



**INSTITUTO FEDERAL DE ALAGOAS
CAMPUS PIRANHAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRONÔMICA**

FRANCISMÁRIA FREITAS DE LIMA

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE GENÓTIPOS DE QUIABEIRO

PIRANHAS, AL

2023

FRANCISMÁRIA FREITAS DE LIMA

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE GENÓTIPOS DE QUIABEIRO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso Superior em Engenharia Agronômica
do Instituto Federal de Alagoas, *Campus*
Piranhas, como requisito parcial para obtenção
de grau de Engenheira Agrônoma.

Orientador: Prof. Dr. Kleyton Danilo da Silva
Costa

Coorientador: Prof. Dr. Michelangelo de
Oliveira Silva

PIRANHAS, AL

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Instituto Federal de Alagoas
Campus Piranhas
Biblioteca Tabeliã Cacilda Damasceno Freitas

L732c Lima, Francismária Freitas de.
Caracterização morfológica de genótipos de quiabeiro. / Francismária Freitas de Lima. –2023.

Trabalho de Conclusão de curso (graduação em Engenharia Agronômica) -
Instituto Federal de Alagoas, *Campus Piranhas*, Piranhas, 2023.
Orientação: Prof. Dr. Kleyton Danilo da Silva Costa

1. *Abelmoschus esculentus*. 2. Melhoramento genético. 3. Descritores qualitativos
4. Híbridos. I. Título.

CDD:635.648

Fabio Fernandes Silva
Bibliotecário – CRB- 4/2302

FRANCISMÁRIA FREITAS DE LIMA

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE GENÓTIPOS DE QUIABEIRO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Curso Superior em Engenharia Agronômica
do Instituto Federal de Alagoas, *Campus*
Piranhas, como requisito parcial para obtenção
de grau de Engenheira Agrônoma.

Aprovado em: 27/01/2023

BANCA EXAMINADORA

Kleyton Danilo da Silva Costa

Prof. Dr. Kleyton Danilo da Silva Costa (Orientador)

Instituto Federal de Alagoas – IFAL, *Campus* Piranhas

Ênio Gomes Flôr Souza

Prof. Dr. Ênio Gomes Flôr Souza

Instituto Federal de Alagoas – IFAL, *Campus* Piranhas

Fábio José Marques

Prof. Me. Fábio José Marques

Instituto Federal de Alagoas – IFAL, *Campus* Piranhas

Aos meus pais, Maria Helena e Francisco.
À minha irmã, Malueline Freitas.
À minha sobrinha, Ana Vitória.
Motivações diárias de buscar ser e fazer o melhor.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter cumulado de bençãos toda a trajetória da graduação, dando força, coragem e determinação para enfrentar cada dia.

Aos meus pais, Maria Helena de Freitas Lima e Francisco de Assis Lima, por serem minha maior motivação e não medirem esforços para que eu me tornasse quem sou hoje. À minha irmã, Malueline de Freitas Lima, por ser amiga e motivadora. À minha sobrinha, Ana Vitória Freitas Gomes, por mesmo sem entender, me dar forças para seguir em frente.

Ao meu namorado e companheiro de todas as horas, Dalbert de Freitas Pereira, por me acalmar nos momentos turbulentos e ser meu principal ponto de apoio longe de casa.

Aos meus sogros, Márcia Michelane e Antônio Cícero, e minhas cunhadas, Darcyla Freitas e Dayse Lorena, por terem me acolhido em sua família e feito sentir-me em casa.

Ao Instituto Federal de Alagoas, *Campus Piranhas*, por ter sido casa durante os cinco anos da graduação e conceder o espaço para a realização da pesquisa.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Kleyton Danilo da Silva Costa, por ter acreditado no meu potencial de pesquisadora e me ensinado tanto, principalmente a amar o Melhoramento Genético de Plantas. Ao meu coorientador, Prof. Dr. Michelangelo de Oliveira Silva, por todo apoio durante os anos de pesquisa. Ao Prof. Dr. Glauber Henrique de Sousa Nunes, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, pela disponibilidade e indispensável ajuda na análise estatística.

Aos amigos que fiz durante essa jornada, os quais tornaram meus dias mais leves, em especial, Helena Thays, Frankly Barbosa, Luís Fernando, Maria Marta, Maria Amanda, Thâmara Pereira, Kethily Kauane, Kátia Barbosa, Danielle Ferreira, Heryk Nascimento, Julhe Caroline e Maria Amélia. As minhas amigas, apesar da distância sempre se fizerem presentes, Leyenne Válery, Kellen Tavares, Maria Estéfany, Maria Gabriella, Damiana Anjos, Gislane Cavalcante, Ana Caroline e Brenda Sabrina.

Aos voluntários dos cursos técnicos em Agroecologia e Agropecuária, por todo apoio durante a execução do experimento.

A todos os professores, por terem contribuído na minha evolução pessoal e profissional.

Aos membros da banca, Prof. Dr. Énio Gomes Flôr Souza e Prof. Me. Fábio José Marques, pela disponibilidade e contribuições neste trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por fomentar a bolsa de iniciação científica ao projeto intitulado: “Caracterização morfoagronômica de genótipos de quiabeiro”.

A todos que ajudaram direta ou indiretamente neste trabalho, muito obrigada.

RESUMO

O quiabeiro é uma cultura pouco estudada, por isso apresenta um grande potencial para estudos na área de melhoramento. A caracterização morfológica é uma etapa de pré-melhoramento que pode ser realizada através de descritores quantitativos e/ou qualitativos. Sendo assim, esse trabalho teve como objetivo caracterizar morfologicamente genótipos de quiabeiro no Semiárido Alagoano para delimitar um programa de melhoramento para a região. O experimento foi conduzido na área experimental do Instituto Federal de Alagoas – *Campus Piranhas*, entre o período de 13 de fevereiro a 25 de maio de 2022. O delineamento estatístico utilizado foi em blocos casualizados, em cinco repetições, com cinco tratamentos, sendo eles: Apuim, Canindé, Cariri, Clemson Americano 80 e Santa Cruz-47. As plantas e os frutos foram caracterizados através dos descritores qualitativos: presença de ramificação, altura da planta, período de colheita, comprimento do internódio, presença de antocianina no caule, pubescência do caule, tamanho de folha, incisão dos lóbulos, presença de antocianina nas nervuras, intensidade de verde na folha, coloração do fruto, superfície entre as quinas, constrição da parte basal e forma do ápice. Foi realizada a análise descritiva dos descritores obtendo histogramas de frequência e a técnica de agrupamento hierárquico baseado na média não ponderada dos pares de acessos (UPGMA) para agrupar os genótipos. Para a presença de ramificação nas plantas, as classificações estudadas foram encontradas em todos os genótipos. A altura das plantas foi variável tanto entre os genótipos quanto dentro. O período de colheita diferenciou apenas no genótipo Santa Cruz-47, o qual apresentou um período médio de colheita. O genótipo Santa Cruz-47 não apresentou alterações dentro das plantas avaliadas para os descritores de comprimento do internódio, presença de antocianina no caule e pubescência no caule. No genótipo Canindé, pode-se visualizar todas as classes de comprimento do internódio e presença de antocianina no caule. Houve semelhança fenotípica nas características de tamanho, incisão dos lóbulos e intensidade do verde entre os genótipos Apuim e Canindé, e entre o Cariri e o Clemson Americano 80. Para o descritor antocianina nas nervuras, o único genótipo que houve diferença dentro foi o Santa Cruz-47. Para o descritor de fruto, a forma do ápice foi o mais variável entre e dentro dos genótipos. Para coloração dos frutos, o Clemson Americano 80 apresentou alguns frutos verdes com marcas vermelhas, sendo um diferencial dos demais genótipos. A constrição na parte basal pôde ser observada em todos os genótipos, sendo em menor quantidade no Clemson Americano 80. A maior distância genética foi visualizada entre os genótipos Santa Cruz-47 e Clemson Americano 80 e a menor entre os genótipos Cariri e Apuim. Houve a formação de dois grupos pelo método de agrupamento UPGMA, sendo o grupo I formado pelos genótipos Clemson Americano 80 e Canindé, e o grupo II dos demais genótipos (Cariri, Apuim e Santa Cruz-47). Híbridos viáveis podem ser obtidos a partir de cruzamentos entre genótipos do grupo I (Clemson Americano 80 e Canindé) e do grupo II (Cariri, Apuim e Santa Cruz-47).

Palavras-chave: *Abelmoschus esculentus*. Melhoramento genético. Descritores qualitativos. Híbridos.

ABSTRACT

Okra is a little studied crop, so it has great potential for studies in the area of improvement. Morphological characterization is a pre-improvement step that can be performed using quantitative and/or qualitative descriptors. Therefore, this work aimed to morphologically characterize okra genotypes in the semi-arid region of Alagoas in order to outline a breeding program for the region. The experiment was conducted in the experimental area of the Instituto Federal de Alagoas – Campus Piranhas, between the period from February 13 to May 25, 2022. The statistical design used was in randomized blocks, in five replications, with five treatments, namely: Apuim, Canindé, Cariri, Clemson Americano 80 and Santa Cruz-47. The plants and fruits were characterized using the following qualitative descriptors: presence of branching, plant height, harvest period, internode length, presence of anthocyanin in the stem, stem pubescence, leaf size, lobe incision, presence of anthocyanin in the veins, intensity of green in the leaf, color of the fruit, surface between the corners, constriction of the basal part and shape of the apex. Descriptive analysis of the descriptors was performed, obtaining frequency histograms and the hierarchical grouping technique based on the unweighted average of accession pairs (UPGMA) to group the genotypes. For the presence of branching in plants, the classifications studied were found in all genotypes. Plant height was variable both between genotypes and within. The harvest period differed only in the Santa Cruz-47 genotype, which presented an average harvest period. The Santa Cruz-47 genotype did not present alterations within the evaluated plants for the descriptors of internode length, presence of anthocyanin in the stem and pubescence in the stem. In the Canindé genotype, all classes of internode length and presence of anthocyanin in the stem can be seen. There was a phenotypic similarity in the characteristics of size, incision of the lobes and intensity of the green between the Apuim and Canindé genotypes, and between the Cariri and the Clemson Americano 80. For the descriptor anthocyanin in the veins, the only genotype that there was difference within was the Santa Cruz-47. For the fruit descriptor, apex shape was the most variable between and within genotypes. For fruit color, Clemson Americano 80 presented some green fruits with red marks, being a differential from the other genotypes. Constriction in the basal part could be observed in all genotypes, with a smaller amount in Clemson Americano 80. The greatest genetic distance was seen between the Santa Cruz-47 and Clemson Americano 80 genotypes and the smallest between the Cariri and Apuim genotypes. Two groups were formed using the UPGMA grouping method, with group I formed by the Clemson Americano 80 and Canindé genotypes, and group II by the other genotypes (Cariri, Apuim and Santa Cruz-47). Viable hybrids can be obtained from crosses between group I (Clemson Americano 80 and Canindé) and group II (Cariri, Apuim and Santa Cruz-47) genotypes.

Keywords: *Abelmoschus esculentus*. Genetic improvement. Qualitative descriptors. Hybrids.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Croqui da parcela experimental e útil do experimento	20
Figura 2 – Frutos de genótipos comerciais de quiabeiro, Apuim (A), Canindé (B), Santa Cruz (C), Cariri (D), Clemson Americano 80 (E)	21
Figura 3 - Instalação do experimento com abertura dos sulcos (A), montagem do sistema de irrigação (B), adubação de fundação (C), semeadura (D e E), desbaste (F), adubação de cobertura (G) e cobertura morta (H)	23
Figura 4 - Comprimento do internódio. Curto (A), médio (B), longo (C)	24
Figura 5 - Presença de antocianina no caule. Ausente (A), baixa (B), média (C), alta (D) e muito alta (E)	25
Figura 6 - Incisão dos lóbulos. Pouco profunda (A), média (B) e profunda (C)	25
Figura 7 - Presença de antocianina nas nervuras. Presente (A) e ausente (B)	26
Figura 8 - Coloração de fruto. Verde claro (A), verde (B), verde escuro (C) e verde com vermelho (D)	26
Figura 9 - Superfície entre as quinas. Côncava (A), plana (B) e convexa (C)	27
Figura 10 - Constrição da parte basal. Presente (A) e ausente (B)	27
Figura 11 - Forma do ápice. Muito agudo (A), agudo (B) e pouco agudo (C)	28
Figura 12 - Descritores da planta dos genótipos. Apuim (A), Canindé (B), Cariri (C), Clemson americano 80 (D) e Santa Cruz-47 (D)	29
Figura 13 - Descritores da haste dos genótipos, Apuim (A), Canindé (B), Cariri (C), Clemson Americano 80 (D) e Santa Cruz-47 (E)	30
Figura 14 - Descritores da folha dos genótipos, Apuim (A), Canindé (B), Cariri (C), Clemson Americano 80 (D) e Santa Cruz-47 (E)	31
Figura 15 - Descritores do fruto dos genótipos, Apuim (A), Canindé (B), Cariri (C), Clemson Americano 80 (D) e Santa Cruz-47 (E)	33
Figura 16 - Distâncias de cinco genótipos de quiabeiro obtidos a partir de caracteres morfológicos	34
Figura 17 - Dendrograma UPGMA obtido a partir da matriz de distância entre cinco genótipos de quiabeiro a partir de caracteres morfológicas com correlação cofenética = 0,96 (p<0,01) ..	35

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1 IMPORTÂNCIA SOCIECONÔMICA DA CULTURA DO QUIABEIRO	11
2.2 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A CULTURA DO QUIABEIRO	12
2.3 MELHORAMENTO GENÉTICO DO QUIABEIRO	14
2.4 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA	16
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1 LOCAL E PERÍODO DE IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO	20
3.2 DELINEAMENTO ESTATÍSTICO	20
3.3 DESCRIÇÃO DOS GENÓTIPOS	21
3.4 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	21
3.5 DESCRIPTORES MORFOLÓGICOS AVALIADOS	24
3.5.1 Planta.....	24
3.5.2 Haste.....	24
3.5.3 Folha.....	25
3.5.4 Fruto.....	26
3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
5. CONCLUSÕES	36
REFERÊNCIAS	37

1. INTRODUÇÃO

O quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* L. Moech) é uma cultura bastante difundida no Brasil, principalmente nas regiões Sudeste e Nordeste, em função da fácil adaptação, baixa exigência tecnológica para implantação, sendo cultivada, principalmente, por agricultores familiares no Nordeste brasileiro. Cultivada como anual, a planta apresenta um ciclo de 90 a 120 dias, sendo seus frutos ricos em diversas vitaminas, colhidos imaturos e consumidos *in natura*, compondo parte da dieta de muitos brasileiros. Além disso, apresenta potencial de exploração de consumo de outras estruturas da planta, como botões florais, flores e sementes.

Esta hortaliça ainda é pouco estudada, o que deixa os produtores reféns da utilização de cultivares que foram desenvolvidas para outras regiões. Existe grande variabilidade dentre as comercializadas, fazendo com que esta cultura apresente um grande potencial para estudos na área de melhoramento, com o objetivo de atender as necessidades dos agricultores.

As folhas e caules de algumas cultivares apresentam tricomas, dificultando a colheita. A cultivar mais difundida entre os produtores é a Santa Cruz-47, a qual possui ciclo tardio, atrasando o período de comercialização, enquanto as variedades de ciclo precoce possuem baixa aceitação dos produtores em razão de relatos de mudança de coloração dos frutos pós-colheita. Dessa forma, é desejável para o programa de melhoramento uma cultivar precoce, com qualidade pós-colheita de fruto e menor incidência de tricomas.

Para iniciar um programa de melhoramento é necessário conhecer a variabilidade genética da cultura. Com essa finalidade, é realizado o pré-melhoramento, no qual está inclusa a caracterização por meio de marcadores, sejam eles moleculares ou genéticos. O método que utiliza descritores morfológicos é antigo e ainda bastante utilizado, principalmente por ser de baixo custo.

O quiabeiro apresenta grande variabilidade dentro da espécie e dentro dos genótipos, necessitando de uma caracterização inicial para trabalhos com o propósito de melhoramento. A caracterização morfológica apresenta vantagens em relação à caracterização molecular, pois os custos são menores e de fácil aplicação. Esta caracterização pode ser realizada através de descritores quantitativos e/ou qualitativos. Para a seleção destes, é necessário conhecer os padrões adotados por consumidores e produtores da cultura de interesse.

Os descritores quantitativos são controlados por vários genes, dessa forma, sofrem maior influência ambiental, sendo importantes para delimitar os potenciais produtivos dos genótipos, enquanto os descritores qualitativos sofrem menor influência ambiental e são

governados por poucos genes. As características estudadas através de descritores qualitativos determinam aspectos visuais consideráveis para a comercialização e cultivo.

Sendo assim, esse trabalho teve como objetivo caracterizar morfologicamente genótipos de quiabeiro para delinear um programa de melhoramento para a região.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 IMPORTÂNCIA SOCIECONÔMICA DA CULTURA DO QUIABEIRO

Segundo o IBGE (2017), o Brasil produz cerca de 111.967 toneladas de quiabo, sendo o Nordeste correspondente a 28,74% (32.187 toneladas) da produção total. A cultura apresenta facilidade de manejo, ciclo vegetativo rápido e alta rentabilidade (COSTA *et al.*, 2018). Em função disso, no Nordeste, esta hortaliça é produzida, em sua maioria, pela agricultura familiar, correspondendo a 87% da produção regional, demonstrando importante papel socioeconômico no campo.

O quiabo do tipo roliço geralmente é o mais produzido no Brasil e basicamente destinado ao mercado interno, enquanto o fruto quinado (com presença de arestas) é preferível para a exportação. Para atender exigência do mercado exterior, faz-se necessária a disponibilidade de cultivares quinadas adaptadas às principais regiões de cultivo. Além disto, os frutos precisam ser aceitos também pelo mercado interno para que haja sustentabilidade na produção (PASSOS *et al.*, 2015).

Os frutos são ricos em pectina, ferro, cálcio, vitamina A e podem ser utilizados de várias formas, cozidos em sopas ou individualmente, apresentando propriedades medicinais e podendo reduzir substâncias tóxicas do colesterol. Além dos frutos, em outros países, diversas partes da planta podem ser utilizadas na alimentação, como, por exemplo, as sementes são cozidas ou moídas e usadas na panificação, extração de óleo ou torradas para substituir o café. Os botões florais, as flores, os cálices e as folhas podem ser consumidos cozidos como verduras. As folhas são secas, trituradas e utilizadas como condimento. Os caules, através da sua fibra, podem ser utilizados para fabricação de papéis e têxteis (JAIN *et al.*, 2012).

Além disso, plantas de quiabo e seus derivados apresentam capacidade nutracêuticas, como antidiabético, antioxidante, imunomodulador, anticancerígeno e potencial de aliviar a constipação (ELKHALIFA *et al.*, 2021). A mucilagem obtida dos frutos apresenta teores significativos de proteínas, carboidratos, minerais, açúcares neutros e outros polissacarídeos, sendo, na Índia, utilizada para tratamentos de doenças estomacais (AHIAKPA *et al.*, 2014; GEMEDE *et al.*, 2014; ROY *et al.*, 2014;). As cascas, sementes, folhas e flores do quiabeiro são ricos em flavonoides e fenóis (ADETUYI; IBRAHIM, 2014; LIN *et al.*, 2014).

2.2 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE A CULTURA DO QUIABEIRO

A origem do quiabeiro (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) ainda é incerta, pois há uma divergência entre os pesquisadores da área. De Candolle (1908), tentando descobrir a origem desta cultura, descartou a possibilidade desta ser asiática, pois os descritores da flora indiana não mencionaram a existência de espécies selvagens. Apesar disto, muitos autores confundiram culturas muito antigas com a forma selvagem dessa cultura, descrevendo a Ásia como base nativa (GUERGEL; MITIDIERI, 1954). Apesar das divergências no centro de origem da cultura, a maioria dos autores acreditam que o quiabeiro seja de origem africana, provavelmente de regiões da Eritéia (MINAMI *et al.*, 1998).

Segundo Vavilov (1926), no período Neolítico ocorreu a domesticação do quiabo, mais especificamente no Sahara, no qual as formas cultivadas possivelmente migraram para o Mediterrâneo e depois para a Índia. Dessa forma, a Índia pode ser considerada um centro de diversidade, onde são encontradas espécies selvagens que apresentam relação com as espécies cultivadas atualmente. No Brasil, o hábito de consumo desta hortaliça ocorre desde o período colonial. Presume-se que a sua introdução no país tenha ocorrido através dos escravos africanos, pois seu conhecimento e consumo pode ser destacado nas regiões de maior ação dos negros, como o Rio de Janeiro e os Estados do Norte e Nordeste (PAIVA, 1992).

O quiabeiro faz parte da família *Malvaceae*, a mesma do algodão. Nesta, somente o quiabo é uma olerácea de valor expressivo no Brasil (FILGUEIRA, 2008). O gênero *Abelmoschus* anteriormente era incluído no gênero *Hibiscus*, o qual apresenta espécies ornamentais bastante conhecidas e também outras que servem para extrair a fibra, como o quenaf (*Hibiscus cannabinus*) ou a vinagreira (*Hibiscus sabdarigaa*), no qual as folhas e o cálice são utilizados na alimentação (PAIVA, 1992). Houchreutiner (1924) reconheceu o gênero *Abelmoschus* através da descoberta da adição do cálice às pétalas e à coluna estaminal.

Existem contradições quanto ao número de espécies de *Abelmoschus*. Houchreutiner distinguiu 14 espécies, com variedades dentro de *A. manihot* e *A. moschatus*. Van Borssum Waalkes encontrou seis espécies, com várias supespécies e variedades. Stevel reconheceu *A. caillei* como uma espécie distinta. São consideradas três espécies selvagens (*A. angulosus*, *A. crinitus* e *A. ficalneus*) e a principal espécie cultivada (*A. esculentus*). Para duas espécies (*A. manihot* e *A. moschatus*) ainda existem diferentes pontos de vista quanto às espécies não domesticadas (SIEMONSMA, 1991).

A espécie *A. esculentus* é cultivada como anual, de caráter arbustivo e porte ereto, o caule é semilenhoso e pode atingir até três metros de altura. Quando utilizado espaçamento superior ao recomendado para a cultura, pode apresentar ramificações laterais. O número de

ramificações é diminuído com o aumento da densidade de plantio (FILGUEIRA, 2008). Sua propagação ocorre através de sementes, apresenta um sistema radicular pivotante que pode atingir até 1,90 m de profundidade, com maior concentração das raízes nos primeiros 20 cm de profundidade, o que não anula que a cultura tenha uma boa resistência à seca (ÍNDIA, 2011; FILGUEIRA, 2008).

As folhas apresentam em média cinco lóbulos e são pecioladas. As flores são hermafroditas, actinomorfas e heteroclámidas, medindo de cinco a sete centímetros de diâmetro, são axilares e com cinco pétalas. A corola parece um sino invertido, as pétalas são amarelas no ápice e púrpuras na base. O androceu expõe numeroso estames com uma única teca, o ovário é gamocarpelar com cinco carpelos (GUERGEL; MATIDIERI, 1954). As flores são completas e autopolinizadas, ou seja, mesmo se forem ensacadas e não houver uma polinização através de insetos, todas elas produzirão sementes. Mesmo os insetos não sendo necessários para essa atividade, as flores são atraentes às abelhas e as plantas podem ser polinizadas de forma cruzada (ÍNDIA, 2011).

Os frutos são do tipo cápsula, pilosos e roliços, apresentam seção transversal circular ou pentagonal. A produção destes pode ocorrer tanto na haste principal como nas laterais. Quando estão em ponto de colheita, os frutos imaturos são tenros com 10 a 16 cm de comprimento, o que é considerado adequado pela preferência dos consumidores. Nesse estádio, a ponta pode ser quebrada facilmente. No mercado brasileiro, os frutos com 10 a 14 cm de comprimento e cilíndricos são considerados como padrões, enquanto os que são considerados “quinados” são desvalorizados (FILGUEIRA, 2008). Na maturidade, os frutos se abrem e podem espalhar a semente a vários metros de distância da planta mãe, podendo espalhar-se até dois a três metros, sendo classificados como deiscentes (ÍNDIA, 2011).

Para seu cultivo, o quiabo exige altas temperaturas, podendo tolerar climas amenos, todavia, baixas temperaturas causam um retardamento ou impedimento da germinação e emergência, prejudicando o crescimento, floração e a frutificação. Para que as plantas apresentem adequado desenvolvimento, a temperatura deve estar em torno de 24 a 28 °C, proporcionando rápido crescimento. Em regiões baixas e quentes, que tem um inverno ameno, o cultivo desta hortaliça pode ser realizado durante todo o ano, abrangendo, assim, a época de preço mais elevado, que ocorre na metade do ano, nos meses de junho a agosto (ÍNDIA, 2011; FILGUEIRA, 2008).

2.3 MELHORAMENTO GENÉTICO DO QUIABEIRO

Desde o surgimento da agricultura, os povos selecionavam plantas de características desejáveis, realizando, mesmo que inconscientemente, o melhoramento de plantas. Atualmente, o melhoramento de plantas é tido como uma ciência que estabelece hipóteses, avaliando-as pelo método científico (BORÉM *et al.*, 2021).

Até o ano de 1950, utilizavam-se cultivares crioulas de quiabo, por não existirem cultivares melhoradas. Na mesma década o Dr. H. B. Sigh, na Índia, intensificou a pesquisa sobre o quiabeiro, não só sobre germoplasma, mas sobre o melhoramento, resultando no desenvolvimento da cultivar Pusa Makhmali, a qual foi liberada para cultivo em 1955. Em 1960, foram realizados cruzamentos intervarietais entre Pusa Makhmali e IC 1542 (tolerante ao *Bean golden mosaic virus*), obtendo-se a cultivar Pusa Sawani, que apresentou resistência em campo ao vírus do mosaico da veia amarela e com adequadas características agronômicas (RANA *et al.*, 1991).

Diversas cultivares de quiabo foram introduzidas no Brasil. Segundo Foloni (1984), a Chifre de Veadinho foi a primeira empregada comercialmente, cujas linhagens apresentavam variabilidade quanto ao desenvolvimento das plantas, formato de folhas, número de ramos, tipos de fruto e, principalmente, em relação à produção dos frutos e precocidade, possibilitando que os melhoristas concentrassem em desenvolver cultivares adaptadas ao clima do país (MATTEDI, 2014).

Na década de 40, o Instituto Agronômico de Campinas (IAC) selecionou duas linhagens, sendo elas a Chifre de Veadinho I-2313 e a Chifre de Veadinho I-1957, apresentando uniformidade e diferindo entre si na produção e precocidade, sendo a I- 2313 mais precoce e produtiva. Além dessas contribuições, o IAC realizou introdução de cultivares vindas dos Estados Unidos, entre elas, Clemson Spineless, Dwarf Prolific, Perkins Spineless, Perkins Long Pod, entre outros (MATTEDI, 2014).

A variabilidade genética pode ser encontrada principalmente em coleções *ex situ*, as quais são conservadas em bancos de germoplasma. A Universidade Federal de Viçosa (UFV) possui um Banco de Germoplasma de Hortaliças (BGH), o qual foi criado na década de 60, onde encontram-se registrados mais de 200 acessos de quiabeiro, as avaliações destes são realizadas por alunos da pós-graduação. (SILVA *et al.*, 2001). Além deste banco, a Escola Agrícola Luiz de Queiroz (ESALQ) em Piracicaba, São Paulo, possui uma pequena coleção e trabalhou com o desenvolvimento de quiabo (LEAL, 1991).

Cada país tem seu próprio interesse quanto ao melhoramento do quiabeiro. No Sri Lanka, o Centro Regional de Agrícola é responsável pela pesquisa de melhoramento na cultura do quiabo, visando o desenvolvimento de cultivares com alta produção, menor pubescência, vida útil maior, menor mucilagem e fibra, altura de planta média, resistência a doenças como o oídio (*Erysiphe cichoracearum*), vírus do mosaico da veia amarela (*Bean golden mosaic vírus*) e broca da vagem (*Etiella zinckenella*) (HINDAGALA *et al.*, 1991). Nas Filipinas, foram avaliados germoplasmas, variedades experimentais e híbridos com características desejadas para o melhoramento da cultura, como, resistência a pragas, tolerância à sombra, adequação à poda, características hortícolas e de qualidade (RASCO, 1991). No programa de melhoramento do Senegal, visam encontrar materiais que possam ser cultivados durante todo o ano, adaptados ao frio, resistentes aos nematoides das galhas (*Meloidogyne* spp.) e murcha de *Fusarium* (*Fusarium oxysporum* f. sp.) (SECK, 1991). No Sudão, buscam-se cultivares tolerantes ao frio, resistentes ao oídio e com melhor produtividade e qualidade para consumo local e exportação (MOHAMED, 1991).

A cultivar Santa Cruz-47 de maior utilização atualmente, inclusive utilizada como base para pesquisas de melhoramento, foi desenvolvida no Estado do Rio de Janeiro, juntamente com a cultivar Piranema. A primeira foi desenvolvida por técnicos do antigo IPEACS (Instituto de Pesquisas e Experimentação Agropecuárias de Cen-Sul) do Ministério da Agricultura e obtida de um produtor da região de Santa Cruz-RJ (ZANIN, 1980). Esta cultivar se destaca como produtiva, sendo difundida por todo o país. A semente é produzida pela maioria de empresas produtoras de sementes (MATTEDI, 2014).

Aguiar *et al* (2013), em Brasília, realizaram pesquisas em busca de fontes de resistência de *Fusarium* (*Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum*) em germoplasma de quiabo. Foram utilizados 53 acessos obtidos nos bancos de germoplasma da Embrapa-CENARGEN (Centro Nacional de Recursos Genéticos) e da Embrapa Hortaliças. O isolado foi obtido de plantas de quiabo semeadas no Estado do Maranhão. No total, 21 acessos de quiabo apresentaram reação de suscetibilidade ao patógeno, cinco considerados altamente suscetíveis e 33 acessos apresentaram resistência intermediária a alta. Nenhum acesso apresentou reação imunológica à murcha de *Fusarium*.

Maciel *et al.* (2017), em Monte Carmelo-Minas Gerais, avaliaram a heterose em híbridos de quiabo obtidos por hibridação e dois métodos: tradicional e experimental. O material genético foi composto de linhagens obtidas após três ciclos de seleção do banco de germoplasma de quiabo do Campus Monte Carmelo, da Universidade Federal de Uberlândia. Para morfologia de folhas e frutos e avaliações agronômicas houve diferença significativa entre genótipos, enquanto para a pubescência foliar não houve diferença significativa. A heterose

resultante da emasculação incompleta, seguida de polinização por insetos, apresentou semelhança ao método híbrido tradicional, podendo ser uma alternativa para a produção de sementes híbridas sem perdas na heterose.

No Estado de Alagoas, Filgueira *et al.* (2020) avaliaram a reação de resistência de genótipos de quiabeiro ao *Meloidogyne incognita* raça 1, em oito genótipos de quiabeiro, sendo seis comerciais e dois experimentais. Sete dos genótipos foram considerados suscetíveis e somente um híbrido experimental apresentou reação de resistência ao nematoide, sendo considerado um genótipo promissor.

Na mesma região, no município de Piranhas, Costa *et al.* (2020) estudaram a produção e precocidade de cinco cultivares de quiabeiro. O híbrido comercial Quiabel e o híbrido experimental TPX-49 obtiveram maiores desempenhos produtivos, enquanto para a precocidade, o híbrido comercial Quiabel, o híbrido experimental TPX-49 e a variedade Valença obtiverem melhores desempenhos. A variedade Santa Cruz-47 apresentou menor precocidade.

2.4 CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA

O melhoramento genético é dividido em algumas etapas: pré-melhoramento; melhoramento e o pós-melhoramento. Na primeira etapa, existem diversas atividades essenciais, como estudos de herança e obtenção da variabilidade genética fundamental para as demais etapas no programa de melhoramento (BORÉM *et al.*, 2021). Além disso, esta etapa contempla a identificação dos caracteres de importância econômica, tornando mais eficiente a busca por recursos genéticos em bancos de germoplasma (LAURINDO, 2013; MARSHALL, 1989; PALMER, 1989).

O pré-melhoramento está bem descrito na literatura para algumas espécies de interesse agronômico, como na cultura do milho (SILVEIRA *et al.*, 2015), soja (FLORENCIO, 2017) e feijão (BRAGA, 2020). Faltam informações básicas desta primeira etapa ou quando estão disponíveis, são empresas privadas que as detêm. Muitas destas espécies são pouco abordadas por instituições públicas, como no caso do quiabeiro. A necessidade da caracterização em quiabeiro se dá pela ampla variação fenotípica entre as plantas, sendo observada desde a sua classificação em gênero e espécie (COSTA *et al.*, 2018; PAIVA, 1992).

Os bancos de germoplasmas são considerados os locais em que a diversidade genética é mantida. São atividades básicas de um banco: coleta, identificação, caracterização, armazenamento, restauração e disponibilização de exemplares (BORÉM *et al.*, 2021). A caracterização é fundamental para que o melhorista tenha conhecimento da variabilidade

genética da espécie em estudo, sendo realizada principalmente como suporte para programas de melhoramento. Dessa forma, pode ser realizado um manejo eficiente dos germoplasmas vegetais de extrema importância para os pesquisadores que necessitam de materiais puros e bem caracterizados (LEAL, 1991; MARTINELLO *et al.*, 2001).

Segundo Chiorato *et al.* (2006), caracterizar uma espécie é identificar e descrever o germoplasma. Nesta atividade, diferentes características podem ser utilizadas, com ênfase para as agronômicas, morfológicas e moleculares (CELIN, 2011). Através das características adotadas na caracterização, os resultados devem apresentar distinção dos acessos, para identificar os mais relevantes e de interesse para programas de melhoramento (COSTA *et al.*, 2009) e de conservação de recursos genéticos (CRUZ *et al.*, 2011). Pela caracterização, os pesquisadores conhecem a quantidade de variação dentro e entre os acessos, o que permite incrementar a eficiência de programas de melhoramento na identificação da possível divergência genética de grupos heteróticos (RAMALHO *et al.*, 2012). Atualmente, são utilizadas, principalmente, duas formas de caracterização, a genética e a morfológica.

A caracterização genética permite o desenvolvimento de “pools” gênicos, os quais são pouco influenciados pelas condições ambientais, proporcionando uma seleção de maior eficiência quanto aos recursos genéticos (BENKO-ISEPPON, 2001). Existem diversos tipos de marcadores moleculares aplicados a este tipo de caracterização, os quais atuam como uma principal ferramenta, amenizando e corrigindo possíveis problemas de duplicação existentes em bancos de germoplasma (RAMALHO *et al.*, 2021). Além disso, esses marcadores auxiliam na identificação exata dos acessos, uma vez que, o realinhamento da taxonomia será necessário para a administração e uso dos germoplasmas (BOHAC *et al.*, 1993; MARTINELLO *et al.*, 2001).

A caracterização morfológica utiliza dados para identificar, diferenciar e descrever os acessos de uma mesma espécie, podendo ser realizada através de determinações dos caracteres morfológicos visualmente distintos por meio de descritores empregados que apresentam alta herdabilidade e podem ser expressados em todos os ambientes (EBERTZ; PALOMINO, 2017). Este método é considerado antigo e bastante difundido, entretanto, se bem utilizado, podem apresentar alta eficiência. A principal vantagem do uso de marcadores morfológicos em uma caracterização está no baixo custo quando comparado aos marcadores moleculares (MARTINELLO *et al.*, 2001; CRUZ *et al.*, 2011).

Segundo Bueno *et al.* (2006), o processo de domesticação das espécies influenciou na redução da diversidade genética, pois ocorreu a erosão genética, que é a perda de alelos, genes e acessos. A caracterização é uma etapa importante, pois evita estas perdas por meio da

conservação da variabilidade com bancos de germoplasmas *in situ, ex situ, in vivo e in vitro* (RAMALHO *et al.*, 2012).

Dois aspectos são fundamentais para a importância da caracterização, o primeiro está ligado à preservação da variabilidade genética que ainda existe na agricultura tradicional, tendo como foco a preservação e conservação desta em bancos de germoplasma ou até mesmo *in loco*, com o intuito de evitar a erosão genética pela introdução de novas cultivares melhoradas. O segundo está relacionado diretamente com os programas de melhoramento genético, pois as variedades obtidas tradicionalmente são importantes fontes de alelos (ALBUQUERQUE *et al.*, 2015).

Nos últimos anos, têm-se iniciado alguns programas de melhoramento de quiabo no Brasil, porém são escassas informações sobre o nível de variações para características desejáveis morfológicas e agronômicas da cultura (CARVALHO *et al.*, 2022). Para cada espécie, existem os descritores mais apropriados, como os disponibilizados pelo MAPA, todavia, são insuficientes os trabalhos com caracterização de quiabeiro.

Os descritores quantitativos são dirigidos por diversos genes, indicando uma maior influência ambiental, no entanto, são fundamentais na caracterização de germoplasmas, refletindo no potencial produtivo da espécie e possibilitando a utilização dos mesmos no melhoramento genético, seja de forma direta ou indireta. Os descritores de caráter qualitativo sofrem menor influência do ambiente, são fáceis de mensurar e apresentam um custo relativamente baixo (VIEIRA, 2013).

Charrier (1984), na tentativa de adaptar descritores representativos para o quiabeiro, utilizou como base outra *Malvaceae*: o algodoeiro. Porém, o mesmo autor constatou que os descritores não eram eficientes, pois não contemplam a diversidade morfológica e fenológica apresentada nas plantas de quiabo (HAMON *et al.*, 1991). Segundo Paiva (1992), os consumidores apresentam preferência em relação aos frutos, sendo eles cilíndricos e de coloração verde escura. Muitos agricultores sentem incômodo com as partes pubescentes do caule, dos frutos e das folhas. Dessa forma, é de interesse uma planta que apresente menos pelos e facilite na hora da colheita. Essas características seriam possíveis descritores que devem ser levados em consideração.

Dentre os resultados encontrados na literatura, destaca-se Hindagala *et al.* (1991), no qual estudaram a conservação e utilização dos recursos genéticos do quiabo no Sri Lanka, caracterizando 47 acessos de germoplasma. A pesquisa destacou cor do caule, fruto e folha predominantemente verde, com exceção de alguns acessos que foram avermelhados ou roxos. Alguns acessos apresentaram somente a haste principal, porém, a maioria dos acessos apresentaram ramificações. Foram observadas uma grande variabilidade em forma de folhas e

frutos, com alguns acessos apresentando frutos lisos e a maioria apresentava de cinco a sete sulcos por frutos.

No trabalho conduzido por Martinello *et al.* (2001) foram avaliados 39 acessos do gênero *Abelmoschus spp.* por meio de 27 descritores morfoagronômicos. Utilizando análise multivariada para caracteres quantitativos e qualitativos, foi constatado que os descritores qualitativos foram capazes de classificar corretamente as espécies, porém não possibilitaram um adequado rastreamento do genoma.

Akotkar *et al.* (2010) avaliaram a diversidade e a variabilidade genética em quiabeiro em 55 genótipos. Os caracteres morfológicos foram capazes de descriminar a diferença entre os genótipos. A partir da análise de agrupamento, foram detectados cinco grupos, com características distintas, o que pode gerar bons grupos heteróticos a partir de suas distâncias genéticas. Alake *et al.* (2012) estudaram o desempenho genotípico e as correlações para a característica de produtividade em 25 genótipos de *Abelmoschus caillei*. Os autores encontraram características associadas à produtividade que possibilitam a seleção indireta para a mesma.

Mattedi (2014) estudou na sua tese de doutorado a caracterização e avaliação da divergência genética de 70 acessos de quiabeiro do BGH-UFV para sua utilização em cruzamentos dialélicos. Foi observada ampla variabilidade genética entre os acessos do banco de germoplasma utilizando os descritores agronômicos qualitativos e quantitativos e selecionando nove acessos.

Yonas *et al.* (2014) ao avaliar 25 acessos de *Abelmoschus esculentus* na Etiópia, por meio de análise multivariada utilizando 20 caracteres morfológicos. Houve diferenças significativas pelo teste F, constatando ampla variabilidade genética a qual ficou evidenciada pelo teste de agrupamento, na formação de cinco grupos, em que o I e o II apresentavam alto potencial para gerar híbridos responsivos.

Carvalho *et al.* (2022) avaliaram 19 descritores genéticos e morfológicos (cinco qualitativos e 14 quantitativos) na avaliação da diversidade genética de 20 acessos de quiabo brasileiros pré-comerciais. Para a caracterização, foi utilizado marcador molecular Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) que foram eficientes na detecção do polimorfismo, evidenciando, assim, ampla variabilidade genética, o que pode proporcionar sucesso na hibridação entre alguns acessos. Os caracteres morfológicos e moleculares foram complementares em detectar a variabilidade.

3. MATERIAL E MÉTODOS

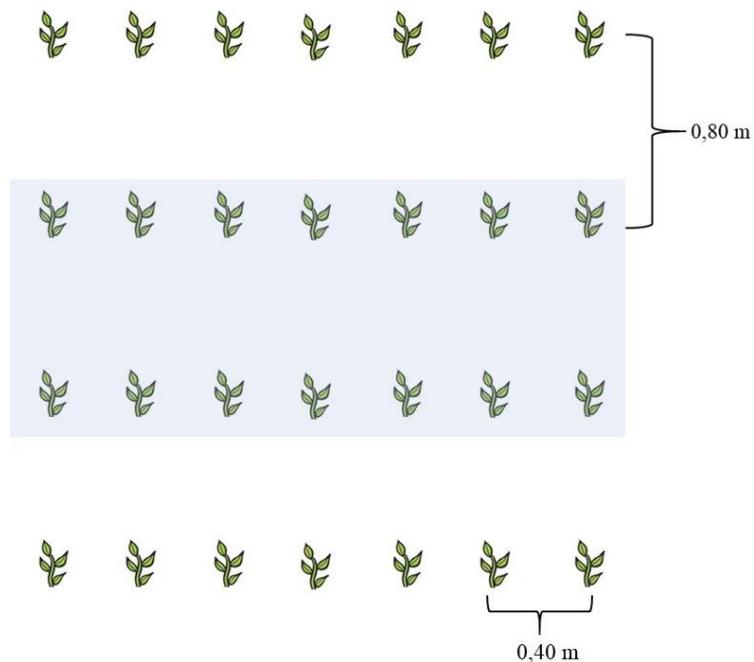
3.1 LOCAL E PERÍODO DE IMPLANTAÇÃO DO EXPERIMENTO

O experimento foi conduzido na área experimental do Instituto Federal de Alagoas – Campus Piranhas, que está localizada nas seguintes coordenadas 9°37'23.64" S e 37°46'2.41" O, entre o período de 13 de fevereiro a 21 de maio de 2022. O município de Piranhas – Alagoas está localizado na Depressão Sertaneja, segundo a classificação de Koppen o clima é do tipo BSh tropical semiárido, altitude de 110 m e uma precipitação anual de 492,2 mm (SANTOS *et al.*, 2017).

3.2 DELINEAMENTO ESTATÍSTICO

O delineamento estatístico utilizado foi em blocos casualizados, com cinco tratamentos em cinco repetições. O espaçamento adotado foi de 0,80 m entre linhas e 0,40 m entre plantas. A área total da parcela experimental foi de 8,92 m², composta por 28 plantas, e a área útil foi de 4,48 m² composta por 14 plantas.

Figura 1 - Croqui da parcela experimental e útil do experimento



Fonte: Lima, 2023.

3.3 DESCRIÇÃO DOS GENÓTIPOS

Foram utilizados cinco genótipos comerciais de quiabeiro (Figura 2), sendo três cultivares de polinização livre (Apuim, Clemson Americano 80 e Santa Cruz-47) e dois híbridos (Canindé e Cariri).

A Apuim (Figura 2A) é altamente produtiva, adaptada a climas amenos e quentes, excelente qualidade pós-colheita, seus frutos são cilíndricos, uniformes e com poucas fibras (ISLA, 2022a). A Clemson Americano 80 (Figura 2E) são adaptadas a regiões de clima quente, não tolera a geadas e baixas temperaturas, seus frutos são alongados e estreitos de coloração verde claro (ISLA, 2022b). A Santa Cruz-47 (Figura 2C), cultivar mais utilizada tradicionalmente, apresenta produtividade adequada e seus frutos são uniformes e cilíndricos, com pontas e sem fibras (ISLA, 2022c). O Canindé (Figura 2B) apresenta um longo ciclo de colheita, com adaptação a diferentes regiões de cultivo e frutos com cinco quinas e uma ótima pós-colheita (ISLA, 2022d). O Cariri (Figura 2D) tem seus frutos sem presença de quina e altamente uniformes, sendo adaptável a diversas regiões de cultivo (ISLA, 2022e).

Figura 2 – Frutos de genótipos comerciais de quiabeiro, Apuim (A), Canindé (B), Santa Cruz (C), Cariri (D), Clemson Americano 80 (E)



Fonte: Lima, 2023.

3.4 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Para o preparo inicial do solo foi realizada uma gradagem cruzada, em seguida, foram retiradas amostragens de solo a uma profundidade de 0-20 cm e realizada análise química

do solo (Tabela 1) no Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas do IFAL – Campus Piranhas. As adubações foram elaboradas de acordo com as recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes no Estado de Sergipe (SOBRAL *et al.*, 2007).

Tabela 1. Resultado da análise química do solo da área experimental do Instituto Federal de Alagoas - *Campus Piranhas* (profundidade de 0 a 0,20 m)

pH (H ₂ O)	P	K	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na	Al	H+Al	CTC	V
1:2,5	mg dm ⁻³	-----	-----	cmol _c dm ⁻³	-----	-----	-----	-----	%
6,8	4,3	0,04	9,3	5,7	0,062	0,0	1,7	16,8	90

Extratores – P, K e Na: Mehlich (HCl + H₂SO₄); Ca²⁺, Mg²⁺ e Al³⁺: KCl 1 mol L⁻¹. CTC: Capacidade de Troca Catiônica; V: saturação por bases.

As adubações foram divididas em quatro etapas, na fundação foram utilizadas 21 kg ha⁻¹ de N, 270 kg ha⁻¹ de P₂O₅, e 120 kg ha⁻¹ de K₂O, utilizando como fonte o sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. As adubações de cobertura foram realizadas aos 30 e 60 dias após a germinação, utilizando 21 kg ha⁻¹ de N na forma de sulfato de amônio.

Durante o experimento a temperatura média apresentou valor de 28 °C, a umidade relativa do ar 71% e a precipitação total durante a condução foi de 176,2 mm (INMET, 2022). A irrigação foi realizada de acordo com a necessidade hídrica da cultura, através do sistema por gotejamento com emissores espaçados a 0,20 m. A cada 0,40 cm dentro do sulco foram plantadas quatro sementes. Aos 15 dias após o plantio (DAP) foi realizado desbaste com o objetivo de deixar somente uma planta. Após 80 DAP, os genótipos foram caracterizados por meio de observações visuais. Os frutos que apresentaram padrão comercial (8 a 14 cm de comprimento) foram colhidos e caracterizados no Laboratório de Melhoramento Vegetal do *Campus* (para cada genótipo, foram avaliados 500 frutos).

Durante o período inicial do experimento, foram realizadas capinas manuais com auxílio de enxadas a fim de reduzir a população de plantas daninhas. Quando as plantas já apresentavam cinco folhas definitivas, foram colocados materiais vegetais a base de folhas secas de craibeira (*Trabeibia aurea*), para utilizá-los como cobertura morta e reduzir as capinas manuais. Para controle de eventuais pragas, como lagartas desfolhadoras que surgiram no experimento, foram realizadas quatro aplicações quinzenais de calda de fumo.

A calda de fumo foi preparada conforme receita descrita por Ayres *et al.* (2020), utilizando 100 g de fumo de corda, 50 g de sabão em barra ou caseiro e 10 litros de água. O

fumo foi picado e colocado em uma vasilha com água, o qual ficou descansando por um dia, com a vasilha fechada. No dia seguinte, o fumo foi coado e misturado com água até completar 2,5 litros, em seguida, o sabão foi dissolvido também em 2,5 litros de água. Ambos foram misturados nos cinco litros restantes de água e pulverizados nas plantas com o auxílio de uma bomba costal.

Figura 3 - Instalação do experimento com abertura dos sulcos (A), montagem do sistema de irrigação (B), adubação de fundação (C), semeadura (D e E), desbaste (F), adubação de cobertura (G) e cobertura morta (H)



Fonte: Lima, 2023.

3.5 DESCRIPTORES MORFOLÓGICOS AVALIADOS

As plantas foram caracterizadas através de descritores qualitativos, conforme adaptação de descritores morfológicos do MAPA (2008) e descritores utilizados por Martinello *et al.* (2001). Os descritores foram divididos pelas partes da planta e o fruto.

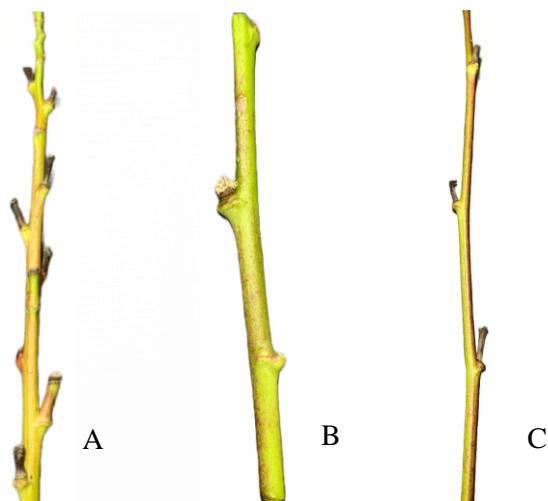
3.5.1 Planta

- Presença de ramificação (1- muito fraco; 3- fraco; 5- médio; 7- forte; 9- muito forte): determinada pela quantidade de ramificações na haste principal;
- Altura da planta (3- baixa; 5- média; 7- alta): determinada por observação da altura das plantas, utilizando como base a altura dos olhos da autora. A classe 3 compreende plantas com altura de até 1,10 m, a 5 plantas até 1,60 m, a 7 plantas acima de 1,60 m.
- Início da colheita (3- curto; 5- médio; 7- tardio): Determinado de acordo com a data da primeira colheita de cada genótipo. A classificação 3 compreende o início entre 30-60 DAP, a 5 o início entre 60-80 DAP, a 7 o início maior que 80 DAP.

3.5.2 Haste

- Comprimento do internódio (3- curto; 5- médio; 7- longo). Determinado por observação da distância entre os nós (Figura 4).

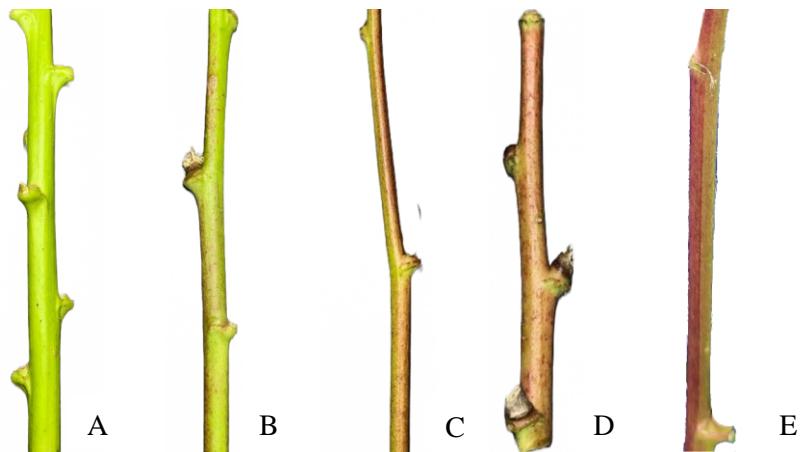
Figura 4 - Comprimento do internódio. Curto (A), médio (B), longo (C)



Fonte: Lima, 2023.

- Presença de antocianina no caule (1- ausente; 3- baixa; 5- média; 7- alta; 9- muito alta). Determinada por observação da cor do caule (Figura 5).

Figura 5 - Presença de antocianina no caule. Ausente (A), baixa (B), média (C), alta (D) e muito alta (E)



Fonte: Lima, 2023.

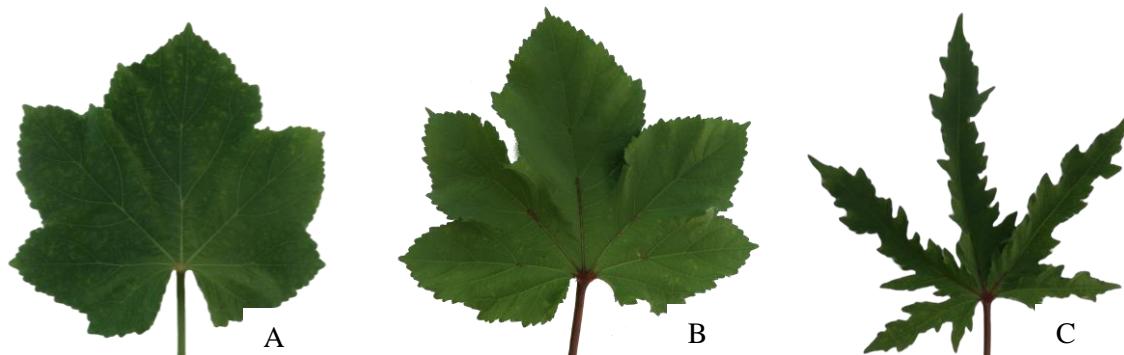
- Pubescência do caule (1- altamente; 2- medianamente; 3- notável). Determinada por toque no caule.

3.5.3 Folha

- Tamanho (3- pequeno, 5- médio; 7- grande). Determinada por observação das folhas. O genótipo que apresentou maior folha ficou definido como classe 7, e os demais foram classificados conforme comparação com o genótipo de referência.

- Incisão dos lóbulos (3- pouco profunda; 5- média; 7- profunda). Determinada pela observação dos lóbulos das folhas (Figura 6).

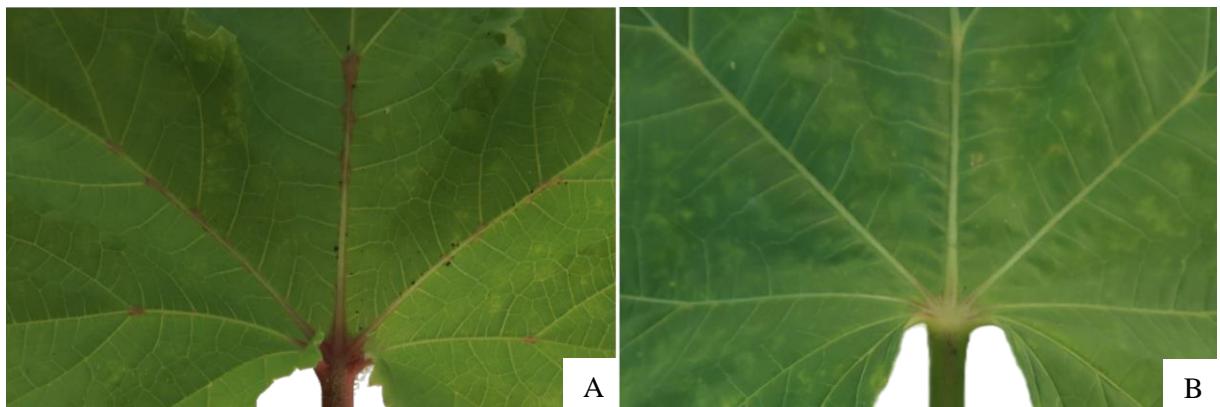
Figura 6 - Incisão dos lóbulos. Pouco profunda (A), média (B) e profunda (C)



Fonte: Lima, 2023.

- Presença de antocianina nas nervuras (1- ausente; 2- presente). Determinada por observação das nervuras das folhas (Figura 7).

Figura 7 - Presença de antocianina nas nervuras. Presente (A) e ausente (B)



Fonte: Lima, 2023.

- Intensidade de verde na folha (1- baixa; 2- média; 3- alta). Determinada por observação das folhas.

3.5.4 Fruto

- Coloração (1- verde claro; 2- verde; 3- verde escuro; 4- verde com vermelho). Determinada por observação dos frutos (Figura 8).

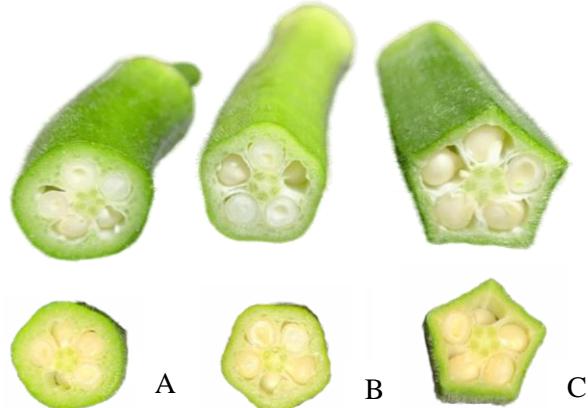
Figura 8 - Coloração de fruto. Verde claro (A), verde (B), verde escuro (C) e verde com vermelho (D)



Fonte: Lima, 2023.

- Superfície entre as quinas (3- côncava; 5- plana; 7- convexa). Determinada de acordo com a presença e profundidade das quinas (Figura 9).

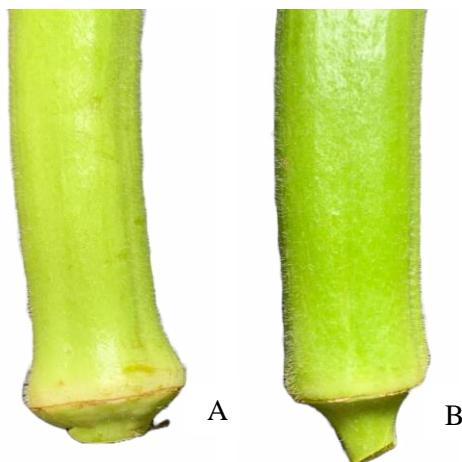
Figura 9 - Superfície entre as quinas. Côncava (A), plana (B) e convexa (C)



Fonte: Lima, 2023.

- Constrição da parte basal (1- ausente; 2- presente). Determinada por observação da parte basal do fruto (Figura 10).

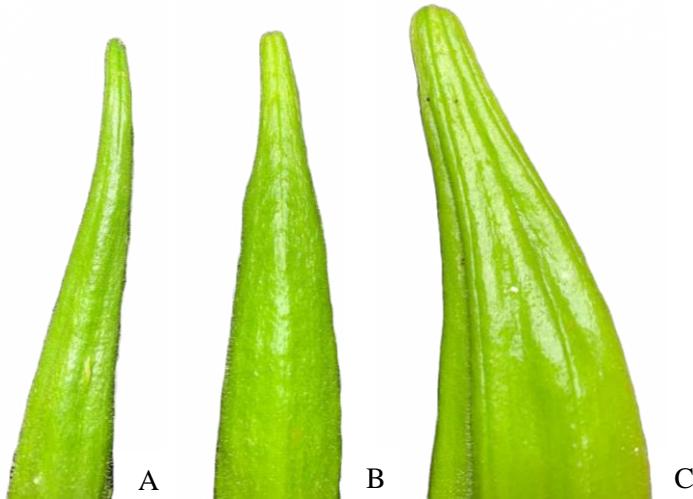
Figura 10 - Constrição da parte basal. Presente (A) e ausente (B)



Fonte: Lima, 2023.

- Forma do ápice (1- muito agudo; 2- agudo; 3- pouco agudo). Determinada por observação do ápice do fruto (Figura 11).

Figura 11 - Forma do ápice. Muito agudo (A), agudo (B) e pouco agudo (C)



Fonte: Lima, 2023.

3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Após as avaliações, foi realizada a análise descritiva dos descritores obtendo histogramas de frequência. Considerando que as variáveis foram medidas por notas e que houve segregação dentro dos genótipos, utilizou como medida de dissimilaridade o complemento do seguinte índice:

$$Dii' = a/a + b; \quad (1)$$

Em que:

a: número de casos em que os genótipos I e i' receberam a mesma nota;

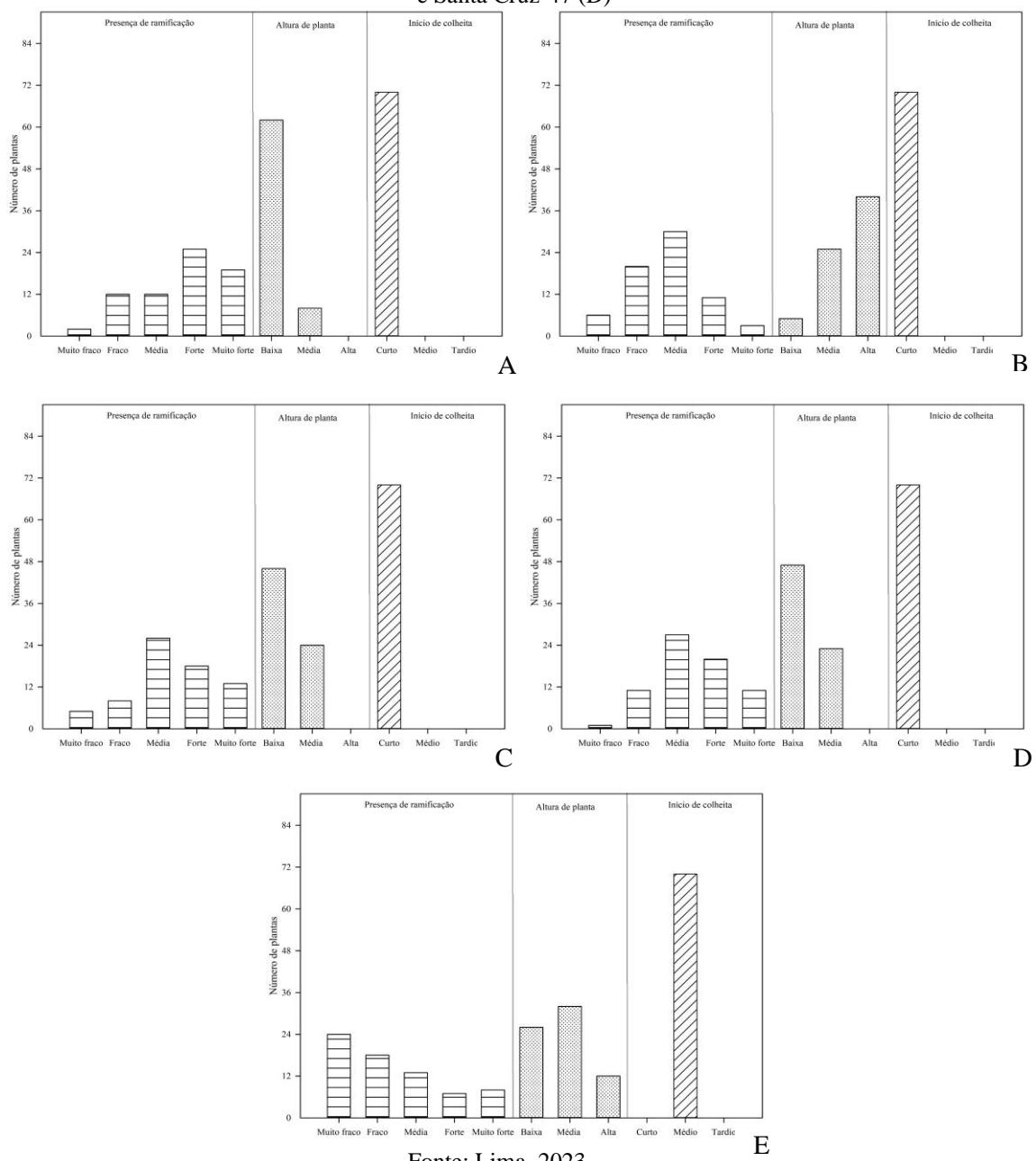
b: número de casos em que os genótipos I e i' receberam notas distintas.

A partir da matriz de distâncias, utilizou-se a técnica de agrupamento hierárquico baseado na média não ponderada dos pares de acessos (UPGMA) para agrupar os genótipos. Os programas utilizados para realizar as análises foram os softwares R e GENES (CRUZ, 2013).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os descritores estudados para a planta apresentaram divergência entre e dentro dos genótipos (Figura 12). Para a presença de ramificação nas plantas, as classificações estudadas foram encontradas em todos os genótipos. Em relação à altura das plantas, os genótipos Apuim, Cariri e Clemson Americano 80 apresentaram plantas com estatura baixa e média, enquanto os genótipos Santa Cruz-47 e Canindé apresentaram plantas altas, médias e baixas. O período de colheita diferenciou apenas no genótipo Santa Cruz-47, no qual obteve um período médio de colheita enquanto os demais foram curtos.

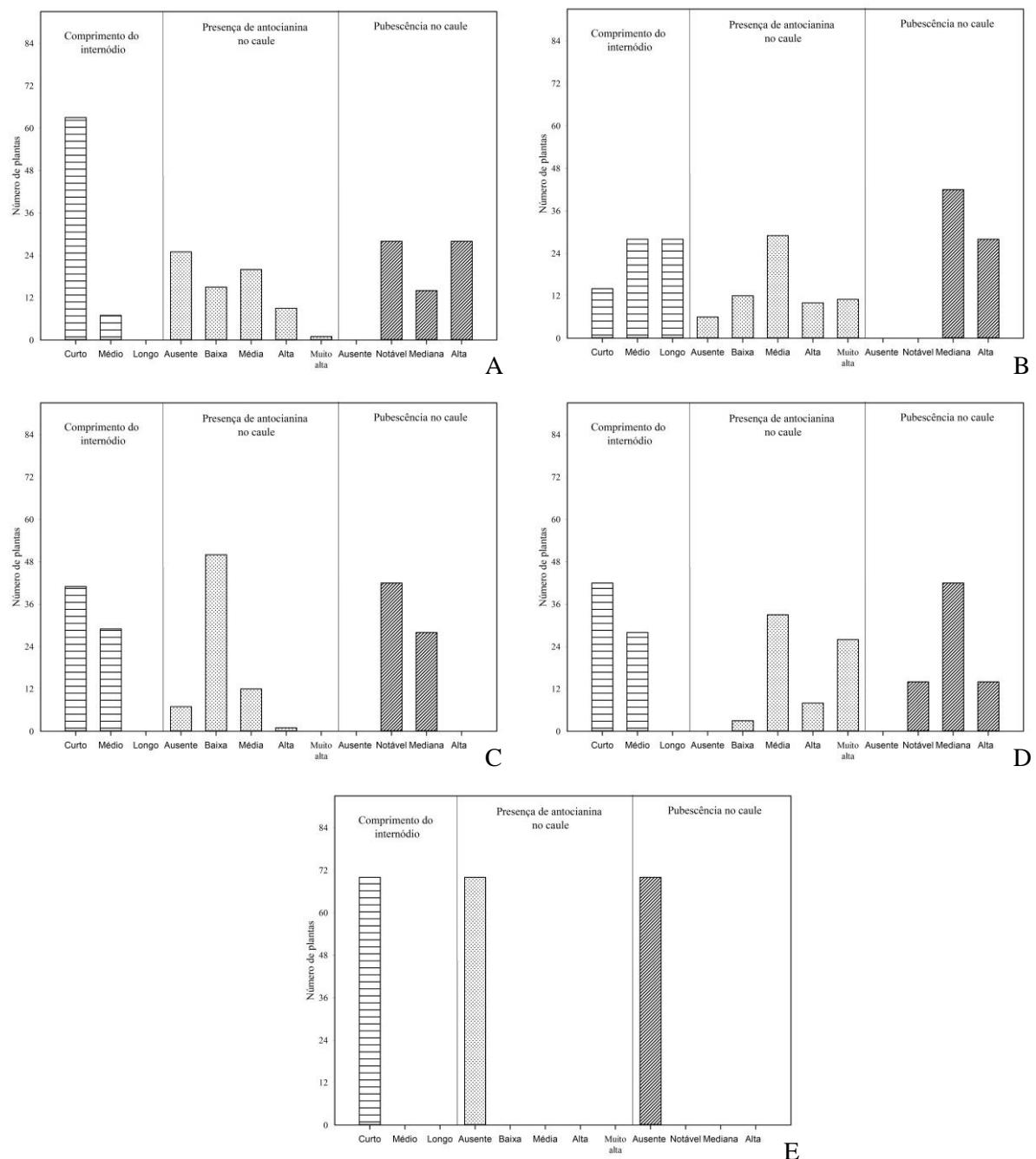
Figura 12 - Descritores da planta dos genótipos. Apuim (A), Canindé (B), Cariri (C), Clemson americano 80 (D) e Santa Cruz-47 (E)



Fonte: Lima, 2023.

Para os descritores da haste (Figura 13), o genótipo Santa Cruz-47 foi o único que não apresentou alterações dentro, sendo todas as plantas com internódios curtos, ausência de antocianina e pubescência no caule. Por outro lado, nos genótipos Apuim, Cariri e Clemson Americano 80 foram observados internódios curtos e médios, e o Canindé apresentou todas as classificações de comprimento do internódio (Figura 4). Para presença de antocianina no caule (Figura 5), os genótipos Apuim e Canindé expressaram todas as classificações.

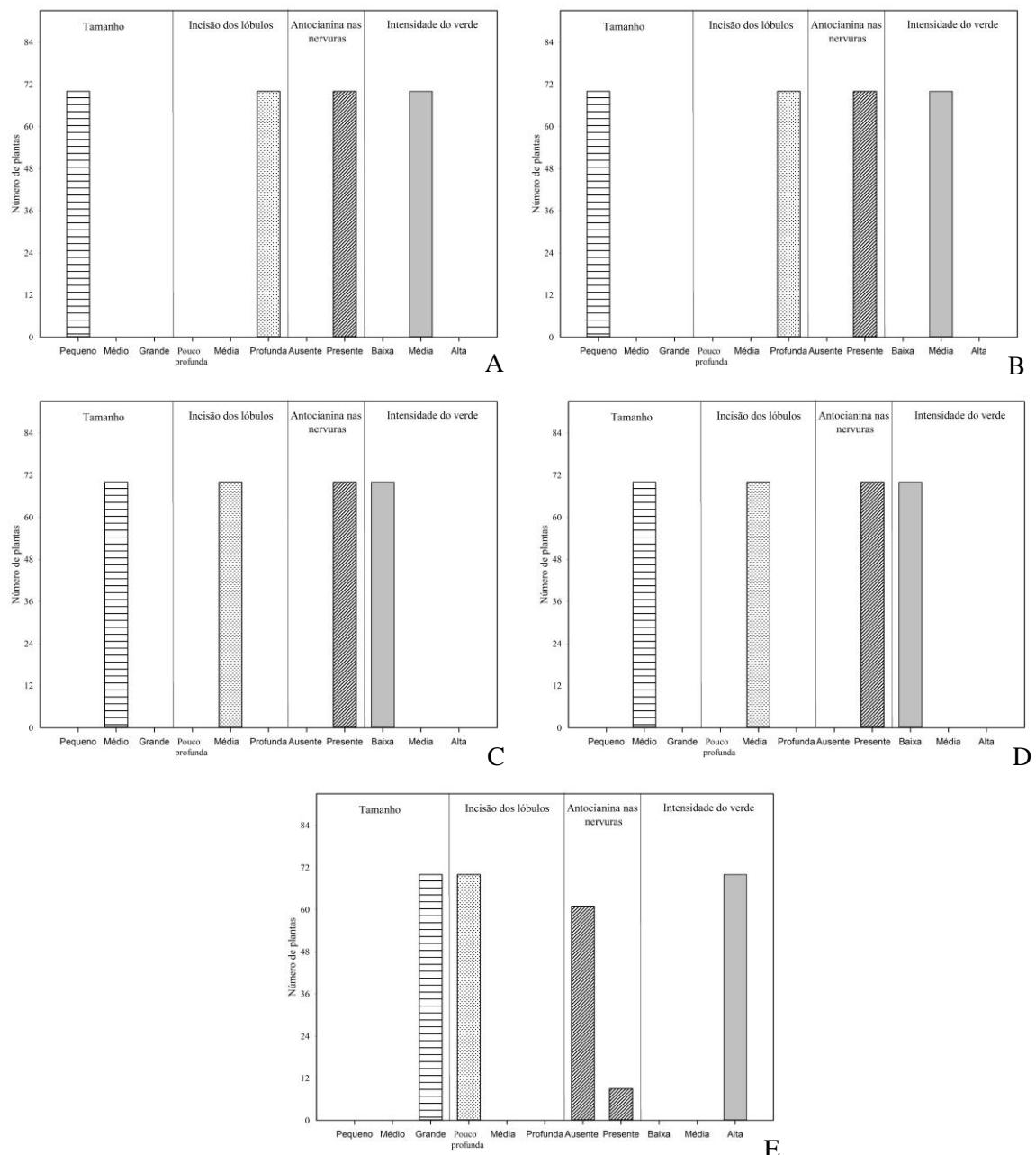
Figura 13 - Descritores da haste dos genótipos, Apuim (A), Canindé (B), Cariri (C), Clemson Americano 80 (D) e Santa Cruz-47 (E)



Fonte: Lima, 2023.

Para os descritores da folha (Figura 14), observou-se que não houve diferença visual dentro dos genótipos, com exceção da antocianina nas nervuras no genótipo Santa Cruz-47, no qual foi constatada a presença e a ausência desta característica, enquanto para os demais genótipos todas as plantas apresentaram presença de antocianina nas nervuras (Figura 7). De acordo com os resultados observados, pode-se perceber uma semelhança fenotípica nas características de tamanho, incisão dos lóbulos (Figura 6) e intensidade do verde entre os genótipos Apuim e Canindé, e entre o Cariri e o Clemson Americano 80. O genótipo Santa Cruz-47 apresentou tamanho de folha grande, incisão dos lóbulos pouco profunda e intensidade do verde alta.

Figura 14 - Descritores da folha dos genótipos, Apuim (A), Canindé (B), Cariri (C), Clemson Americano 80 (D) e Santa Cruz-47 (E)



Fonte: Lima, 2023.

Silva (2019) avaliou as características agronômicas e morfológicas de 46 acessos de quiabeiro e da variedade Santa Cruz-47, encontrando resultados semelhantes ao deste trabalho, apresentando acessos com incisão de lóbulos da folha leves ou médios. Quanto à ramificação, os acessos tinham características médias ou forte, sendo que a maioria dos acessos apresentaram coloração verde na haste, com apenas três genótipos apresentando coloração verde com hastes vermelhas.

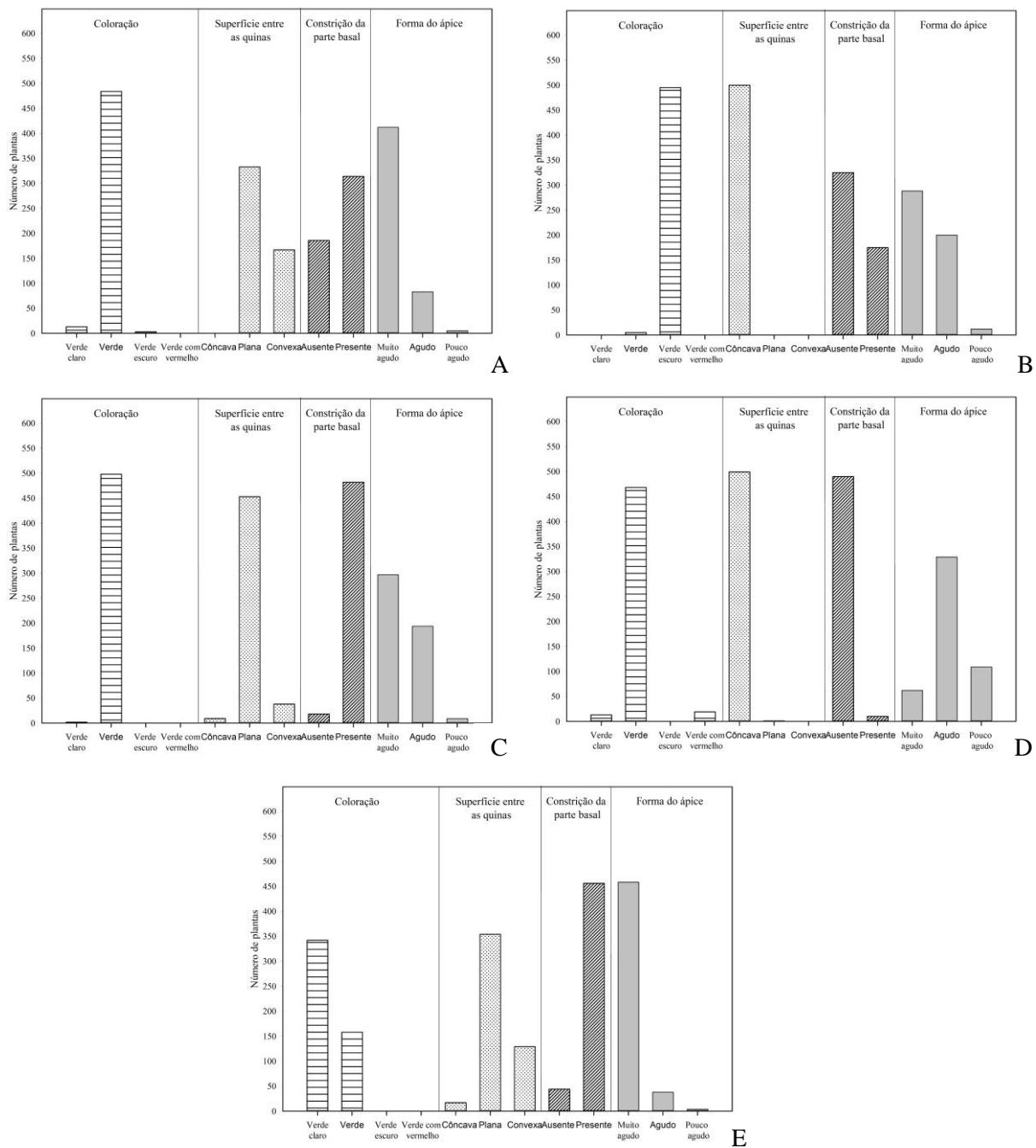
De forma semelhante, Massucato *et al.* (2020), avaliando 30 acessos de quiabo provenientes do BGH-UFV, observaram graus de ramificações das plantas fracos, médios e fortes, folhas com incisão dos lóbulos pouco profundas, médias e muito profundas.

Para os descritores de fruto (Figura 11), foram constatadas diferenças visuais na maioria dos descritores dentro e entre os genótipos, sendo o descritor forma do ápice (Figura 11) o que houve maior variação dentro dos genótipos. A coloração dos frutos (Figura 8) variou entre os genótipos, com o Clemson Americano 80 apresentando alguns frutos de coloração verde com algumas marcas vermelhas, sendo um diferencial entre os genótipos. Os genótipos Apuim e Cariri apresentaram frutos verdes claros e verdes, o Canindé, frutos verdes e verdes escuros, e o Santa Cruz-47, frutos verdes claros e verdes. A constrição da parte basal (Figura 10) pôde ser observada em todos os genótipos, sendo em menor quantidade no Clemson Americano 80.

Frutos côncavos e planos, com a maioria dos ápices agudos e muito agudos foram observados por Silva (2019). No trabalho de Massucato *et al.* (2020), os frutos apresentaram colorações verde claro, verde e verde escuro, quinas planas, convexas e côncavas. A maioria apresentou forma do ápice muito agudo e as constrições na parte basal puderam ser observadas em mais da metade dos acessos.

As variedades de polinização livre apresentaram diversidade dentro dos genótipos, possivelmente, por serem heterozigóticos e heterogêneos (BORÉM *et al.*, 2021). Enquanto os híbridos apresentaram maior uniformidade, a qual decorre dos cruzamentos realizados entre pais puros (CLAYTON *et al.*, 2009). As características de cor do fruto (Figura 9) e superfície entre as quinas (Figura 9) são determinantes para a comercialização dos frutos. Segundo Santos (2018), o mercado exige que frutos de quiabo sejam longos, cilíndricos, lisos e de coloração verde brilhante, dessa forma, os genótipos Apuim, Cariri e Santa Cruz-47 apresentam formato de padrão comercial, o genótipo Canindé apresenta frutos côncavos com características mais aptas ao mercado externo (PASSOS *et al.*, 2015).

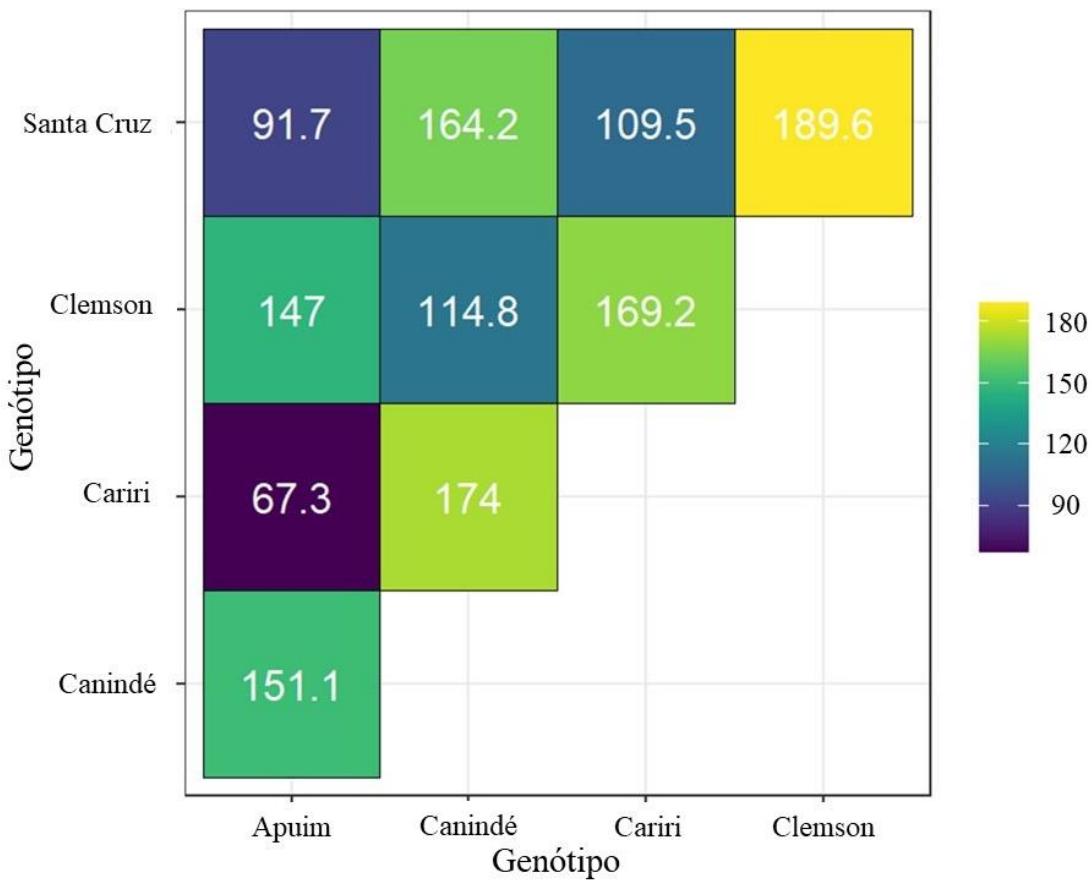
Figura 15 - Descritores do fruto dos genótipos, Apuim (A), Canindé (B), Cariri (C), Clemson Americano 80 (D) e Santa Cruz-47 (E)



Fonte: Lima, 2023.

De acordo com a Figura 16, pode-se observar a distância entre os genótipos estudados, sendo a maior distância (189,6) entre os genótipos Santa Cruz-47 e Clemson Americano 80. Segundo Ghaderi *et al.* (1984), maiores distâncias parentais ocasionam um grande número de alelos diferentes, tendo maiores chances para seleção efetiva após realizado os cruzamentos. A menor distância (67,3) foi encontrada entre os genótipos Cariri e Apuim, indicando pouca diversidade genética entre eles.

Figura 16 - Distâncias de cinco genótipos de quiabeiro obtidos a partir de caracteres morfológicos



Segundo Albuquerque *et al.* (2022), estudos de diversidade genética são realizados com o objetivo de indicar os cruzamentos entre os melhores genitores para a obtenção de populações segregantes com alto potencial para as características de interesse e com ampla variabilidade genética ou para a determinação de grupos heteróticos.

Outros autores como Yonas *et al.* (2014) realizaram análises multivariadas em uma coleção de quiabeiro da Etiópia, observando ampla diversidade genética entre os acessos avaliados a partir de características quantitativas. Corroborando com este autor, Reddy *et al.* (2012) revelaram considerável diversidade genética entre 100 genótipos de quiabeiro.

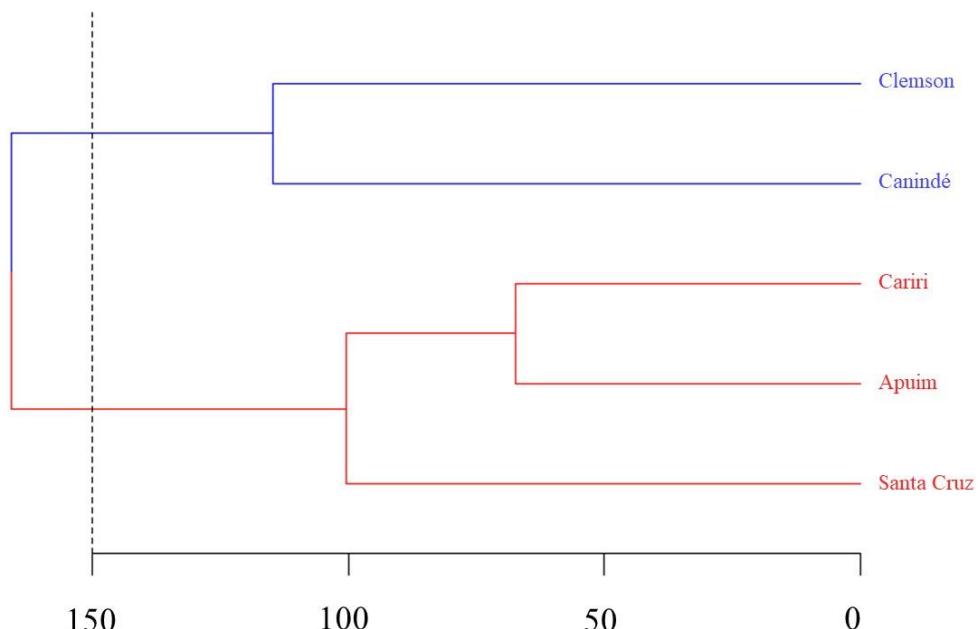
Vale ressaltar que quanto maior o número de genótipos avaliados, maior é a variabilidade genética esperada (BORÉM *et al.*, 2021). No presente estudo, foram avaliados apenas cinco materiais comerciais, apesar disso, encontrou-se divergência entre estes. Informações genéticas são de grande importância para o melhoramento desta hortaliça, visto a escassez de estudos.

A partir dos dados obtidos pela matriz de dissimilaridade, foi realizada a análise do agrupamento hierárquico UPGMA, a qual revela a discriminação entre os genótipos avaliados (Figura 17). Oliveira (2008) salienta que os métodos de agrupamento hierárquicos permitem a

formação de grupos em que exista homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre os grupos.

A estimativa de correlação cofenética indica a eficiência do agrupamento. Neste trabalho, a correlação foi de 0,96 ($p<0,01$), sugerindo alta eficiência, ou seja, há muita similaridade entre as matrizes de dissimilaridade original e final. Os valores de correlação cofenética encontrados neste estudo superam os obtidos por Mendonça (2018), que obteve um coeficiente de 0,90 ($p<0,01$) estudando linhagens da cultura do quiabeiro.

Figura 17 - Dendrograma UPGMA obtido a partir da matriz de distância entre cinco genótipos de quiabeiro a partir de caracteres morfológicas com correlação cofenética = 0,96 ($p<0,01$)



Fonte: Lima, 2023.

Considerando o ponto de corte do dendrograma, no local de maior mudança de nível (150%), pode-se observar a formação de dois grupos, sendo o grupo I formado pelos genótipos Clemson Americano 80 e Canindé, e o grupo II dos demais genótipos (Cariri, Apuim e Santa Cruz-47).

Mendonça (2018) avaliou 20 linhagens pré-comerciais de quiabeiro e obteve a formação de dois grupos pelo método UPGMA, sendo esses resultados semelhantes ao do presente trabalho. Este mesmo autor observou o ponto de corte do dendrograma em torno de 50%, diferente dos resultados obtidos neste trabalho, em que o ponto de corte estabelecido foi em 150%.

Martinello *et al.* (2001) estudaram a divergência genética com base em marcadores morfológicos em 39 acessos do gênero *Abelmoschus*, utilizando o agrupamento hierárquico do vizinho mais próximo, quando avaliados os caracteres morfológicos qualitativos, o

agrupamento reuniu os acessos de acordo com a espécie botânica com o corte vertical a uma distância de 2,5. A taxonomia clássica normalmente utiliza características qualitativas para classificar as espécies, por serem controladas por poucos genes e serem pouco afetadas pelo ambiente.

De acordo com as informações do dendrograma pode-se selecionar genótipos adequados para o desenvolvimento de híbridos, pois a melhor combinação para a produção de híbridos F1 são obtidos por genótipos de grupos distintos. Sendo assim, cruzamentos realizados entre o grupo I (Clemson Americano 80 e Canindé) e o grupo II (Cariri, Apuim e Santa Cruz-47), possuem uma maior possibilidade de obter híbridos viáveis, ou seja, com maior probabilidade de a heterose cobrir os custos de produção das sementes. Além da distância presente nos genótipos, devem ser observadas as características referentes aos objetivos dos programas de melhoramento da cultura, como obtenção de cultivares precoces, produtivas, com desenvolvimento uniforme, facilidade de colheita e frutos com aspecto visual atrativo (MATTEDI, 2014).

Sendo assim, podem ser realizadas pesquisas para obtenção de híbridos F₁ utilizando os resultados deste trabalho e posteriores investigações das capacidades gerais e específicas de combinação. Além disto, trabalhos de caracterização utilizando caracteres quantitativos podem colaborar com novas pesquisas para esta cultura.

5. CONCLUSÕES

Diferenças fenotípicas foram encontradas entre e dentro dos genótipos para os descritores de planta, haste e fruto. Para os descritores de folha, as diferenças observadas foram entre os genótipos.

A maior distância genética foi observada entre as variedades de polinização livre, Santa Cruz-47 e Clemson Americano 80. A menor foi entre os genótipos Apuim e Cariri.

Híbridos viáveis podem ser obtidos a partir de cruzamentos entre genótipos do grupo I (Clemson Americano 80 e Canindé) e o grupo II (Cariri, Apuim e Santa Cruz-47).

REFERÊNCIAS

- ADETUYI, F. O.; IBRAHIM, T. A. Effect of fermentation time on the phenolic, flavonoid and vitamin C contents and antioxidant activities of okra (*Abelmoschus esculentus*) seeds. **Nigerian Food Journal**, v. 32, n. 2, 2014.
- AGUIAR, F. M.; MICHEREFF, S. J.; BOTTEUX, L. S.; REIS, A. Search for sources of resistance to *Fusarium* wilt (*Fusarium Oxysporum* f. sp. *vasinfectum*) in okra germoplasm. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 13, 2013.
- AHIAKPA, J. K.; AMOATEY, H. M.; AMENORPE, G.; APATEY, J.; AYEH, E. A.; QUARTEY, E. K.; AGBEMAVOR, W. S. K. Mucilage contents of 21 accessions of okra (*Abelmoschus* spp L.). **Scientia Agriculturae**, v. 2, n. 2, 2014.
- AKOTKAR, P. K.; D. K.; PAL, A. K. Genetic variability and diversity in okra (*Abelmoschus esculentus* L. Moench). **Electronic Journal of Plant Breeding**, v. 1, n. 4, 2010.
- ALAKE, C. O.; ARIYO, O. J.; AYO-VAUGHAN, M. A. Genotypic performance, character correlations and path analysis of pod yield in *Abelmoschus caillei* (A. Chev.) Stevles. **Italian Journal of Agronomy**, v. 7, 2012.
- ALBUQUERQUE, J. R. T.; LINS, H. A.; SANTOS, M. G.; FREITAS, M. A. M.; OLIVEIRA, F. S.; SOUZA, A. R. E.; SILVEIRA, L. M.; NUNES, G. H. S.; BARROS JÚNIOR, A. P.; VIEIRA, P. F. M. J. Influence of genotype-environment interaction on soybean genetic divergence under semiarid conditions. **Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo**, v. 54, n.1, 2022.
- ALBUQUERQUE, L. B.; ANTONIO, R. P.; NUNES, G. H. S.; MEDEIROS, R. V.; SILVA FILHO, A. J. R. Caracterização morfológica de fontes de resistência de meloeiro a *Pseudoperonospora cubensis*. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 3, 2015.
- AYRES, M. I. C.; PUENTE, R. J. A.; FERNANDES NETO, J. G.; UGUEN, K.; ALFAIA, S. S. **Defensivos naturais**: manejo alternativo para pragas e doenças. Manaus: Editora INPA, 2020. 32 p.
- BENKO-ISEPPON, A. M. **Estudos moleculares e citogenéticos no Caupi e em espécies relacionadas: Avanços e perspectivas**. Embrapa Documentos, v. 56, p. 327-332, 2001.
- BOHAC, J. R.; AUSTIN, D. F.; JONES, A. Discovery of wild tetraploid sweetpotatoes. **Economic Botany**, v. 47, n. 2, 1993.
- BORÉM, A.; MIRANDA, G. V.; FRITSCHE-NETO, R. **Melhoramento de Plantas**. 8.ed. Viçosa: UFV, 2021. 384 p.
- BRAGA, C. S. **Caracterização morfoagronômica, fenológica e viabilidade polínica de genótipos de feijão**. 2020. 101 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Estado de Mato Grosso Carlos Alberto Reyes Maldonado, Alta Floresta, 2020.
- BUENO, L. C. S.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, S. P. **Melhoramento genético de plantas princípios e procedimentos**. 2.ed. UFLA, 2006. 319 p.

- CANDOLLEE, A. De. **Origin of cultivated plants**. New York: D. Appleton and company, 1908. 468 p.
- CARVALHO, F. J.; MENDONÇA, T. F. N.; SIQUIEROLI, A. C. S.; MACIEL, G. M.; CLEMENTE, A. A. Genetic and morphological descriptors to access brazilian okra genotypes diversity. **Revista Caatinga**, v. 35, n. 2, 2022.
- CELIN, E. F. **Caracterização morfoagronômica de acessos do banco ativo de germoplasma de feijão da UFV**. 2011. 56 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2011.
- CHARRIER, A. **Genetic resources of *Abelmoschus* (okra)**. IBPGR Secretarial, 1984. 65 p.
- CHIORATO, A. F.; CARBONELL, S. A. M.; DIAS, L. A. S.; MOURA, R. R.; CHIAVEGATO, M. B.; COLOMBO, C. A. Identification of common bean (*Phaseolus vulgaris*) duplicates using agromorphological and molecular data. **Genetics and Molecular Biology**, v. 29, n. 1, 2006.
- CLAYTON, G. W.; BRANDT, S.; JOHNSON, E. N.; O' DONOVAN, J. T.; HARKER, K. N.; BLACKSHAW, R. E.; SMITH, E. G.; KUTCHER, H. R.; VERA, C.; HARTMAN, M. Comparison of certified and farm-saved seed on yield and quality characteristics of canola. **Agronomy Journal**, v. 101, 2009.
- COSTA, F. R.; PEREIRA, T. N. S.; SUDRÉ, C. P.; RODRIGUE, R. Marcadores RAPD e caracteres morfoagronômicos na determinação da diversidade genética entre acessos de pimentas e pimentões. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, 2009.
- COSTA, K. D. S.; FILGUEIRA, H. T. R.; LIMA, F. F.; ALMEIDA, L. T. S.; SANTOS, J. S.; NASCIMENTO, D. L.; BIZERRA, M. M. S.; PRATES, F. B. S.; SILVA, M. O.; SANTOS, A. M. M.; SILVA, M. A. O. Yield and precocity features of okra varieties in Piranhas-Alagoas State/Brazil. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 42, n. 6, 2020.
- COSTA, K. D. S.; SILVA, J.; SANTOS, A. M. M.; CARVALHO FILHO, J. L. S.; SANTOS, P. R.; NASCIMENTO, M. R. Breeding methods to obtain superior genotypes of okra. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 21, n. 1, 2018.
- CRUZ, C. D. GENES – a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. v. 35, n. 3, 2013.
- CRUZ, C.D.; MEDEIROS, F.F.; PASSONI, L.A. **Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética**. Ed. Suprema, 2011. 620p.
- EBERTZ, O. F.; PALOMINO, E. C. Caracterização morfológica de genótipos de *Manihot esculenta* Crantz obtidas via sementes. **Agroecossistemas**, v. 9, n. 2, 2017.
- ELKHALIFA, A. E. O.; AL-SHAMMARI, E.; ADNAN, M.; ALCANTARA, J. C.; MEHMOOD, K.; ELTOUM, N.E.; AWADELKAREEM, A. M.; KHAN, M. A.; ASHRAF, S. A. Development and characterization of novel biopolymer derived from *Abelmoschus esculentus* L. extract and its antidiabetic potential. **Molecules**, v. 26, n. 3609, 2021.

- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de Olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3.ed. Editora UFV, 2008. 411 p.
- FILGUEIRA, H. T. R.; LIMA, F. F.; BIZERRA, M. M. S.; COSTA, K. D. S.; SANTOS, A. M. M.; SILVA, M. O.; PRATES, F. B. S.; COSTA, C. S. R. Reação de resistência de genótipos de quiabeiro ao *Meloidogyne incognita* raça 1. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, 2020.
- FLORENCIO, V. H. R. **Caracterização de variedades cultivadas de soja de diferentes grupos de maturação em função dos atributos morfológicos, fenológicos e a produtividade**. 2017. 69 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2017.
- FOLONI, G. E. F. **Produtividade e qualidade dos frutos de quatro cultivares de quiabeiro [Abelmoschus esculentus (L.) MOENCH] visando o mercado de frutos “In Natura”**. 1984. 61 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual paulista, Botucatu, 1984.
- GEMEDE, H. F.; RATTA, N.; HAKI, G. D.; WOLDEGIORGIS, A. Z. Nutritional quality and health benefits of okra (*Abelmoschus esculentus*): A review. **Global Journal of Medical Research**, v. 14, 2014.
- GHADERI, A.M; ADAMS, M.W; NASSIB, A.M. Relationship between genetic distance and heterosis for yield and morphological traits in dry edible bean and faba bean. **Crop Sci.**, v. 24, n. 1, 1984.
- GUERGEL, J. T. A & MATIDIERI, J. Estudo sobre o quiabeiro (*Hibiscus esculentus*, L.). I – Pesquisas básicas. **Revista de Agricultura**. v. 27, n. 7, 1954.
- HAMON, S.; CHARRIER, A.; KOECHLIN, J.; VAN SLOTH, D. H. Potential contributions to okra breeding through the study of their genetic resources. In: IBPGR. **Report of an international workshop on okra genetic resources**. Roma, 1991.
- HINDAGALA, C. B.; JAYAWARDENA, S. D. G.; SIRIWARDENA, K. P. D.; LIYANAGE, A. S. U. Conservation and utilization of okra genetic resources in Sri Lanka. In: IBPGR. **Report of an international workshop on okra genetic resources**. Roma, 1991.
- HOCHREUTINER, B.P.G. Genres nouveaux et genres discutes de la famille des Malcacees. **Candollea**, v. 2, 1924.
- IBGE. **Censo Agropecuário: resultados definitivos 2017**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro: 2019.
- ÍNDIA. **Series of crop specific biology documents**: Biology of Okra. Ministry of Environment and Forests: Government of India. 2011.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Estação meteorológica de observação de superfície automática**: Piranhas, AL, Brasil. Disponível em: <<https://mapas.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 20 dez. 2023.
- ISLA. **215 – Quiabo Santa Cruz 47**. 2022c. Disponível em: <<https://www.isla.com.br/produto/quiabo-santa-cruz-47/215>>. Acesso em: 01 jul. 2022.

_____. **216 – Quiabo Clemson Americano 80.** 2022b. Disponível em: <<https://www.isla.com.br/produto/quiabo-clemson-americano-80/216>>. Acesso em: 01 jul. 2022.

_____. **257 – Quiabo Híbrido Canindé.** 2022d. Disponível em: <<https://www.isla.com.br/produto/quiabo-hibrido-caninde/257>>. Acesso em: 01 jul. 2022.

_____. **258 – Quiabo Híbrido Cariri.** 2022e. Disponível em: <<https://www.isla.com.br/produto/quiabo-hibrido-cariri/258>>. Acesso em: 01 jul. 2022.

_____. **259 – Quiabo Apuim.** 2022a. Disponível em: <<https://www.isla.com.br/produto/quiabo-apuim/259>>. Acesso em: 01 jul. 2022.

JAIN, N.; JAIN, R.; JAIN, V.; JAIN, S. A review: *Abelmoschus esculentus*. **Pharmacia**, v. 1, n. 3, 2012.

LAURINDO, B. S. **Pré-Melhoramento visando resistência à requeima em tomateiro.** 2013. 60p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2013.

LEAL, Nilton Rocha. Okra collections in Brazil. In: IBPGR. **Report of an international workshop on okra genetic resources.** Roma, 1991.

LIN, Y.; LU, M.; LIAO, H.; LI, Y.; HAN, W; YUAN, K. Content determination of the flavonoids in the different parts and different species of *Abelmoschus esculentus* L. by reversed phase-high performance liquid chromatograph and colorimetric method. **Pharmacognosy Magazine**, v. 10, 2014.

MACIEL, G. M.; LUZ, J. M. Q.; CAMPOS, S. F. B.; FINZI, R. R.; AZEVEDO, B. N. R. Heterosis in okra hybrids obtained by hybridization of two methods: traditional and experimental. **Horticultura Brasileira**. v. 35, n. 1, 2017.

MAPA – **Olerícolas** – Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/protecao-de-cultivar/olericos>> - Acesso em: 08 de junho de 2022.

MARSHALL, D.R. Limitations to the use of germplasm collections. In: BROWN, A.D.H.; MARSHALL, D.R.; WILLIAMS, J.T. **The use of plant genetic resources.** Cambridge. Cambridge University Press, 1989.

MARTINELLO, G. E.; LEAL, N. R.; JÚNIOR, A. T. A.; PEREIRA, M. G.; DAHER, R. F. Divergência genética em acessos de quiabeiro com base em marcadores morfológicos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 1, 2001.

MASSUCATO, L. R.; NAKAMURA, K. K.; RUAS, P. M.; ZEFFA, D. M.; SILVA, D. J. H.; GONÇALVES, L. S. A. Genetic diversity among Brazilian okra landraces detected by morphoagronomic and molecular descriptors. **Acta Scientiarum**, v. 42, 2020.

MATTEDI, A. P. **Caracterização e pré-melhoramento de acessos de quiabeiro do banco de germoplasma de hortaliças da UFV e seleção de híbridos.** 2014. 71 p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, 2014.

MENDONÇA, T. F. N. **Dissimilaridade genética entre linhagens de quiabeiro: caracteres morfológicos e moleculares**. 2018. 20 p. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, Minas Gerais, 2018.

MINAMI, K.; MODOLO, V. A.; ZANIN, A. C. W.; NETO, J. T. **Cultura do quiabeiro: técnicas simples para hortaliça resistente ao calor**. ESALQ – Divisão de Biblioteca e Documentação 1998. 39p.

MOHAMED, E. T. I. Okra genetic resources in Sudan. In: IBPGR. **Report of an international workshop on okra genetic resources**. Roma, 1991.

OLIVEIRA, M. G. **Diversidade genética por meio de características morfoagronômicas e marcadores RAPD em aceroleira (*Malpighia emarginata* D.C.)**. 2008. 84 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Rio de Janeiro, 2008.

PAIVA, W. O. **Heterose, estabilidade e variabilidade em quiabeiro**. 1992. 159 p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba: São Paulo, 1992.

PALMER, R.G. Germplasm collections and the experimental biologist. In: BROWN, A. H. D.; MARSHALL, D. R.; FRANKEL, O. H.; WILLIAMS. J. T. (Ed). **The use of plant genetic resources**. Cambridge: Cambridge University Press. p.2-45, 1989.

PASSOS, F. A.; MELO, A. M. T.; FILHO, J. A. A.; PURQUERIO, L. F. V.; SOARES, N. B.; HERNANDES, J. L.; SANCHES, J.; ANTONIALI, S.; FOLTRAN, D. E. Novas cultivares de quiabo para a agricultura familiar. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 12, n. 2, 2015.

RAMALHO, M. A. P.; ABREU, A. F. B.; SANTOS, J. B.; NUNES, J. A. R. **Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas**. 1.ed. UFLA, 2012. 522 p.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; PINTO, C. A. B. P.; SOUZA, E. A.; GONÇALVES, F. M.; SOUZA, J. C. **Genética na agropecuária**. 6.ed. UFLA, 2021. 508p.

RANA, R. S.; THOMAS, T. A.; Plant genetic resources activities in okra – na Indian perspective. In: IBPGR. **Report of an international workshop on okra genetic resources**. Roma, 1991.

RASCO, E. T. Okra germoplasm evaluation and the breeding programme at IPB, Philippines. In: IBPGR. **Report of an international workshop on okra genetic resources**. Roma, 1991. REDDY, M. Thirupathi et al. Genetic divergence analysis of indigenous and exotic collections of okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench). **Journal of Agricultural Technology**, v. 8, n. 2, 2012.

ROY, A.; SHRIVASTAVA, S. L.; MANDAL, S. M. Functional properties of okra *Abelmoschus esculentus* L. (Moench): traditional claims and scientific evidences. **Plant Science Today**, v. 1, n. 3, 2014.

SANTOS, G. R.; SANTOS, É. M. C; LIRA, E. S.; GOMES, D. L.; SOUZA, M. A.; ARAUJO, K. D. Análise da precipitação pluvial e temperatura do ar de Olho D’água do Casado, Delmiro Gouveia e Piranhas, Alagoas. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 3, n. 1, 2017.

SANTOS, J. C. C.; LIMA, A. N. S.; SILVA, D. M. R.; COSTA, R. N.; AMORIM, D. J.; SILVA, J. V.; NETO, A. L. S. Análise biométrica multidimensional com tratamentos pré-germinativos em sementes e caracterização morfológica de plântulas de *Mimosa bimucronata* (De Candolle) Otto Kuntze. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 42, n. 2, 2019.

SANTOS, R. F. **Maturação de sementes de quiabo alteração morfológicas avaliadas por análise de imagens**. 2018. 67 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2018.

SECK, A. Okra germoplasm evaluation in Senegal. In: IBPGR. **Report of an international workshop on okra genetic resources**. Roma, 1991.

SIEMONSMA, J. S. *Abelmoschus*: a taxonomical and cytogenetical overview. In: IBPGR. **Report of an international workshop on okra genetic resources**. Roma, 1991.

SILVA, D.J.H. MOURA, M.C.; CASALI, V.W.D. Banco de germoplama de Hortaliças – UFV: histórico e conteúdo. **Horticultura Brasileira**, v. 19, n. 2, 2001.

SILVA, E. H. C. **Prospecção de híbridos experimentais de quiabeiro por análises genéticas biométricas**. 2019. 69 p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2019.

SILVEIRA, D. C.; BONETTI, L. P.; TRAGNAGO, J. L.; NETO, N.; MONTEIRO, V. Caracterização agromorfologica de variedades de milho crioulo (*Zea Mays* L.) na região noroeste do Rio Grande do Sul. **Revista Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 1, 2015.

SOBRAL, L. F.; VIEGAS, P. R. A.; SIQUEIRA, O. J. W.; ANJOS, J. L.; BARRETTO, M. C. V.; GOMES, J. B. V. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes no Estado de Sergipe**. 1.ed. Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. 251 p.

VAVILOV, N. I. **Studies on the origin of the cultivated plants** Inst. Appl. Bot. Plant Breed., Leningrad, 1926.

VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F.; FALEIRO, F. G.; BELLON, G.; FONSECA, K.; SILVA, M. S.; PAULA-MORAES, S. V.; CARVALHO, L. J. C. B. Caracterização fenotípica e molecular de acessos de mandioca de indústria com potencial de adaptação às condições do Cerrado do Brasil Central. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 2, 2013.

YONAS, M.; GAREDEW, W.; DEBELA, A. Multivariate analysis among okra (*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench) collection in South western Ethiopia. **Journal of Plant Sciences**, v. 9, n. 2, 2014.

ZANIN, A. C. W. **Hábito de florescimento e de frutificação de quatro cultivares de quiabeiro *Abelmoschus esculentus* [L.] Moench, cultivadas para produção de sementes**. 1980. 53 f. Livre-Docente(Disciplina de Olericultura/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1980.