão-caupi na primeira safra foi 412,0 mil hectares com produção de 157,7 mil toneladas. No Acre, de acordo com dados oficiais a área plantada de feijão na Safra 2015/16, foi de 7,5 mil hectares, com uma produtividade média de 547 kg ha⁻¹ e produção de 4,1 mil toneladas de feijão total. Os municípios do Estado do Acre que se destacam na produção de Feijão-caupi representando em torno de 10% de toda a área

plantada de feijão são: Sena Madureira, Feijó, Rodrigues Alves, Tarauacá e Cruzeiro do Sul.

Existe uma variabilidade de espécies, especialmente crioulas cultivadas em pequenas áreas com até 1,0 ha por agricultores familiares que utilizam de um sistema de baixa adoção de tecnologia (MARINHO et al., 2001). Todavia o crescimento da agricultura com adoção de tecnologias modernas vem crescendo nos últimos anos no Estado.

Segundo Santos et al. (2009) mesmo apresentando uma grande importância econômica e social para os agricultores a agrobiodiversidade de Feijão-caupi encontra-se em processo de desaparecimento em decorrência da erosão genética também conhecida como perda das combinações gênicas. Entre as causas está a devastação da floresta para obtenção de novas áreas de cultivo pelos produtores, que promove o acesso a variedades vendidas em supermercados e aberturas de estradas. Vale ressaltar que o mercado nem sempre atende as exigências e realidade dos agricultores locais, sendo necessário o estudo do material genético que melhor se adapte à região principalmente para locais com predominância de estresses hídricos e nutricionais. Casos bem comuns no Acre, pelas épocas de chuvas e os tipos de solos tão diversificados. Adicionalmente, verifica-se que a variabilidade disponível nas regiões do Acre, não tem sido utilizada em programas atuais de melhoramento para o lançamento de cultivares para o Estado. O que ocasiona perdas de materiais genéticos que poderiam melhor se adaptar as condições edafoclimáticas da região e ao mercado interno.

Segundo Freire Filho et al. (1997) a Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária (EMBRAPA) realizou estudos na cultura do Feijão-caupi recomendando cultivares nos anos agrícolas de 1997/1998 dos quais recomendou 35 cultivares para as regiões norte e nordeste do Brasil. Foram recomendadas duas para o Estado do Acre, sendo elas BR 4 - Rio Branco que apresenta porte semi-enramador, ciclo de 74-82 dias, cor da semente marrom claro e produtividade média 637 kg/ha^{-1} e a cultivar BR 5 - Cana Verde com porte semi-ereto, ciclo de 70-80 dias, cor da semente marrom claro e produtividade média 703 kg/ha^{-1} .

2.2 Caracterização morfoagronômica em germoplasma de Feijão-caupi

A caracterização é o primeiro passo para se conhecer uma nova variedade. Os descritores morfoagronômicos auxiliam no processo de caracterização. Segundo Carvalho et al. (2008) a caracterização permite identificar os caracteres de alta herdabilidade, em diferentes níveis, como agrônômica, bioquímica e molecular. O ideal é que todos sejam realizados, todavia, o objetivo desejado e a disponibilidade de recursos financeiros para elaboração da pesquisa é que define o tipo de caracterização a ser tomada (NASS, 2001). Assim, é fundamental o conhecimento de características morfoagronômicas dos recursos coletado para que se possa inferir sobre seu valor potencial para uso em um programa de melhoramento e garantir à manutenção de alelos resistentes as condições da região. Na caracterização de genótipos crioulos o estudo morfoagronômico é essencial para o conhecimento dos germoplasma, além de serem economicamente viáveis nessa etapa do pré-melhoramento.

A caracterização proporciona ganhos que melhoram o estabelecimento e rendimento da cultura e estuda o comportamento das espécies coletadas ajudando na recomendação de cultivares mais adaptadas, pois cada genótipo comporta-se de maneira diferente, sendo influenciado por fatores ambientais que podem prejudicar a produção (ROCHA et al., 2010). Através da caracterização podemos inferir sobre as melhores variedades e posteriormente cruzá-las para obtenção de híbridos ou de genótipos melhorados para determinada característica de interesse.

O processo de caracterização envolve vários descritores qualitativos e quantitativos. Contudo os melhorista utilizam os de maior interesse para cada região. Para o Feijão-caupi, na região norte do Brasil, os mais utilizados são: forma, largura, da folha; cor, comprimento e borda da folha; comprimento, forma e cor da vagem; número de sementes por vagem; cor, forma e peso de cem sementes; classe comercial; altura da inserção da primeira vagem; altura da planta; dias de florescimento; resistência a doenças; ciclo da cultura; hábito de crescimento; tolerância a estresses ambientais; produtividade (BERTINI et al., 2009; CARVALHO et al., 2008; CORREA; GONÇALVES, 2012; MACHADO et al., 2008; SANTOS et al., 2004). A utilização de alguns desses descritores são unânimes em vários trabalhos, em que as características das plantas são estudadas na busca de genótipos precoces de

porte ereto e com maior produtividade, melhor qualidade das sementes e resistência a doenças. Além do mais procura-se atender as exigências do mercado consumidor.

A avaliação dos genótipos garante a escolha de cultivares mais eficientes para o programa de melhoramento, definindo as variáveis mais relevantes no estudo dos caracteres genéticos (COELHO et al., 2010). Na avaliação morfoagronômica de sementes de acessos de caupi coletados no Rio Grande do Norte, Silva Filho et al. (2013) verificaram a existência de variabilidade indicando a possibilidade de seleção para os caracteres peso de 100 grãos, cor do tegumento, presença e cor do halo, padrão do auréolo, forma da semente, textura da semente, além de identificarem potenciais acessos a serem incorporados no pré-melhoramento. Lopes et al. (2006) verificaram pouca variabilidade entre cultivares crioulas de Feijão-caupi. Apenas as variáveis número de dias para o florescimento, comprimento e número de nós do ramo principal e peso de 100 sementes, apresentaram variabilidade suficiente para seleção de genótipos superiores. Segundo Andrade et al. (2010) estes trabalhos confirmam que a caracterização é essencial para se conhecer o material genético presente em cada região e as relações genéticas entre as características de interesse agrônomo.

Variedades crioulas apresentam uma ampla variabilidade genética, de forma que vários trabalhos têm sido realizados na busca da conservação e da caracterização destes materiais, auxiliando na descrição para o melhoramento genético (OLIVEIRA et al., 2011; TOLERA et al., 2008). A avaliação de 10 acessos de feijão-caupi coletadas no município de Mossoró indicou o acesso Amapá como a melhor alternativa ao produtor por ser mais precoce, possuir maior número de vagens por planta e maior produtividade (TORRES et al., 2008). O mesmo segue para a caracterização de variedades crioulas presente nas regiões do vale do Juruá e Purus no Estado do Acre, onde observou-se a existência de variabilidade genética entre os materiais estudados (PEREIRA et al., 1997). Outro estudo realizado no Estado do Acre na microrregião de Cruzeiro do Sul apresentou alta variabilidade genética principalmente para as variáveis cor do grão, hábito de crescimento, comprimento do hipocótilo, comprimento do pedúnculo, peso de cem sementes (OLIVEIRA et al., 2015b). Através desses estudos, pode-se inferir que as variedades crioulas presente

na região do Acre apresenta uma ampla variabilidade genética, constituindo ótimas alternativas para o melhoramento da cultura do Feijão-caupi no Estado.

A caracterização morfoagronômica do Feijão-caupi é uma etapa importante na identificação de indivíduos desejáveis, buscando informações e quantificando a divergência genética disponível dentro de uma espécie, para fins de utilização em programas de melhoramento (ELIAS et al., 2007). Logo a identificação de materiais dissimilares proporcionará um maior ganho genético, através de cruzamentos entre genótipos divergentes (NASS et al., 2001).

2.3 Divergência Genética em germoplasma de Feijão-caupi

Segundo Cruz et al. (2004) a diversidade genética mede a distância genética dentro de cada espécie ou população, através de características morfológicas, agronômicas, bioquímicas, fisiológicas e moleculares. A sua importância para o melhoramento está no fato de que o cruzamento entre genitores divergentes produz progênies com alto efeito heterótico e maior variabilidade genética.

Os programas de melhoramento estudam a diversidade genética selecionando genitores superiores para formação de híbridos ou populações segregantes (AMORIM et al., 2007; BONETT et al., 2006). A caracterização e o posterior estudo da divergência genética são essenciais na identificação dos genótipos mais dissimilares, uma vez que aumentam as chances de obtenção de genótipos superiores em gerações segregantes.

Segundo Cruz et al. (2004) o estudo da divergência genética pode ser avaliado por meio de técnicas biométricas tendo como exemplo as análises dialélicas que quantificam tanto a heterose manifestada nos híbridos como a capacidade individual dos progenitores levando em consideração que quanto maior o número de locos em comum menor a divergência entre os parentais. Segundo Souza e Queiroz (2004) existe ainda a possibilidade dos genitores aparentados se complementarem para as características de interesse ou os que não possuem nenhum parentesco serem pouco divergentes. Outra forma de avaliação é por processos preditivos que utilizam métodos multivariados que tem como base as diferenças fenotípicas quantificando-as em medidas de dissimilaridade.

No estudo da divergência genética entre genótipos de Feijão-caupi cultivados na região do ecótono Cerrado/Pantanal, conforme os autores, Teodoro et al. (2014), quando utilizaram como base a distância Euclidiana média, o caráter que mais contribui para divergência genética foi a produção. Entretanto, quando se utilizou como base a distância de Mahalanobis os caracteres massa de cinco vagens e massa de 100 grãos foram os que mais contribuíram para a divergência entre os 20 genótipos estudados. Segundo Cruz et al. (2004) isso deve-se ao fato que a distância Euclidiana média promove a dissimilaridade fenotípica, enquanto a distância de Mahalanobis (1936) quantifica a dissimilaridade genotípica.

PASSOS et al. (2007) analisando a divergência genética em cultivares de Feijão-caupi, verificaram que os caracteres determinantes para o estudo da divergência foram a produtividade de vagens para os genótipos de porte prostrado, comprimento de vagem e a massa de grãos por vagem para os genótipos de porte semi-ereto. BERTINI et al. (2010) avaliando a divergência genética em 47 genótipos de Feijão-caupi do banco de germoplasma do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC) identificaram por meio de técnicas multivariadas, que os caracteres que mais contribuíram para quantificação da divergência foram produção, precocidade e qualidade do grão.

BERTINI et al. (2009) estudaram 16 acessos de Feijão-caupi, também do banco de germoplasma do Centro de Ciências Agrárias da UFC. De acordo com esses autores os caracteres que mais contribuíram para divergência genética foram comprimento de vagem e peso de cem sementes. Os caracteres que menos contribuíram foram produção por planta, produção em grama, número de vagens por planta e número de sementes por vagens. ELIAS et al. (2007) estudando 42 cultivares crioulas de Feijão comum, verificaram divergência genética entre as cultivares tradicionais e as testemunhas comerciais de feijão do grupo preto. As cultivares que se destacaram, apresentaram médias superiores para os caracteres produção, peso de 100 grãos, reação a antracnose, reação a bacteriose, comprimento do folíolo, altura de planta e fibra bruta.

Segundo Sundré et al. (2007) a análise da divergência genética é utilizada pelos melhoristas há vários anos na busca de reunir uma população base com ampla variabilidade genética. Contudo a seleção de genitores com base em características

individuais não é tão desejável quanto a seleção baseada na análise multivariada que utiliza simultaneamente todas as características avaliadas no experimento.

Dessa maneira o estudo da divergência genética em variedades crioulas permite identificar os genótipos que são mais dissimilares e as características mais promissoras de cada genótipo. Com essas informações pode-se realizar cruzamentos, e assim melhorar as variedades estudadas.

2.4 Divergência genética utilizado análise multivariada

A maioria dos trabalhos científicos utilizam-se de métodos estatísticos univariados tratando apenas da variação em uma única variável aleatória. Já as análises multivariadas avaliam um conjunto de variáveis aleatórias simultaneamente, sendo todas inicialmente de igual importância (MANLY, 2008). Para avaliar a divergência genética de uma população vários métodos multivariados podem ser aplicados, usando-se alguma medida de distância como a distância generalizada de Mahalanobis como medida de dissimilaridade e os métodos de agrupamento de Tocher, UPGMA.

Segundo Cruz et al. (2004) pode-se inferir sobre a divergência genética por meio da quantificação da heterose ou por processos preditivos que tomam como base as diferenças morfológicas, fisiológicas e moleculares dos genótipos. Segundo Carvalho et al. (2003) na predição da divergência genética vários métodos podem ser utilizados como a análise por componentes principais, variáveis canônicas e os métodos aglomerativo, sendo este último dependente de uma medida de dissimilaridade estimada pela distância Euclidiana e a generalizada de Mahalanobis.

Segundo Johson e Wichern (2007) a estimativa da dissimilaridade quantifica o grau de semelhança ou de diferença apresentado entre os genótipos. Essas medidas procuram identificar genitores a serem utilizados em programas de hibridação. A estimativa pode ser representada pelo uso de métodos de agrupamento ou de projeções de distâncias em gráficos bidimensionais.

Segundo Manly (2008) A análise de agrupamento tem por objetivo reunir por critério de classificação os genótipos em diferentes grupos, de forma que exista homogeneidade dentro do mesmo grupo e heterogeneidade entre grupos distintos.

Outra alternativa é dividir um determinado grupo em diversos outros grupos menores utilizando alguns critérios de similaridade e dissimilaridade. Pessoni (2007) conceitua a análise de agrupamento como sendo um conjunto de técnicas multivariadas que tem como finalidade agrupar indivíduos ou objetos que são similares matematicamente no mesmo grupo. Segundo Cruz et al. (2004) o processo de agrupamento é dividido basicamente em duas etapas: a estimação de uma medida de similaridade ou dissimilaridade entre os genótipos e o uso de uma técnica de agrupamento para formação dos grupos.

Em relação às técnicas de agrupamento admite-se duas abordagens, as hierárquicas, em que cada indivíduo se encontra inicialmente isolado, sendo estes aproximados de acordo com a sua similaridade. Esta técnica envolve a construção de dendrograma ou árvore. É admitido também as não hierárquicas em que a distribuição nos grupos é realizada por critérios de otimização uma vez que os grupos formados são pré-estabelecidos (MOHAMMADI; PRASANNA, 2003). Nesse caso enquadra-se o citado por Rao (1970) como sugestão de K. D. Tocher.

Segundo Cruz e Carneiro (2006) os principais métodos de agrupamentos hierárquicos são: método do vizinho mais próximo, método do vizinho mais distante, método UPGMA e método de Ward. O método da ligação média entre grupos UPGMA (Unweighted Pair Group Method using Arithmetic averages) é um método hierárquico não-ponderado de agrupamento aos pares. Neste método, o dendrograma é estabelecido pelos genótipos com maior similaridade.

Segundo Cruz e Carneiro (2006) a adequação do método hierárquico é feita por meio do coeficiente de correlação cofenético (CCC). Esse coeficiente mede o grau de ajuste entre a matriz de similaridade original e a matriz obtida após a construção do dendrograma. Quanto maior o valor de CCC, menor será a distorção entre os genótipos no agrupamento. Segundo Kruskal (1964) a soma de quadrado de resíduos padronizados neste caso é representada estatisticamente pelo nível de estresse que determina a precisão de ajuste da projeção gráfica e pode ser classificado como: 0 perfeitos; 5% excelente; 10% bom; 20% regular; 40% insatisfatório.

Bertini et al. (2010) verificaram por meio da análise de agrupamento, utilizando o método UPGMA, que os 47 genótipos de Feijão-caupi avaliados foram

separados em dois grupos, sendo um grupo menor constituído por quatro genótipos e um grupo maior constituído pelos demais. Cabral et al. (2011) estudando a diversidade genética em Feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) através de caracteres agronômicos e suas possíveis duplicatas genéticas, verificaram a partir do corte no dendrograma, em aproximadamente 50%, a formação de quatro grupos, que indicaram a menor e a maior dissimilaridade entre os 57 acessos de feijoeiro analisados.

Oliveira et al. (2003) quantificando a divergência genética de 16 cultivares de caupi utilizando o método UPGMA, verificaram o agrupamento dos genótipos em seis classes diferentes de forma que os pares de origem geográfica diferente, apresentaram a maior dissimilaridade existente entre elas. Contudo, os pares de mesma origem geográfica, exibiram maior similaridade entre os caracteres considerados. Carvalho et al. (2008) estudando variedades crioulas de *Phaseolus vulgaris* L. pelo método UPGMA, verificaram a separação dos acessos em dois grupos maiores, um compreendido entre 21 acessos e os três genótipos comerciais, denominado grupo 1 e o segundo grupo compreendido pelos 19 acessos, denominado grupo 2.

O método de otimização de Tocher citado por Rao (1970) é o mais utilizado em pesquisas da divergência genética, constituindo um método de agrupamento simultâneo. A matriz de similaridade é estimada por uma medida de distância. Se os dados forem obtidos de experimento com repetição, a distância de Mahalanobis (1936) é a mais indicada. Sobre a qual é identificado o par de indivíduos mais similares que formarão um grupo inicial, sendo incluído novos indivíduos (CRUZ; CARNEIRO, 2006). Segundo VASCONCELOS et al. (2007) o método de otimização de Tocher apresenta uma inconveniência no agrupamento dos genótipos com alta dissimilaridade por formar um grupo específico com apenas um genótipo. Neste método ocorre a divisão do conjunto de genótipos em subgrupos com o objetivo de otimizar a partição dos indivíduos por meio de alguma medida, em que as distâncias intragrupos são sempre menores que as distâncias médias intergrupos. O método necessita de uma matriz de dissimilaridade a qual identificará os indivíduos mais similares formando um grupo inicial, a partir daí é possível incluir novos indivíduos dentro dos grupos baseando-se no acréscimo da distância média do grupo (CRUZ et

al., 2004; CRUZ; CARNEIRO, 2006; KLOSTER et al., 2011; VASCONCELOS et al., 2007).

Na estruturação da matriz de dissimilaridade a mais utilizadas são a distância Euclidiana e a de Mahalanobis. Segundo Cruz et al. (2004) a distância de Mahalanobis é a preferida, entretanto, é necessário dispor de uma matriz de covariância residual obtida através de ensaios experimentais com repetições, diferindo da Euclidiana que não considera as correlações residuais entre os caracteres.

Segundo Cruz e Carneiro (2006) as estimativas das distâncias de Mahalanobis são obtidas através de uma matriz residual e das médias das características estudadas. Além de possibilitar o estudo da diversidade genética, é possível quantificar através destas, a contribuição de cada carácter, utilizando o critério proposto por Singh (1981). Este método quantifica a contribuição das características de maior e menor importância no estudo da divergência genética.

Bertini et al. (2010) avaliando 47 genótipos de Feijão-caupi, verificaram que as maiores distâncias foram utilizadas no estabelecimento de grupos similares por meio do método hierárquico aglomerativo de otimização de Tocher. Desses 47, selecionaram-se 24 genótipos que ficaram alocados em dez grupos distintos. Passos et al. (2007) utilizando o método de otimização de Tocher, fundamentado na matriz de dissimilaridade expressa pela distância de Mahalanobis verificaram a distribuição de 22 acessos de Feijão-caupi em nove grupos distintos entre os genótipos de porte prostrado e oito grupos distintos entre os genótipos de porte semi-ereto.

Santos et al. (2013) estudando 20 linhagens de Feijão-caupi, verificaram que o agrupamento com base na distância Euclidiana média seguiu o mesmo padrão quando utilizado a distância de Mahalanobis alocando os genótipos em 5 grupos distintos. Entretanto, houve grande diferença na composição dos grupos. Cargnelutti Filho et al. (2008) encontraram resultados semelhantes, estudando 14 cultivares de feijão. Conforme os autores o método de otimização de Tocher, com base nas distâncias euclidiana média padronizada (D) e generalizada de Mahalanobis (D^2), separou as cultivares em dois grupos, com comportamento similar dentro do grupo e divergente entre grupos.

Caracteres multicategóricos são comumente usados no processo de caracterização e posteriormente no estudo da divergência genética. Estão relacionados com particularidades morfológicas e estruturais da planta como a forma do grão, cor do grão, cor do hilo, cor da folha, mancha foliar, textura da folha, vigor da planta, porte da planta cor da flor dentre outros. Segundo Cruz e Carneiro (2006) para avaliar as variáveis multicategóricas são utilizados índices de similaridade, em que um determinado valor expressa a porcentagem de coincidência de similaridade, assim obtêm-se a matriz de dissimilaridade para realização da análise de agrupamento.

Oliveira et al. (2015a) estudando a dissimilaridade entre 26 cultivares de Feijão-caupi por meio de variáveis multicategóricas, verificaram a formação de 11 grupos utilizando o método de otimização de Tocher. Santos et al. (2013) estudando a dissimilaridade em variedades de Feijão-caupi por meio variáveis multicategóricas, verificaram que a maior similaridade ocorreu entre genótipos 3 (Mudubim de Rama) e 5 (Caupi Preto) com valor igual a 87,5% de concordância entre as oito variáveis. Pelo método de Tocher observou a formação de três grupos.

Gonçalves et al. (2014) quantificando a dissimilaridade entre 65 acessos de Feijão comum coletados na região de Cáceres e pertencentes à coleção do Banco Ativo de Germoplasma de *Phaseolus vulgaris* L. da Universidade do Estado de Mato Grosso, verificaram que os dados qualitativos apresentaram a formação de seis grupos pelo método de Otimização Tocher e cinco grupos pelo UPGMA, já para as características quantitativas ocorreu a formação de dois grupos pelo método de Tocher e quatro grupos pelo UPGMA, baseado na distância Euclidiana.

Kloster et al. (2011) analisando a divergência genética entre 22 cultivares de Feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), verificaram a formação de seis grupos obtido pelo Método de Agrupamento de Ligação Média entre Grupos (UPGMA) utilizando d_{ij} como medida de dissimilaridade.

Poucos trabalhos de divergência têm sido realizados por meio de variáveis multicategóricas. Bento et al. (2007) verificaram a formação de sete grupos pelo método de Tocher, avaliando 22 acessos de *Capsicum* spp. Os autores salientam que a análise de variáveis multicategóricas mostrou-se eficiente no agrupamento dos acessos, podendo auxiliar no manejo do banco de germoplasma e na seleção de acessos para programas de melhoramento genético. Rodrigues et al. (2014)

verificaram a formação de três grupos distintos avaliando 15 acessos de mamona coletadas em várias localidades de Minas Gerais, utilizando o método hierárquico do vizinho mais próximo. Sudré et al. (2006) avaliando acessos de pimenta, verificaram a formação de oito grupos utilizando o método de otimização de Tocher. Vieira et al. (2005), caracterizando morfologicamente 356 acessos de mandioca do Banco Ativo de Germoplasma, verificaram a formação de 34 grupos distintos utilizando o método de otimização de Tocher.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo Experimental da Universidade Federal do Acre (UFAC), localizado no município de Rio Branco-AC, situado a uma altitude de 164 m, latitude -9.96079856 e longitude -67, 86857843. O plantio foi realizado no dia seis de dezembro de 2014. O solo da área é classificado em ARGISSOLO VERMELHO Amarelo alítico plíntico (SANTOS et al., 2006).

3.1 Delineamento e condução do experimento

O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso com três repetições. A unidade experimental foi composta por duas fileiras de 5,0 m, espaçadas de 0,80 m entre si e de 0,30 m entre plantas, com 12 sementes por metro linear.

Os tratamentos foram constituídos de 16 variedades para análise das variáveis quantitativas (Quadro 1).

Quadro 1 - Variedades de Feijão-caupi, utilizadas nas análises quantitativas, Rio Branco, AC, 2014

1. Feijão de corda	7. Corujinha	13. Manteguinha vermelho
2. Manteguinha	8. Fígado de galinha	14. Arigozinho
3. Mundubi de rama	9. Baiano	15. Manteguinha liso
4. Mantegão	10. Roxinho de praia	16. Caupi preto
5. Quarentão	11. Branco de praia	
6. Caretinha	12. Feijão leite	

Foi utilizado 17 variedades para a análise das variáveis multicategóricas (Quadro 2). A variedade Branco foi utilizada apenas nas variáveis qualitativas devido a perda de dados quantitativos ocasionado por fatores ambientais durante a condução do experimento.

Quadro 2 - Variedades de Feijão-caupi, utilizadas nas análises multicategóricas, Rio Branco, AC, 2014

1. Feijão de corda	7. Caretinha	13. Feijão leite
2. Manteguinha	8. Corujinha	14. Manteguinha vermelho
3. Mundubi de rama	9. Fígado de galinha	15. Arigozinho
4. Mantegão	10. Baiano	16. Manteguinha liso
5. Quarentão	11. Roxinho de praia	17. Caupi preto
6. Branco	12. Branco de praia	

As sementes foram provenientes de coletas e, ou compras em produtores familiares e mercados públicos no período de 2012 a 2013 nos municípios de Rio Branco, Cruzeiro do Sul, Sena Madureira, Brasileia, Feijó, Porto Walter e Mâncio Lima. A solicitação para visitas e coletas a produtores foi registrado no Sisbio (n.34945-1).

O preparo do solo consistiu de uma gradagem na camada de 0-20 cm. Para correção da acidez do solo foram aplicados 260 kg de calcário na área experimental, de 700 m². Os sulcos de plantio foram abertos manualmente com o uso de enxadas.

Com base nos resultados da análise de solo (Tabela 1) e seguindo a recomendação de Andrade Júnior et al. (2002) realizou-se adubação (Tabela 2) de 12 g de k₂O, 24 g de P₂O₅ e 17,78 g de N na linha de plantio.

Tabela 1 - Análise química do solo na camada de 0-20 cm, Rio Branco, AC, 2014

pH	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC	P	K	Na	M. O.	V	H+Al CTC
	Cmolc/dm ³					Mg/dm ³			dag/dm ³	%	
4,4	0,7	0,3	1,2	7,1	8,20	3,3	39	Ns	2,0	13	87

Tabela 2 - Recomendação de adubação química (kg ha⁻¹) para cultura do Feijão-caupi com base nos resultados da análise química do solo

Época	N	P ₂ O ₅			K ₂ O		
		P no solo mg.dm ³			K no solo mg.dm ³		
Plantio	-	0-5	6-10	>10	0-25	26-50	>50
		Cobertura	20	60	40	20	40

Fonte: Andrade Júnior et al. (2002).

Antes da sementeira as sementes foram submetidas ao teste de germinação para avaliação do vigor. As sementes foram colocadas em placas de petri recoberta com papel germitest umedecidos com água destilada e mantidos em germinador tipo Biochemical Oxygen Demand (B.O.D.) regulado a temperatura de 25°C. No plantio foram semeadas 60 sementes por linha.

Os tratamentos culturais consistiram de capina manual para o controle de ervas daninhas, quando necessário foram aplicados os inseticidas Karate Zeon 50 CS na dosagem de 150 ml/ha⁻¹ e o Decis 25 EC na dosagem de 30 ml/100 L de água para o controle de pragas que acometem a cultura como Cigarrinha-verde (*Empoasca kraemeri*), Vaquinha-verde-amarela (*Diabrotica speciosa*), Broca-da-vagem (*Etiella zinckenella*), Pulgão (*Aphis craccivora*) e outros. Foi utilizado o fertilizante foliar folha na dosagem de 4 L/10 L de água por ha⁻¹ para recuperação da área foliar atingida pelo ataque das pragas.

3.2 Descritores utilizados

Os descritores foram mensurados em dez plantas por parcela, seguindo a lista de descritores proposta pelo Bioversity International (2007). Foram utilizados 22 descritores quantitativos e 15 descritores qualitativos.

3.2.1 Descritores quantitativos

Emergência (EM)

Obtido a partir dos dias transcorridos entre o plantio e a emergência dos cotilédones.

Comprimento do hipocótilo (CH)

Obtido pelo comprimento médio do hipocótilo.

Comprimento do folíolo apical (CFA)

Refere-se à distância entre a base do folíolo apical até o ápice da folha.

Largura do folíolo apical (LFA)

Refere-se à distância entre um extremo ao outro do folíolo apical.

Número de ramos principais (NRP)

Obtido pela média do número total de ramos principais coletadas em 10 plantas.

Número de nós no caule principal (NNCP)

Obtido pela média do número nós presente no caule principal, obtida a partir da 3-4 semana de plantio.

Floração inicial (FI)

Obtidos a partir do número de dias compreendidos entre a emergência e quando 10% das plantas da parcela apresentarem pelo menos uma flor aberta.

Floração média (FM)

Obtidos a partir do número de dias compreendidos entre a emergência e quando 50% das plantas da parcela apresentarem pelo menos uma flor aberta.

Comprimento do estandarte (CE)

Obtido pela medida do tamanho da flor; o comprimento médio de 10 pétalas abertas recentemente e selecionadas aleatoriamente.

Comprimento do pedúnculo (CP)

Obtido pela média de 10 pedúnculos totalmente desenvolvidos.

Comprimento da semente (CS)

Obtido a partir da média de 10 sementes maduras, excluindo as das extremidades das vagens.

Largura da semente (LS)

Obtido a partir da largura média do hilo à quilha das dez sementes utilizadas para medição do comprimento.

Espessura da semente (ES)

Obtido a partir da espessura média das dez sementes utilizadas para a medição do comprimento; medida perpendicularmente ao comprimento e largura.

Comprimento do folíolo central (CFC)

Refere-se à distância entre a base do folíolo central até o ápice, determinada em uma das dez plantas selecionadas, em uma folha completamente desenvolvida com o auxílio de uma régua graduada em centímetros.

Largura do folíolo central (LFC)

Refere-se à distância entre um extremo ao outro do folíolo, determinada em uma das dez plantas selecionadas, em uma folha completamente desenvolvida, com o auxílio de uma régua graduada em centímetros.

Comprimento da vagem (CMV)

Referente à média do comprimento de dez vagens maduras tomadas ao acaso, com auxílio de uma régua graduada em centímetro.

Largura da vagem (LV)

Obtido pela média de 10 vagens utilizadas para medição do comprimento.

Número de vagens por pedúnculo (NVPP)

Média das vagens de 10 pedúnculos selecionados aleatoriamente.

Número de grãos por vagens (NGPV)

Média do número de grãos das dez vagens maduras, tomadas ao acaso, utilizadas para medir o CMV.

Número de vagens por planta (NVP)

Obtido pela média do número total de vagens coletadas em 10 plantas.

Altura de inserção da primeira vagem (AIPV)

Obtida ao final do ciclo das cultivares, da média de dez plantas por área útil da parcela experimental, escolhidas ao acaso, medindo-se a distância do nível do solo à inserção da primeira vagem, com o uso de régua graduada.

Altura da plântula (AP)

Refere-se à distância do nível do solo da planta até o ápice do ramo principal.

3.2.1 Descritores qualitativos

Cor da folha

Atribuiu-se a seguinte graduação: 3 verdes claros; 5 verdes intermediário; 7 verdes escuros.

Mancha foliar

Atribuiu-se o requisito presença/ausência de marca-V nos folíolos: 0 ausente; 1 presente.

Textura da folha

Atribuiu-se a seguinte graduação: 1 coriácea; 2 intermédia e 3 membranosa.

Espessura da parede da vagem

Atribuiu-se a seguinte graduação: 3 fina; 5 intermédia e 7 grossa.

Padrão de pigmentação das flores

Atribuiu-se a seguinte graduação: 0 não pigmentado (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

Baseou-se na largura e altura da planta; 3-4 semanas, atribuindo-se a seguinte graduação: 3 não vigoroso (altura menor que 37 cm e largura menor que 75 cm); 5 intermédios (altura maior que 37 cm ou largura maior que 75 cm); 7 vigoroso (altura maior que 37 cm e largura maior que 75 cm) e 9 muito vigoroso (altura maior que 50 cm e largura maior que 1 cm).

Separação da testa

Atribuiu-se a seguinte graduação: 0 ausente e 1 presente (testa separa-se expondo os cotilédones).

Aderência da testa

Atribuiu-se a seguinte graduação: 0 testas não firmemente aderente à semente e 1 testa firmemente aderente à semente.

Cor da semente

Atribuiu-se a seguinte graduação: 1 branca; 2 branca com olho preto; 3 branca com olho castanho; 4 mulatos/cremes; 5 vermelha; 6 preta; 7 bicolor mamorizada e 8 bicolor pontilhada.

Porte da planta

Atribuiu-se a seguinte graduação: 1ereto (ramos principal e lateral curtos com os ramos laterais formando um ângulo com o ramo principal); 2 semi-ereto (ramo principal e laterais curtos com os ramos aproximadamente perpendiculares ao ramo principal, geralmente não tocam o solo); 3 semi-enramador volúvel (ramos principais e laterais de tamanho médio com os ramos

laterais inferiores tocando o solo e apresentando clara tendência de se apoiar em suportes verticais); 4 enramador volúvel (ramos principal e laterais longos, com entrenós geralmente curtos e ramos laterais de tamanho médio, completamente estendidos sobre o solo); 5 semi-enramador prostrado (ramo principal com entrenós geralmente curtos e ramos laterais de tamanho médio, completamente estendido sobre o solo) e 6 enramador prostrado (ramo principal com entrenós geralmente curtos e ramos laterais longos, completamente estendidos sobre o solo).

Forma do folíolo central

Atribui-se a seguinte graduação: 1 ovalada; 2 semi-ovalada; 3 semi-lanceolada e 4 lanceolada.

Distribuição da vagem na copa da planta

Atribui-se a seguinte graduação: 1 acima da folhagem; 2 no nível da folhagem e 3 em todas as camadas da folhagem.

Cor das flores

Atribui-se a seguinte graduação: 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 com pigmentação, 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

Atribui-se a seguinte graduação: 1 cor palha; 2 bronzes escuro; 3 castanhos (marrom) escuro e 4 pretos ou roxo escuro.

Compressão da semente

Atribui-se a compressão da semente a uma estimativa visual, indicativa do espaço dentro da vagem: 0 não comprimida (extremidade das sementes não achatadas); 3 semi-comprimidas (extremidades das sementes ligeiramente achatadas); 5 comprimidas (extremidades das sementes fortemente achatadas) e 7 extremamente comprimidas (sementes mais largas do que compridas).

3.3 Análise estatística – dados quantitativos

Para os dados quantitativos empregou-se a análise de variância univariada, para verificar a variabilidade existente entre as variedades estudadas. Foi utilizado o teste de agrupamento Scott-Knott, com significância de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do “software” GENES (CRUZ, 2011).

3.3.1 Análise da diversidade genética

A dissimilaridade entre as variedades foi estimada por meio da distância generalizada de Mahalanobis (D^2) (MAHALANOBIS, 1936). Para a estimativa de D^2 foi utilizada as médias originais de cada genótipo e a matriz de covariância residual. A Distância generalizada de Mahalanobis foi estimada por:

$$D_{ii'}^2 = \delta' \Psi^{-1} \delta$$

em que:

D^2 : é a distância de Mahalanobis entre as linhas i e i' ;

Ψ : matriz de variâncias e covariâncias residuais;

$\delta = [d_1 \ d_2 \ \dots \ d_v]$, sendo $d_j = Y_{ij} - Y_{i'j}$; e

Y_{ij} : é a média do i -ésimo linhas em relação a j -ésima variável.

Por meio da distância de Mahalanobis quantificou-se a contribuição relativa dos caracteres para a divergência genética utilizando o critério proposto por Singh (1981) dado pela estatística S_j . Neste caso considera-se que:

$$D^2 = \delta'^{-1} \Psi \delta = \sum_{j=1}^n \sum_{j'=1}^n \omega_{jj'} d_j d_{j'}$$

em que:

$\omega_{jj'}$ = elemento da j -ésima linha e j' -ésima coluna da inversa da matriz de variância e covariância residuais.

3.3.2 Análise de agrupamento

O agrupamento foi realizado utilizando-se o método da ligação média entre grupo UPGMA (Unweighted Pair-Group Method Using an Arithmetic Average). Neste método os indivíduos foram agrupados aos pares, por meio das médias de dissimilaridade. O dendrograma priorizou os indivíduos com maior similaridade, e as distâncias entre um indivíduo k e um grupo formado pelos indivíduos i e j foram obtidos por meio de:

$$d_{(ij)k} = \text{média}(d_{ik} d_{jk}) = \frac{d_{ik} + d_{jk}}{2}$$

em que:

$d_{(ij)k}$ = distância média entre o grupo ij e o indivíduo k;

d_{ik} = distância entre os indivíduos i e k; e

d_{jk} = distância entre os indivíduos j e k.

A consistência do agrupamento foi realizada após obtido o dendrograma pelo método do UPGMA, onde se realizou uma nova leitura da dissimilaridade das linhas, gerando uma nova matriz de dissimilaridade, ou seja, uma matriz de coeficientes de semelhança cofenético, expressa por:

$$r_{cof} = \frac{\sum_{j=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n (c_{ij} = c)(d_{ij} = d)}{\sqrt{\left[\sum_{j=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n (c_{ij} = c)^2 \right] \left[\sum_{j=1}^{n-1} \sum_{j=i+1}^n (d_{ij} = d)^2 \right]}}$$

em que :

C_{ij} = valor de dissimilaridade entre as linhas i e j, obtidos a partir da matriz cofenética;

D_{ij} = valor de dissimilaridade entre as linhas i e j, obtidos a partir da matriz de dissimilaridade.

Também foi utilizado nas análises de agrupamento o método de otimização de Tocher citado por Rao (1970) com base na matriz de dissimilaridade baseada na distância generalizada de Mahalanobis (D^2), sobre a qual foi identificado o par de tratamento mais similar. Estes genótipos formaram o grupo inicial. Para a formação do grupo inicial, foi utilizada a menor distância de D^2 na matriz de dissimilaridade entre as linhas, ou seja, foi identificado o par de indivíduos mais similares. Verificou-se a possibilidade de inclusão de novos indivíduos de forma que a distância média intragrupo é inferior às distâncias intergrupos (Cruz; Carneiro, 2006). Para inclusão de um indivíduo em um grupo, verificou-se a distância do indivíduo em relação ao grupo, dividida pelo número de pares formados. Adotou-se neste valor o máximo da medida de dissimilaridade encontrado no conjunto das menores distâncias envolvendo cada genótipo.

$$\frac{D_{(ij)k}^2}{N} < \theta$$

em que:

θ = limite máximo estabelecido para a entrada de linhas em grupo;

N = número de linhas que constitui o grupo original;

$D_{(ij)k}^2$ = distância entre o grupo ji e as linhas k , obtida pela expressão:

$$D_{(ij)k}^2 = D_{ik}^2 + D_{jk}^2$$

em que:

$D_{(ij)k}^2$ = distância entre as linhas i e k ;

$D_{(ij)k}^2$ = distância entre as linhas j e k .

em que:

i, j, k representam os genótipos e D^2 representa a distância generalizada de Mahalanobis existente entre eles.

Quando $D^2(\text{grupo}) i/n \leq \alpha$ incluía-se o genótipo i no grupo e quando $D^2(\text{grupo}) i/n > \alpha$ não se incluía o genótipo i no grupo, onde " n " é o número de genótipos que constituem o grupo original.

3.3.3 Análise de variáveis multicategóricas – dados qualitativos

A similaridade foi estimada por meio do índice de similaridade:

$$S_{ii'} = \frac{C}{C} + D$$

A dissimilaridade foi dada por:

$$S_{ii'} = \frac{D}{C} + D$$

em que:

C: concordância de categoria;

D: discordância de categoria.

O ponto de corte foi efetuado a 80%. O índice de similaridade foi expresso em porcentagem, assim, um valor de S_{ii} igual 0,40 revela que os dois genótipos (i e i') são similares em 40% das características estudadas.

As análises genético-estatísticas foram realizadas com o auxílio do “software” GENES (CRUZ, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela análise de variância é possível inferir que houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos ($p < 0,05$), pelo teste F, para 17 das 22 características avaliadas (Apêndice A). Estes resultados demonstram a existência de variabilidade entre os genótipos, podendo-se selecionar características desejáveis em um programa de pré-melhoramento.

O coeficiente de variação estima a precisão experimental propondo uma escala considerando como: baixos (valores inferiores a 10%), médios (entre 10 a 20%), altos (entre 20 a 30%) e muito altos (superiores a 30%) (PIMENTEL-GOMES, 1985). Com exceção do descritor NVP que apresentou coeficiente de variação alto, Para todos os demais descritores estudados o coeficiente de variação variou de baixo a médio, indicando boa precisão na condução do experimento (Apêndice A).

As médias dos tratamentos dos 16 genótipos de feijão-caupi, com os resultados do teste de Scott e Knott ($p < 0,05$), relativos aos 22 descritores estudados, estão apresentadas na Tabela 3. Para todos os descritores, o teste de Scott e Knott agrupou as variedades em um ou três grupos.

Na determinação do tamanho da semente foram avaliados os caracteres ES, LS e CS (Tabela 3). O descritor ES apresentou média geral de 3,64 mm agrupando os genótipos em 3 grupos A, B e C. Quando analisou-se os descritores LS e CS formaram-se dois grupos A e B com média geral de 4,91 mm e 7,21 mm respectivamente. As variedades Manteiguinha, Quarentão, Baiano, Branco de praia, Feijão-leite, Manteiguinha vermelho, Arigozinho, Caupi preto, foram as que apresentaram valores médios superiores para as três características avaliadas, variando de 3,72 mm a 4,43 mm para espessura da semente, 7,12 mm a 8,84 mm para comprimento da semente e 4,83 mm a 5,57 mm para largura da semente.

Melo et al. (2011) avaliando três cultivares e duas linhagens de Feijão-caupi, verificaram as maiores média para os descritores comprimento de semente (12,78 mm), largura da semente (8,82 mm) e espessuras da semente (7,41 mm).

Tabela 3 – Médias de 22 características avaliadas em 16 variedades de Feijão-caupi, ES: espessura da semente (mm); CS: comprimento da semente (mm); LS: largura da semente (mm); FI: floração inicial (dias); FM: floração média (dias); LFA: largura do folíolo apical (cm); CFA: comprimento do folíolo apical (cm); CH: comprimento do hipocótilo (cm); AP: altura de planta (cm); CE: comprimento do estandarte (mm); NVPP: número de vagem por pedúnculo; LV: largura de vagem (cm); NGPV: número de grãos por vagem; NNCP: número de nós no caule principal; CMV: comprimento da vagem (cm); LFC: largura do folíolo central (cm); CFC: comprimento do folíolo central (cm); NRP: número de ramos principais; CP: comprimento do pedúnculo (cm); EM: emergência (dias); NVP: número de vagem por planta; AIPV: altura de inserção da 1ª vagem (cm), Rio Branco, AC, 2014

Genótipos	ES	CS	LS	FI	FM	LFA	CFA	CH	AP	CE	NVPP
1- Feijão de corda	2,44c	5,10b	3,03b	49,67a	54,00a	12,27a	12,3a	6,81a	24,57a	26,00a	2,00a
2- Manteguinha	4,43a	7,39a	5,28a	41,33b	46,00b	6,93c	10,47b	6,58a	27,03a	25,00a	2,00a
3- Mundubim de rama	2,16c	5,25b	3,50b	46,33a	52,00a	6,36c	10,71b	6,05a	27,87a	27,00a	2,00a
4- Mantegão	3,40b	6,79a	5,04a	46,00a	51,67a	6,96c	10,70b	5,82a	27,10a	28,00a	2,00a
5- Quarentão	4,71a	8,01a	5,41a	44,67b	49,33b	7,67b	11,83a	6,08a	22,47b	27,00a	2,00a
6- Caretinha	3,36b	8,33a	5,95a	49,33a	54,67a	5,59c	10,55b	5,63a	19,60b	24,00a	1,47a
7- Corujinha	3,38b	7,46a	4,90a	49,67a	56,00a	6,79c	10,37b	5,86a	22,93a	28,00a	1,53a
8- Figado de galinha	3,46b	6,98a	5,00a	43,33b	47,67b	8,63b	12,82a	6,68a	23,80a	26,00a	1,33a
9- Baiano	3,99a	7,12a	4,83a	48,67a	55,00a	6,88c	11,23b	6,83a	23,67a	27,00a	1,93a
10- Roxinho de praia	3,14b	7,23a	4,70a	48,33a	54,00a	6,31c	9,68b	6,79a	24,93a	26,00a	1,67a
11- Branco de praia	4,04a	8,84a	5,38a	45,00b	49,00b	7,94b	13,14a	7,76a	23,76a	29,00a	1,73a
12- Feijão leite	4,00a	8,09a	5,57a	47,00a	53,00a	7,81b	12,03a	6,87a	19,39b	29,00a	1,73a
13- Manteguinha vermelho	3,72a	7,48a	5,18a	51,00a	56,00a	7,21c	11,56a	7,69a	19,46b	28,00a	1,87a
14- Arigozinho	4,02a	7,39a	5,18a	44,67b	49,33b	6,47c	9,81b	7,00a	19,99b	29,00a	1,73a
15- Manteguinha liso	3,39b	6,19b	4,30b	42,00b	47,00b	6,34c	10,87b	5,75a	20,37b	25,00a	1,93a
16- Caupi preto	4,55a	7,66a	5,33a	40,00b	46,67b	6,97c	11,31b	6,24a	21,73b	24,00a	1,73a
Média geral	3,64	7,21	4,91	46,06	47,96	7,32	11,21	5,62	23,04	26,75	1,89

Tabela 4 – Médias de 22 características avaliadas em 16 variedades de Feijão-caupi, ES: espessura da semente (mm); CS: comprimento da semente (mm); LS: largura da semente (mm); FI: floração inicial (dias); FM: floração média (dias); LFA: largura do folíolo apical (cm); CFA: comprimento do folíolo apical (cm); CH: comprimento do hipocótilo (cm); AP: altura de planta (cm); CE: comprimento do estandarte (mm); NVPP: número de vagem por pedúnculo; LV: largura de vagem (cm); NGPV: número de grãos por vagem; NNCP: número de nós no caule principal; CMV: comprimento da vagem (cm); LFC: largura do folíolo central (cm); CFC: comprimento do folíolo central (cm); NRP: número de ramos principais; CP: comprimento do pedúnculo (cm); EM: emergência (dias); NVP: número de vagem por planta; AIPV: altura de inserção da 1ª vagem (cm), Rio Branco, AC, 2014

(Conclusão)

Genótipos	LV	NGPV	NNCP	CMV	LFC	CFC	NRP	CP	EM	NVP	AIPV
1- Feijão de corda	0,92a	14,13a	6,73a	19,62a	7,39a	12,55a	7,40a	0,03a	6,00a	8,33a	25,77a
2- Manteguinha	0,84a	15,80a	5,77a	17,65a	6,97a	10,28b	6,93a	0,04a	6,00a	6,00a	30,27a
3- Mundubim de rama	0,81a	13,80a	6,67a	18,15a	7,31a	11,24b	6,93a	0,03a	6,33a	6,20a	31,00a
4- Mantegão	0,97a	13,73a	6,43a	19,11a	6,95a	11,06b	8,33a	0,14a	6,33a	5,80a	27,13a
5- Quarentão	0,86a	14,57a	6,93a	19,19a	6,70a	11,90a	8,40a	0,11a	6,33a	5,67a	27,60a
6- Caretinha	0,89a	13,93a	6,63a	15,77a	5,96a	10,31b	8,13a	0,04a	6,33a	7,47a	26,27a
7- Corujinha	0,99a	15,47a	6,10a	18,22a	6,41a	11,26b	7,53a	0,03a	6,33a	6,13a	27,87a
8- Figado de galinha	0,97a	11,73a	6,47a	15,24a	6,69a	10,86b	6,60a	0,03a	6,00a	5,93a	24,80a
9- Baiano	0,96a	14,80a	5,93a	19,95a	6,69a	12,00a	7,53a	0,03a	6,33a	5,73a	27,33a
10- Roxinho de praia	0,94a	12,53a	5,67a	18,27a	7,05a	9,74b	8,33a	0,03a	6,67a	6,27a	28,07a
11- Branco de praia	0,92a	13,53a	6,83a	17,91a	6,34a	13,71a	6,80a	0,03a	6,00a	6,53a	28,07a
12- Feijão leite	1,00a	13,67a	5,77a	17,19a	6,43a	12,42a	7,73a	0,03a	6,00a	6,40a	24,67a
13- Manteguinha vermelho	0,96a	14,80a	6,43a	16,69a	6,05a	9,80b	7,27a	0,03a	6,00a	5,93a	28,80a
14- Arigozinho	0,98a	14,07a	6,53a	20,34a	7,06a	10,16b	7,73a	0,03a	6,00a	6,27a	27,07a
15- Manteguinha liso	0,91a	13,07a	5,70a	16,67a	7,12a	10,38b	7,87a	0,04a	6,33a	9,00a	27,20a
16- Caupi preto	0,91a	13,47a	6,20a	16,13a	6,74a	11,66a	7,27a	0,03a	6,67a	4,27a	25,60a
Média geral	0,93	13,94	6,29	17,88	6,74	11,21	7,55	0,04	6,60	6,37	27,35

Média seguida pela mesma letra na coluna não difere, entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Estes resultados são superiores ao encontrado no presente estudo, de forma, que existe variação na biometria das sementes de Feijão-caupi, em função da grande diversidade de variedades existentes. Oliveira et al. (2015b) estudando variedades crioulas de Feijão-caupi, verificaram que os valores médios obtidos para o comprimento da semente variaram de 5,2 mm (para as cultivares Manteiguinha e Manteiguinha Roxo) a 11,8 mm (para a cultivar Arigozinho), valor este estatisticamente superior aos valores apresentados pelas demais cultivares.

Com relação ao descritor LFA foram agrupadas as 16 variedades estudadas em três grupos A, B e C (Tabela 3). O grupo A apresentou valor médio superior, com média de 12,27 cm para a variedade Feijão de corda. Para o descritor CFA as maiores médias foram observadas nas variedades Feijão de corda (12,27 cm), Quarentão (11,83 cm), Fígado de galinha (12,82 cm), Branco de praia (13,14 cm), Feijão leite (12,03 cm), Manteiguinha vermelho (11,56 cm).

Melo (2010) avaliando três cultivares e duas linhagens de Feijão-caupi verificou as maiores médias para comprimento do folíolo apical (15,68 cm) e largura do folíolo apical (11,28 cm). Oliveira et al. (2015b) verificaram que as variedades Roxinho de praia (88,3 mm), Manteiguinha (81,9 mm) e Preto de rama (83,1 mm) apresentaram valores médios superiores para a variável comprimento do folíolo apical. Já para a variável largura do folíolo apical a melhor média foi atribuída a variedade manteiguinha com (46,00 mm). Os resultados discordantes deram-se provavelmente aos ambientes de cultivo e manejo.

Quanto ao descritor CFC foram formados dois grupos (A e B) com média geral de 11,21 cm (Tabela 3). As variedades Feijão leite (12,42 cm), Branco de praia (13,71 cm), Feijão de corda (12,55 cm), Quarentão (11,90 cm), Baiano (12,00 cm) e Caupi preto (11,66 cm) apresentaram as maiores médias para a variável CFC. Quanto a LFC, as variedades foram agrupadas como iguais (Tabela 3). Segundo Lima et al. (2008) o conhecimento relacionado a área foliar são importantes para o entendimento da fotossíntese e o processo de partição de assimilados na determinação do número ideal de folhas para as diferentes regiões, o uso de água e nutrientes e o potencial produtivo também são considerados fatores importantes.

O número de dias compreendidos da sementeira até a emergência, não diferiram estatisticamente ($p > 0,05$) entre si. O número de dias para maturação variou de 46 a 56 dias. De acordo com Freire Filho et al. (2005a) o ciclo é considerado superprecoce quando atinge a maturidade aos 60 dias após a sementeira. O grupo mais precoce foi composto pelos genótipos Manteguiha (46 dias), Caupi preto (47 dias) e Manteguiha liso (47 dias) comprovando assim, a precocidade dessas variedades na região de estudo (Tabela 3). Isto indica que estas variedades podem apresentar rica fonte de genes para o desenvolvimento de cultivares precoces. As variedades Caretinha (55 dias), Corujinha (56 dias), Baiano (55 dias), Manteguiha vermelho (56 dias) apresentaram os ciclos mais tardios (Tabela 3).

A variação dos ciclos é atribuída a diferenciação das variedades ao ambiente de cultivo, e a sensibilidade fotoperiódica que é um fator que depende da altitude da região em que a variedade é testada influenciando diretamente na precocidade da cultura. Segundo Oliveira et al. (2015b) na região norte do Brasil a precocidade é uma alternativa para o plantio e colheita antes das chuvas do inverno amazônico. Além do mais, pode proporcionar mais de um cultivo ao ano, compreendendo os cultivos de sequeiro e irrigado. Segundo Freire Filho et al. (2005a) a precocidade é importante para produtores que cultivam em sistema irrigado, pois torna-se uma alternativa para diminuição do tempo da cultura no campo e conseqüentemente o menor gasto de energia e água. Machado et al. (2008) avaliando 33 genótipos obtidos do Banco Ativo de Germoplasma de Feijão-caupi da Embrapa Meio Norte encontraram média geral de 36,6 dias para o caráter floração inicial, com variação entre 34,3 e 39,4 dias. Segundo Gonçalves (2012) a cultivar BRS Novaera recomendada para região amazônica apresentou ciclo médio-tardio variando de 65 a 70 dias.

Na avaliação do descritor CH e CP verificou-se que as variedades não diferiram estatisticamente ($p > 0,05$) (Tabela 3). Segundo Machado et al. (2008) o comprimento do hipocótilo e o comprimento do pedúnculo curtos, contribuem para a resistência ao acamamento juntamente com fatores relacionados a consistência do ramo principal. Rocha et al. (2009) afirma que o comprimento do hipocótilo e do comprimento do pedúnculo são fatores que contribui para o estudo do melhoramento

do Feijão-caupi resultando em um maior ou menor acamamento das plantas facilitando a colheita mecânica e manual.

Para o descritor AP foram determinados dois grupos (A e B) com média geral de 23,04 cm (Tabela 3). O Grupo A contém os genótipos com as plantas mais altas, sendo estes, Feijão de corda (24,57 cm), Manteguinha (27,03 cm), Mundubim de rama (27,87 cm), Mantegão (27,10 cm), Corujinha (22,93 cm), Fígado de galinha (23,80 cm), Baiano (23,93 cm), Roxinho de praia (24,93 cm), Branco de praia (23,76 cm). Acquaah et al. (1991) trabalhando com feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) indicaram a altura de 50 a 55 cm como ideal para colheita mecanizada em plantas de porte ereto. As variedades estudadas neste trabalho na sua maioria apresentam porte da planta prostrado o que torna difícil a colheita mecanizada dos grãos, sendo um fator importante a ser abordado no programa de melhoramento.

Quanto ao descritor CE que é a medida do tamanho da flor, não diferiu estatisticamente ($p > 0,05$) entre si (Tabela 3). Oliveira et al. (2015b) estudando nove variedades verificaram diferença significativa ($p > 0,05$) para a variável comprimento do estandarte formando quatro grupos, as variedades Manteguinha roxa (13,3 mm) e Manteguinha (15 mm) apresentaram as maiores médias para a variável tamanho da flor.

Na avaliação do descritor NNCP todas as variedades foram agrupadas igualmente não havendo diferença significativa ($p > 0,05$) (Tabela 3). As médias variaram de 5,67 a 6,93. Segundo Matos Filho et al. (2009) as cultivares que forem destinadas a colheita mecânica, devem-se priorizar a seleção de genótipos com as menores médias para os caracteres comprimento do ramo principal e número de nós do ramo principal. Em seu trabalho com linhagens de Feijão-caupi obtiveram médias que variaram de 17,88 a 17,39. Adams (1982) relata que o número de nós do ramo principal em feijão comum deve ficar em torno de 12 a 15 nós, pois quanto maior o número de nós maior é a produção de vagens.

Com relação aos descritores NVPP, LV, NGPV, CMV, NVP, número de ramos principais NRP e AIPV não houve diferença significativa ($p > 0,05$). Os descritores CMV, NVP e NGPV apresentaram média geral de 17,88 cm, 6,37 e 13,94 respectivamente (Tabela 3). As médias para o descritor CMV variaram de 15,24 a

20,34 cm, ficando algumas variedades dentro dos padrões comerciais, sendo uma característica importante a ser estudada no futuro programa de melhoramento. De acordo com Silva e Neves (2011) para atender os padrões comerciais o comprimento de vagem deve ficar acima de 20 cm de comprimento. Os autores trabalharam com três cultivares e 17 linhagens de Feijão-caupi e obtiveram média geral de 19,68 cm para comprimento de vagem, onde formou-se dois grupos englobando metade dos genótipos com comprimento acima de 20 cm atendendo os padrões comerciais e outra metade com comprimento inferior a 20 cm. Já para o descritor número de grãos por vagens os autores verificaram média geral de 14,26.

Santos et al. (2009) estudando quatro variedades de Feijão-caupi, verificaram médias para comprimento de vagem iguais a 16,30 cm, número de vagens por planta de 10,05, e número de grãos por vagens de 12,50.

Silva et al. (2013) avaliando oito linhagens de Feijão-caupi obtiveram média geral para altura de inserção da primeira vagem (34,9 cm), comprimento de vagem (17,0 cm) e número de grãos por vagem (8,6). Os autores concluíram que a população apresentou potencial para seleção e ganhos para todos os caracteres avaliados.

O descritor AIPV avaliado no presente trabalho apresentou média geral de 27,35 cm. Leite et al. (1999) relataram que a inserção das vagens ao nível da folhagem é um fator favorável para evitar o apodrecimento e perdas de grãos por ocorrência de chuvas. Segundo Abreu et al. (2004) é de interesse do melhorista selecionar genótipos que possuam inserção mais alta das primeiras vagens, pois vagens baixas, devido ao contato com o solo, podem ser facilmente deterioradas.

Verificou-se que os descritores NVPP, LV e NRP apresentaram média geral de 1,89; 0,93 e 7,55 cm respectivamente (Tabela 3).

4.1 Divergência genética em variáveis quantitativas

As distâncias mínimas e máximas entre os genótipos estudadas estão apresentadas na Tabela 4. Verificam-se nas distâncias máximas que 56,25% dos genótipos avaliados apresentam sua distância D^2 máximas quando combinadas com o genótipo Feijão de corda (1), sendo os maiores valores de divergência

genética obtidos entre os genótipos Feijão de corda (1) e Branco de praia (11) ($D^2= 248,947776$), e Caupi preto (16) e Feijão de corda (1) ($D^2=232,232362$), indicando a variedade Feijão de corda como a mais divergente. O menor valor de D^2 foi atribuído ao par de genótipo Corujinha (7) e Baiano (9) ($D^2= 26,560851$), indicando grande similaridade entre as duas variedades para os caracteres estudados.

Tabela 5 – Distância generalizada de Mahalanobis (D^2), máximas e mínimas entre as 16 variedades de Feijão-caupi, Rio Branco, AC, 2014

Genótipos	Distância D^2 entre genótipos			
	Mínima		Máxima	
1= Feijão de corda	93,783321	8	248,947776	11
2 =Manteguinha	35,809986	15	195,00996	1
3 =Mudubim de rama	41,16085	4	204,404723	11
4= Mantegão	29,540244	15	146,391228	1
5 =Quarentão	46,667762	9	198,007544	1
6 =Caretinha	31,902476	7	151,593705	11
7 =Corujinha	26,560851	9	136,358554	11
8 =Fígado de galinha	54,129757	15	125,372806	11
9 =Baiano	26,560851	7	156,721145	1
10 =Roxinho de praia	47,242437	13	196,942521	11
11 =Branco de praia	59, 204705	5	248,947776	1
12 =Feijão leite	30,958833	9	176,857115	1
13 =Manteguinha vermelho	27,672888	14	130,301028	16
14 =Arigozinho	27,672888	13	162,583878	1
15 =Manteguinha liso	27,5314	9	149,659277	1
16 =Caupi preto	34,622528	12	232,232362	1
Do conjunto de mínima	26,56 (7 e 9)		125,37 (8 e 11)	
Do conjunto de máxima	93,78 (1 e 8)		248,95 (1 e 11)	

A análise de agrupamento das variedades pelo método de otimização de Tocher utilizou a distância genética existente entre os pares de genótipos. A utilização do método de otimização de Tocher, fundamentado na dissimilaridade, expressa pelas distâncias de Mahalanobis, possibilitou a distribuição dos genótipos estudados em três grupos (Tabela 5). O Grupo (1) foi composto por 14 genótipos

(87,5% dos genótipos); Grupo (2) foi integrado pelo genótipo Branco de praia e o Grupo (3) integrou o genótipo Feijão de corda. Estas combinações são as mais indicadas para serem utilizadas em um futuro programa de melhoramento em Feijão-caupi, devido à alta divergência genética encontrada entre as variedades, aumentando assim, a probabilidade de combinações gênicas favoráveis.

Tabela 6 – Agrupamento de 16 variedades de Feijão-caupi pelo método de otimização de Tocher, utilizando a distância generalizada de Mahalanobis como medida de dissimilaridade, Rio Branco, AC, 2014

Grupos	Genótipos
(1)	Corujinha; Baiano; Manteguinha liso; Mantegão; Caretinha; Arigozinho; Feijão leite; Manteguinha vermelho; Manteguinha; Fígado de galinha; Roxinho de praia; Mudubim de rama; Caupi preto; Quarentão;
(2)	Branco de praia;
(3)	Feijão de corda;

Bonett et al. (2006) estudando 58 cultivares crioulas de Feijão comum em pequenas propriedades rurais do Estado do Paraná e, cinco cultivares padrões utilizadas em plantio comercial, verificaram que a utilização do método de otimização de Tocher, fundamentado na dissimilaridade expressa pelas distâncias de Mahalanobis possibilitou a distribuição das 63 cultivares em nove grupos.

Bertini et al. (2009) verificaram a distribuição das variedades de Feijão-caupi estudadas em 10 grupos pelo método de otimização de Tocher, destacando-se os grupos um e dois com as maiores medidas de dissimilaridade, valores mínimos de D^2 foram obtidos entre os grupos quatro e cinco evidenciando que o intercruzamento entre os genótipos destes respectivos pares de grupo pode não ser indicado para obtenção de genótipos superiores nas gerações segregante.

Barelli et al. (2009) avaliando 35 cultivares tradicionais de Feijão comum, verificaram por meio do método de otimização de Tocher com base na distância generalizada de Mahalanobis a formação de dez grupos.

Observa-se na Tabela 6, que as maiores distâncias D^2 foram obtidas entre os Grupos (1) e (3) e os grupos (2) e (3), evidenciando a importância do grupo (3) como fonte de parentais em um futuro programa de melhoramento. Dessa forma, os cruzamentos entre genótipos altamente divergentes podem aumentar a variabilidade genética na população F1, dando possibilidade para seleção. Os menores valores

da distância D^2 foram obtidos entre os Grupos (1) e (2), sugerindo que o intercruzamento entre os genótipos desses dois grupos, podem não produzir genótipos superiores nas gerações segregantes.

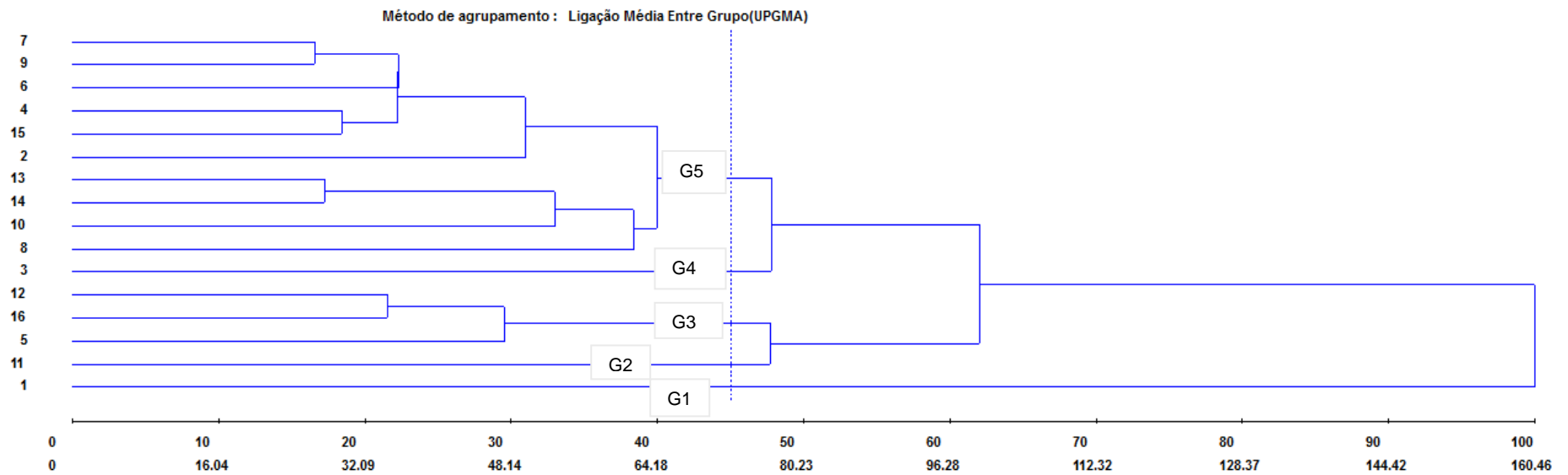
Tabela 7 – Distância média intra e intergrupos correspondentes aos três grupos formados pelas variedades de Feijão-caupi, Rio Branco, AC, 2014

Grupos	1	2	3
(1)	68,46	122,96	154,15
(2)	-	-	248,95
(3)	-	-	-

A utilização do método hierárquico UPGMA, possibilitou a distribuição das linhagens em cinco grupos (Figura 1), os quais podem ser visualizados no dendrograma. Embora não exista um critério para definir quais grupos foram formados o corte do dendrograma foi efetuado a 45%, ponto em que se observou mudança brusca (CRUZ et al.,2004).

Semelhante aos grupos obtidos pelo método de Tocher. O Grupo (1) foi constituído pela variedade Feijão de corda. O Grupo (2) foi formado pela variedade Branco de praia. A maioria das variedades compuseram o Grupo (5). Observa-se no dendrograma a confirmação da variedade Feijão de corda como a mais divergente. Conforme relatos verbais de alguns agricultores dos locais de coleta de sementes, a variedade Feijão-corda foi doada por entidades governamentais. Dessa maneira, do que parece, está é uma variedade recém-chegada ao Estado, por isso ainda não trocou genes com as variedades locais.

Figura 1 – Dendrograma gerado pelo método UPGMA, por meio da matriz de dissimilaridade entre as 16 variedades de Feijão-caupi, utilizando variáveis quantitativas, Rio Branco, AC, 2014



O Coeficiente de Correlação Cofenética (r) obtido através da distância generalizada de Mahalanobis foi de 0,73, o que revela variabilidade na consistência do padrão de agrupamento, indicando boa representação das distâncias no dendrograma. Esse valor foi significativo pelo teste T ($p < 0,01$) baseado em 5000 simulações. O estresse, que determina a precisão de ajuste da projeção gráfica da matriz de similaridade no dendrograma, foi classificado como regular (33,5021%). O grau de distorção foi de 11,2239%. Esse valor confirma o coeficiente de correlação cofenética como uma boa representação das matrizes de similaridade na forma de dendrograma (Tabela 7).

Tabela 8– Adequação do método hierárquico por meio do coeficiente de correlação cofenética, utilizando variáveis quantitativas, Rio Branco, AC, 2014

Estatística	Valor
Correlação cofenética (CCC)	0,73
Graus de liberdade	118
Valor de t	11,59
Probabilidade	**
Distorção (%)	11,22
Estresse (%)	33,50

Cargnelutti Filho et al. (2008) comparando métodos de agrupamentos com base nas medidas de dissimilaridade em cultivares de Feijão comum (*Phaseolus Vulgaris* L.) verificaram que a matriz de distância cofenética, obtida a partir do dendrograma foram de elevada magnitude ($r=0,90$), evidenciando consistência no agrupamento.

Cargnelutti Filho et al. (2010) avaliando a consistência do padrão de agrupamento de cultivares de Feijão comum (*Phaseolus Vulgaris* L.) a partir da combinação de oito medidas de dissimilaridade e oito métodos de agrupamento, verificaram que os coeficientes de correlação cofenética obtidos a partir das matrizes de distâncias de Mahalanobis apresentaram valores intermediários oscilando de 0,5922 a 0,8785 revelando variabilidade na consistência do padrão de agrupamento. O autor ressalta ainda que se deve avaliar a magnitude dos valores de CCC tendo em mente que quanto mais próximos os valores forem da unidade, maior será a consistência do padrão de agrupamento.

Cabral et al. (2011) avaliando 57 acessos de Feijão comum (*Phaseolus Vulgaris* L.) obtiveram o CCC de 0,91 e significativo a 1% de probabilidade pelo teste “t”, demonstrando alta confiabilidade do agrupamento entre a matriz cofenética e a

matriz de dissimilaridade baseada na distância de Mahalanobis. O autor ressalta que quanto maior o CCC menor será a distorção do agrupamento.

As características que apresentaram maior contribuição relativa para divergência segundo o critério proposto por Singh (1981) foram: espessura da semente (21,779%), largura do folíolo apical (15,111%), floração inicial (11,281%), comprimento do folíolo central (9,475%), comprimento da semente (6,253%) e comprimento do folíolo apical (5,497%) que, juntos, representam 69,396% da variabilidade existente entre as variedades avaliadas (Tabela 8).

Tabela 9 – Contribuição relativa das características para a dissimilaridade genética de 16 variedades de Feijão-caupi, pelo método proposto por Singh (1981), em ordem decrescente de importância, utilizando variáveis quantitativas, Rio Branco, AC, 2014

Variáveis	Valor (%)
Espessura da semente	21,779
Largura do folíolo apical	15,111
Floração inicial	11,281
Comprimento do folíolo central	9,475
Comprimento da semente	6,253
Comprimento do folíolo apical	5,497
Largura da semente	4,849
Comprimento do hipocótilo	4,635
Altura da planta	4,200
Comprimento estandarte	3,627
Número de vagem por pedúnculo	2,534
Largura da vagem	1,743
Número de grãos por vagens	1,645
Altura de inserção da 1ª vagem	1,552
Número de nós no caule principal	1,092
Comprimento da vagem	1,076
Floração média	1,455
Largura do folíolo central	0,786
Número de ramos principais	0,713
Comprimento do pedúnculo	0,346
Emergência	0,315
Número de vagem por planta	0,035

Estas características são as mais eficientes em explicar a dissimilaridade entre os genótipos testados. As Características relacionadas a área foliar da planta estão ligados a absorção de fotoassimilados, de forma que, na época do estabelecimento do experimento altas temperaturas e elevadas quantidades de chuva acometeram a região. Em relação a biometria das sementes, existe uma grande diversidade de variedades existentes. Além da variabilidade, essas sementes passam por um processo de seleção realizado pelos agricultores que selecionam de acordo com o padrão desejado. A característica número de vagem por planta contribuiu com apenas 0,035% da dissimilaridade. Entretanto, essa característica é importante por esta ligada a produtividade (Tabela 8).

Vários resultados discordantes têm sido encontrados no estudo da diversidade quanto a contribuição de cada componente. Santos et al. (2014) avaliando 20 genótipos de Feijão-caupi, verificaram que os caracteres massa de cinco vagem e massa de grãos de cinco vagens foram os que mais contribuíram para divergência genética em genótipos de Feijão-caupi. Bertini et al. (2009) verificaram que os caracteres comprimento de vagem e massa de cinco grãos apresentaram maior contribuição para divergência em genótipos de Feijão-caupi. Oliveira et al. (2003) quantificando a divergência genética de 16 cultivares de caupi, verificaram que os caracteres que mais contribuíram para a diversidade genética foram o comprimento da vagem (36,87%), o peso de 100 sementes (19,21%) e o número de sementes/vagem (9,62%), as variáveis que menos contribuíram foram o peso de grãos por planta (0,35%), o número de nós no ramo principal (1,62%) e o número de vagens/planta (3,89%). Cabral et al. (2011) avaliando 57 acessos de Feijão comum (*Phaseolus Vulgaris* L.) observaram que as variáveis com as maiores contribuições relativas foram peso de 100 sementes (24,01%), seguida por período vegetativo (20,39%), período reprodutivo (17,16%) e comprimento de semente (14,87%).

4.2 Divergência genética em variáveis multicategóricas – dados qualitativos

Os dados multicategóricos, baseados em 15 características morfológicas possibilitaram estimar a dissimilaridade genética de acordo com a distância baseada em variáveis multicategóricas (d_{ij}) Tabela 9. A análise do coeficiente de similaridade

para os descritores multcategóricos demonstrou dissimilaridades acima de 50% para 33 combinações das 17 variedades analisadas. O inter cruzamento entre genótipos divergentes tem sido preferido pelos melhoristas uma vez que aumentam as chances de obtenção de genótipos superiores em gerações segregantes.

Tabela 10 – Coeficiente de dissimilaridade entre 17 variedades tradicionais de Feijão-caupi, CP: Concordância de valores; CN: Concordância de ausência de informação; D: Discordância de valores e E: Discordância de valores; envolvendo ausência de informação, Rio Branco, AC, 2014

Acessos		CP	CN	D	E	Valor (%)
1	2	9	4	2	0	0,18
1	3	8	4	3	0	0,36
1	4	7	3	4	1	0,36
1	5	6	3	5	1	0,45
1	6	6	3	5	1	0,45
1	7	9	4	2	0	0,18
1	8	8	3	3	1	0,36
1	9	7	4	4	0	0,36
1	10	7	3	4	1	0,36
1	11	7	3	4	1	0,36
1	12	8	4	3	0	0,27
1	13	7	3	4	1	0,36
1	14	8	3	3	1	0,36
1	15	10	4	1	0	0,18
1	16	9	3	2	1	0,18
1	17	7	4	4	0	0,55
2	3	6	4	5	0	0,54
2	4	7	3	4	1	0,36
2	5	6	3	5	1	0,45
2	6	5	3	6	1	0,56
2	7	8	4	3	0	0,27
2	8	7	3	4	1	0,45
2	9	6	4	5	0	0,45
2	10	6	3	5	1	0,45
2	11	6	3	5	1	0,45
2	12	6	4	5	0	0,45
2	13	5	3	6	1	0,55
2	14	6	3	5	1	0,55
2	15	9	4	2	0	0,17
2	16	7	3	4	1	0,36
2	17	6	4	5	0	0,64
3	4	5	3	6	1	0,50
3	5	8	3	3	1	0,27
3	6	8	4	5	0	0,33
3	7	6	4	5	0	0,55
3	8	8	3	3	1	0,33
3	9	10	4	1	0	0,27
3	10	5	3	6	1	0,58
3	11	5	3	6	1	0,58
3	12	8	4	3	0	0,36
3	13	9	3	2	1	0,25
3	14	10	3	1	1	0,08
3	15	7	4	4	0	0,33

Tabela 9 – Coeficiente de similaridade entre 17 variedades tradicionais de Feijão-caupi, CP: Concordância de valores; CN: Concordância de ausência de informação; D: Discordância de valores e E: Discordância de valores; envolvendo ausência de informação, Rio Branco, AC, 2014

(Continua)

Acessos		CP	CN	D	E	Valor (%)
3	16	6	3	5	1	0,50
3	17	8	4	3	0	0,25
4	5	9	3	3	0	0,36
4	6	7	3	5	0	0,42
4	7	8	3	3	1	0,27
4	8	7	3	5	0	0,50
4	9	4	3	7	1	0,64
4	10	9	3	3	0	0,25
4	11	9	3	3	0	0,25
4	12	7	3	4	1	0,36
4	13	7	3	5	0	0,42
4	14	5	3	7	0	0,58
4	15	7	3	4	1	0,42
4	16	9	3	3	0	0,16
4	17	5	3	6	1	0,58
5	6	10	3	2	0	0,18
5	7	5	3	6	1	0,55
5	8	8	3	4	0	0,36
5	9	7	3	4	1	0,27
5	10	6	3	6	0	0,45
5	11	6	3	6	0	0,45
5	12	6	3	5	1	0,36
5	13	10	3	2	0	0,18
5	14	8	3	4	0	0,27
5	15	6	3	5	1	0,45
5	16	6	3	6	0	0,45
5	17	7	3	4	1	0,36
6	7	6	3	5	1	0,45
6	8	9	3	3	0	0,33
6	9	7	3	4	1	0,36
6	10	8	3	4	0	0,42
6	11	7	3	5	0	0,42
6	12	6	3	5	1	0,45
6	13	10	3	2	0	0,17
6	14	8	3	4	0	0,33
6	15	7	3	4	1	0,42
6	16	6	3	6	0	0,42
6	17	8	3	3	1	0,33
7	8	8	3	3	1	0,36
7	9	5	4	6	0	0,55
7	10	9	3	2	1	0,18
7	11	9	3	2	1	0,18
7	12	8	4	3	0	0,27
7	13	5	3	6	1	0,55
7	14	6	3	5	1	0,55
7	15	10	4	1	0	0,18
7	16	9	3	2	1	0,18
7	17	8	4	3	0	0,45
8	9	7	3	4	1	0,45
8	10	7	3	5	0	0,33
8	11	7	3	5	0	0,33
8	12	6	3	5	1	0,54

Tabela 9 – Coeficiente de similaridade entre 17 variedades tradicionais de Feijão-caupi, CP: Concordância de valores; CN: Concordância de ausência de informação; D: Discordância de valores e E: Discordância de valores; envolvendo ausência de informação, Rio Branco, AC, 2014

Acessos		CP	CN	D	E	(Conclusão) Valor (%)
8	13	8	3	4	0	0,41
8	14	8	3	4	0	0,33
8	15	9	3	2	1	0,25
8	16	6	3	6	0	0,50
8	17	8	3	3	1	0,33
9	10	4	3	7	1	0,63
9	11	4	3	7	1	0,63
9	12	7	4	4	0	0,27
9	13	8	3	3	1	0,27
9	14	9	3	2	1	0,27
9	15	6	4	5	0	0,55
9	16	5	3	6	1	0,55
9	17	7	4	4	0	0,45
10	11	11	3	1	0	0,08
10	12	7	3	4	1	0,36
10	13	6	3	6	0	0,50
10	14	6	3	6	0	0,58
10	15	8	3	3	1	0,33
10	16	9	3	3	0	0,25
10	17	6	3	5	1	0,50
11	12	8	3	3	1	0,36
11	13	7	3	5	0	0,41
11	14	7	3	5	0	0,50
11	15	8	3	3	1	0,33
11	16	9	3	3	0	0,25
11	17	6	3	5	1	0,50
12	13	8	3	3	1	0,36
12	14	9	3	2	1	0,36
12	15	7	4	4	0	0,45
12	16	8	3	3	1	0,27
12	17	7	4	4	0	0,45
13	14	10	3	2	0	0,17
13	15	6	3	5	1	0,50
13	16	7	3	5	0	0,33
13	17	7	3	4	1	0,41
14	15	7	3	4	1	0,33
14	16	6	3	6	0	0,50
14	17	8	3	3	1	0,25
15	16	8	3	3	1	0,33
15	17	8	4	3	0	0,33
16	17	6	3	5	1	0,58

As variedades com maior número de concordância de categorias, apresentam maior similaridade, de forma que o cruzamento entre estas combinações pode não produzir genótipos superiores em populações segregantes.

Verifica-se na Tabela 9 que as combinações entre as 17 variedades apresentaram maior similaridade do que dissimilaridade. Essa similaridade pode ocorrer pela troca de genótipos entre produtores, mistura mecânica, seleção pelos agricultores e pelo período de estabelecimento dessas variedades na região.

Santos et al. (2013) estudando a dissimilaridade em variedades tradicionais de Feijão-caupi por meio de variáveis multicategóricas, verificaram que a maior similaridade ocorreu entre genótipos (Mudubim de Rama) e (Caupi Preto) com valor igual a 87,5% de concordância entre as oito variáveis. As menores similaridades foram detectadas entre os genótipos (Feijão de corda) e (Quarentão); (Feijão de corda) e (Mudubim de rama); (Quarentão) e (Mudubim de rama). Borges et al. (2013) estudando cinco variedades tradicionais de Feijão-caupi, verificaram que a maior distância foi detectada entre as variedades Feijão de corda e Manteguinha; e a menor entre Quarentão e Mudubim de rama, indicando que há dissimilaridade entre as variedades de feijão-caupi presentes no Estado do Acre.

Oliveira et al. (2015a) avaliando a dissimilaridade entre cultivares tradicionais de Feijão-caupi por meio de variáveis multicategóricas, verificaram a dissimilaridade entre os genótipos com valor igual a 100% de discordância entre as dez variáveis analisadas. Kloster et al. (2011) estudando a divergência genética por meio de variáveis multicategóricas, verificaram a existência de diferenciação genética entre as cultivares analisadas, devido a seus pools gênicos de origem. As cultivares que se comportaram como as mais similares, com menor valor de d_{ij} , pertenciam ao centro de domesticação Mesoamericano.

Na avaliação de 65 acessos coletados na região de Cáceres, Gonçalves et al. (2014) verificaram um número muito grande de acessos similares, além de identificarem alguns genótipos que diferiram completamente dos demais analisados.

O método de otimização de Tocher possibilitou o agrupamento das variedades em seis grupos Tabela 11. O Grupo (1) apresentou como características principais para agrupamento das variedades, similaridade quanto a aderência da testa, cor da semente (variedades Feijão leite e Branco; apresentaram o mesmo

padrão quanto a cor da semente), cor da folha, mancha foliar, textura da folha, vigor da planta, padrão de pigmentação das flores (as variedades Mudubim de rama e Manteguinha vermelho; Branco e feijão leite apresentaram o mesmo padrão de pigmentação de flores), separação da testa, porte da planta (as variedades Mudubim de rama, Feijão leite e Manteguinha vermelho apresentaram o mesmo porte da planta), forma do folíolo central, distribuição da vagem na copa da planta, cor da flor (as variedades Mudubim de rama e Manteguinha vermelho; Quarentão, Branco e Feijão leite apresentaram o mesmo padrão quanto a cor da flor) cor da vagem, espessura da parede da vagem e compressão da semente.

Tabela 11 – Agrupamento de 16 variedades de Feijão-caupi pelo método de otimização de Tocher, através de variáveis multicategóricas – qualitativo, Rio Branco, AC, 2014

Grupos	Genótipos
(1)	Mudubim de rama; Manteguinha vermelho; Feijão leite; Quarentão; Branco;
(2)	Baiano; Roxinho de praia; Caretinha; Manteguinha liso; Mantegão;
(3)	Feijão de corda; Manteguinha; Arigozinho
(4)	Fígado de galinha; Branco de praia
(5)	Caupi preto
(6)	Corujinha

O Grupo (2) foram similares quanto aos descritores aderência da testa, cor da semente (as variedades Baiano e Roxinho de praia apresentaram o mesmo padrão quanto a cor da semente) cor da folha, mancha foliar, textura da folha, vigor da planta, padrão de pigmentação das flores (as variedades Mantegão e Manteguinha liso; Baiano e Roxinho de praia apresentaram o mesmo padrão de pigmentação das flores), separação da testa, porte da planta (as variedades Caretinha, Manteguinha liso e Roxinho de praia apresentaram o mesmo padrão quanto ao porte da planta), forma do folíolo central, distribuição da vagem na copa da planta, cor da flor (as variedades Baiano, Caretinha, Manteguinha liso,

Mantegão apresentaram o mesmo padrão quanto a cor da flor), espessura da parede da vagem, cor da vagem e compressão da semente.

O Grupo (3) apresentou similaridade quanto aos descritores aderência da testa, cor da folha, mancha foliar, textura da folha, vigor da planta, padrão de pigmentação das flores, separação da testa, forma do folíolo central, distribuição da vagem na copa da planta, cor da flor, espessura da parede da vagem, cor da vagem, compressão da semente.

As variedades do Grupo (4) apresentaram similares quanto aderência da testa, mancha foliar, vigor da planta, padrão de pigmentação das flores, separação da testa, porte da planta, distribuição da vagem na copa da planta, cor da flor, espessura da parede da vagem, cor da vagem, compressão da semente. As características qualitativas analisadas pelo método de otimização de Tocher foram capazes de diferenciar as variedades avaliadas em seus determinados Grupos por meio da similaridade existente. Os demais Grupos foram formados por apenas uma variedade, sugerindo que esses sejam os mais divergentes entre as 17 variedades estudadas.

O agrupamento pelo método de otimização de Tocher utilizando dados quantitativos Tabela 5 foi parcialmente concordante ao agrupamento utilizando dados qualitativos Tabela 10. Na análise de dados quantitativos houve a formação de três grupos, enquanto o agrupamento de dados qualitativos formou 6 grupos. A formação do Grupo (1) e do Grupo (2) das análises multicategóricas foram similares ao Grupo (1) das análises quantitativas. As variedades Manteguinha e Arigozinho também foram agrupadas de forma semelhante em ambas as análises de otimização, indicando similaridade entre os genótipos.

Os descritores quantitativos Tabela 5 e multicategóricos Tabela 10 das análises de otimização foram discordantes em agrupar de forma isolada as variedades Feijão de corda, Branco de praia, Caupi preto e Corujinha. Indicando a variedade Feijão de corda como a mais divergente no estudo dos descritores quantitativos. Enquanto as variedades Caupi preto e Corujinha foram as mais divergentes no estudo dos descritores qualitativos. Deve-se levar em consideração

que as variáveis quantitativas são fortemente influenciadas pelo ambiente, enquanto as qualitativas sofrem pouca influência.

Santos et al. (2013) verificaram a formação de três grupos diferenciados, de forma que os genótipos Mudubim de rama, Manteguinha e Caupi preto foram agrupados de forma similar. O genótipo Quarentão compôs o grupo dois e o genótipo Feijão de corda o grupo três, confirmando novamente essa variedade como a mais divergente. Santos et al. (2015) avaliando 42 genótipos de Feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) verificaram pelo método de otimização de Tocher a formação de sete grupos distintos. Gonçalves et al. (2014) utilizando o método de otimização Tocher, fundamentado na matriz de dissimilaridade, baseado em descritores qualitativos multicategóricos, verificaram a distribuições dos 65 acessos de Feijão comum em seis grupos.

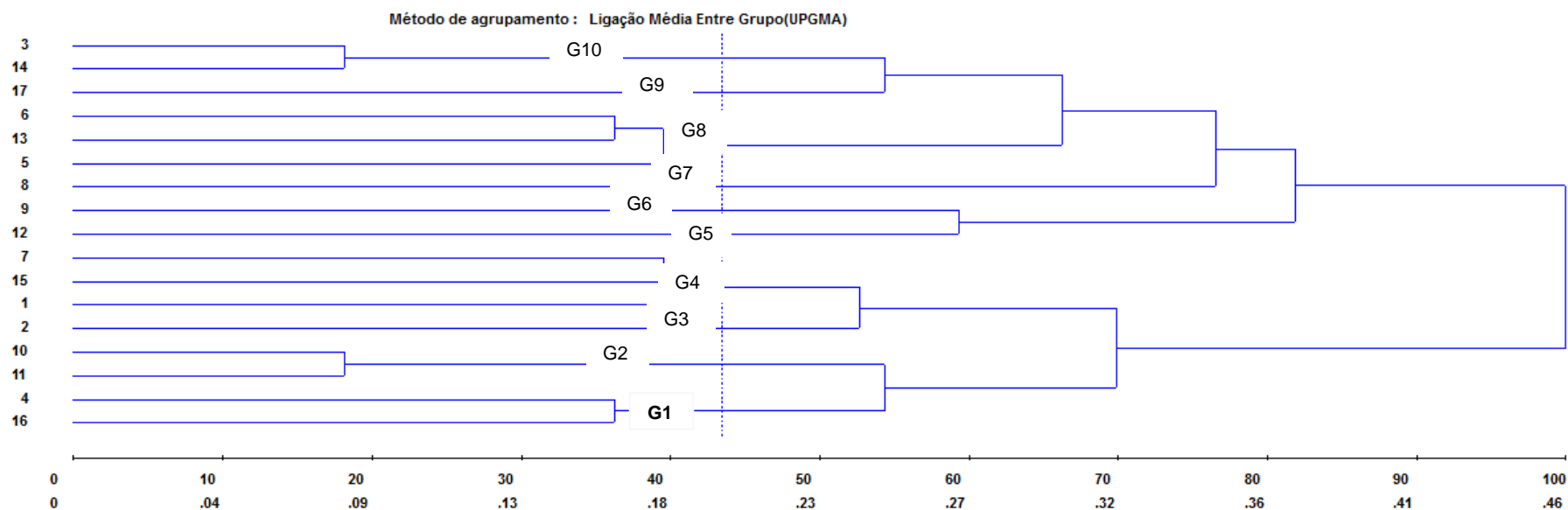
A análise multivariada utilizando dados multicategóricos tem se mostrado eficiente na determinação da divergência genética. Porém poucos trabalhos têm sido realizados. Bento et al. (2007) analisaram 28 acessos de *Capsicum* spp. verificaram por meio do método de otimização de Tocher a formação de sete grupos. SUDRÉ et al. (2006) estudando a divergência fenotípica entre 59 acessos de *Capsicum* spp., utilizando 15 descritores qualitativos, obtiveram a formação de oito grupos pelo método de Tocher. Vieira et al. (2005) verificaram a formação de 34 grupos distintos pelo método de otimização de Tocher, analisando 356 acessos de mandioca

A partir do corte no dendrograma, em aproximadamente 45%, ponto em que se observou mudança brusca, foram formados 10 grupos (Figura 2). O dendrograma apresentou um agrupamento de forma mais detalhada quando comparado com o agrupamento proposto pelo método de otimização de Tocher. O método UPGMA apresenta uma formação mais complexa, referindo-se as menores distâncias, permitindo a visualização das variedades mais similares dentro dos grupos.

Os descritores responsáveis pelo agrupamento das variedades do Grupo (1) e do Grupo (2) (Figura 2) foram os mesmos do Grupo (2) do método de otimização de Tocher (Tabela 10). A similaridade entre as variedades do Grupo (4) fora em decorrência dos descritores aderência da testa, cor da folha, mancha foliar, textura

da folha, vigor da planta, padrão de pigmentação das flores, separação da testa, forma do folíolo central, distribuição da vagem na copa da planta, cor da flor, espessura da parede da vagem, cor da vagem, compressão da semente, porte da planta. O Grupo (8) e o Grupo (10) do dendrograma se assemelhou ao Grupo (1) do método de otimização de Tocher Tabela 10 de maneira que a similaridade foi determinada para ambos os métodos pelos mesmo descritores.

Figura 2 – Dendrograma gerado pelo método UPGMA, por meio da matriz de dissimilaridade entre as 17 variedades de Feijão-caupi, utilizando variáveis multicategóricas - qualitativos, Rio Branco, AC, 2014



Kloster et al. (2011) avaliando 22 cultivares de Feijão comum utilizando como medida de dissimilaridade a Distância baseada em Variáveis Multicategóricas, em que a divergência dentro de cada grupo é restrita, verificaram a identificação de quatro grupos pelo método UPGMA. Gonçalves et al. (2014) verificaram a formação de cinco grupos com base na dissimilaridade estimada a partir de 65 acessos de Feijão comum e oito características qualitativas. Os autores ressaltam que a descrição e avaliação dos acessos de feijoeiro através das oito características qualitativas apresentaram um agrupamento de forma mais detalhada, enquanto que as cinco características quantitativas, formou um número menor de grupos, indicado para futuros trabalhos o uso maior de características qualitativas e quantitativas.

O agrupamento das variedades de Feijão-caupi pelo método de ligação média entre grupos para ambos os dados quantitativos Figura 1 e qualitativos Figura 2 foram discordantes. Somente as variáveis Quarentão e Feijão leite foram agrupadas de forma semelhantes. O agrupamento formado pelo método de otimização de Tocher demonstrou maior similaridade entre as variedades analisadas para ambas as variáveis quantitativas Tabela 5 e multicategóricas Tabela 10. Segundo Bertan et al. (2006) o método de Tocher preconiza sempre as maiores distâncias entre grupos em relação à distância dentro dos grupos e o método UPGMA calcula as menores distâncias entre os genótipos, permitindo assim uma melhor visualização. Segundo Campos et al. (2010) O método UPGMA associado ao Tocher fornece um suporte mais eficiente para a determinação de divergência, em que o método de Tocher discrimina cada grupo e o UPGMA discrimina cada genótipo. Segundo Rocha et al. (2010) a análise conjunta de dados qualitativo e quantitativo permitir uma melhor compreensão das características estudadas e uma conclusão mais ampla do ponto de vista estatístico sobre a relação genética existente entre os genótipos estudados.

O emprego do coeficiente de correlação cofenética (CCC), apresentou valor $r = 0,75$ o que revela variabilidade na consistência do padrão de agrupamento, confirmando o coeficiente como uma boa representação das matrizes de similaridade (Tabela 11). Este valor foi significativo pelo t baseado em 5000 simulações. Quanto maior o valor do CCC, menor será a distorção entre os genótipos no agrupamento. O estresse, que determina a precisão de ajuste da

projeção gráfica da matriz de similaridade no dendrograma, foi classificado como regular (20,7184). Confirmando o coeficiente de correlação cofenética como uma boa representação da matriz de dissimilaridade.

Tabela 12 – Adequação do método hierárquico por meio do coeficiente de correlação cofenética, utilizando variáveis multicategóricas – qualitativos, Rio Branco, AC, 2014

Estatística	Valor
Correlação cofenética (CCC)	0,75
Graus de liberdade	139
Valor de t	12,98
Probabilidade	**
Distorção (%)	4,29
Estresse (%)	20,72

5 CONCLUSÕES

- Há variabilidade entre os 16 genótipos tradicionais de Feijão-caupi, para variáveis quantitativas;
- Os maiores valores de divergência para as variáveis quantitativas foi obtido entre as variedades Feijão de corda e Branco de praia; Caupi preto e Feijão de corda, indicando que o intercruzamento aumentaria as chances de obtenção de genótipos superiores nas gerações segregantes.
- O genótipo Feijão de corda foi o mais divergente nas análises quantitativas.
- As características mais eficientes em explicar a dissimilaridade entre os genótipos testados foi: espessura da semente, largura do folíolo apical, floração inicial, comprimento do folíolo central, comprimento da semente e comprimento do folíolo apical.
- Há similaridade e dissimilaridade entre as 17 variedades tradicionais de feijão-caupi, para as variáveis multicategóricas.
- Apesar de apresentar um número grande de variedades similares, os métodos são eficazes em identificar alguns materiais que diferem completamente dos demais analisados.
- A maior divergência para as variáveis multicategóricas foi observada nas variedades Caupi preto e Corujinha

REFERÊNCIAS

- ABREU, F. B.; LEAL, N. R.; RODRIGUES, R.; AMARAL JÚNIOR, A. T. do; SILVA, D. J. H. Divergência genética entre acessos de feijão-de-vagem de hábito de crescimento indeterminado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.3, p.547-552, jul./set. 2004.
- ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; SANTOS, A. A. dos; SOBRINHO, C. A.; BASTOS, E. A.; MELO, F. de B.; VIANA, F. M. P.; FREIRE FILHO, F. R.; CARNEIRO, J. da S.; ROCHA, M. de M.; CARDOSO, M. J.; SILVA, P. H. S. da; RIBEIRO, V. Q. **Cultivo do Feijão-caupi (*Vigna Unguiculata* (L.) Walp)**. PI. Teresina: EMBRAPA-Centro de Pesquisa agropecuária do meio norte, 2002. 108 p. (Embrapa Meio-Norte. Sistemas de produção: 2).
- ACQUAAH, G.; ADAMS, M. W.; KELLY, J. D. Identification of effective indicators of erect plant architecture in dry bean. **Crop Science**, Madison, v. 31, n. 01. p. 261-264, mar./apr. 1991.
- ADAMS, M. W. Plant architecture and yield breeding. **Iowa State Journal of Research**, Ames, v. 56, n. 03, p. 225-254, 1982.
- AMORIM, E. P. et al. Divergência genética em genótipos de girassol. **Ciência Agrotecnologia**, Lavras, v. 31, n. 6, p. 1637-1644, nov./dez. 2007.
- ANDRADE, F. N.; ROCHA, M. de M.; GOMES, R. L. F.; FREIRE FILHO, F. R.; RAMOS, S. R. R. Estimativas de parâmetros genéticos em genótipos de feijão-caupi avaliados para feijão fresco. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, CE, v. 41, n. 2, p. 253-258, abr./jun. 2010.
- BARELLI, M. A. A.; GONÇALVES-VIDIGAL, M. C. G.; VIDIGAL FILHO, P. S.; NEVES, L. G. SILVA, H. T. da. Divergência genética em cultivares tradicionais de feijão do Estado de Mato Grosso do Sul. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 30, n. 1, p. 1061-1072, jun. 2009.
- BENTO, C. dos S.; SUDRE, C. P.; RODRIGUES, R.; RIVA, E. M.; PEREIRA, M. G. Descritores qualitativos e multicategóricos na estimativa da variabilidade fenotípica entre acessos de pimentas. **Scientia Agraria**, v. 8, n. 2, p. 149-156, maio. 2007.
- BERTAN, I.; CARVALHO, F. I. F. de; OLIVEIRA, A. C. de; VIEIRA, E. A.; HARTWIG, I.; SILVA, J. A. G. da; SHIMIDT, D. A. M.; VALÉRIO, I. P.; BUSATO, C. C.; RIBEIRO, G. Comparação de métodos de agrupamento na representação da distância morfológica entre genótipos de trigo. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 3, p. 279-286, jul-set, 2006.
- BERTINI, C. H. C. de M.; TEÓFILO, E. M.; DIAS, F. T. C. Divergência genética entre acessos de feijão-caupi do banco de germoplasma da UFC. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, CE, v. 40, n. 1, p. 99-105, jan./mar. 2009.
- BERTINI, C.H. C. de M.; ALMEIDA, W. S. de; SILVA, A. P. M. da; LIMA, J. W. L.; 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, out./dez. 2010.

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

BONETT, L. P.; GONÇALVES-VIDIGAL, M. C.; SCHUELTER, A. R.; VIDIGAL FILHO, P. S.; GONELA, A.; LANCANALLO, G. F. Divergência genética em germoplasma de feijoeiro comum coletado no estado do Paraná, Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 4, p. 547-560, out./dez. 2006.

BORGES, V.; NASCIMENTO, F. S. S.; MARINHO, J. T.; SIVIERO, A.; PEREIRA, A. A. A.; COSTA, R. B. A. da. Dissimilaridade de variedades tradicionais de feijão-caupi do acre por variáveis quantitativas. In: II Simpósio da Rede de Recursos Genéticos Vegetais do Nordeste, 2013, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, CE: II Simpósio da RGV Nordeste, 2015. (R 77).

CABRAL, P. D. S.; SOAREA, T. C. B.; LIMA, A. B. de P.; ALVES, D. de S.; NUNES, J. A. Diversidade genética de acessos de feijão comum por caracteres agrônômicos. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, CE, v. 42, n. 4, p. 898-905, out-dez, 2011.

CAMPOS, A. L. de; ZACARIAS JÚNIOR, A.; COSTA, D. L.; NEVES, L. G.; BARELLI, M. A. A.; SOBRINHO, S. P.; LUZ, P. B. da. Avaliação de acessos de mandioca do banco de germoplasma da UEMAT Cáceres – Mato Grosso. **Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas**, V. 4, N. 2, p. 44, ago. 2010.

CARGNELUTTI FILHO, A.; RIBEIRO, N. D.; REIS, R. C. P.; SOUZA, J. R.; JOST, E. Comparação de métodos de agrupamento para o estudo da divergência genética em cultivares de feijão. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 38, n. 8 p. 2138-2145, nov. 2008.

CARGNELUTTI FILHO, A.; RIBEIRO, N. D.; BURIN, C. Consistência do padrão de agrupamento de cultivares de feijão conforme medidas de dissimilaridade e métodos de agrupamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 45, n. 3, p. 236-243, mar. 2010.

CARVALHO, L. P.; LANZA, M. A.; FALIERI, J.; SANTOS, J. W. Análise da diversidade genética entre acessos de banco ativo de germoplasma de algodão. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, DF, v. 38, n. 10, p. 1149-1155, out. 2003.

CARVALHO, M. F. de; CRISTANE, M.; FARIAS, F. L.; COIMBRA, J. L. M.; BOGO, A.; GUIDOLIN, A. F. Caracterização da diversidade genética entre acessos crioulos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) coletados em Santa Catarina por marcadores RAPD. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 38, n. 6, p.1522-1528, set. 2008.

COELHO, C. M. M.; ZILIO, M.; SOUZA, C. A.; GUIDOLIN, A. F.; MIQUELLUTI, D. J. Características morfo-agronômicas de cultivares crioulas de feijão comum em dois anos de cultivo. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 1177-1186, maio. 2010.

COULIBALY, O.; LOWENBERG-DEBOER, J. The economics of cowpea in West Africa. In: FATOKUN, C. A.; TARAWALI, S. A.; SINGH, B. B.; KORMAWA, P. M.; TAMO, M. (Ed.). **Challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production**. Ibadan: IITA, 2002. p. 351-366.

CONAB. - **Companhia Nacional de Abastecimento**. Acompanhamento da safra brasileira de grãos, v. 2 - Safra 2014/15, n. 10 - Décimo Levantamento, jul. 2015.

CONAB. - **Companhia Nacional de Abastecimento**. Perspectiva para a agropecuária, Brasília, v. 2, p. 1-155, set. 2014.

CORREA, A. M.; GONÇALVES, M. C. Divergência genética em genótipos de feijão comum cultivados em Mato Grosso do Sul. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 59, n. 2, p. 206-212, mar./abr. 2012.

CRUZ, C. D. **Programa Genes**: versão Windows; aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa, Imprensa Universitária. 2011, 390p.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, 2004. 480p.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa, MG: UFV, v. 2, 2006. 585p.

EHLERS, J. D.; HALL, A. E. Cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.). **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 1, n. 53, p. 187-204, jul. 1997.

ELIAS, H. T.; VIDIGAL, M. C. G.; GONELA, A.; VOGT, G. A. Variabilidade genética em germoplasma tradicional de feijão-preto em Santa Catarina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 10, p. 1443-1449, out. 2007.

FARIS, D. G. The chromosomes of *Vigna sinensis* (L.) Savi. **Canadian Journal of Genetics and Cytology**, Ottawa, v. 6, n. 3, p. 255-258, 1964.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBELRO, V. Q.; BANDEIRA, L. M. R. **Cultivares de feijão caupi recomendadas para o plantio nas regiões Norte e Nordeste: ano agrícola 1996/97**. PI. Teresina: EMBRAPA-Centro de Pesquisa agropecuária do meio norte, 1997. 26p. (EMBRAPA-CPAMN. Documentos, 22).

FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (Org.). **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005a, 519 p.

FREIRE FILHO, F. R.; CRAVO, M. S.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. M.; CASTELO, E. O.; BRANDÃO, E. S.; BELMINO, C. S. **BRS Urubuquara: Cultivar de Feijão-caupi para a Região Bragantina**, PA. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. 2005b. (Comunicado Técnico, 135).

FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M de M.; SILVA, K. J. D. E.; RIBEIRO, V. Q.; MOGUEIRA, M. do S. da R. Feijão-caupi: Melhoramento genético, resultados e perspectivas. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE GENÉTICA E MELHORAMENTO DE PLANTAS, 2009, FORTALEZA. O melhoramento genético no contexto atual. **Anais...** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical/UFC. p. 25-59.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. de M.; SILVA, K. J. D.; NOGUEIRA, M. do S. da R.; RODRIGUES, E. V. **Feijão-caupi: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. 2011. 81p.

GONÇALVES, D. de L.; AMBROZIO, V. C.; BARELLI, M. A. A.; NEVES, L. G.; SOBRINHO, S. P.; LUZ, P. B. da; SILVA, C. R. da. Divergência genética de acessos tradicionais de feijoeiros através de características da semente. **Bioscience Journal**, Uberlandia, v. 30, n. 6, p. 1671-1681, Nov./Dec. 2014.

GONÇALVES, J. R. P. 2012. **BRS Nova era: cultivar de feijão-caupi para cultivo em várzeas do Amazonas**. (EMBRAPA Meio Ambiente/SP, Comunicado Técnico, n. 51), Jaguariúna, São Paulo, 2012, 4 p.

JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. **Applied multivariate statistical analysis**. 6. Ed. Person: Prentice hall, 2007. 773 p.

KLOSTER, G. S. BARELLI, M. A. A.; SILVA, C. R.; NEVES, L. G.; SOBRINHO, S. de P.; LUZ, P. B. da. Análise da divergência genética através de caracteres morfológicos em cultivares de feijoeiro. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 3, p. 452-459, jul./set. 2011.

KRUSKAL, J. B. Multidimensional scaling by optimizing goodness of fit to a nonmetric hypothesis. **Psychometrika**, Stockholm, v. 29, n. 1, p. 1-27, mar. 1964.

LEITE, M. L.; VIRGENS FILHO, J. S.; RODRIGUES, J. D. Produção e componentes de produção de cultivares de caupi *Vigna unguiculata* (L.) Walp.), em Botucatu – SP. **Revista de la Facultad de Agronomía**, Maracay, v. 25, n. 2, p. 115-124, 1999.

LIBERATO, M. C.; Feijão. In: Enciclopédia Verbo Luso-Brasileira da cultura. Edição século XXI, vol. 1, Ed. Verbo, 1999.

LIMA, C. J. G. de S.; OLIVEIRA, F. de A. de; MEDEIROS, J. F. de; OLIVEIRA, M. K. T. de; OLIVEIRA FILHO, A. F. de O. Modelos matemáticos para estimativa de área foliar de feijão caupi. **Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 1, p. 120-127, jan./mar. 2008.

LOPES, E. M. L.; FREIRE FILHO, F. R.; GOMES, R. L. F.; MATOS FILHO, C. H. A. Caracterização morfo-agronômica de cultivares locais de feijão-caupi do grupo Canapu. Teresina, PI: Embrapa Meio-Norte, 2006. 6 p. (Documentos, 121).

MACHADO, C. de F.; TEXEIRA, N. J. P.; FREIRE FILHO, F. R.; ROCHA, M. de M.; GOMES, R. L. F. Identificação de genótipos de feijão-caupi quanto à precocidade, arquitetura da planta e produtividade de grãos. **Revista Ciência Agrônoma**, Fortaleza, CE, v. 39, n. 1, p. 114-123, Jan./Mar. 2008.

MAHALANOBIS, P.C. On the generalized distance in statistics. **Proceedings of Natural Institute of Sciences**, Bengal, v.2, n. 1 p. 49-55, abr. 1936.

MANLY, B. J. F. **Métodos estatísticos multivariados: uma introdução**. Porto Alegre: Bookman, 2008. 229 p.

MARINHO, J. T. S., PEREIRA, R. C.; CUNHA, E. T. Avaliação de genótipos de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) no Estado do Acre. (Embrapa-Acre. Pesquisa em Andamento, 82) Rio Branco: Embrapa-Acre, 1996.

MARINHO, J. T. de S.; PEREIRA, R. de C. A.; COSTA, J. G. **Caracterização de cultivares de caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) em plantios no Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2001. 14 p. (Boletim de Pesquisa, 31).

MATTOS, P. L. P. et al. Consorciação da mandioca plantada em fileiras duplas e simples com culturas de ciclo curto. I. mandioca x caupi x milho. **Revista Brasileira de Mandioca**, v. 18, n. 01, p. 25-30, 2005.

MELO, R. de A.; SHIRAHAGE, F. H.; MELO, A. M. T. de; PURQUERIO, F. V.; WANDERLEY JUNIOR, L. J. da G.; MENEZES, D.; MELO, P. C. T. de. Caracterização morfo-agronômica de genótipos de feijão-caupi. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 29, n. 2 (Suplemento - CD ROM), jul. 2011.

MELO, R. de A. **Caracterização morfo-agronômica e molecular, processamento mínimo e utilização de raio X em sementes de feijão-caupi [*Vigna Unguiculata* (L.) Walp]**. Piracicaba, 2010. 102 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2010.

MOHAMMADI, S. A.; PRASANNA, B. M. Analysis of genetic diversity in crop plants: salient statistical tools and considerations. **Crop Science**, Madison, v. 43, n. 4 p. 1235-1248. Jul./aug. 2003.

NASCIMENTO, F. S. S.; BORGES, V.; SIVIERO, A.; MARINHO, J. T. S.; PEREIRA, A. A. A.; MATTAR, E. P. L.; OLIVEIRA, E. Caracterização de sementes de variedades locais de feijão-de-corda (*Vigna unguiculata*) do Acre. In: Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos, 2, **Anais...** Belém: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2012. CD-ROM.

NASS, L. L. Utilização de recursos genéticos vegetais no melhoramento. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES-INGLES, M. C. (Ed). **Recursos genéticos e melhoramento: plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 29-56.

OLIVEIRA, F. J. de; ANUNCIÇÃO FILHO, C. J. da; BASTOS, G. Q.; REIS, O. V. dos. Divergência genética entre cultivares de caupi. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, DF, v. 38, n. 5, p. 605-611, maio. 2003.

OLIVEIRA, J. P.; BARROS, L. R.; PELOSO, M. J. D.; MELO, L. C.; SILVA S. C. **Parecença entre Acessos Tradicionais de Feijão Jalo Utilizando o Método de**

Ward. Santo Antônio de Goiás, GO: Embrapa Arroz e Feijão, 2011. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 6. 2011, Búzios. Panorama atual e perspectivas do melhoramento de plantas no Brasil. [Búzios]: SBMP, 2011. 1 CD-ROM.

OLIVEIRA, F. S.; LINO, D. R.; CAMINHA, M. G.; SILVA, V. B.; BERTINI, C. H. C. M. Dissimilaridade de cultivares locais de feijão-caupi avaliada por variáveis multicategóricas. In: II Simpósio da Rede de Recursos Genéticos Vegetais do Nordeste, 2015a, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, CE: II Simpósio da RGV Nordeste, 2015a. (R 30).

OLIVEIRA, E. de; MALTAR, 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, jul./set. 2015b.

PASSOS, A. R.; SILVA, S. A.; CRUZ, P. J.; ROCHA, M. I. de M.; CRUZ, E. M. de O.; ROCHA, M. A. C. da; BAHIA, H. F.; SALDANHA, R. B. Divergência genética em feijão-caupi. **Bragantina**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 579-586, maio. 2007.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. 12. ed. Piracicaba: Livraria Nobel, 1985. 467p.

PEREIRA, R. de C. A.; MARINHO, J. T. de S.; COSTA, J. G. da. **Caracterização botânica, morfológica e agrônômica de cultivares de caupi coletadas no Estado do Acre**. Rio Branco: EMBRAPA- CPAF/AC, 1997.12 p. (Boletim de Pesquisa, 17).

PESSONI, L. A. **Estratégias de análise da diversidade em germoplasma de cajueiro (*Anacardium spp. L.*)**. 2007. 159 f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2007.

Rao, C.R. **Advanced Statistical Methods in Biometric Research**. John Wiley Sons, New York, 1970. 390 p.

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

ROCHA, V. P. C.; MODA-CIRINO, V.; DESTRO, D.; FONSECA JÚNIOR, N. da S.; PRETE, C. E. C. Adaptabilidade e estabilidade da característica produtividade de grãos dos grupos comerciais carioca e preto de feijão. **Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 1, p. 39-54, jan./mar. 2010.

RODRIGUES, H. C. de A.; CARVALHO, S. P. de; CARVALHO, A. A. de. Determinação da divergência genética entre acessos de mamoneira por meio de caracteres binários e multicategóricos. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v.13, n.3, p.247-254, jul. 2014.

SANTOS, A. A. B. dos; AMBROZIO, V. C.; BARELLI, M. A. A.; LUZ, P. B. da; GUIMARÃES, T. S. Caracterização da variabilidade genética de diferentes acessos de feijoeiro comum na região de Cáceres. **Magistra**, Cruz das Almas, BA, V. 27, n. 1, p. 90-100, Jan./Mar. 2015.

SANTOS, E. P. A. dos. Caracterização preliminar quantitativa de acessos de feijão-caupi introduzidos no Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Meio-Norte. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, n. 2, jul. 2004.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306 p.

SANTOS, J. A. da S.; TEODORO, P. E.; CORREA, A. M.; SOARES, C. M. G.; RIBEIRO, L. P.; ABREU, H. K. A. de. Desempenho agrônômico e divergência genética entre genótipos de feijão-caupi cultivados no ecótono Cerrado/Pantanal. **Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 4, p.377-382, 2014.

SANTOS, V. B. dos; COSTA, K. B. A. da; MARINHO, J. T.; SIVIERO, A.; PEREIRA, A. A. A.; NASCIMENTO, F. S. S. Dissimilaridade de variedades tradicionais de feijão-caupi do acre por variáveis multicategóricas. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI. 3. 2013, Recife, PE. **Resumo...** Recife, PE: Reunião nacional de feijão-caupi, 2013. (R 77).

SANTOS, J. F. dos; GRANGEIRO, J. I.; BRITO, C. H. de; SANTOS, M. do C. C. A. Produção e componentes produtivos de variedades de feijão caupi na microregião cariri paraibano. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 1, p. 214-222, jan./abr. 2009.

SILVA FILHO, A. J. R. da; ANTONIO, R. P.; SILVA, P. S. L. e; SILVEIRA, L. M. da; ALBUQUERQUE, L. B. Avaliação morfológica e agrônômica de sementes de acessos de caupi coletados no Rio Grande do Norte. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, PB, V. 9, n. 4, p. 102-106, out./dez. 2013.

SILVA, J. A. L. da; NEVES, J. A. Componentes de produção e suas correlações em genótipos de feijão-caupi em cultivo de sequeiro e irrigado. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, CE, v. 42, n. 3, p. 702-713, jul-set. 2011.

SINGH, B. B.; EHLERS, J.D., SHARMA, B.; FREIRE FILHO. Recent progress in cowpea breeding. In. FATOKUM, C. A., S. A TARAWALI, B. B. SINGH, P. M. KORMAWA, AND M. TAMÓ (ed). **Challenges and opportunities for enhancing sustainable cowpea production**. Proceedings... Ibadan, Nigeria: of the World Cowpea Conference III held at the Internacional Institute of Tropical Agriculture (IITA), 2002.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **Indian Journal of Genetics**, Bengaluru, v. 41, n. 2, p. 237-245, jul. 1981.
SOARES, A. L.; FERREIRA, P.A.A; PEREIRA, J.P.A.R.P.; VALE, H. M. M.; LIMA, A. S.; ANDRADE, M. J. B.; MOREIRA, F. M.S. Eficiência agrônômica de rizóbios selecionados e diversidade de populações nativas nodulíferas em perdões (MG). I –

Caupi. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, MG, v. 30, n. 5, p. 795-802, 2006.

SOUZA, F. F.; QUEIRÓZ, M. A. Avaliação de caracteres morfológicos úteis na identificação de plantas poliplóides de melancia. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, n. 3, p. 516-520, jul./set. 2004.

SUDRÉ, C.P.; LEONARDECZ E.; RODRIGUES R.; AMARAL JÚNIOR A. T. do; MOURA M. C. L.; GONÇALVES L. S. A.; Genetic resources of vegetable crops: a survey in the Brazilian germplasm collections pictured through papers published in the journals of the Brazilian. Society for Horticultural Science. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 25, n. 1, p. 496-503, jan./mar. 2007.

SUDRÉ, C. P.; CRUZ, C. D.; RODRIGUES, R.; RIVA, E. M.; AMARAL JÚNIOR, A. T. do; SILVA, D. J. H. da; PEREIRA, T. N. S. Variáveis multicategóricas na determinação da divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão. **Horticultura brasileira**, v. 24, n. 1, p. 88-93, jan./mar. 2006.

TEODORO, P. E.; SANTOS, J. A. da S.; CORREIA, A. M.; SOARES, C. M. G.; RIBEIRO, L. P.; ABREU, H. K. A. de. Desempenho agrônômico e divergência genética entre genótipos de feijão-caupi cultivados no ecótono Cerrado/Pantanal. **Bragantia**, Campinas, v. 73, n. 4, p. 377-382, out./dez. 2014.

TIMKO, M. P.; EHLERS, J. D.; ROBERTS, P. A. **Cowpea: pulses, sugar and tuber crops**. New York, NY: LLC, 2007. p. 49-67. (Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants, 3).

TOLERA, T.; KARLOVSKY, P.; MAASS, B. L. Genetic diversity in tropical legumes: cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) and lablab (*Lablab purpureus* (L.) Sweet). In: Australian Society of Agronomy Conference, 14, 2008, Adelaide, Australia. **Preceding...** Australia: the regional institute on line publishing, 2008.

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, out./dez. 2008.

VASCONCELOS, E. D. S. de; CRUZ, C. D.; BHERING, L. L.; RESENDE JÚNIOR, M. F. R. Método alternativo para análise de agrupamento. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, DF, v. 42, n. 10, p. 1421-1428, out. 2007.

VIEIRA, E.A. et al. Variabilidade genética para caracteres morfológicos entre acessos do banco de germoplasma de mandioca da Embrapa Cerrados. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 11. 2005, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Embrapa, 2005. 1 CD-ROM.

VIJAYKUMAR, A.; SAINI, A.; JAWALI, N. Phylogenetic analysis of subgenus *Vigna* species using nuclear ribosomal RNA ITS: Evidence of hybridization among *Vigna unguiculata* subspecies revealed by arbitrarily primed polymerase chain reaction analysis. **Journal of Heredity**, Oxford, v. 101, n. 2, p. 177-188, mar./abr. 2010.

APÊNDICES

APÊNDICE A- Resumo da análise de variância de 16 variedades de Feijão-caupi, cultivado em Rio Branco-AC, no ano de 2014, ES: espessura da semente; LFA: largura do folíolo apical; FI: floração inicial; CFC: comprimento do folíolo central; CS: comprimento da semente; CFA: comprimento do folíolo apical; LS: largura da semente; CH: comprimento do hipocótilo; AP: altura da planta; CE: comprimento do estandarte; NVPP: número de vagem por pedúnculo; LV: largura da vagem; NGPV: número de grãos por vagem; NNCP: número de nós no caule principal; CMV: comprimento da vagem; LFC: largura do folíolo central; NRP: número de ramos principais; CP: comprimento do pedúnculo; EM: emergência; NVP: número de vagem por planta; AIPV: altura inserção da 1º vagem; FM: floração média, Rio Branco, AC, 2014

Fonte de variação	GL	Quadrado médio										
		ES	LFA	FI	CFC	CS	CFA	LS	CH	AP	CE	NVPP
Blocos	2	0,542	2,181	10,188	3,607	1,440	4,295	0,719	1,025	388,623	0,019	0,223
Tratamentos	15	1,467**	6,899**	32,409**	3,715**	3,054**	3,067**	1,683**	1,275 ^{ns}	20,800*	0,001 ^{ns}	0,135 ^{ns}
Resíduo	30	0,265	0,653	8,076	1,215	0,759	0,996	0,426	0,868	7,796	0,000	0,104
Média		3,636	7,321	42,063	11,208	7,207	11,211	4,912	6,528	22,918	0,268	1,792
CV (%)		14,148	11,039	6,169	9,834	12,091	8,904	13,288	14,272	12,184	7,769	18,019

Fonte de variação	GL	Quadrado médio										
		LV	NGPV	NNCP	CMV	LFC	NRP	CP	EM	NVP	AIPV	FM
Blocos	2	0,012	2,59	4,023	10,479	2,978	3,490	0,013	0,146	3,051	72,049	31,083
Tratamento	15	0,009 ^{ns}	3,197**	0,550**	6,973**	0,528**	0,973**	0,003**	0,165**	3,655 ^{ns}	9,177**	38,365**
Resíduo	30	0,008	3,473	0,835	8,989	0,897	2,042	0,003	0,190	3,196	21,798	9,994
Média		0,927	13,95	6,300	17,881	6,741	7,550	0,448	6,229	6,371	27,344	51,271
CV (%)		9,438	13,358	14,508	16,767	14,049	18,927	12,968	7,003	28,060	17,075	6,166

^{ns} não significativo, *,** Significativo a 5% e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste f

