



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE  
CENTRO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO SEMIÁRIDO  
UNIDADE ACADÊMICA DE TECNOLOGIA DO DESENVOLVIMENTO  
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGROECOLOGIA**

**PAULO SÉRGIO DE LIMA SILVA FILHO**

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE FEIJÃO GUADU  
NO CARIRI PARAIBANO**

**SUMÉ - PB  
2019**

**PAULO SÉRGIO DE LIMA SILVA FILHO**

**DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE FEIJÃO GUANDU  
NO CARIRI PARAIBANO**

**Monografia apresentada ao Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Agroecologia.**

**Orientador: Professor Dr. Ranoel José de Sousa Gonçalves.**

**SUMÉ - PB**

**2019**

S5869d Silva Filho, Paulo Sérgio de Lima.

Divergência genética entre acessos de Feijão Guandu no Cariri Paraibano. / Paulo Sérgio de Lima Silva Filho. - Sumé - PB: [s.n], 2019.

37 f.

Orientador: Professor Dr. Ranoel José de Sousa Gonçalves.

Monografia - Universidade Federal de Campina Grande; Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido; Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia.

1. Feijão Guandu. 2. Melhoramento genético vegetal. 3. Banco de germoplasma. 4. *Cajanus cajan*. I. Título.

CDU: 633.35(043.1)

**Elaboração da Ficha Catalográfica:**

Johnny Rodrigues Barbosa  
Bibliotecário-Documentalista  
CRB-15/626

**PAULO SÉRGIO DE LIMA SILVA FILHO**

**DIVERGENCIA GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE FEIJÃO GUANDU  
NO CARIRI PARAIBANO**

Monografia apresentada ao Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia do Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, da Universidade Federal de Campina Grande, como requisito parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Agroecologia.

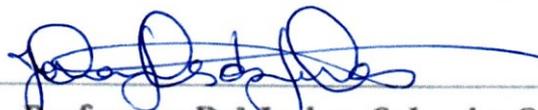
**BANCA EXAMINADORA:**



**Professor Dr. Ranoel José de Sousa Gonçalves**  
**Orientador – UATEC/CDSA/UFCCG**



**Dr. Leonardo da Silva Santos**  
**Examinador I – ADAGRO**



**Professora Drª Joelma Sales dos Santos**  
**Examinadora II – UATEC/CDSA/UFCCG**

**SUMÉ-PB**  
**2019**

*Dedico este trabalho à minha família e à  
minha noiva pelos momentos de ausência.*

## AGRADECIMENTOS

Certamente estes parágrafos não irão atender a todas as pessoas que fizeram parte dessa importante fase de minha vida. Portanto, desde já peço desculpas àquelas que não estão presentes entre essas palavras, mas elas podem estar certas que fazem parte do meu pensamento e de minha gratidão.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr. Ranoel José de Sousa Gonçalves, pela sabedoria com que me guiou nesta trajetória.

Aos meus colegas de sala.

A Secretaria do Curso, pela cooperação.

Gostaria de deixar registrado também, o meu reconhecimento à minha família, pois acredito que sem o apoio deles seria muito difícil vencer esse desafio.

Aos meus pais Sérgio e Fabiana que sempre batalharam para que um dia eu chegasse onde estou.

Aos meus tios Luís e Amara que sempre se esforçaram para que eu estivesse aqui.

A minha noiva Andressa Aragão por ter acreditado em mim, mesmo com tantas dificuldades e por ter contribuído com a conclusão do presente trabalho.

As pessoas que me ajudaram durante todo o experimento.

A todos as pessoas que me deram carona.

Ao pessoal que compõem a GAE.

A banca examinadora, composta por Dr. Leonardo da Silva Santos e pela Dr<sup>a</sup> Joelma Sales dos Santos.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

## RESUMO

O *Cajanus cajan* conhecido popularmente por feijão guandu foi introduzido no Brasil desde do tempo da escravatura, utilizado como adubo verde, alimentação humana e alimentação animal. Sendo da família Fabaceae, subfamília Faboideae, é considerada uma leguminosa arbustiva ou semiperene. Foi visando sua importância para os trópicos e subtropicais que no presente trabalho objetivou-se caracterizar e verificar a existência de diversidade genética entre acessos de feijão guandu com base em descritores quantitativos e qualitativos em banco de germoplasma formado por acessos coletados na região do Cariri Paraibano. Todos os 22 acessos do banco de feijão guandu foram submetidos às avaliações. O delineamento inteiramente casualizado (DIC) com três repetições foi utilizado para os caracteres quantitativos, sendo a parcela constituída de uma planta por vaso. Foi realizado para estes caracteres, também, o teste de agrupamento de médias, segundo *Scott e Knott* propuseram em 1974, a 5% de probabilidade. Foi aplicado o método de agrupamento pela ligação média entre grupos (UPGMA), utilizando a distância generalizada de *mahalanobis* ( $D^2$ ) (caracteres quantitativos) e a distância Euclidiana média (caracteres qualitativos), como medida de dissimilaridade. A importância relativa dos caracteres avaliados quanto à dissimilaridade genética observada entre os acessos foi realizada seguindo a metodologia empregada por *Morais et al.* (1998) e por meio da participação dos componentes de  $D^2$ , relativos a cada característica, no total de dissimilaridade observada. Existe ampla variabilidade genética entre os acessos de feijão guandu, e facilmente identificada por meio de caracteres morfoagronômicos. Existe grande probabilidade dos acessos G-LI/10-F18 e G-CON/11-F18 serem duplicados, que deve ser confirmado molecularmente. Os caracteres relacionados às sementes permitem fácil identificação da diversidade genética morfológica. Nove cruzamentos foram identificados como os mais promissores, sendo eles: G-CA/18-M18 x (G-SU/02-J18, G-ZA/05-J18, G-OV/22-M18, G-MO/04-J18, G-PA/16-M18 e G-SJ/09-F18); G-PA/16-M18 x (G-SJ/09-F18 e G-AM/19-M18) e o cruzamento entre o acesso G-SB/14-F18 e G-AM/19-M18.

**Palavras-chave:** *Cajanus cajan*. Melhoramento vegetal. Banco de germoplasma.

## ABSTRACT

The *Cajanus cajan*, popularly known as pigeonpea was introduced in Brazil since the slavery times, utilized as green manure, human alimentation and animal alimentation. Being from Fabaceae family, subfamily Faboideae, is considered a shrub legume, or semi-perennial. Was aiming to its importance for the tropics and subtropics that in the current project aimed objective of this study was to characterize and verify the existence of genetic diversity among pigeonpea (*Cajanus cajan*) based on quantitative and qualitative descriptors in a germoplasm bank formed by accessions collected in the Cariri region in Paraíba state. All 22 accessions of the pigeonpea germoplasm bank were evaluated the completely randomized design (CRD) with the plot consisting of one plant per pot. It was also performed for these characters, the grouping test of means, according to *Scott Knott* proposed in 1974, to 5% of probability. The clustering method by the mean link between groups (UPGMA) was applied using the generalized *mahalanobis* distance ( $D^2$ ) (quantitative characters) and the average Euclidean distance (qualitative characters), as a measure of dissimilarity. The relative importance of the evaluated characters regarding the genetic dissimilarity observed between the genotypes was realized following the methodology employed by Morais and collaborators in 1998 and through the participation of  $D^2$  components, related to each trait, in the total dissimilarity observed. There is a wide genetic variability among the guandu bean accessions, and easily identified by morphoagronomic characters. G-LI/10-F18 and G-CON/11-F18 accessions are very likely to be duplicated, which should be molecularly confirmed. Seed-related characters allow easy identification of morphological genetic diversity. Nine intersections were identified as the most promising, namely: G-CA/18-M18 x (G-SU/02-J18, G-ZA/05-J18, G-OV/22-M18, G-MO/04 -J18, G-PA/16-M18 and G-SJ/09-F18); G-PA/16-M18 x (G-SJ/09-F18 and G-AM/19-M18) and the intersection between access G-SB/14-F18 and G-AM/19-M18.

**Keywords:** *Cajanus cajan*, plant breeding, germoplasm bank.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Dendrograma 1</b> - Obtido por meio de dados quantitativos com a distância de <i>Mahalanobis</i> e pelo método de agrupamento UPGMA de dissimilaridade genética, dos 22 (vinte e dois) acessos de feijão guandu .....	29
<b>Dendrograma 2</b> - Obtido por meio de dados qualitativos total (variáveis da planta e semente) com a distância Euclidiana média e pelo método de agrupamento UPGMA de dissimilaridade genética, dos 22 (vinte e dois) acessos de feijão guandu .....	30
<b>Dendrograma 3</b> - Obtido por meio de dados qualitativos (variáveis de semente) com a distância Euclidiana média e pelo método de agrupamento UPGMA de dissimilaridade genética, dos 22 (vinte e dois) acessos de feijão guandu .....	31
<b>Figura 1</b> – Localização da casa de vegetação dentro do campus .....	19

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> – Número do tratamento no experimento (Trat.), acessos de feijão guandu e respectivos locais de coleta (todas cidades localizadas no Cariri do estado da Paraíba).....	20
<b>Tabela 2</b> – Resumo das análises de variância para caracteres quantitativos e agrupamento de médias de 22 acessos de feijão guandu coletados no cariri paraibano .....	244
<b>Tabela 3</b> – Caracteres qualitativos de planta, em 22 acessos de feijão guandu coletados no Cariri Paraibano: CC: Cor do caule; HC: Hábito de crescimento; FF: Forma do folíolo; CTA: Cor do talo da flor/vagem; CPF: Cor primária da flor; CSF: Cor secundária da flor .....	266
<b>Tabela 4</b> – Caracteres qualitativos de semente, em 22 acessos de feijão guandu coletados no Cariri Paraibano: CBS: Cor básica da semente; CSS: Cor secundária da semente; MH: Marca no hilo; CVHS: Cor em volta do hilo da semente; FS: Forma da semente.....	28
<b>Tabela 5</b> – Importância relativa ( $S_{,j}$ ) de caracteres quantitativos e qualitativo total (variáveis da planta e semente) para o estudo da diversidade genética entre 22 (vinte e dois) acessos de feijão guandu ( <i>Cajanus cajan</i> ) .....	32

## LISTA DE SIGLAS

DIC	Delimitação inteiramente casualizado
UPGMA	Método de agrupamento pela ligação média entre grupos
AP	Altura de planta
M	Metro
DC	Diâmetro de caule
CM	Centímetro
APR	Altura do primeiro ramo
NDF	Número de dias para o florescimento
CC	Cor do caule
HC	Habito de crescimento
FF	Forma do folíolo
CTA	Cor do talo da flor/vargem
CPF	Cor primária da flor
CSF	Cor secundária da flor
CBS	Cor básica da semente
CSS	Cor secundária da semente
MH	Marca no canto do hilo
CVHS	Cor em volta do hilo da semente
FS	Forma da semente
CV	Coefficiente de variação ambiental
CDSA	Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido
UFCG	Universidade Federal de Campina Grande
IBPGR	<i>International Board For Plant Genetic Resources</i>
ICRISAT	<i>International Group Research Institut For The Semiarid Tropics</i>

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>111</b>
<b>2 REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>133</b>
2.1 O FEIJÃO GUANDÚ .....	133
2.2 PRODUÇÃO E UTILIDADES.....	15
2.3 PRODUTIVIDADE E TEOR DE NUTRIENTES NA FORRAGEM.....	15
2.4 ADAPTABILIDADE DA REGIÃO SEMIÁRIDA.....	15
2.5 VARIABILIDADE GENÉTICA.....	16
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>19</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>22</b>
<b>5 CONCLUSÕES.....</b>	<b>33</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>34</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Originária da Índia e introduzida no Brasil desde os períodos da escravidão, o feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millspaugh), é uma leguminosa autógama diploide ( $2n = 2x = 22$ ), e que dependendo da região onde é cultivado, tanto a campo quanto em quintais, pode também, ser conhecido por “andu”, “guandu” e “guando” (SOUZA *et al.*, 2007). Em direta relação ao aumento do interesse por leguminosas no Brasil a partir da última década, tem crescido o uso em larga escala do feijão guandu como adubo verde, alimentação humana, alimento para ruminantes, tanto em pastagens exclusivas e consorciadas como em forma de forragem verde, feno e componente de mistura de silagem, além de sua utilização em sistemas de recuperação de solos e/ou pastagens degradadas (SOUZA *et al.*, 2007).

O grande número de ovinos e caprinos observados em regiões como o Cariri Paraibano, sendo esta, por exemplo, a região responsável pela maior produção de leite de caprinos no Brasil, proporciona uma demanda maior de alimentos que venha a suprir as necessidades alimentícias destes animais. Neste tocante, frente às limitações edafoclimáticas destas regiões, além das características próprias dos agricultores e ou produtores, é cada vez maior a procura por espécies vegetais que venham a produzir satisfatoriamente nessas regiões. Assim, o feijão guandu, pode ser uma ótima alternativa para atender tal demanda, além de possibilitar o atendimento do crescente consumo humano desta leguminosa que vem ocorrendo nas regiões semiáridas do nordeste brasileiro.

Poucas informações são disponíveis acerca de acessos de feijão guandu mais adaptados às condições particulares dos produtores de determinada região, face à escassez de pesquisas inerentes, fato este, também observado para região do cariri paraibano. No entanto, atualmente é possível inferir que se tenha considerável diversidade genômica desta espécie, nas diversas regiões produtoras do Brasil, oriunda principalmente de introduções de plantas provenientes de outras localidades.

Em etapas iniciais dos programas de melhoramento de qualquer espécie vegetal, a caracterização de cada acesso é de fundamental importância para que a possível variabilidade existente possa ser utilizada de forma eficiente no desenvolvimento de novas cultivares, e de acordo com as características das regiões para as quais serão destinadas. E ainda, em programas de melhoramento envolvendo a seleção de acessos superiores, é necessário, além de dispor de informações a respeito do germoplasma a ser utilizado, saber também de suas potencialidades genéticas e de parâmetros genéticos intrínsecos às características que serão melhoradas.

O presente trabalho teve como objetivo verificar a existência de diversidade genética de acessos de feijão guandu com base em descritores morfológicos, quantitativos e qualitativos na região do Cariri Paraibano. Já em seu objetivo específico verificou-se que há variabilidade genética entre os acessos de feijão guandu, presentes no banco de germoplasma e também constatar se existem acessos duplicados no banco de germoplasma, inferir sobre quais os principais caracteres que permitem maior facilidade na identificação de diversidade genética. E por fim identificar qual ou quais os cruzamentos parentais são mais promissores para as posteriores etapas do programa de melhoramento genético do feijão guandu.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 O FEIJÃO GUANDÚ

O feijão guandu [*Cajanus cajan* (L.) Millspaugh] pertence à família Fabaceae, subfamília Faboideae. Leguminosa arbustiva anual ou semiperene é uma cultura importante para diversos países dos trópicos e subtropicais, principalmente os países asiáticos e africanos. A sua origem ainda é motivo de controvérsia, divergindo entre o Continente Africano e a Índia (NENE ; SHEILA, 1990; VAN DER MAESEN, 1990). Esta leguminosa foi introduzida no Brasil provavelmente pela rota dos escravos, nos navios negreiros procedentes da África, tornando-se largamente distribuída e seminaturalizada na região tropical (SEIFFERT; THIAGO, 1983). As plantas são perenes, eretas, arbustivas e apresenta ampla variabilidade entre si principalmente quanto ao ciclo de desenvolvimento, à altura máxima alcançada pela planta, ao potencial produtivo de fitomassa e de grãos, e a coloração da flor, vagem e sementes (SOUZA *et al.*, 2007). A morfologia floral é do tipo cleistogâmico, típico de plantas autofecundadas, sendo assim, o sistema reprodutivo do guandu predominantemente autógeno, porém podendo ocorrer altas taxas de polinização (SAXENA *et al.*, 1990).

O guandu é uma planta ereta de porte arbustivo, pertencente à família Fabaceae, (anteriormente denominada Leguminosae) e à subfamília Faboideae, da qual são reconhecidas duas variedades botânicas (bicolor e flavus), que diferem entre si principalmente quanto ao ciclo de desenvolvimento e à coloração da flor e da vagem (SOUZA. *et al.*, 2007).

No entanto, em uma coleção mantida na Índia, que inclui cerca de 5.000 acessos da espécie, muitos desses acessos fogem às características típicas dessas duas variedades; aliás, grande número de cultivares originaram-se de cruzamento entre elas. Cultivares de guandu variam amplamente entre si, principalmente quanto à altura máxima alcançada pela planta (porte), ao potencial produtivo de fitomassa e de grãos, e às características das vagens e das sementes. Há cultivares cujas plantas podem alcançar 4 m de altura quando mantidas sob condições de livre crescimento, adquirindo forma de pequena árvore, e há também várias outras cultivares cujas plantas não ultrapassam 1 m (SOUZA. *et al.*, 2007).

As plantas de grande número de cultivares são eretas, com ramos verdes; todas apresentam caule lenhoso, ereto e cilíndrico. As folhas do guandu são trifoliadas, com folíolos oblongos e lanceolados, de 4 cm a 10 cm de comprimento e de 2 cm a 4 cm de largura. Assim como o caule e os ramos, as folhas são recobertas por pubescência aveludada, especialmente na superfície inferior. No seu sistema radicular vigoroso e profundo, destaca-se a raiz principal (pivotante), que pode alcançar mais de 2 m de profundidade. Dela originam-se várias outras,

mais finas, secundárias, localizadas principalmente nos 30 cm da camada superior do solo. Distribuídos pelas raízes encontram-se nódulos de bactérias simbiotes, fixadoras de nitrogênio atmosférico (SOUZA. *et al.*, 2007).

Possuindo um ciclo de desenvolvimento das plantas anual ou perene de vida curta, as plantas de cultivares de ciclo precoce são anuais, enquanto as de cultivares de ciclo longo permanecem vivas por um a três anos ou, até cinco anos, quando ocorre um ótimo manejo. Tendo uma resposta boa qualitativamente a dias curtos, independente do ciclo, sendo eles curto, normal ou tardio, da cultivar (Carberry *et al.*, 2001). Apesar disso significar que a indução floral só ocorre quando o fotoperíodo for inferior a 12h, as cultivares diferem amplamente entre si quanto à sensibilidade a fotoperíodo. Ou seja, enquanto algumas florescem tão logo o fotoperíodo torna-se menor do que 12h, tal como é o caso das cultivares de ciclo curto, plantas de outras cultivares só florescem sob condições de fotoperíodos menores, por exemplo, 11h30m. Entretanto, deve ser considerado que nessa espécie a temperatura tem efeito tão relevante quanto o fotoperíodo na determinação das taxas de desenvolvimento das plantas no período entre o plantio e a iniciação do botão floral e do plantio até o florescimento (McPherson *et al.*, 1985).

Rodrigues *et al.* (2004) ressaltaram que o guandu é uma planta muito rústica, que se adapta bem a solos de baixa fertilidade, com correções mínimas, respondendo bem à adubação, porém não tolera encharcamento. Esses autores ressaltaram ainda que a época recomendada para plantio é de outubro a janeiro e, antes do plantio, devem-se aplicar corretivos e fertilizantes, com base nos resultados de análise de solo. Souza *et al.* (2007) destacaram ainda que, apesar de ser planta tolerante à seca, o uso da irrigação pode promover aumento significativo de produtividade. Benedetti (2005) destacou que as leguminosas preferem solos bem drenados e profundos, podendo vegetar em solos argilosos pesados. A maior produção de nódulos, fixadores de nitrogênio por simbiose, se dá nos solos drenados. Destacou ainda que o guandu cresce em solos de pH 5 a 8, mas o melhor desempenho se dá em solos aproximadamente neutros, atingindo o máximo de produção em solos de fertilidade natural mais alta.

Villela (2008) salientou que, de acordo com Rodolfo Godoy, pesquisador da Embrapa, a altura de corte ideal para o fornecimento do guandu picado é entre 40 cm e 60 cm. De acordo com o pesquisador, se o corte for muito baixo, o percentual de morte das plantas será muito alto e hastes mais grossas significam material de pior qualidade.

## 2.2 PRODUÇÃO E UTILIDADES

De acordo com Udedibie e Igwe (1989), citados por Godoy *et al.* (1997), o guandu possui extraordinária capacidade de produção de forragem, nas formas de banco de proteínas, de feno, silagem, pastejo direto e de grãos. Pode ser ainda empregado como adubo verde, tanto em rotação quanto em associação com outras culturas. Alguns cultivares de guandu pode produzir mais de 30 t/ha/ano de matéria verde (caule, ramos e folhas) sob condições favoráveis de clima e solo (Souza *et al.*, 2007).

## 2.3 PRODUTIVIDADE E TEOR DE NUTRIENTES NA FORRAGEM

De acordo com Fernandes *et al.* (2006), a produtividade e valor nutritivo da forragem de guandu podem ser afetados por diversos fatores: solo, cultivar, manejo, condições climáticas e proporção de folhas, caules, flores e vagens. De acordo com Rodrigues *et al.* (2004), o guandu é uma leguminosa de elevado teor proteico, com vagens e folhas apresentando boa digestibilidade. Sua utilização melhora a digestibilidade da dieta, possibilitando maior consumo de nutrientes digestíveis totais e proporciona bom ganho de peso vivo. A sua utilização permite reduzir o fornecimento de alimento concentrado e diminuir o custo da alimentação. O uso do guandu possibilita aumento da produtividade e redução de custos, sem prejudicar o desempenho de novilhas.

Souza *et al.* (2007) salientaram que as plantas de guandu destinadas ao consumo animal na forma de forragem devem apresentar alta produção de fitomassa, ramos de diâmetro reduzido e flexíveis, menor sensibilidade a fotoperíodo, tolerância a cortes e desfolhas e retenção de folhas durante o período de déficit hídrico.

## 2.4 ADAPTABILIDADE A REGIÃO SEMIÁRIDA

A característica apresentada pelo guandu, de crescer em períodos adversos que limitam o crescimento de outras forrageiras, constitui-se em valiosa alternativa para a obtenção de alimentos de boa qualidade e redução de custos com colheita e armazenamento de forragem no período de entressafra (RAO *et al.*, 2002). Além do mais, possui um vigoroso sistema radicular, profundo e ramificado, que possibilita o rompimento de camadas adensadas de solos, atuando assim como biodescompactador (NENE; SHEILA, 1990; SANTOS *et al.*, 1999; SOUZA *et al.*, 2007). Essas características associado com a alta capacidade de simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio mais a capacidade de acessar fosfatos insolúveis em solos pobres, classifica essa espécie como uma ótima melhoradora de solos.

## 2.5 VARIABILIDADE GENÉTICA

Segundo Alcântara *et al.*, (2000), a busca por melhorias na qualidade das leguminosas forrageiras é considerado como um dos objetivos do melhoramento genético. Pesquisas tem sido conduzidas para seleção de acessos que possuam menos fatores antiqualitativos e praticamente livres de substâncias estrogênicas. Por outro lado, quando o assunto é a consorciação entre gramíneas e leguminosas herbáceas, estudos vem sendo conduzidos para a seleção de espécies de leguminosas que tenham aceitabilidade menor em relação à gramínea associada, visando sua maior persistência durante a estação chuvosa e, por outro lado, sendo bem aceita pelos animais na época crítica (período de escassez de forragem). Nesse sentido, programas de melhoramento genético de *Cajanus* para região sudeste vem sendo realizado pelo Instituto de Zootecnia em parceria com o Instituto Agrônomo de Campinas com intuito de obter cultivares com porte menor, arquitetura mais ereta e com ramos que se verguem e não quebrem, com boa produção de massa foliar e, principalmente de sementes. E também está sendo dada preferência à seleção por plantas mais precoces ou mais tardias quanto à produção de sementes.

Em etapas iniciais de um programa de melhoramento de qualquer espécie vegetal, é essencial o estudo da diversidade genética entre acessos de uma espécie, pois além de possibilitar a identificação de materiais genéticos muito próximos ou duplicados, indica aqueles acessos mais distantes geneticamente, os quais poderão ser recomendados para futuros programas de policruzamentos no desenvolvimento de cultivares melhoradas (SCAPIM *et al.*, 1999).

Neste aspecto, Guedes *et al.* (2017), em estudo sobre feijão guandu, comenta que a variabilidade existente para caracteres quantitativos pode ajudar a definir a aptidão agrícola do acesso, e ainda, com a identificação dos acessos adaptados a região e de possíveis duplicados, além da existência da grande variabilidade entre eles, pode permitir a formulação de populações base de melhoramento, por meio de cruzamento direcionados entre os acessos com ideótipo de planta desejável tanto para produção de forragem (alimentação animal) nas suas diversas formas de uso, produção de grãos (alimentação humana), quanto para aptidão dupla.

Destaca-se também os trabalhos de melhoramento voltados para região do semiárido, iniciados na década de 90 pela Embrapa Semiárido. Segundo Santos *et al.*, (1999) a coleção de guandu da Embrapa Semiárido inclui germoplasma coletado em áreas dos estados do Nordeste, e materiais introduzidos, provenientes do Instituto Internacional de Pesquisa

Agrícola para os Trópicos Semiáridos (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics - ICRISAT), na Índia. O programa de melhoramento iniciou com 244 acessos, dos quais 182 foram introduzidos de outros países, principalmente da Índia, e 62 foram coletados no Nordeste ou introduzidos de outras regiões do Brasil. Estes acessos foram caracterizados, avaliados e selecionados para diferentes ciclos e portes vegetativos, produção de grãos e massa, em regime de sequeiro, com intuito de subsidiar futuros trabalhos de melhoramento e intercâmbio de materiais que possam ser úteis em programas de seleção e hibridização de outras instituições.

Santos *et al.*, (1999) destacam o potencial do feijão guandu para as condições de semiaridez e a possibilidade de inclusão dessa leguminosa em sistemas diversificados de exploração agropecuária das pequenas e médias propriedades, principalmente. O mesmo autor ressalta que para a produção de massa seca ao sol, o feijão guandu forrageiro apresenta a vantagem de produzir nos primeiros seis meses do ano e em períodos de aguda escassez de forragem, quando comparado a outras leguminosas, como a leucena. Segundo Guedes *et al.*, (2017), programas de melhoramento genético do feijão guandu forrageiro para região semiárida não estavam ativos por falta de recursos humanos treinados para prosseguir com o melhoramento dessa forrageira. Para atender a essa demanda, a Embrapa no último concurso contratou três melhoristas para trabalharem com melhoramento de forrageiras para o semiárido, e uma dessas será o feijão guandu forrageiro (*Cajanus cajan* L. Millspaugh).

Neste sentido, é sendo notável a importância dada a essa espécie vegetal pela Embrapa, permitindo inferir sobre o grande potencial do feijão guandu para atender as necessidades alimentícias dos rebanhos de ovinos e caprinos presentes nas regiões semiáridas, assim, sendo de grande importância para o Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido, da Universidade Federal de Campina, que se encontra localizado no cariri paraibano, onde é possível encontrar os maiores rebanhos de ovinos e caprinos do estado da Paraíba, numa das regiões mais castigadas pelas condições edafoclimáticas, acompanhar a tendência da exploração dos recursos genéticos potenciais para possibilitar a melhoria da capacidade produtividade dos agricultores e ou produtores da região do cariri paraibano.

Tendo o intuito de favorecer uma maior divulgação e implementação dessa cultura para todo o cariri paraibano, o Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido (CDSA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), iniciou um programa de melhoramento genético de feijão guandu para fins forrageiros, alimentação humana e também para utilização em sistemas de recuperação de solos e/ou pastagens degradados. Por, possivelmente, estes

acessos coletados reunirem constituições genéticas de diferentes origens, as atividades de caracterização são importantes pontos de partida para o conhecimento da variabilidade, e fornece informações essenciais para condução do programa de melhoramento genético da espécie. Além disso, possibilita a identificação da existência de duplicatas, reduzindo assim, tempos consideráveis em cruzamentos de acessos iguais.

Assim, foram coletados 22 acessos de feijão guandu em diferentes cidades do cariri paraibano e o presente trabalho teve a finalidade de caracterizar esses acessos, permitindo a identificação da existência de possíveis duplicatas, por meios de caracteres morfológicos quantitativos e qualitativos.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente pertencente ao Centro de Desenvolvimento Sustentável do Semiárido – CDSA, da Universidade de Federal de Campina Grande - UFCG, no município de Sumé - PB, cujas coordenadas geográficas são: 7° 40' 18" Latitude Sul e 36° 52' 54" Longitude Oeste e a altitude média é de 518 m. Possui precipitação média anual de 538 mm, temperatura média de 22,9 °C e segundo a classificação de *Köppen* o clima da região é do tipo Bsh (Semiárido quente com chuvas de verão). Foi utilizado um ambiente protegido pertencente ao CDSA (Figura 1).

**Figura 1** – Localização da casa de vegetação dentro do campus



Fonte: Google Earth (2019)

No total foram submetidos à avaliação todos 22 acessos de feijão guandu pertencentes ao banco de germoplasma da espécie do CDSA, em delineamento inteiramente casualizado (DIC) com três repetições, sendo a parcela constituída de uma planta por vaso (Delineamento aplicado para realizar a análise de variância para os caracteres quantitativos). A semeadura foi efetuada manualmente com três sementes por vaso cuja capacidade é de 15 litros, foi realizado o desbaste em cada vaso deixando apenas uma única planta. A irrigação foi realizada duas vezes ao dia, uma pela manhã logo cedo e outra ao final da tarde, sendo a

umidade no solo presente nos vasos monitorada com o auxílio de tensiômetro digital modelo AMT – 300.

O substrato utilizado para preenchimento dos vasos foi resultado da mistura de solo e esterco de ovino/caprino adquiridos de criadores da região. O solo foi coletado da camada 0 – 20 cm no Campus de Sumé da Universidade Federal de Campina Grande, em seguida esse solo foi destorroado, peneirado e posteriormente homogeneizado juntamente com o esterco curtido com auxílio de uma betoneira. A homogeneização foi no sentido de deixar em cada vaso a proporção de 2 (duas) partes de solo para 1(uma) parte de esterco curtido.

Os 22 acessos pertencentes ao banco de germoplasma, foram coletados em diferentes cidades localizadas no Cariri Paraibano. Sendo estes obtidas em feiras livres e/ou em propriedades de agricultores/produtores da região. Os acessos ao entrarem no banco de germoplasma receberam um código, onde todos se iniciam com as letras G (guandu), em seguida por duas e/ou três primeiras letras da cidade onde foi coletado, e posterior ordem de entrada no banco, e por último a primeira letra do mês, seguida do ano de coleta, exemplo: G-SU/01-J18 (Acesso coletado na cidade de Sumé - PB, teve a numeração de 01, pois teve a 1ª entrada no banco de germoplasma e foi coletado no mês de janeiro do ano 2018) (Tabela 1).

**Tabela 1** – Número do tratamento no experimento (Trat.), acessos de feijão guandu e respectivos locais de coleta (todas cidades localizadas no cariri do estado da Paraíba)

Trat	Acesso	Procedência	Trat.	Acesso	Procedência
1	G-SU/01-J18	SUMÉ	12	G-COX/12-F18	COXIXOLA
2	G-SU/02-J18	SUMÉ	13	G-SB/13-F18	SERRA BRANCA
3	G-MO/03-J18	MONTEIRO	14	G-SB/14-F18	SERRA BRANCA
4	G-MO/04-J18	MONTEIRO	15	G-SJC/15-F18	SÃO JOÃO DO CARIRI
5	G-ZA/05-J18	ZABELÊ	16	G-PA/16-M18	PARARI
6	G-PR /06-J18	PRATA	17	G-SA/17-M18	SANTO ANDRÉ
7	G-TA/07-F18	TAPEROÁ	18	G-CA/18-M18	CAMALAU
8	G-TA/08-F18	TAPEROÁ	19	G-AM/19-M18	AMPARO
9	G-SJ/09-F18	SÃO JOSÉ DOS CORDEIROS	20	G-GU/20-M18	GURJÃO
10	G-LI/10-F18	LIVRAMENTO	21	G-OV/21-M18	OURO VELHO
11	G-CON/11-F18	CONGO	22	G-OV/22-M18	OURO VELHO

Fonte: Autoria própria (2019)

Para os caracteres quantitativos foi realizado o teste de agrupamento de médias, segundo *Scott e Knott* (1974) a 5% de probabilidade. Este procedimento tem por finalidade dividir o grupo original de médias em subgrupos, em que as médias não difiram estatisticamente entre si.

Para caracterização morfológica, foram utilizados os descritores de *International Board for Plant Genetic Resources* (IBPGR) e *International Crop Research Institute for the Semi Arid Tropics* (ICRISAT) em três grupos de caracteres, sendo eles: - Caracteres Quantitativos: AP - altura de plantas (m), DC - diâmetro do caule (cm), APR - altura do primeiro ramo (cm), NDF - número de dias para florescimento; - Caracteres qualitativos da Planta: CC - cor do caule (roxo - 1, verde - 2 e verde cinza - 3), HC - hábito de crescimento (prostado - 1, semiprostado - 2 e ereto - 3), FF - forma do folíolo (lanceolado - 1; elíptico largo - 2 e elíptico estreito - 3), CTA - cor do talo da flor/vagem (verde - 1 e roxo - 2), CPF - cor primária da flor (amarelo - 1, amarelo alaranjado - 2 e roxo - 3), CSF - cor secundária flor (amarelo - 1 e amarelo alaranjado - 2) e os Caracteres Qualitativos das sementes: CBS - cor básica da semente (creme - 1, marrom - 2, roxo preto - 3 e marrom alaranjado - 4), CSS - cor secundária da semente (creme - 1, marrom - 2, roxo claro - 3 e cinza claro - 4), MH - marca no canto do hilo (ausente - 1 e presente - 2) - CVHS - cor em volta do hilo das sementes (creme - 1, creme marrom - 2, branco - 3 e esverdeado - 4), FS - forma das sementes (oval - 1, redonda - 2, quadrada - 3 e alongada - 4). Todas essas características foram adaptadas de IBPGR e ICRISAT (1993).

Os dados de médias dos caracteres morfológicos desses acessos foram submetidos à análise de divergência genética. Foi aplicado o método de agrupamento pela ligação média entre grupos (UPGMA), utilizando a distância generalizada de *Mahalanobis* ( $D^2$ ) (caracteres quantitativos) e a distância Euclidiana média (caracteres qualitativos), como medida de dissimilaridade. A importância relativa dos caracteres avaliados quanto à dissimilaridade genética observada entre os acessos foi realizada seguindo a metodologia empregada por *MORAIS et al.* (1998) e por meio da participação dos componentes de  $D^2$ , relativos a cada característica, no total de dissimilaridade observada. Todas as análises foram realizadas conforme descrito por Cruz, Regazzi e Carneiro (2012) e através do *software* GENES (CRUZ, 2008).

#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado efeito altamente significativo pelo teste F a 1% de probabilidade, para a fonte de variação “acessos”, em todos caracteres quantitativos, indicando assim, haver variabilidade genética entre eles (Tabela 2). As estimativas dos coeficientes de variação ambiental (CV) foram de 7,89%, 10,41%, 8,50 e 25,55%, para número de dias para o florescimento (NDF), altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC) e altura do primeiro ramo (APR), respectivamente. Os valores da razão  $b = CV_g/CV_e$  só superou 2,0 para o NDF (3,02), sendo neste caso, possível inferir que não somente há alta variabilidade entre os acessos de feijão guandu, mas também uma situação bastante favorável para a seleção de clones de bom desenvolvimento e aptidão. As estimativas de herdabilidade no sentido amplo ( $h_a^2$ ) foram altas (superiores a 80%) para todas variáveis analisadas (Tabela 2), possibilitando inferir que a maior parte da variabilidade fenotípica foi de natureza genética, indicando que a seleção baseada nessas características poder ser realizada com eficiência.

Pelo teste *Scott-Knott* a 5% de probabilidade foi possível observar a formação de 4 grupos distintos para as variáveis número de dias para o florescimento – NDF e para o diâmetro do caule - DC, 3 para a altura de plantas - AP e 2 grupos distintos para altura do 1º ramo – APR.

Para o NDF, foi observado que 11 acessos ficaram presentes num agrupamento mais tardio, com uma variação de 169,33 a 190,00 dias para o florescimento, outro grupo composto pelos acessos G-ZA/05-J18 e G-OV/21-M18 tiveram variação de 146,67 a 160,00 dias, 4 acessos ficaram agrupados naqueles que tiveram uma variação de 118,00 a 140,67 dias e um último grupo, também composto por 4 acessos, que ficaram num agrupamento mais precoce com relação aos dias para o florescimento (81,33 a 99,67 dias) (Tabela 4). Na variável altura de planta - AP, verificou-se a formação do grupo de menor altura, tendo este uma variação de 1,72 a 1,98 m (G-SU/01-J18, G-COX/12-F18, G-CA/18-M18 e G-OV/20-M18), a formação de um grupo de altura intermediária, com variação de 2,10 a 2,28 m (G-TA/08-F18, G-SB/14-F18, G-PA/16-M18, G-SA/17-M18 E G-OV/22-M18) e os 13 acessos restantes ficaram agrupados naquele com maior variação de AP (2,33 a 2,88 metros) (Tabela 2). Para o DC, foi observado que 10 acessos ficaram presentes num grupo com maior DC (1,55 a 1,77 cm), outro grupo composto pelos acessos G-ZA/05-J18, G-TA/08-F18, G-SB/13-F1, G-AM/19-M18 e G-OV/21-M18 estiveram presentes no agrupamento com variação de 1,39 a 1,50 cm, 2 acessos ficaram agrupados em um terceiro grupo, composto pelos acessos G-PA/16-M18 e G-AS/17-M18, com diâmetro de caule de 1,27 e 1,34 cm, respectivamente. Por fim, para a

variável APR, foi possível observar que houve a formação de dois grupos composto por aqueles acessos com menor altura, variando de 0,29 e a 0,55 cm (10 acessos) e aqueles que ficaram presente no agrupamento de maiores APR, com variação entre 0,77 a 1,20 cm (12 acessos) (Tabela 2).

A percepção da variabilidade existente para esses caracteres pode contribuir para definir a aptidão agrícola do acesso de feijão guandu. Por exemplo, para a utilização do guandu como planta forrageira anual, é desejável que as plantas fossem relativamente baixas, entre 90 a 130 cm, florescimento precoce, entre 70 a 90 dias e colmo menos espesso, uma vez que esse ideótipo facilita os tratos culturais mecanizados, além da possibilidade de consorciação com outras culturas anuais como milho, sorgo e milheto, para produção de feno ou silagem.

Assim, nenhum dos acessos avaliados apresentou essas três qualidades simultaneamente para serem classificadas como aptidão de forrageira anual, principalmente pelo fato de não ter sido possível verificar acessos com alturas menor que 1,76 metros. Destaca-se o acessos G-SU/01-J18, G-COX/12-F18, G-CA/18-M18 e G-GU/20-M18 que não diferiram, pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade, ficando presentes no agrupamento de menor porte, ou seja, menor altura de planta - AP, estes, também, foram os que ficaram presentes no agrupamento referente aos acessos com florescimento precoce (81,33 a 99,00 dias para o florescimento), e os mesmos, juntamente com o acesso G-SB/14-F18, estão presentes no agrupamento com caule menos espesso (Tabela 2). Por outro lado, plantas de porte alto, caule espesso, maior número de ramos, florescimento contínuo, grãos claros e perenicidade, são desejáveis para implementação como bancos de proteínas forrageiro, além de fornecimento de grão para alimentação humana. Nesse sentido, para a seleção destes ideótipos de planta para cada tipo de aptidão, será necessário recombinar os acessos promissores para reunir as características de interesse em um único acesso.

**Tabela 2** – Resumo das análises de variância para caracteres quantitativos e agrupamento de médias de 22 acessos de feijão guandu coletados no cariri paraibano

Acessos	Caracteres Quantitativos <sup>1</sup>			
	NDF	AP	DC	APR
G-SU/01-J18	95,67 d <sup>2</sup>	1,76 c	1,08 d	0,35 b
G-SU/02-J18	177,33 a	2,33 a	1,69 a	0,84 a
G-MO/03-J18	172,33 a	2,33 a	1,55 a	1,02 a
G-MO/04-J18	190,00 a	2,74 a	1,65 a	1,20 a
G-ZA/05-J18	146,67 b	2,53 a	1,42 b	0,55 b
G-PR /06-J18	181,00 a	2,52 a	1,77 a	1,00 a
G-TA/07-F18	179,67 a	2,46 a	1,64 a	1,00 a
G-TA/08-F18	140,67 c	2,17 b	1,39 b	0,50 b
G-SJ/09-F18	179,67 a	2,61 a	1,67 a	0,93 a
G-LI/10-F18	169,33 a	2,73 a	1,62 a	0,77 a
G-CON/11-F18	170,00 a	2,71 a	1,61 a	0,79 a
G-COX/12-F18	98,33 d	1,92 c	1,07 d	0,37 b
G-SB/13-F18	122,67 c	2,41 a	1,39 b	0,45 b
G-SB/14-F18	99,00 d	2,14 b	1,10 d	0,33 b
G-SJC/15-F18	183,67 a	2,74 a	1,66 a	1,00 a
G-PA/16-M18	118,00 c	2,10 b	1,27 c	0,41 b
G-SA/17-M18	134,67 c	2,28 b	1,34 c	0,48 b
G-CA/18-M18	81,33 d	1,88 c	1,00 d	0,29 b
G-AM/19-M18	176,33 a	2,43 a	1,50 b	0,85 a
G-GU/20-M18	99,67 d	1,72 c	1,16 d	0,36 b
G-OV/21-M18	160,00 b	2,25 b	1,44 b	0,79 a
G-OV/22-M18	188,00 a	2,88 a	1,67 a	1,06 a
F (acessos)	136,36**	0,0597**	0,0150**	0,0318**
MÉDIA	148,36	2,35	1,44	0,70
CV (%)	7,89	10,41	8,50	25,55
$b = CVg/CVe$	3,02	1,23	1,86	1,53
$h_a^2$ (%)	97	82	91	88

<sup>1</sup> AP: Altura de plantas (m); DC: Diâmetro do caule (cm); APR: Altura do 1º ramo (cm); NDF: número de dias para florescimento; <sup>2</sup> Médias seguidas pelas mesmas letras nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste *Scott-Knott* ( $P < 0,05$ ); \*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Fonte: Autoria própria (2019)

Na tabela 3 estão explicitados os resultados de caracteres qualitativos, referente a planta, dos 22 acessos de feijão guandu, sendo possível observar, que para todos caracteres se detectou variabilidade fenotípica. Para os caracteres cor do caule – CC, cor do talo da flor/vagem – CTA, cor secundária da flor – CSF e cor primária da flor – CPF verificou-se a presença de todos fenótipos esperados. Já para forma do folíolo – FF e hábito de crescimento – HC, apenas dois tipos de fenótipos foram observados para cada caractere. Para HC, por exemplo, dos três hábitos de crescimento encontrados entre acessos de guandu, apenas os tipos ereto e semiprostrado foram encontrados entre os acessos avaliados. Resultados semelhantes aos obtidos por Godoy *et al.* (2003) que encontraram apenas os dois tipos (Ereto e semiprostrado) entre as linhagens avaliadas (Tabela 3).

**Tabela 3** – Caracteres qualitativos de planta, em 22 acessos de feijão guandu coletados no Cariri Paraibano: CC: Cor do caule; HC: Hábito de crescimento; FF: Forma do folíolo; CTA: Cor do talo da flor/vagem; CPF: Cor primária da flor; CSF: Cor secundária da flor

Acessos	HC	CC	CTA	CSF	CPF	FF
G-SU/01-J18	E	V	V	A	A	EL-E
G-SU/02-J18	E	V	R	A	A	EL-E
G-MO/03-J18	E	R	R	A	R	EL-E
G-MO/04-J18	E	VC	V	A	R	EL-E
G-ZA/05-J18	E	VC	R	AL	R	L
G-PR /06-J18	E	R	R	AL	R	L
G-TA/07-F18	E	V	R	AL	R	L
G-TA/08-F18	E	VC	V	AL	R	EL-E
G-SJ/09-F18	E	VC	V	A	AL	EL-E
G-LI/10-F18	E	V	V	AL	R	EL-E
G-CON/11-F18	E	V	V	A	R	EL-E
G-COX/12-F18	E	R	R	A	A	EL-E
G-SB/13-F18	E	VC	R	AL	R	EL-E
G-SB/14-F18	E	V	R	AL	R	EL-E
G-SJC/15-F18	E	VC	V	A	A	EL-E
G-PA/16-M18	E	R	V	AL	R	EL-E
G-SA/17-M18	E	V	V	A	A	EL-E
G-CA/18-M18	SP	VC	R	A	AL	EL-E
G-AM/19-M18	SP	R	R	A	A	EL-E
G-GU/20-M18	SP	V	V	A	AL	EL-E
G-OV/21-M18	E	VC	V	A	R	L
G-OV/22-M18	E	VC	V	AL	R	L

V: Verde, VC: Verde Cinza, R: Roxo; A: Amarelo, AL: Amarelo Alaranjado; E: Ereto, SP: Semiprostado; EL-E: Elíptica estreita, L: Lanceolado.

**Fonte:** Autoria própria (2019)

Os acessos G-SU/01-J18 e G-SA/17-M18, em todos caracteres relacionados a planta, apresentaram o mesmo fenótipo, podendo ser um indicativo que não seria interessante cruzamentos entre os dois, caso fosse considerado apenas estes caracteres (Tabela 3).

Nove acessos apresentaram caule em tom verde cinza, oito a cor verde e nos demais a cor foi roxa. Três acessos apresentaram hábito de crescimento do tipo semi-protado e os demais, hábito de crescimento do tipo ereto. Com relação a cor do talo da flor/vagem, foi possível observar que 12 acessos apresentaram a cor verde e os demais roxos. Para a cor secundária da flor, 13 apresentaram-se na cor amarelo e nove na cor amarelo-alaranjado. Na cor primária da flor, houve a presença de seis acessos com cor amarelo, três amarelos alaranjados e os demais roxos. Por fim, para o caractere forma de folíolos, quatro com folíolos lanceolados e os demais com a forma elíptica estreita (Tabela 3).

Assim como para caracteres relacionados a planta, todos os caracteres relacionados as sementes apresentaram variabilidade fenotípica (Tabela 4). Tais variações podem estar relacionadas ao ambiente e/ou a diferenças genéticas. Como a avaliação desses caracteres foi comparativa usando as sementes remanescentes usadas para o plantio com as sementes colhidas de cada acesso que floresceu, não foi observado nenhuma variação entre essas gerações quando se considerou o mesmo acesso. Dessa forma, esses resultados mostram que é interessante coletar dados de sementes, pois são fontes de variabilidade genética de fácil mensuração em feijão guandu.

**Tabela 4** – Caracteres qualitativos de semente, em 22 acessos de feijão guandu coletados no Cariri Paraibano: CBS: Cor básica da semente; CSS: Cor secundária da semente; MH: Marca no hilo; CVHS: Cor em volta do hilo da semente; FS: Forma da semente

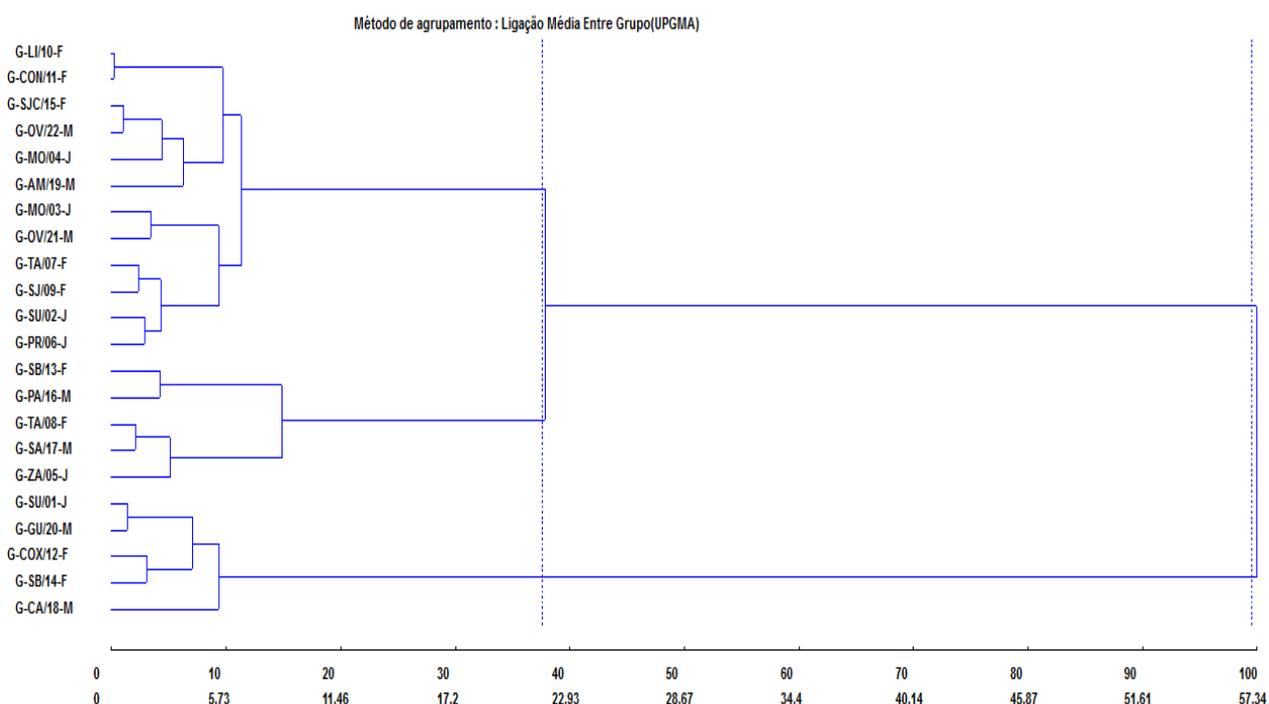
Acessos	CBS	CSS	MH	CVHS	FS
G-SU/01-J18	MA	C	PR	C	OV
G-SU/02-J18	MA	C	PR	C	OV
G-MO/03-J18	RP	RC	PR	E	RD
G-MO/04-J18	C	CC	PR	CM	RD
G-ZA/05-J18	MA	C	PR	C	QD
G-PR /06-J18	M	M	PR	C	RD
G-TA/07-F18	MA	C	PR	C	RD
G-TA/08-F18	C	CC	PR	E	RD
G-SJ/09-F18	MA	C	PR	BR	OV
G-LI/10-F18	MA	C	AS	BR	OV
G-CON/11-F18	MA	C	AS	BR	OV
G-COX/12-F18	MA	M	PR	C	RD
G-SB/13-F18	MA	M	PR	C	QD
G-SB/14-F18	MA	M	PR	C	OV
G-SJC/15-F18	C	CC	PR	BR	OV
G-PA/16-M18	RP	RC	AS	BR	OV
G-SA/17-M18	C	CC	PR	E	RD
G-CA/18-M18	C	CC	AS	E	RD
G-AM/19-M18	C	CC	AS	E	RD
G-GU/20-M18	MA	M	OS	BR	OV
G-OV/21-M18	MA	M	AS	E	OV
G-OV/22-M18	MA	M	AS	E	OV

M: Marron, C: Creme, E: Esverdeado, CM: Creme Marron, RP: Roxo Preto, RC: Roxo Claro, MA: Marrom Alaranjado, CC: Cinza Claro, BR: Branco; AS: Ausente, PR: Presente; RD: Redonda, QD: Quadrada, OV: Oval.

**Fonte:** Autoria própria (2019)

Para identificação de possíveis acessos em duplicata, foi utilizado o método de agrupamento UPGMA. As medidas de dissimilaridade genética para os caracteres quantitativos apresentaram uma variação de 0,108967 a 115,4062, indicando uma ampla divergência genética entre os acessos avaliados (Figura 2). Os acessos G-CA/18-M18 e G-OV/22-M18 foram os mais divergentes entre si ( $D_2 = 115,4062$ ), seguido dos acessos G-MO/04-J18 e G-CA/18-M18 ( $D_2 = 108,3691$ ), enquanto que os acessos G-LI/10-F18 e G-CON/11-F18 foram os menos divergentes ( $D_2 = 0,108967$ ), seguidos dos acessos G-SJC/15-F18 e G-OV/22-M18 ( $D_2 = 0,585226$ ) (Dendrograma 01).

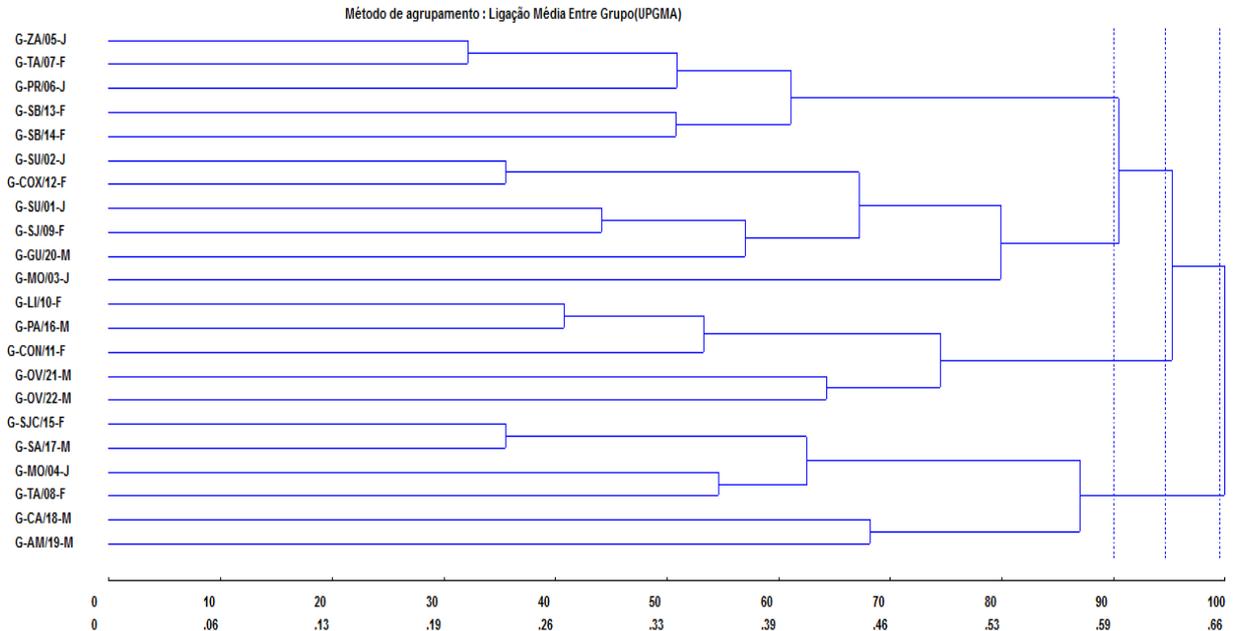
**Dendrograma 01** - obtido por meio de dados quantitativos com a distância de *Mahalanobis* e pelo método de agrupamento UPGMA de dissimilaridade genética, dos 22 (vinte e dois) acessos de feijão guandu



Fonte: Autoria própria (2019)

Em relação às medidas de dissimilaridade genética para os caracteres qualitativo total (variáveis da planta e semente), os acessos G-ZA/05-J18 e G-AM/19-M18 foram os mais divergentes entre si ( $D_2 = 0,9117$ ) seguido dos acessos G-TA/07-F18 e G-AM/19-M18 ( $D_2 = 0,8660$ ) (Figura 3). A menor divergência foi observada entre os acessos G-ZA/05-J18 e G-TA/07-F18 ( $D_2 = 0,2132$ ), seguida da divergência observada entre os acessos G-SU/02-J18 e G-COX/12-F18 e entre os acessos G-SJC/15-F18 e G-SA/17-M18, ambas divergências com  $D_2 = 0,235702$  (Dendrograma 2).

**Dendrograma 2** - obtido por meio de dados qualitativos total (variáveis da planta e semente) com a distância Euclidiana média e pelo método de agrupamento UPGMA de dissimilaridade genética, dos 22 (vinte e dois) acessos de feijão guandu



**Fonte:** Autoria própria (2019)

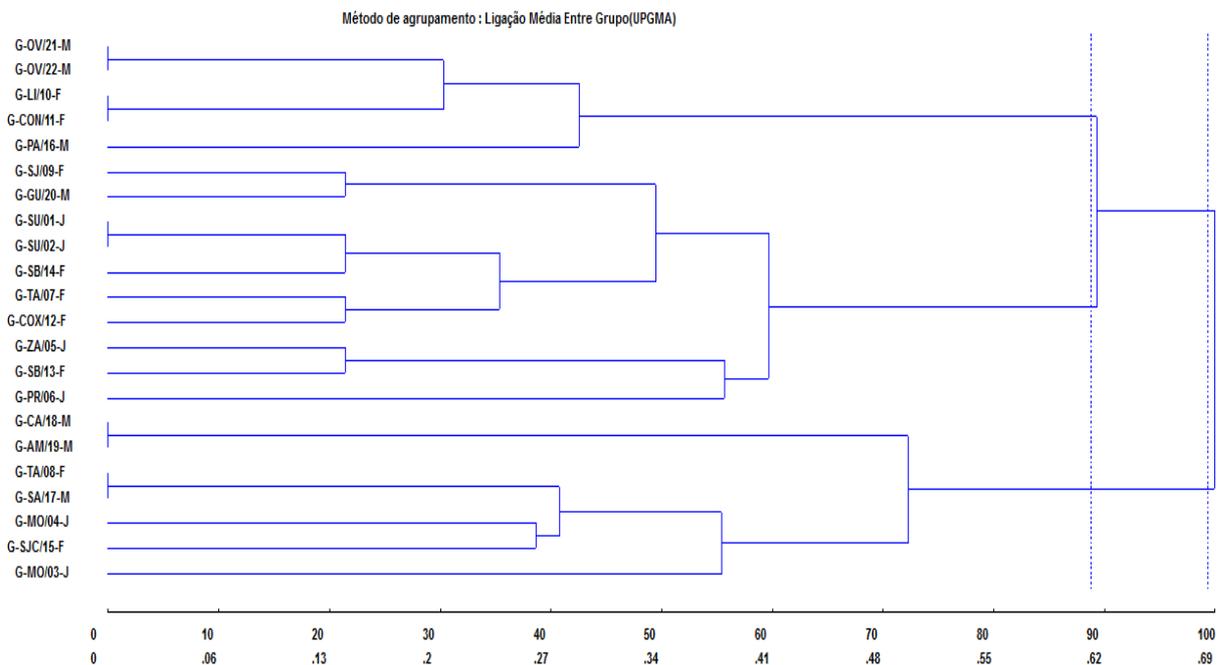
A Figura 4 mostra a distância genética dos acessos de feijão guandu relacionadas aos caracteres das sementes. As distâncias entre os acessos G-OV/21-M18 e G-OV/22-M18, G-LI/10-F18 e G-CON/11-F18, G-SU/01-J18 e G-SU/02-J18, G-CA/18-M18 e G-AM/19-M18 e entre os acessos G-TA/08-F18 e G-SA/17-M18 foi zero ( $D_2 = 0$ ) (Figura 4), evidenciando assim, que para cada caso específico acima apresentado, os acessos envolvidos tem o mesmo fenótipo, que pode ser de fato, constatado na Tabela 4.

Se fosse levado em consideração apenas os caracteres relacionados a semente, poderia ser afirmado, que para todos os casos apresentados acima, se trataria de duplicatas, entretanto apenas para os acessos G-LI/10-F18 e G-CON/11-F18 seria consistente essa afirmação, pois somado a um  $D_2 = 0$ , foi possível verificar que na avaliação dos caracteres quantitativos, em todos eles (4 caracteres), esses acessos ficaram presentes no mesmo agrupamento pelo teste de *Scott-Knott* a 5% de probabilidade (Tabela 2), e ainda, quando se observa a avaliação especificamente para os caracteres qualitativos de plantas (6 caracteres), apenas para o caractere cor secundária da flor – CSF não foi verificado o mesmo fenótipo entre os acessos G-LI/10-F18 e G-CON/11-F18, embora seja possível destacar que, por um ter apresentado cor amarelo alaranjado e o outro amarelo (Tabela 3), não se pode descartar a possibilidade de

equivoco na anotação da observação coletada, sendo desta forma, entendido que se trata de uma duplicata.

A maior distância genética dos acessos de feijão guandu ( $D2 = 0,921954$ ), considerando apenas os caracteres de sementes, foram as observadas entre o acesso G-CA/18-M18 e os acessos G-SU/01-J18, G-SU/02-J18 e G-ZA/05-J18 (Dendrograma 3).

**Dendrograma 3** - Obtido por meio de dados qualitativos (variáveis de semente) com a distância Euclidiana média e pelo método de agrupamento UPGMA de dissimilaridade genética, dos 22 (vinte e dois) acessos de feijão guandu



Fonte: Autoria própria (2019)

A tabela 5 apresenta a importância relativa (S.j) de cada caracteres morfoagronômicos para o estudo da diversidade genética entre os 22 acessos de feijão guandu. Para os caracteres quantitativo, as variáveis com as maiores contribuições relativas foram NDF (75,17%), seguida por APR (14,10 %) e DC (6,00%). A variável que menos contribuiu para a divergência foi a altura da planta - AP, que apresentou uma variação de 4,73%. Considerando os caracteres qualitativos total (variáveis da planta e semente), as variáveis com as maiores contribuições relativas foi CBS (20,55%), seguida por CVHS (19,17 %) e CSS (16,64%). As variáveis que menos contribuíram para a divergência foram a marca do hilo (2,58%) e cor secundária da flor (2,88%). Considerando cada grupo de variável (sementes vs planta), observou-se que os caracteres relacionados a sementes tiveram a importância de 58,94% e os

caracteres qualitativos da planta com 42,06%, enfatizando mais uma vez a importância da coleta de dados das sementes para estudos de divergência genética em feijão guandu.

**Tabela 5** – Importância relativa (S,j) de caracteres quantitativos e qualitativo total (variáveis da planta e semente) para o estudo da diversidade genética entre 22 (vinte e dois) acessos de feijão guandu (*Cajanus cajan*)

Caracteres	Tipo	S,j	Valor (%)
NDF	Quantitativo (Mahalanobis)	8333,16	75,17
AP		524,46	4,73
DC		664,64	6,00
APR		1563,20	14,10
CBS	Qualitativo Total (Euclidiana média)	836,0	20,55
CSS		677,0	16,64
MH		105,0	2,58
CVHS		780,0	19,17
FS		205,0	5,04
HC		228,0	5,60
CC		292,0	7,18
CTA		120,0	2,95
CSF		117,0	2,88
CPF		369,0	9,07
FF	340,0	8,36	

AP: Altura de plantas (cm); DC: Diâmetro do caule; APR: Altura do 1º ramo; NDF: número de dias para florescimento; CC: Cor do caule; CTA: Cor do talo da flor/vagem; CPF: Cor primária da flor; CSF: Cor secundária da flor; CBS: Cor básica da semente; CSS: Cor secundária da semente; MH: Marca do hilo; CVHS: Cor em volta do hilo da semente; FS: Forma da semente; HC: Hábito de crescimento; FF: Forma do folíolo.

**Fonte:** Autoria própria (2019)

Com a identificação dos acessos provavelmente duplicados G-LI/10-F18 e G-CON/11-F18, além da grande variabilidade existente nos 15 caracteres avaliados, irá permitir a formação de populações base de melhoramento, através de cruzamentos direcionados entre os acessos com ideótipo de planta desejável tanto para produção de forragem (alimentação animal), produção de grãos (alimentação humana) quanto para aptidão dupla. Entre os cruzamentos mais promissores destacam-se os seguintes: G-CA/18-M18 x (G-SU/02-J18, G-ZA/05-J18, G-OV/22-M18, G-MO/04-J18, G-PA/16-M18 e G-SJ/09-F18); G-PA/16-M18 x (G-SJ/09-F18 e G-AM/19-M18) e o cruzamento entre os acessos G-SB/14-F18 e G-AM/19-M18.

## 5 CONCLUSÕES

Existe ampla variabilidade genética entre os acessos de feijão guandu, presentes no banco de germoplasma, e facilmente identificada por meio de caracteres morfoagronômicos.

Existe grande probabilidade dos acessos G-LI/10-F18 e G-CON/11-F18 serem duplicados, que deve ser confirmado molecularmente.

O número de dias para o florescimento foi o caractere que mais contribuiu para diversidade entre os caracteres morfológicos quantitativos.

Os caracteres relacionados às sementes permitem fácil identificação da diversidade genética morfológica.

Nove cruzamentos foram identificados como os mais promissores para a produção de forragem no programa de melhoramento. Sendo eles: G-CA/18-M18 x (G-SU/02-J18, G-ZA/05-J18, G-OV/22-M18, G-MO/04-J18, G-PA/16-M18 e G-SJ/09-F18); G-PA/16-M18 x (G-SJ/09-F18 e G-AM/19-M18) e o cruzamento entre o acesso G-SB/14-F18 G-AM/19-M18.

## REFERÊNCIAS

ALCÂNTARA, F. A. de; FURTINI NETO, A. E.; DE PAULA, M.B.; MESQUITA, H.A. De; MUNIZ, J.A. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um latossolo vermelhoescuro degradado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.2, p.277-288, 2000.

BENEDETTI, E. **Leguminosas na produção de ruminantes nos trópicos**. Uberlândia, MG: EDUFU, 2005.

CARBERRYA, P. S.; RANGANATHAN, R.; REDDY, L. J.; CHAUHANG, Y. S.; ROBERTSON, M. J. **Predicting growth and development of pigeonpea: flowering response to photoperiod**. Field Crop Research, 2001.

CRUZ, C. D. **Programa Genes** - versão Windows. Viçosa: Editora UFV, 2008. 278p.

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

FERNANDES, F. D.; AMABILE, R. F.; FALEIRO, F. G.; RAMOS, A. K. B.; GODOY, R. **Avaliação agrônômica de genótipos de guandu forrageiro no Distrito Federal**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006.

GODOY, R.; BATISTA, L. A. R.; SOUZA, F. H. D; PRIMAVESE, A. C. Caracterização de linhagens puras selecionadas de guandu (*Cajanus cajan (L.) Millsp*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p. 546-555, 2003.

GODOY, R.; BATISTA, L.A.R. **Estudo do teor de tanino em germoplasma de guandu forrageiro (*Cajanus cajan (L.) Millsp*)**. Revista Brasileira de Zootecnia, 1997.

GUEDES, F. L.; SOUZA, I. M.; ALMEIDA, B. K. S.; SOUZA, H. A.; POMPEU, R. C. F. F.; PONTE FILHO, F. A. M.; GAMA, L. B. S. **Variabilidade genética de feijão guandu adaptado para regiões de fotoperíodo neutro**. Comunicado Técnico 166. Sobral – CE: Embrapa Caprinos e Ovinos, 2017. Disponível

em:<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/172153/1/CNPC-2017-COT-166.pdf>>. Acesso em: 10 mai. 2018.

INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCES E INTERNATIONAL CROP RESEARCH INSTITUTE FOR THE SEMI ARID TROPICS. **Descriptors for pigeon-pea (*Cajanus cajan*(L.) Millsp.)** Rome: IBPGR; Patancheru, Índia: ICRISAT: 1993. 31p.

McPHERSON, H. G.; WARRINGTON, I. J.; TURNBULL, H. L. **The effects of temperature and daylength on the rate of development of pigeonpea.** *Annals of Botany*, 1985.

MORAIS, O.P.; SILVA, J.C.; CRUZ, C.D.; REGAZZI, A. J.; NEVES, P. C. F. Divergência genética entre os genitores da população de arroz irrigado CNA-IRAT 4. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.28, p. 150-158, 1998.

NENE, Y.L.; SHEILA, V.K. *Pigeonpea: geography and importance.* In: NENE, Y.L.; HALL, S.D.; SHEILA, V.K (Eds.). **The Pigeonpea.** Cambridge: CAB International/ ICRISAT, 1990. p.1- 14.

RAO, S. C.; COLEMAN, S. W.; MAYEUX, H. S. Forage production and nutritive value of selected pigeon pea ecotypes in the southern Great Plains. **Crop Science**, 42: 1259-1263, 2002.

RATNAPARKHE, M. B.; GUPTA, V. S. Pigeon pea. **Pulses, Sugar and Tuber Crops.** Springer Berlin Heidelberg, 2007.

RODRIGUES, A. de A.; SANTOS, P. M.; GODOY, R.; NUSSIO, C. M. B. **Utilização de guandu na alimentação de novilhas leiteiras.** São Carlos, SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2004.

SANTOS, C. A. F.; MENEZES, E. A.; ARAÚJO, F. P. de. Introdução, coleta e caracterização de recursos genéticos de guandu para produção de grãos e forragem. In: QUEIRÓZ, M. A. de; GOEDERT, C. O.; RAMOS, S. R. R. (Org.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste Brasileiro.** 1ª ed. Petrolina - PE: Embrapa Semiárido, 1999.

SAXENA, K. B.; SINGH, L.; GUPTA, M. D. Variation for natural out-crossing In: pigeonpea. **Euphytica**, 46: 143-148, 1990.

SCAPIM, C.A.; PIRES, I.E.; CRUZ, C.D.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; BRACCINI, A. L.; OLIVEIRA, V. R. Avaliação da diversidade genética em *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, por meio da análise multivariada. **Revista Ceres**, v. 46(266), p. 347-356, 1999.

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

SEIFFERT, N. F.; THIAGO, L. R. L. S. Legumineira cultura forrageira para produção de proteína: guandu (*Cajanus cajan*). EMBRAPA-CNPQC, 52p. 1983.

SOUZA, F. H. D.; FRIGERI, F.; MOREIRA, A.; GODOY, R. **Produção de sementes de guandu**. Documentos 69. 1ª Edição. São Carlos - SP: Embrapa Pecuária Sudeste, 2007. Disponível em:<<http://www.cppse.embrapa.br/servicos/publicacaogratis/documentos/Documentos69pdf/view>>. Acesso em: 10 out. 2018.

UDEDIBIE, A.; IGWE, F. Dry matter yield and chemical composition of pigeon pea (C. cajan) leaf meal and the nutritive value of pigeon pea leaf meal and grain meal for laying hens. **Animal Feed Science and Technology**, 1989.

VAN DER MAESEN, L. J. G. Origin, History and Taxonomy of Pigeonpea. In: **Pigeonpeas**. CAB International/ International Crops Research Institute for the Semi Arid Tropics, Oxford: 15-46, 1990.

VILLELA, R. Guandu para reforma de pasto. **DBO RURAL**, São Paulo, SP, DBO Editores Associados Ltda., v. 27, n. 337, p. 72, Nov. 2008.