



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO SUPERIOR DE BACHARELADO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA**

JEAN LUCAS LIMA DE FREITAS

**DIVERSIDADE GENÉTICA DE FEIJÃO-CAUPI CULTIVADO NAS
MICRORREGIÕES DO BICO DO PAPAGAIO E ARAGUAÍNA DO ESTADO DO
TOCANTINS**

**ARAGUATINS
2022**

JEAN LUCAS LIMA DE FREITAS

**DIVERSIDADE GENÉTICA DE FEIJÃO-CAUPI CULTIVADO NAS
MICRORREGIÕES DO BICO DO PAPAGAIO E ARAGUAÍNA DO ESTADO DO
TOCANTINS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Bacharelado em Engenharia Agrônômica
do Instituto Federal do Tocantins, *Campus*
Araguatins, como parte das exigências à
obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Dr. Leonardo Corrêa da
Silva

ARAGUATINS

2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins

F862d Freitas, Jean Lucas Lima de
Diversidade genética de feijão-caupi cultivado nas Microrregiões
do Bico do Papagaio e Araguaína do Estado do Tocantins / Jean
Lucas Lima de Freitas. – Araguatins, TO, 2022.
35 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia
Agrônoma) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia
do Tocantins, Campus Araguatins, Araguatins, TO, 2022.

Orientador: Dr. Leonardo Correa da Silva

1. Dissimilaridade. 2. Contribuição. 3. Agrupamento. I. Silva,
Leonardo Correa da. II. Título.

CDD 630

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins
de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a).



Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins
Campus Araguatins
Coordenação do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “DIVERSIDADE GENÉTICA DE FEIJÃO-CAUPI CULTIVADO NAS MICRORREGIÕES DO BICO DO PAPAGAIO E ARAGUAÍNA DO ESTADO DO TOCANTINS”

AUTOR: Jean Lucas Lima de Freitas

ORIENTADOR: Dr. Leonardo Corrêa da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Bacharelado em Engenharia Agrônômica.

Aprovado em 16 de novembro de 2022.



Documento assinado eletronicamente por **Poliana Mendes Avelino de Carvalho, Servidora**, em 16/11/2022, às 11:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Leonardo Correa da Silva, Servidor**, em 16/11/2022, às 11:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Samuel de Deus da Silva, Servidor**, em 16/11/2022, às 21:18, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.iftto.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1791578** e o código CRC **B44D7BDF**.

Por todo amor, apoio e ensinamentos,
dedico este trabalho aos meus pais,
Antonio Torquato de Freitas e Maria
Aparecida Silveira Lima Freitas.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais (Antonio Torquato de Freitas e Maria Aparecida Silveira Lima Freitas) pela criação, a qual foi baseada no respeito e honra. Pelo apoio durante as mais diversas situações impostas pela vida. Agradeço à Deus por ter vocês.

Aos meus avós, Maria Adaice Lima (*in memoriam*), José Maria da Silveira Lima, os quais proporcionaram uma criação para seus filhos de ótima qualidade, fazendo com que eles se tornassem os excelentes pais os quais são hoje.

Agradeço ao meu irmão, Leonardo Victor Lima de Freitas pelos anos de convivência. Além disso, agradeço-o por ter me dado dois sobrinhos maravilhosos, Athus e Yzadora.

Não posso deixar de agradecer pelos anos de companhia dos meus amigos Dhyego Elton (Calango), Marcia Eduarda (Duda) e Juliano Coelho (Rural). Afinal, passamos um bom tempo dividindo aluguel na “República Agro Raiz”. Obrigado pelos momentos incríveis compartilhados.

Agradeço à minha amiga Franciane (Fran) pelas conversas libertadoras, e por todas as vezes que ouviu minhas reclamações, as quais não foram poucas. Agradeço também meus amigos Kleysson (Montanha), Cledyson (Pacajá), David (Dentinho), Guilherme (Nojentinho), e Thiago, pois passamos por grandes aventuras durante todo esse período de curso. Agradeço também a Ana Paula pela ajuda durante a condução do experimento. Aos meus amigos Fabiana, Vitória e Fabrício pela experiência vivida e pela amizade que levarei para a vida.

Ao meu orientador (Prof. Leonardo) pelos anos de ensinamentos (desde 2019). Algumas vezes posso não ter compreendido suas colocações, no entanto, hoje, mais sábio, vejo que todas eram pertinentes. Cresci muito como ser humano e estudante durante nosso convívio.

Agradeço de modo geral a todos da turma de Agronomia de 2018 pela convivência durante todo o nosso processo de formação.

“Se você vai ter que conviver com você mesmo até o fim, se você vai ter que se aguentar até o fim, se você vai ser espectador de você mesmo até o fim, é melhor que se encante com o que faz.”

Clóvis de Barros Filho

RESUMO

O Estado do Tocantins apresenta potencial para a produção de feijão-caupi, pois possui condições edafoclimáticas ideais para o bom desenvolvimento da cultura. O cultivo do caupi nas microrregiões do Bico do Papagaio e Araguaína é realizado basicamente por agricultores familiares e sua produção é destinada para a subsistência e venda em feiras populares, apresentando assim grande importância socioeconômica. No entanto, há pouca ou nenhuma informação por parte dos agricultores a respeito da origem das linhagens plantadas que, muitas vezes, estão abaixo do potencial produtivo alcançado por cultivares lançados recentemente. Além disso, há o risco de os agricultores utilizarem cultivares muito aparentadas entre si, o que torna o cultivo regional sujeito ao fenômeno da vulnerabilidade genética. Neste contexto, deseja-se quantificar a diversidade genética entre as linhagens de feijão-caupi usadas na agricultura regional. O experimento foi realizado na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*, instalado no delineamento em blocos casualizados (DBC), formado por 25 linhagens e 3 repetições. As linhagens foram obtidas com os agricultores das duas microrregiões e foram avaliadas para 12 características agronômicas. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e as médias agrupadas pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Para as análises de agrupamento, foi utilizada como medida de dissimilaridade a distância generalizada de Mahalanobis (D^2) e, posteriormente, o agrupamento das linhagens pelo método de Tocher. A importância relativa de cada característica para a dissimilaridade genética das linhagens foi determinada pelo método de Singh. O teste F apontou significância para a maioria das características estudadas. O teste de Scott-Knott indicou como a linhagem Manteigão16 com maior produtividade, cerca 580,23 kg.ha⁻¹. Foram formados cinco grupos divergentes pelo método de agrupamento de Tocher, indicando diversidade genética no material. De acordo com o método de Singh a massa de cem sementes foi a característica que mais contribuiu para a divergência entre as linhagens.

Palavras-chave: Dissimilaridade. Contribuição. Agrupamento.

ABSTRACT

The State of Tocantins has potential for the production of cowpea, as it has ideal soil and climate conditions for the good development of the crop. Cowpea cultivation in the micro-regions of Bico do Papagaio and Araguaína is basically carried out by family farmers and its production is intended for subsistence and sale in popular fairs, thus presenting great socioeconomic importance. However, there is little or no information on the part of farmers regarding the origin of the planted landraces, which are often below the productive potential achieved by recently launched cultivars. In addition, there is a risk that farmers will use cultivars that are closely related to each other, which makes regional cultivation subject to the phenomenon of genetic vulnerability. In this context, it is desired to quantify the genetic diversity among cowpea landraces used in regional agriculture. The experiment was carried out in the experimental area of the Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*, installed in a randomized block design (DBC), consisting of 25 landraces and 3 replications. The landraces were obtained from farmers in the two microregions and was evaluated for 12 agronomic traits. The data obtained was subjected to analysis of variance and the means grouped by the Scott-Knott test, at 5% probability. For the cluster analyses, the generalized Mahalanobis distance (D^2) was used as a measure of dissimilarity, followed by the clustering of cultivars using the Tocher method. The relative importance of each trait for the genetic dissimilarity of the landraces was determined by the Singh method. The F test showed significance for most of the traits studied. The Skott-Knott test indicated that the Manteigão16 landrace had the highest productivity, around 580.23 kg.ha⁻¹. Five divergent groups were formed by the Tocher grouping method, indicating genetic diversity in the material. According to the Singh method, the mass of one hundred seeds was trait that most contributed to the divergence between the landraces.

Palavras-chave Dissimilarity. Contribution. Grouping.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
3 REFERÊNCIAL TEORICO.....	13
3.1 Considerações sobre a cultura do feijão-caupi.....	13
3.2 Diversidade genética.....	14
4 METODOLOGIA	17
4.1 Caracterização da área experimental	17
.2 Material experimental.....	18
4.3 Delineamento experimental e condução do experimento	18
4.4 Caracterização agronômica.....	19
4.5 Análises estatísticas	21
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	22
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS	33
REFERÊNCIAS	33

1 INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) pertence à família Fabaceae, sendo uma espécie de origem africana. A planta é uma das leguminosas mais cultivadas no mundo. O feijão-caupi possui elevado teor de proteína nos grãos e é uma importante fonte nutricional na dieta da população de países em desenvolvimento, em especial no continente africano (SILVA *et al.*, 2018).

O cultivo do feijão-caupi nas microrregiões do Bico do Papagaio e Araguaína, no estado do Tocantins, possui duplo propósito, ou seja, para subsistência e para a venda informal, como é feito, por exemplo, na Feira de Economia Solidária e Agricultura Familiar de Araguatins, no norte do Estado. Em ambos os casos, há geração de empregos pela exigência de mão de obra durante sua implantação, condução, colheita e venda.

Apesar de amplamente cultivado pela agricultura familiar nessas microrregiões, seu plantio ainda é realizado de maneira empírica. Assim, os agricultores geralmente desconhecem a origem do material genético cultivado e, conseqüentemente, não têm informação sobre a aptidão das cultivares para a região, bem como do potencial produtivo e do grau de tolerância/resistência às principais pragas e doenças da cultura.

Em qualquer sistema agrícola é importante que haja diversidade genética entre as cultivares. Assim, espera-se que na cultura do feijão-caupi, por exemplo, as diferentes cultivares apresentem fenótipos diferentes para uma mesma característica, ainda que elas sejam semelhantes para outras de importância agrônômica, como produtividade de grãos. Espera-se também que essas diferentes cultivares sejam plantadas, ao invés de concentrar-se o plantio em uma única cultivar em diferentes regiões. Mesmo para essas características em que as cultivares são muito parecidas, elas podem ser geneticamente distintas desde que tenham sido obtidas pelo cruzamento de genitores contrastantes, carregando assim diferentes alelos.

Todavia, a busca pelos agricultores por cultivares mais produtivas e o lançamento daquelas muito aparentadas pelas empresas de melhoramento favorecem a diminuição da variabilidade genética das espécies cultivadas. Tem-se muitas cultivares de uma mesma espécie no mercado de grãos, mas estas cultivares acabam sendo oriundas de genitores geneticamente muito próximos e acabam por compartilhar os mesmos alelos para as diferentes características.

Assim, as cultivares plantadas em todos os países tendem a ser muito parecidas geneticamente e, quando uma é suscetível a determinada adversidade, todas as outras tendem a ser. Esse fenômeno é conhecido como vulnerabilidade genética e representa o risco que a agricultura corre diante da possibilidade da ocorrência de fatores bióticos e abióticos que destroem as lavouras em grandes proporções em diferentes partes do planeta (BORÉM *et al.*, 2017).

Dessa forma, o presente estudo teve como objetivo verificar a ocorrência de diversidade genética entre 25 linhagens de feijão-caupi plantadas por alguns agricultores das microrregiões do Bico do Papagaio e Araguaína do Estado do Tocantins, caracterizar fenotipicamente estas linhagens e conhecer as características que mais contribuíram para a diversidade.

3 REFERÊNCIAL TEORICO

3.1 Considerações sobre a cultura do feijão-caupi

O feijão-caupi originalmente encontrou dificuldades quanto sua classificação botânica devido à grande variabilidade genética entre o mesmo e as espécies selvagens (FREIRE FILHO *et al.*, 2011). Atualmente, a classificação aceita pela comunidade científica é que a referida leguminosa está classificada na classe Magnoliopsida (Dicotyledonea), ordem Fabales, família Fabaceae ou Leguminosea, subfamília Faboideae, subtribo Phaseolineae, gênero *Vigna*, subgênero *Vigna*, secção Catyang, espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp e subespécie *unguiculata*, subdividida nos seguintes cultigrupos: *Unguiculata*, *Sesquipedalis*, *Biflora* e *Textilis* (PADULOSI e NG, 1997).

O feijão-caupi apresenta reprodução do tipo sexuada e é autógama devido à cleistogamia, fenômeno no qual os grãos de pólen polinizam o estigma antes da abertura floral (BORÉM *et al.*, 2017).

O feijão-caupi tem como centro de origem o continente africano, sendo introduzido no Brasil apenas em meados do século XVI pelos colonizadores portugueses no Estado da Bahia (FREIRE FILHO, 1988). Então, sua disseminação pelo território nacional deu-se inicialmente da Bahia para os demais Estados brasileiros. Provavelmente este primeiro contato do feijão-caupi com a Região Nordeste e Norte ocorreu devido ao intenso comércio que havia entre o continente africano e o litoral brasileiro.

A produção do feijão-caupi é expressiva no Estado do Tocantins, tendo em vista que as condições edafoclimáticas locais favorecem o desenvolvimento da cultura. Prova disso, levando em conta as duas safras, é que a produção média estadual para a safra 2021/2022 é de 1151 kg ha⁻¹ e, a média brasileira ficou bem abaixo desse valor, sendo de 530 kg ha⁻¹ (CONAB, 2022). Esses números deixam claro o potencial

que o Tocantins possui para a produção de grãos de feijão-caupi, uma vez que a média estadual é mais do que o dobro da nacional.

Outra característica marcante da leguminosa são seus valores nutricionais, por exemplo, valor energético, de carboidratos e de proteínas. Bezerra et al. (2018) relataram para o grão cru entre 342 e 357 Kcal/100g de valor energético, 60% a 67% de carboidratos e 20% a 26% de proteína, corroborando a importância alimentar e nutritiva do feijão-caupi, em especial, para as populações com menor poder aquisitivo.

3.2 Diversidade genética

Diversos autores têm relatado a efetividade do uso da divergência genética como critério para seleção de genitores (FRANCO, 2001; SANTOS, 2005; SANTOS *et al.*, 2015). Esta técnica permite a discriminação entre os genitores para a hibridação apenas daqueles mais divergentes, gerando híbridos heteróticos e, conseqüentemente, uma população segregante de base genética ampla. Caso contrário, o programa está sujeito a cruzar genitores muito parecidos, gerando populações pouco divergentes. Nas populações divergentes, é possível selecionar indivíduos com valores superiores e inferiores aos genitores para as diferentes características avaliadas (CRUZ *et al.*, 2014).

Quando se tem disponibilidade de um grande número de genitores é recomendada a realização de estudos prévios, os quais possuem natureza preditiva, sendo responsáveis por indicar a quantidade e tipo de cruzamentos em que o programa de melhoramento deve concentrar os esforços para a aquisição de híbridos desejáveis pelo programa (CRUZ 2005). Os estudos preditivos têm ganhado cada vez mais destaque, pois, os mesmos não exigem que o melhorista obtenha previamente as combinações híbridas, como é feito nas análises dialélicas. Os métodos preditivos são baseados nas análises de dissimilaridade das diferenças morfológicas, fisiológicas e/ou bioquímicas oriundas dos próprios genitores.

Vários métodos multivariados podem ser usados na predição da diversidade genética. Dentre estes, Bertini *et al.* (2010) destacam três, sendo o método aglomerativo/agrupamento, o método de análise por componentes principais, quando os experimentos não possuem repetições, e por variáveis canônicas, quando os dados são de experimentos instalados de acordo com algum delineamento experimental. A escolha do método deve ser de acordo com a precisão desejada pelo pesquisador, a facilidade da análise e a forma com que os dados foram obtidos (CRUZ, 2005).

No estudo de diversidade genética pelo método de agrupamento a finalidade é reunir, utilizando algum critério de classificação, os genitores em vários grupos de forma que dentro de cada grupo os genótipos sejam homogêneos e que entre os grupos eles sejam heterogêneos, evidenciando assim a dissimilaridade. Na similaridade ou dissimilaridade destaca-se a distância euclidiana (d_{ij}) e distância generalizada de Mahalanobis (D^2). A medida de dissimilaridade a ser adotada vai depender da variável utilizada para caracterizar os genótipos - quantitativa, binária ou multicategórica (CRUZ *et al.*, 2012).

Existem várias técnicas de agrupamento, no entanto, os métodos que merecem destaque são o de otimização e o hierárquico. No método de otimização, os grupos são originados da adequação de algum critério de agrupamento, sendo que o objetivo é alcançar uma partição dos indivíduos que otimize (maximize ou minimize) alguma medida predefinida. Um dos métodos mais adotados é o método de Tocher (CRUZ *et al.*, 2012). Já para os métodos hierárquicos, os genótipos são agrupados por um processo que se repete em vários níveis, até que seja estabelecido um dendrograma ou o diagrama de árvore, como no método do vizinho mais próximo e o vizinho mais distante (ELIAS *et al.*, 2007). Estes métodos foram eficazes nos estudos de divergência genética do feijão-caupi (SOUSA, 2016) e feijão comum (TAVARES *et al.*, 2018).

As análises multivariadas também permitem a determinação do quanto cada característica contribui para a dissimilaridade genética e, assim, o melhorista pode tomar a melhor decisão quanto a finalidade do programa concentrando seus esforços

nas características de interesse, poupando tempo e recurso durante as avaliações (BENIN *et al.*, 2001; ELIAS *et al.*, 2007; SILVA, 2013).

4 METODOLOGIA

4.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi instalado no dia 17 de dezembro de 2021, na área experimental do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins (IFTO), *Campus* Araguatins, no setor AGIII (Agricultura III), localizado nas coordenadas aproximadas de 05° 38' 41" S e 48° 04' 14" W. A precipitação média anual local é de 1200 milímetros, altitude de 103 metros e temperatura média de 28,5°C (INMET, 2016).

Durante a execução do experimento a temperatura média foi de 25°C e a precipitação total foi de 361,1 mm (WEATHER SPARK, 2022). Segundo o sistema de classificação de Köppen-Geiger, o clima da região é caracterizado como Aw, sendo o clima tropical apresentando duas estações, seca e inverno, bem definidos. O solo no qual o experimento foi instalado é classificado como muito argiloso, de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.

Antes da instalação do experimento foi coletado amostras de solo na profundidade de 0-20 cm para a caracterização dos atributos químicos (teores de P, K, Ca, Mg, Al, (H+Al), matéria orgânica (M.O.), pH e dos níveis de Al^{3+} , e os atributos físicos (areia, argila e silte) na camada de 0-20 cm. Os resultados podem ser visualizados na Tabela 1. As correções foram realizadas com base nos resultados da análise de solo e auxiliadas por Brasil *et al.* (2020).

Tabela 1. Composição química do solo da área experimental

pH (H ₂ O)	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	T	V%
	mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³						%
5,9	3,08	126	10	4,1	0	2,64	14,42	17,06	84,53

Fonte: Sellar - Laboratório de Análises Agrícolas do Tocantins Ltda. Gurupi – TO, 2021.

Tabela 1 continuação - Composição física do solo da área experimental

Areia	Argila	Silte	Total
%			
34,27	47,38	18,35	100,00

Fonte: Sellar - Laboratório de Análises Agrícolas do Tocantins Ltda. Gurupi – TO, 2021.

.2 Material experimental

As 25 linhagens avaliadas foram coletadas em algumas propriedades das microrregiões do Bico do Papagaio e Araguaína do Estado do Tocantins (Tabela 2). Uma vez que os produtores não sabiam o nome comercial de cada cultivar de feijão-caupi plantada, elas foram designadas aqui de linhagens, que é o nome dado ao material genético comercializado em plantas autógamas. A única informação que eles tinham era a do nome popular que variava de acordo com a cor do tegumento, o tamanho e o formato do grão, sendo chamados de Vinagre, Corujinha, Feijão Preto, Manteiguinha, Manteigão e Sempre Verde.

Da literatura, sabe-se que as cultivares de feijão-caupi são divididas de acordo com a cor do tegumento nas classes Branco, Preto, Cores e Misturado, sendo esta última para aquelas diferentes das anteriores. Além disso, existem subclasses que classificam os materiais acima coletados dentro da classe Cores e Preto (Freire Filho *et al*, 2000; Ribeiro, 2002).

4.3 Delineamento experimental e condução do experimento

O experimento foi instalado segundo o Delineamento em Blocos Casualizados (DBC), composto por 25 tratamentos (linhagens) e três repetições, totalizando 75 parcelas formadas por duas fileiras de quatro metros de comprimento e espaçadas entre si por 0,5 metros. Todavia, houve a perda de todas as parcelas de quatro linhagens durante a condução do experimento (Tabela 2) restando 21 linhagens para as análises.

Tabela 2 – Dados referente a origem das linhagens de feijão-caupi

Microrregiões	Cidades	Classe/Subclasses	Código ¹
Bico do Papagaio	Ananás	Vinagre	L17
Bico do Papagaio	Ananás	Corujinha	L16
Bico do Papagaio	Cachoeirinha	Feijão Preto	Eliminada
Bico do Papagaio	Cachoeirinha	Corujinha	L1
Bico do Papagaio	Cachoeirinha	Manteiguinha	L2
Bico do Papagaio	Cachoeirinha	Manteigão	L3
Bico do Papagaio	Cachoeirinha	Manteigão	L4
Bico do Papagaio	Cachoeirinha	Corujinha	L5
Bico do Papagaio	São Bento do Tocantins	Manteiguinha	L11
Bico do Papagaio	Araguatins	Manteiguinha	L7
Bico do Papagaio	Araguatins	Vinagre	L8
Bico do Papagaio	Augustinópolis	Manteiguinha	L21
Bico do Papagaio	Buriti	Manteigão	L18
Bico do Papagaio	Buriti	Manteiguinha	L19
Bico do Papagaio	Buriti	Manteigão	Eliminada
Bico do Papagaio	Buriti	Preto	L20
Araguaína	Araguaína	Manteiguinha	Eliminada
Araguaína	Araguaína	Corujinha	L15
Araguaína	Araguaína	Sempre Verde	L9
Araguaína	Wanderlândia	Vinagre	L10
Araguaína	Wanderlândia	Manteigão	Eliminada
Araguaína	Wanderlândia	Manteiguinha	L6
Araguaína	Wanderlândia	Corujinha	L12
Araguaína	Wanderlândia	Manteigão	L13
Araguaína	Wanderlândia	Corujinha	L14

Fonte: Autor, 2022. ¹Código que cada linhagem recebeu em ocasião das análises de dados, sendo algumas eliminadas após perda das parcelas experimentais. Todas as linhagens, com exceção da L20 (classe Preto), são subclasses da classe Cores.

Foram semeadas 12 sementes por metro linear e, após a emergência, realizou-se o desbaste deixando oito plantas por metro linear. A área útil da parcela, alvo da caracterização agrônômica, com exceção da porcentagem de germinação (%GE) e o estande final (EF), foi formada pelas duas fileiras, desprezando 0,5 m das extremidades, totalizando 3,0 m². A bordadura foi semeada no entorno do experimento mantendo a densidade de plantio.

4.4 Caracterização agrônômica

A fim de caracterizar as linhagens foram avaliados a porcentagem de germinação (%GE), obtida por relação entre as sementes que emergiram e as

semeadas por parcela (96), vezes 100; número de dias para o florescimento (NDF), obtido pela contagem de dias da emergência até que 50% da parcela apresentem plantas com pelo menos uma flor completamente aberta; o número de dias para a colheita (NDC), obtido pela contagem de dias da emergência até que 95% das vagens da parcela estejam no estágio de maturação plena.

Na ocasião da colheita foram selecionadas cinco plantas ao acaso e avaliadas a altura de planta (AP), expressa em cm, medida do nível do solo até o ápice da haste principal, com auxílio de uma trena; a altura de inserção da primeira vagem (AIPV), expressa em cm, medida do nível do solo até o ponto de inserção da primeira vagem da haste principal, com auxílio de uma trena; o diâmetro de caule (DC), expresso em mm, medido na região compreendida entre o colo da planta e a cicatriz do nó cotiledonar, com auxílio de um paquímetro digital; e o estande final (EF), obtido pela contagem do número final de plantas.

Após a colheita, foram avaliados o número de vagens por planta (NVP), obtido pela contagem do total de vagens das cinco plantas selecionadas ao acaso. Foram consideradas as vagens com grãos (viáveis) e sem grãos (inviáveis).

O número de grãos por vagens (NGV) foi obtido pela contagem do total de grãos das vagens anteriormente coletadas e dividido por este último número. Considerou-se grãos viáveis, caracterizados pelo grão completamente formado e maduro, e grãos inviáveis, incluindo aqueles com sintomas de ataque de pragas e doenças ou murchos. Do total de vagens colhidas nas 5 plantas anteriormente citadas, foram selecionadas ao acaso 5 vagens e mensurado o comprimento de vagem (CPV), expresso em cm, medido de ponta a ponta com auxílio de uma trena.

Posteriormente, avaliou-se a produtividade de grãos (PDT), obtido pela massa do total de grãos coletados na área útil da parcela, expresso em kg parcela^{-1} e, em seguida, convertido para kg ha^{-1} , e a massa de cem grãos (M100), expressa em gramas, obtida pela massa de uma amostra aleatória de cem grãos.

4.5 Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância conforme o modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + l_i + b_j + e_{ij}$$

em que: Y_{ij} é a observação da i -ésima cultivar no j -ésimo bloco; μ é a média geral; l_i é o efeito fixo da linhagem i ; b_j é o efeito aleatório do bloco; e_{ij} é o resíduo aleatório da i -ésima linhagem no j -ésimo bloco, com $e_{ij} \sim N(0, \sigma_e^2)$.

Uma vez detectada significância da ANOVA para cada característica, as médias foram agrupadas pelo teste Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Utilizou-se como medida de dissimilaridade a distância generalizada de Mahalanobis (D^2) e, posteriormente, o agrupamento das linhagens pelo método de Tocher (Rao, 1952). A importância relativa dos caracteres para a dissimilaridade genética das linhagens foi determinada pelo método de Singh (1981). Todas as análises foram realizadas no programa Genes (CRUZ, 2016).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 3 é possível encontrar o resumo da análise de variância para as 12 características agronômicas estudadas. Os coeficientes de variação (CV%) obtidos pela presente pesquisa tiveram amplitude entre 2,6 (NDC) e 54,3% (PDT). Os coeficientes de variação das características agronômicas NDC, EF, NDF, CPV são considerados baixos, já DC, %GE, AIPV, M100 são classificados como médios e, para NGV, NVP alto e AP, PDT muito alto de acordo com Pimentel-Gomes (1985).

O teste F foi significativo para as características %GE, EF, NDF, AIPV, DC, CPV, M100 e PDT ($P \leq 0,01$), assim como para NDC, AP e NVP ($P \leq 0,05$) (Tabela 3). Esse resultado indica que há a formação de no mínimo dois grupos de médias diferentes estatisticamente entre si para cada característica (Tabela 4). Não houve diferença significativa entre as linhagens apenas para a característica NGV, indicativo de que as linhagens possuem comportamento estatisticamente igual.

Ao realizar um experimento entre linhagens espera-se que não haja significância para a %GE e que a média das linhagens seja alta, garantindo assim o estande desejado para todas, do início ao fim do experimento. Caso contrário, uma linhagem pode ter um estande maior que a outra e as diferenças entre as linhagens para as diferentes características podem não ser o reflexo da diferença genética entre elas, mas de condições ambientais diferentes, comprometendo as conclusões sobre o experimento.

Neste contexto, para a %GE foram formados o grupo de médias 'a', que variou de 86,80 a 73,96%, e 'b', que variou de 71,87 a 51,05 (Tabela 4). Uma vez que foram semeadas 96 sementes por parcela (12 sementes por metro), a %GE de 66,66%, seria suficiente para garantir o estande inicial de 64 plântulas por parcela. Sendo assim, ainda que o teste F tenha sido significativo para a %GE, das 21 linhagens avaliadas, apenas L2 (Manteiguinha) e L9 (Sempre Verde) ligeiramente foram inferiores ao desejado, com 61,11 e 51,04%, respectivamente, sem maiores comprometimentos ao experimento.

Tabela 3 – Resumo da Análise de Variância para 12 características agrônômicas referentes as 21 linhagens avaliadas no IFTO - *campus* Araguatins, 2022

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS (QM)					
		GE (%)	EF (nº)	NDF (dias)	NDC (dias)	AP (cm)	AIPV (cm)
Blocos	2	88,5	2,87	4,38	9,41	2273,75	18,83
Linhagens	20	246,39**	35,18**	15,83**	5,86*	643,65*	157,14**
Resíduo	40	79,82	13,2	5,94	2,58	335,07	35,83
CV%		11,72	5,82	6,00	2,46	44,79	12,07
Média		76,22	62,49	40,62	65,46	40,47	49,6

** e * significativos a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ^{ns} não-significativo pelo teste F. %GE: porcentagem de germinação; EF: estande final; NDF: número de dias para florescimento; NDC: número de dias para colheita; AP: altura de planta; AIPV: altura da inserção da primeira vagem.

Tabela 3 continuação - Resumo da Análise de Variância para 12 características agrônômicas referentes as 21 linhagens avaliadas no IFTO - *campus* Araguatins, 2022

FV	GL	QUADRADOS MÉDIOS (QM)					
		DC (mm)	CPV (cm)	NVP (nº)	NGV (nº)	M100 (g)	PDT (kg/ha)
Blocos	2	1,39	0,44	3,23	3,01	3,71	10046,75
Linhagens	20	1,30**	8,46**	2,46**	6,65 ^{ns}	24,28**	39500,9**
Resíduo	40	0,48	1,6	0,91	4,10	2,55	13831,71
CV%		10,9	8,96	28,36	24,01	18,95	54,30
Média		6,40	14,14	3,34	8,44	8,43	216,59

** e * significativos a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F; ^{ns} não-significativo pelo teste F. DC: diâmetro do caule; CPV: comprimento da vagem; NVP: número de vagens por planta; NGV: número de grãos por vagem; M100: massa de cem grãos; PDT: produtividade de grãos.

Fonte: Autor, 2022.

Tabela 4 - Teste de agrupamento de Scott-Knott para 12 características referentes as 21 linhagens de feijão-caupi avaliadas no IFTO - *Campus Araguatins*, 2022

Linhagens	Características					
	%GE (%)	EF (nº)	NDF (dias)	NDC (dias)	AP (cm)	AIPV (cm)
L1	86,46 a	64,00 a	42,00 a	66,66 a	43,26 b	49,60 a
L2	61,11 b	58,66 a	43,33 a	65,75 a	96,62 a	51,86 a
L3	84,38 a	64,00 a	40,00 b	65,66 a	44,66 b	52,80 a
L4	85,07 a	64,00 a	39,59 b	65,88 a	44,53 b	50,52 a
L5	77,43 a	60,33 a	45,33 a	67,00 a	31,00 b	50,93 a
L6	66,66 b	61,00 a	41,66 a	66,33 a	31,20 b	38,93 b
L7	67,01 b	62,66 a	39,33 b	65,00 b	29,46 b	40,00 b
L8	76,04 a	64,00 a	39,33 b	64,66 b	30,80 b	40,13 b
L9	51,04 b	49,00 b	37,33 b	62,66 b	26,73 b	55,73 a
L10	86,80 a	64,00 a	44,66 a	67,25 a	35,52 b	57,76 a
L11	76,04 a	64,00 a	38,66 b	64,33 b	30,53 b	36,66 b
L12	71,87 b	62,33 a	39,66 b	66,00 a	54,73 b	54,46 a
L13	71,18 b	63,66 a	36,66 b	62,33 b	39,00 b	58,60 a
L14	80,90 a	64,00 a	42,66 a	65,75 a	38,92 b	49,06 a
L15	78,82 a	64,00 a	41,00 b	64,00 b	37,66 b	52,86 a
L16	77,43 a	64,00 a	40,00 b	66,00 a	46,73 b	54,20 a
L17	80,56 a	64,00 a	40,33 b	65,66 a	41,00 b	59,33 a
L18	86,11 a	64,00 a	39,33 b	64,66 b	34,80 b	50,80 a
L19	73,96 a	62,66 a	40,66 b	66,33 a	35,26 b	39,86 b
L20	81,59 a	64,00 a	43,33 a	68,00 a	48,80 b	56,93 a
L21	80,21 a	64,00 a	38,00 b	64,66 b	36,93 b	40,60 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna são iguais entre si estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott. %GE: porcentagem de germinação; EF: estande final; NDF: número de dias para florescimento; NDC: número de dias para colheita; AP: altura de planta; AIPV: altura da inserção da primeira vagem.

Fonte: Autor, 2022.

Tabela 4 continuação - Médias das 12 variáveis respostas referentes as 21 linhagens de feijão-caupi avaliadas no IFTO-Campus Araguatins, 2022.

Linhagens	Características					
	DC (mm)	CPV (cm)	NVP (nº)	NGV (nº)	M100 (g)	PDT (kg ha ⁻¹)
L1	6,74 a	15,11 a	2,53 b	9,97 a	7,33 c	278,57 c
L2	7,08 a	14,87 a	3,82 a	8,75 a	8,89 c	240,44 c
L3	6,74 a	14,86 a	3,13 b	7,77 a	7,80 c	184,03 c
L4	6,71 a	16,33 a	2,73 b	9,53 a	8,34 c	176,07 c
L5	5,45 b	14,92 a	1,93 b	8,77 a	8,37 c	105,70 c
L6	5,70 b	11,80 b	3,33 a	6,58 a	5,04 d	124,64 c
L7	5,86 b	11,87 b	3,66 a	8,65 a	6,03 d	211,69 c
L8	5,91 b	11,53 b	5,66 a	8,04 a	4,22 d	237,58 c
L9	7,09 a	15,19 a	3,86 a	7,35 a	16,01 a	369,35 b
L10	5,48 b	16,23 a	2,32 b	11,42 a	6,61 d	126,93 c
L11	5,33 b	11,62 b	3,93 a	8,05 a	8,55 c	238,88 c
L12	7,03 a	14,80 a	2,80 b	8,30a	7,44 c	148,54 c
L13	7,29 a	15,82 a	3,86 a	7,95 a	15,15 a	580,28 a
L14	6,28 b	14,92 a	2,92 b	9,14 a	8,21 c	176,94 c
L15	6,91 a	15,40 a	3,66 a	7,82 a	8,91 c	312,78 b
L16	6,51 a	15,30 a	3,93 a	10,57 a	8,60 c	161,50 c
L17	7,54 a	15,34 a	3,60 a	10,15 a	7,21 c	172,65 c
L18	5,66 b	12,61 b	2,60 b	4,51 a	11,66 b	95,38 c
L19	6,03 b	12,78 b	3,53 a	7,51 a	7,03 c	159,46 c
L20	6,63 a	14,07 a	2,00 b	7,42 a	9,11 c	96,20 c
L21	6,28 b	11,42 b	4,86 a	8,97 a	6,54 d	350,76 b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna são iguais entre si estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Scott-Knott. DC: diâmetro do caule; CPV: comprimento da vagem; NVP: número de vagens por planta; NGP: número de grãos por vagem; M100: massa de cem grãos; PDT: produtividade de grãos.

Fonte: Autor, 2022.

Para EF também foram formados dois grupos de médias, o 'a', variando de 64 a 58,66 plantas, e o 'b', formado apenas pela L9 (Sempre verde), com 49 plantas, corroborando também a possibilidade de sucesso nas conclusões sobre o experimento.

Estes resultados confirmam a importância de terem sido semeadas 12 plantas por metro, ou seja, 50% a mais do estande final desejado de 8 plantas por metro, pois geralmente estes produtores não armazenam as sementes adequadamente, comprometendo a germinação e, conseqüentemente, o estande final.

Para NDF foram formados dois grupos, indicando que há pouca variação entre as linhagens para esta característica. As linhagens demoraram entre 36,66 e 45,33 dias para atingir a floração. Oliveira *et al.* (2015), caracterizando cultivares locais de feijão-caupi no Estado do Acre, não encontraram variação para NDF e as médias foram superiores ao presente trabalho.

Também foram formados dois grupos de médias para NDC. As linhagens que apresentaram maior e menor valores foram a L20 (Preto) e L13 (Manteigão), com 68 e 62,33 dias, respectivamente. Sousa (2016), estudando divergência genética de feijão-caupi no Tocantins, obtiveram resultados semelhantes. Todavia, Oliveira *et al.* (2015) obtiveram valores superiores aos do presente trabalho. De acordo com a classificação de Vale *et al.* (2017), as 21 linhagens de feijão-caupi avaliadas são classificadas como precoces. A precocidade das linhagens é uma característica importante para plantio na segunda safra de feijão-caupi, pois um menor NDC favorece o escape de déficit hídrico.

Para AP houve a formação de dois grupos divergentes entre si. A L2 (Manteiguinha) sozinha formou o grupo "a", apresentando 96,62 cm, e as demais linhagens compuseram o grupo "b", variando de 54,73 a 26,73 cm. Lima (2016) trabalhando com diversidade entre variedades crioulas de feijão-caupi também encontrou resultados significativos para altura de planta, no entanto, os mesmos foram inferiores aos observados neste trabalho. Uma maior AP para o material da região é interessante, tendo em vista que a colheita é realizada de forma manual pelos agricultores.

Em relação à altura da inserção da primeira vagem, pelo teste de Skott-Knott foram formados dois grupos. O grupo “a” foi composto pela maioria das linhagens, as quais variaram de 59,33 a 49,06 cm. Já o grupo “b” a amplitude de variação foi de 40,60 a 36,66 cm. De acordo com Ribeiro (2002), os germoplasmas da Região Norte comumente apresentam as vagens no mesmo nível ou acima da folhagem. O que provavelmente justifica os altos valores obtidos para a característica.

O diâmetro do caule das linhagens teve amplitude de 7,54 a 5,33 mm. Para o grupo ‘a’ as médias variaram de 7,54 a 6,51 mm. Já para o grupo ‘b’ as médias ficaram entre 6,28 a 5,33 mm. O diâmetro do caule é uma importante característica, pois precisa acompanhar até certo ponto o crescimento da planta a fim de evitar o acamamento e, conseqüentemente, o contato das folhas e vagens com o solo, favorecendo o ataque de pragas e doenças, inclusive depreciando o valor das vagens.

As médias para CPV variaram de 16,33 a 14,07 cm no grupo ‘a’, e de 12,78 a 11,42 cm no grupo ‘b’. Sousa (2016) não encontrou linhagens contrastantes para essa característica em seu estudo, no entanto, as médias foram ligeiramente superiores. Os valores expressos pelas linhagens do estudo estão abaixo do padrão comercial, o qual estabelece que o comprimento de vagem deve ser superior a 20 cm (SILVA e NEVES, 2011; OLIVEIRA *et al.*, 2015).

O NVP do grupo “a” e “b” variaram de 5,66 a 3,33 cm e de 3,13 a 1,93, respectivamente. Esses resultados são inferiores aos de Sousa (2016), Lima (2016) e Teixeira *et al.* (2010), no entanto, apenas o último trabalho encontrou diferença estatística para a característica em questão.

A não significância para NGV indica que as linhagens possuem comportamento muito semelhante para esta característica. No trabalho de Sousa (2016) o teste F foi significativo para NGV e as médias variaram de 14 a 11, valores superiores ao encontrado no presente estudo que variou de 11,52 a 4,51.

Foram formados quatro grupos para M100. O grupo “a” foi formado por L9 (Sempre Verde) e L13 (Manteigão), com 16,01 e 15,15 g, respectivamente. Já para o grupo “b” houve a presença apenas da L18 (Manteigão), com média de 11,6 g. As

médias do grupo “c” variaram de 9,11 a 7,03 g, no total, 13 linhagens foram agrupadas neste grupo. Para o grupo “d” as linhagens tiveram desempenho de 6,61 a 4,22 g. Esses resultados são inferiores aos encontrados na literatura (SOUSA, 2016; OLIVEIRA *et al.*, 2015; LIMA, 2016).

Para a característica produtividade de grãos (PDT) houve a formação de três grupos. A L13 (Manteigão) foi a que se destacou para PDT com a maior média 580,28 kg/ha, sendo a única a integrar o grupo “a”. As médias do grupo “b” variaram de 369,35 a 312,78 kg/ha e foram incluídas três linhagens neste grupo. Já para o grupo “c” as médias variaram de 278,57 a 95,38 kg/ha, sendo composto por 17 linhagens. Esses dados são inferiores aos encontrados na literatura (SOUSA, 2016; SILVA, 2018; SILVA, 2020).

Para o estudo de dissimilaridade genética entre as linhagens, com base nas 12 características avaliadas, foi adotada a distância generalizada de Mahalanobis (D^2). Foi indicado por D^2 que a maior distância foi entre as linhagens 8 e 9 (123,41), já a menor distância ocorreu entre as linhagens 3 e 4 (3,48). De maneira geral as linhagens que tiveram maior divergência pela D^2 foram 8 e 9 (123,41), 8 e 13 (100,61), 9 e 10 (97,29), 8 e 20 (91,82) e 7 e 9 (86,35) (Tabela 5), apresentando maior potencial para geração de variabilidade em possíveis cruzamentos para fins de geração de população segregante num programa de melhoramento.

Tabela 5 - Medidas de dissimilaridade genética entre as 21 linhagens de feijoeiro avaliados, mediante a utilização das 12 características, Araguatins-TO, 2022

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21
1	0,0	27,59	4,4	5,61	11,12	35,04	44,07	60,56	66,44	17,07	44,47	8,82	41,20	4,73	7,39	12,62	9,50	24,92	19,31	15,73	39,32
2			22,76	27,64	23,34	41,40	56,85	74,98	55,31	41,65	54,51	17,02	51,77	22,13	25,26	24,50	35,52	31,79	29,77	27,70	58,51
3				3,48	12,89	33,68	44,95	58,03	62,56	19,83	43,24	3,49	39,38	4,81	6,92	6,87	6,18	13,77	16,48	9,36	40,20
4					17,48	45,81	45,81	74,59	64,65	23,08	53,70	6,39	42,82	8,33	12,07	10,05	9,82	22,39	24,03	14,94	52,99
5						32,73	42,88	61,93	58,68	8,08	41,35	15,05	45,67	5,93	12,78	13,62	19,43	19,74	23,19	16,89	46,48
6							3,94	12,32	82,25	48,50	8,72	29,41	69,12	26,21	30,96	28,66	44,45	42,32	5,38	56,21	9,32
7								10,15	86,35	56,91	4,60	40,20	69,59	33,71	37,75	34,73	53,07	52,75	10,56	72,85	6,38
8									123,41	68,80	13,61	59,62	100,61	47,91	51,98	45,26	63,57	70,25	20,30	91,82	6,90
9										97,29	72,14	59,87	20,32	63,12	51,69	68,15	84,35	45,76	65,60	73,63	86,30
10											59,14	24,23	71,69	13,24	24,09	16,18	18,91	37,89	38,32	25,32	58,78
11												42,79	57,70	32,51	35,82	33,14	56,62	40,53	10,08	70,45	5,72
12													41,86	8,09	11,73	7,43	9,33	17,98	15,52	11,04	42,35
13														40,11	25,00	47,69	55,69	31,49	50,14	52,11	65,95
14															4,36	5,89	8,09	17,34	13,07	14,88	33,45
15																13,51	12,64	18,98	17,63	21,47	34,92
16																	8,10	18,43	13,63	16,24	33,68
17																		27,19	26,47	12,43	49,39
18																			24,71	14,88	48,63
19																				35,32	10,61
20																					70,24
21																					0,0

Fonte: Autor, 2022

Com base nas informações da matriz de distância generalizada de Mahalanobis obteve-se a análise de agrupamento pelo método de Tocher, o qual separou as 21 linhagens em cinco grupos diferentes (Tabela 6), indicando a ocorrência de diversidade genética.

O método de otimização de Tocher se baseia na formação de grupos cujas as distâncias dentro dos grupos sejam menores em comparação as distâncias entre grupos (FARIA *et al.*, 2012). Assim a maioria das linhagens preencheram os grupos I e II, sendo que o grupo I contou com 11 das 21 linhagens - cerca de 52,38% das linhagens (Tabela 6). O grupo II foi composto por 6 linhagens, o que representa 28,57%. O grupo III conteve 2 linhagens e representa 9,52%. Apenas uma linhagem ficou nos grupos IV e V, sendo assim, cada grupo representou apenas 4,76% das linhagens. As linhagens que se encontram dentro de um mesmo grupo são mais similares entre si do que as que se enquadram em outros grupos (CRUZ *et al.*, 2014).

Em G1 e em G2 há linhagens das duas microrregiões, incluindo a única linhagem da classe Preto (L20), indicando que mesmo geograficamente distantes, estas linhagens são similares com base nas 12 características avaliadas. Todavia, o agrupamento das 14 linhagens do Bico do Papagaio em quatro grupos diferentes, e das 7 linhagens da microrregião de Araguaína em três grupos diferentes, corroboram a diversidade genética das linhagens cultivadas em cada uma das regiões.

Deve-se notar ainda no G1 que ele é formado por linhagens de subclasses diferentes da classe Cores, como L3 (Manteigão), L12 (Corujinha) e L17 (Vinagre). Este resultado indica que mesmo plantando materiais de subclasses diferentes, a diversidade ainda pode ser baixa, uma vez que a discriminação entre as linhagens pelos produtores é baseada principalmente na cor do tegumento, podendo o material ser semelhante para outras características agronômicas.

Todavia, o G2 foi formado apenas pelas subclasses Manteiguinha e Vinagre. Deve-se destacar que neste grupo foram alocadas todas as linhagens da subclasse Manteiguinha, com exceção da L2 que ficou no G5. Este resultado indica que as linhagens da Manteiguinha do G2 podem ser uma mesma cultivar, porém diferente daquela do G5, reforçando a necessidade de os produtores conhecerem não apenas

o nome popular da cultivar, mas seu nome comercial. O mesmo pode ser observado na L13 (Manteigão) do G3, na L18 (Manteigão) do G4, que podem ser diferentes daquelas linhagens Manteigão do G1.

Tabela 6 - Representação do agrupamento gerado pelo método de Otimização de Tocher com base na dissimilaridade genética entre as 21 linhagens de feijão-caupi avaliadas, mediante a utilização de 12 variáveis respostas, Araguatins-TO, 2022

GRUPO	LINHAGENS
G1	L3 (Manteigão) ^B , L4 (Manteigão) ^B , L12 (Corujinha) ^A , L1 (Corujinha) ^B , L14 (Corujinha) ^A , L17 (Vinagre) ^B , L16 (Corujinha) ^B , L5 (Corujinha) ^B , L20 (Preto) ^B , L10 (Vinagre) ^A , L15 (Corujinha) ^A
G2	L6 (Manteiguinha) ^A , L7 (Manteiguinha) ^B , L11 (Manteiguinha) ^B , L21 (Manteiguinha) ^B , L19 (Manteiguinha) ^B , L8 (Vinagre) ^B
G3	L9 (Sempre Verde) ^A , L13 (Manteigão) ^A
G4	L18 (Manteigão) ^B
G5	L2 (Manteiguinha) ^B

Fonte: Autor, 2022.

A porcentagem da contribuição relativa das 12 características para a divergência genética das linhagens, conforme Singh (1981), pode ser observado na Tabela 7. NDC, NGV e AP foram as características que menos contribuíram para a divergência entre as linhagens, respectivamente, 2,39%, 3,45% e 5,95%. As características que mais contribuíram para a divergência foram M100, CPV, DC e PDT com 19,55, 14,13, 9,40 e 9,20%, respectivamente (Tabela 7).

Estes resultados podem explicar o fato de linhagens de subclasses diferentes serem agrupadas em um mesmo grupo, pois o critério de cor usado para definir as subclasses não foi usado no estudo de dissimilaridade, permitindo com que linhagens de cores diferentes, mas com valores semelhantes para M100, CPV, DC e PDT, fossem agrupadas conjuntamente.

Tabela 7. Contribuição relativa (S.J.) das características agrônômicas para a divergência genética em 21 linhagens de feijão-caupi, de acordo com método de Singh (1981).

Característica	S.J.	VALOR (%)
%GE	573,99	7,96
EF	503,85	6,99
NDF	458,19	6,35
NDC	172,46	2,39
AP	428,73	5,95
AIPV	577,63	8,01
DC	678,03	9,40
CPV	1018,79	14,13

NVP	472,92	6,56
NGV	248,81	3,45
M100	1408,84	19,55
PDT	663,29	9,20

Fonte: Autor, 2022.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As linhagens L13 (Manteigão) e L9 (Sempre Verde) se destacaram em relação às variáveis respostas NVP, M100 e PDT. Sendo que a linhagem L12 (Manteigão) obteve a maior produção de maneira isolada.

As 21 linhagens foram agrupadas em cinco grupos, indicando que há diversidade genética entre elas, inclusive com linhagens de uma mesma região participando de pelo menos 3 grupos diferentes. Todavia, os produtores precisam se atentar não apenas à classe/subclasse de cores, mas ao correto nome das cultivares a fim de evitarem o plantio de materiais que sejam diferentes para as cores, mas similares para outras características de importância agrônoma importantes para a diversidade genética.

O trabalho traz informações que atualmente são escassas na literatura para a região. As informações reunidas podem auxiliar os produtores locais e as entidades de Assistência Técnica em sua tomada de decisão. Além disso, o IFTO – *Campus Araguatins* pode fazer uso de tais informações para aprofundar novos estudos em relação ao feijão-caupi.

REFERÊNCIAS

- BENIN, G.; CARVALHO, F. I. F.; ASSMANN I. C.; CIGOLINI, J.; CRUZ, P. J.; MARCHIORO, V. S.; LORENCETTI, C.; SILVA, S. A. Dissimilaridade genética em feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) com grão tipo carioca. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**. v.7, n.2, p.237-244. 2001.
- BERTINI, C. H. C. M.; ALMEIDA, S. W.; SILVA, P. M.; SILVA, J. W. L.; TEÓFILO, E. M. Análise multivariada e índice de seleção na identificação de genótipos superiores de feijão-caupi. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá-PR, v.32, n. 4, p. 613-619, 2010.
- BEZERRA, J. M. et al. **Composição química de oito cultivares de feijão-caupi**. In: Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento sustentável. Pombal, PB, v. 14, n.1, p.41-47, jan./mar. 2019.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G.V.; FRITSCHÉ-NETO, R. **Melhoramento de plantas**. 7. ed. Viçosa: Editora UFV. 2017. 542p.
- BRASIL, E. C.; CRAVO, M. S.; VIEGAS, I. J. M. **Recomendações de adubação e calagem para o estado do Pará**. 2ª edição. Brasília-DF: EMBRAPA, 2020.
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO -CONAB. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v.7, Safra 2021/2022, Sexto Levantamento, Brasília, 2022.
- Clima e condições meteorológicas médias em Tocantins no ano todo. **Weather Spark**. Disponível em: <https://pt.weatherspark.com/y/30581/Clima-caracter%C3%ADstico-em-Tocantins-Brasil-durante-o-ano>. Acesso em: 02 nov. 2022.
- Cruz, C.D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. **Acta Scientiarum**. v.38, n.4, p.547-552, 2016
- Cruz, C.D. **Princípios de Genética Quantitativa**. Editora UFV, 2005, 394 p.
- CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S.; REGAZZI, A.J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético** 3.ed. Viçosa: UFV, 2014. v.2. 667 p.
- CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético** 4.ed. Viçosa: UFV, 2012. v.1. 514 p.
- ELIAS, T. H.; 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.

FRANCO, M. C.; CASSINI, S. T. A.; OLIVEIRA, V. R.; TSAI, S. M. Caracterização da diversidade genética em feijão por meio de marcadores RAPD. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 36, n. 2, p. 381-385, fev. 2001.

FREIRE FILHO, F. R. Origem, evolução e domesticação do caupi. In: ARAÚJO, J. P. P. de; WATT, E. E. (Org.). **O caupi no Brasil**. Brasília, DF: IITA: EMBRAPA, 1988. p. 26-46.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. M.; SILVA, K. J. D.; NOGUEIRA, M. S. R.; RODRIGUES, E. V. I Ed. **Feijão-Caupi no Brasil: Produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. 1. ed. Teresina, PI: Embrapa Meio-Norte, 2011. 84 p.

LIMA, S. R. Diversidade entre variedades crioulas de feijão-caupi do Acre. Dissertação (Mestra em Agronomia) – Universidade Federal do Acre. Rio Branco-AC, p 77. 2016.

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/protecao-de-cultivar/agricolas>. Acessado em 25 de junho de 2021.

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

PIMENTEL-GOMES. **Curso de Estatística Experimental**. ESALQ/USP: Piracicaba, 1985.

PADULOSI, S.; NG, N. Q. Origin taxonomy, and morphology of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. In: SINGH, B. B.; MOHAN RAJ, D. R.; DASHIELL, K. E.; JACKAI, L. E. N. (Ed.). **Advances in cowpea research**. Ibadan: International Institute of Tropical Agriculture; Tsukuba: Japan International Research Center for Agricultural Sciences, 1997. p. 1-12. Trabalhos selecionados do Second World Cowpea Research Conference, 1995, Accra, Ghana.

RIBEIRO, V. Q. Cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**, p. 110, ISSN 1678-0256, Teresina-PI, dezembro, 2002.

RAO, R. C. Advanced statistical methods in biometric research. New York: John Wiley. 390p. 1952.

SANTOS, V. S. Seleção de pré-cultivares de soja baseado em índices. Tese (Doutor em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-USP. Piracicaba, p. 115. 2005.

SANTOS, A. A. B.; AMBROZIO, V. C.; BARELLI, M. A. A.; LUZ, P. B.; 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.

SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, Washington, v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974.

SILVA, M. B. O.; CARVALHO, A. J.; ROCHA, M. M.; BATISTA, P. S. C.; JUNIOR, P. V. S.; OLIVEIRA, S. M. Desempenho agrônomo de genótipos de feijão-caupi. **Revista de Ciências Agrárias**, 2018, 41(4): p.1059-106.

SILVA, L. C. Caracterização fenotípica de RILs de feijão derivadas da população Rudá x And 277. Dissertação (*Magister Scientiae*). Universidade Federal de Viçosa. Viçosa-MG, p. 47. 2013

SILVA, J. A. L.; 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, a, v. 42, n. 3, p. 702-713, jul-set, 2011.

SINGH, D. The relative importante of characters affecting genetic divergente. **The Indian Journal of Genetics and Plant Breeding**. v.41, p.237-245. 1981.

SOUZA, S. A. Divergência genética e capacidade combinatória de feijão-caupi. Tese (Doutor em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Tocantins. Gurupi-TO, p. 93. 2016.

SILVA, A. L.; BATISTA, P. S. C.; OLIVEIRA, K. J. O.; CRUZ, C. A.; CANGUSSÚ, L. V. S.; SANTIAGO, W. E.; Desempenho agrônomo de cultivares de feijão-caupi em diferentes populações. **Revista Brasileira de Agropecuária**, v. 10, n. 1, p. 193-198, Julho, 2020.

TAVARES, T. C. O.; SOUSA, S. A.; LOPES, M.B S.; VELOSO, D. A.; FIDELS, R. R. Diversidade genética entre cultivares de feijão comum cultivados no estado do Tocantins. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 5, n. 3, p.76-82, jul./set. 2018.

TEIXEIRA, I. R.; SILVA, G. C.; OLIVEIRA, J. P. R.; SILVA, A. G.; PELÁ, A. Desempenho agrônomo e qualidade de sementes de cultivares de feijão-caupi na região do cerrado. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza-CE, v. 41, n. 2, p.300-307, abr./jun. 2010.

VALE, J. C.; BERTINI, C.; BORÉM, A. **Feijão-caupi do plantio à colheita**. Viçosa-MG: Editora UFV, 2017.