

**Universidade Federal do Piauí**

**Diversidade genética e avaliação do potencial ornamental de  
acessos de pimentas (*Capsicum* spp.)**

**Gérson do Nascimento Costa**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Piauí como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento para obtenção do título de “Mestre”.

**Teresina  
2018**

**Gérson do Nascimento Costa**  
**Licenciado em Ciências Biológicas**

**Diversidade genética e avaliação do potencial ornamental de acessos de pimentas (*Capsicum* spp.)**

**Orientadora:**

Profa. Dra. Regina Lucia Ferreira Gomes

**Coorientadores:**

Profa. Dra. Ângela Célis de Almeida Lopes

Prof. Dr. Leonardo Castelo Branco Carvalho

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Piauí como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento para obtenção do título de “Mestre”.

**TERESINA**  
**2018**

FICHA CATALOGRÁFICA  
Universidade Federal do Piauí  
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Agrárias  
Serviço de Processamento Técnico

**C837d** Costa, Gérson do Nascimento

Diversidade genética e avaliação do potencial ornamental de acessos de pimentas *Capsicum* spp. / Gérson do Nascimento Costa - 2018.

89 f.: il.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento, Teresina, 2018.

Orientação: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Regina Lucia Ferreira Gomes

1. Análise multivariada 2. Cores 3. Descritores 4. Frutos 5. Germoplasma I. Título.

**CDD 519.53**

**Diversidade genética e avaliação do potencial ornamental de acessos de pimentas (*Capsicum* spp.)**

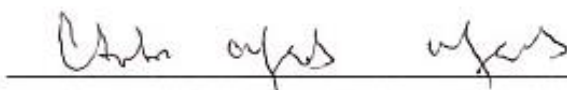
**Gérson do Nascimento Costa**

Aprovado em 26 / 04 / 18

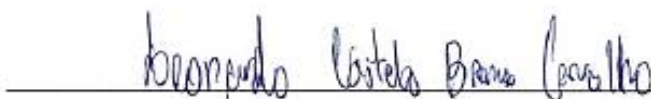
**Comissão Julgadora:**



**Profa. Dra. Francielle Aline Martins – UESPI CAMPUS TORQUATO NETO**



**Prof. Dr. Artur Mendes Medeiros – CPCE/UFPI**



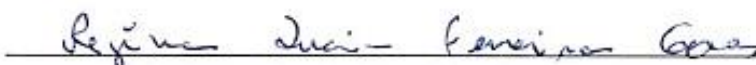
**Prof. Dr. Leonardo Castelo Branco Carvalho – CCA/UFPI**

**(Co-orientador)**



**Profa. Dra. Ângela Celis de Almeida Lopes – CCA/UFPI**

**(Co-orientadora)**



**Profa. Dra. Regina Lucia Ferreira Gomes – CCA/UFPI**

**(Orientadora)**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, Pai, todo poderoso, por sempre está ao meu lado, nas alegrias e nas tristezas, nos desafios e nas vitórias;

À Universidade Federal do Piauí, pela oportunidade de realização do curso de Mestrado em Genética e Melhoramento;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos;

À Profa. Dra. Regina Lucia Ferreira Gomes, pela orientação, confiança e disposição na busca por oportunidades para seus orientados. Agradeço também por seu exemplo de liderança, diligência e união;

À Profa. Dra. Ângela Célis de Almeida Lopes, pela orientação, incentivos e ensinamentos, pelo carinho e amizade, e por toda a confiança em mim depositada. Agradeço ainda por seu exemplo de bondade, sabedoria e humildade;

Ao Prof. Dr. Leonardo Castelo Branco Carvalho, pela orientação e análises estatísticas no software R durante a realização deste trabalho e por toda a paciência e compreensão;

Aos Profs. Drs. Paulo Sarmanho da Costa Lima e José Evando Aguiar Beserra Júnior, por terem ampliado meus conhecimentos e por terem me recebido em seus laboratórios durante o experimento;

Ao Prof. Dr. Sérgio Emílio dos Santos Valente, pela boa recepção no Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento e pela sua solicitude;

Ao Prof. Me. Rafael da Costa Almeida, pela grande amizade, incentivos e por todo apoio em Teresina, e ainda por seu exemplo de serenidade, benevolência e altruísmo;

Ao Prof. Me. Carlos Dornelles Ferreira Soares, pela amizade, conselhos e pela revisão dos *abstracts* desse trabalho;

Ao Prof. Me. Marcones Ferreira Costa, pela revisão das análises feitas no Programa Genes;

Às amigas Gisele Holanda de Sá, Marilha Viera de Brito e Adriana Conceição da Silva, pela grande amizade, carinho e apoio durante essa jornada;

Aos amigos do grupo de pesquisa em Recursos Genéticos e Melhoramento Vegetal (RGMV) Antônia Maria de Cássia Batista de Sousa, Jéssica Daniele Lustosa da Silva, Verônica Brito da Silva, Luciana Soares, Wilson Vitorino, Petronílio Eduardo da Silva, José Eduardo Vasconcelos, Ana Carolina Holanda e Joseantonio Ribeiro, pela amizade, união e pelos momentos de descontração em laboratório e em campo;

Aos amigos, Bruna Maria Prado da Silva e Alexandro Bruno Meneses de Araújo, pelo auxílio na condução do experimento em campo;

Aos amigos da Turma PPGM 2016-2018, em especial, à Pâmela Ponce Martins, Manoel Bráz da Silva Júnior, Auricélia Sousa de Carvalho, Teresinha de Jesus Feitosa e Tamires de Sousa Silva, pela amizade e pelos momentos de estudo e descontração;

Aos amigos, Betânia Maria Costa do Nascimento, Sérgio Roberto Costa do Nascimento, João Batista Lino Cândido e Sérgio Ewerton Menezes dos Santos, pelo apoio inicial em Teresina durante a seleção de Mestrado;

À minha mãe, Maria Salete do Nascimento, pelo carinho, apoio e por me incentivar a correr atrás dos meus sonhos e de minhas metas;

Aos meus tios, Luís Carlos Ferreira do Nascimento e Eliete Ferreira do Nascimento, Sueli do Nascimento, Erinalda Ferreira do Nascimento e Ednardo Ferreira do Nascimento, por todo apoio na minha jornada acadêmica;

A todas as pessoas que de algum modo contribuíram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

*“Não se preocupe, não tenha pressa. O que é seu, encontrará um caminho para chegar até você. Deus não demora, Ele capricha!”*

Caio Fernando Abreu

## SUMÁRIO

RESUMO .....	8
ABSTRACT .....	9
LISTA DE FIGURAS .....	10
LISTA DE TABELAS .....	12
1 INTRODUÇÃO .....	14
2 REVISÃO DE LITERATURA .....	16
2.1 Gênero <i>Capsicum</i> .....	16
2.1.1 Botânica e recursos genéticos .....	16
2.1.2 Importância socioeconômica .....	23
2.1.3 Potencial ornamental de pimentas .....	25
2.2 Estudo de divergência genética por marcadores morfológicos .....	26
Referências .....	28
3 DIVERSIDADE GENÉTICA DE PIMENTAS ( <i>Capsicum</i> spp.) DA REGIÃO NORDESTE DO BRASIL	
Resumo .....	34
Abstract .....	35
3.1 Introdução .....	36
3.2 Material e Métodos .....	37
3.3 Resultados e Discussão .....	40
3.4 Conclusões .....	63
Referências .....	64
4 POTENCIAL USO ORNAMENTAL DE ACESSOS DE PIMENTA ( <i>Capsicum annuum</i> L.)	
Resumo .....	68
Abstract .....	69
4.1. Introdução .....	70
4.2. Material e Métodos .....	72
4.3 Resultados e Discussão .....	74
4.4 Conclusões .....	82
Referências .....	83
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	85
ANEXO .....	86



## RESUMO

COSTA, G. N. **Diversidade genética e avaliação do potencial ornamental de acessos de pimentas (*Capsicum spp.*)**. 2018. 89p. Dissertação (Mestrado/Genética e Melhoramento) – UFPI, Teresina, 2018.

Estudos de diversidade genética são muito importantes para o conhecimento da variabilidade genética de populações e permitem o frequente monitoramento de bancos de germoplasma. A caracterização das coleções de germoplasma e a determinação da distância genética entre os acessos tem grande importância, pois auxiliam na identificação de possíveis duplicatas, e fornecem parâmetros para escolha de genitores contrastantes, que ao serem cruzados, possibilitam maior heterose na progênie e maiores chances de obtenção de genótipos superiores nas gerações segregantes. Neste estudo, objetivou-se avaliar a diversidade genética e o potencial ornamental de 50 acessos de *Capsicum spp.* por meio de descritores morfoagronômicos. O experimento foi conduzido em telado, localizado no Departamento de Fitotecnia, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Piauí, no período de fevereiro a novembro de 2017, no qual os acessos foram delineados inteiramente ao acaso, com quatro repetições, com uma planta por parcela, e caracterizados com base em 35 descritores, sendo 23 qualitativos multicategóricos e 12 quantitativos. Foram realizadas análises de comparação de médias, componentes principais, agrupamento pelo método de Tocher sequencial e o método hierárquico de ligação média entre grupos (UPGMA). Pela análise de variância, evidenciaram-se diferenças significativas entre os acessos de pimentas para todos os descritores quantitativos. Os coeficientes de variação do experimento variaram de 5,2% (NDM) a 31,4% (NFP). Por meio da análise de componentes principais foram acumulados 60,8% da variância nos dois primeiros componentes, e o método de Singh mostrou que os descritores comprimento do fruto e largura do fruto foram os que mais contribuíram para a divergência genética entre os acessos. O método de agrupamento de otimização de Tocher (Sequencial) detectou a formação de nove grupos para os descritores qualitativos multicategóricos. Pelo método UPGMA, formaram-se sete grupos baseando-se na combinação dos descritores quantitativos e qualitativos multicategóricos. Os acessos de pimentas alocados no Banco de Germoplasma de *Capsicum* da Universidade Federal do Piauí apresentam alta variabilidade genética inter e intraespecífica, atribuídas principalmente às diversas cores e formatos de frutos, morfologia das flores e arquitetura de planta. Oito acessos avaliados possuem potencial ornamental e estão dentro dos padrões estabelecidos pelo Instituto Brasileiro de Floricultura. Os acessos BAGC 98, 100, 203, 207, 224 e 236 foram adequados para o cultivo em vasos, enquanto o BAGC 220, para cultivo em jardins. Já o acesso BAGC 199 destaca-se como o mais promissor por corresponder a todos os critérios de qualidade para porte, folhagem, flores e frutos, propostos pela Cooperativa Veiling Holambra.

**Palavras-chave:** Análise multivariada; Cores; Descritores; Frutos. Germoplasma

## ABSTRACT

COSTA, G. N. **Genetic diversity and evaluation of ornamental potential of peppers accessions (*Capsicum* spp.)**. 2018. 89p. Dissertation (Master in Genetics and Breeding) – UFPI, Teresina, 2018.

Genetic diversity studies are very important for the knowledge of the genetic variability of populations and allow the frequent monitoring of germplasm banks. The characterization of the germplasm collections and the determination of the genetic distance between the accessions is of great importance, since they help in the identification of possible duplicates, and provide parameters for the choice of contrasting parents, which, when crossed, allow greater heterosis in the progeny and greater chances of genotypes in the segregating generations. This study, aimed to evaluate the genetic diversity and ornamental potential of 50 accessions of *Capsicum* spp. by means of morphoagronomic descriptors. The experiment was carried out in a greenhouse at the Department of Plant Science, Centre of Agricultural Sciences of Universidade Federal do Piauí, in the period was from February until November 2017. The accessions were evaluated in a completely randomized design with four replicates, with one plant per plot, and 35 descriptors, 23 of which were qualitative and 12 quantitative. Analyzes were performed comparing the means, principal component analysis, grouping by the sequential Tocher method, and the Unweighted pair group method (UPGMA). By the analysis of variance, significant differences between the accessions of peppers for all the quantitative descriptors were evidenced. The coefficients of variation of the experiment ranged from 5.2% (NDM) to 31.4% (NFP). By means of the principal component analysis were accumulated 60.8% of the variance in the first two components, and the Singh method showed that the descriptors fruit length and fruit width were the ones that contributed the most to the genetic divergence among the accessions. The Tocher optimization clustering sequential method detected the formation of nine clusters for the multicategorical qualitative descriptors. The UPGMA method revealed that seven clusters were formed based on the combination of quantitative and qualitative multicategorical descriptors. Peppers accessions allocated in the *Capsicum* Germplasm Bank of the Universidade Federal do Piauí presents high inter and intraspecific genetic variability, attributed to the different fruit colors and its formats, flower morphology and plant architecture. Eight accessions evaluated have ornamental potential and are within the standards established by the Instituto Brasileiro de Floricultura. The BAGC 98, 100, 203, 207, 224, and 236 accessions were suitable for cultivation in pots, while BAGC 220 for garden cultivation. Already BAGC 199 can be highlighted as the most promising one, because it attends to all quality criteria required for size, foliage, flowers and fruit proposed by the Veiling Holambra Cooperative.

**Keywords:** Multivariate analysis; Colors; Descriptors; Fruits; Germplasm

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 2.1 - Polimorfismo de flores e frutos das espécies domesticadas do gênero *Capsicum* que ocorrem no Brasil. (a) *Capsicum annuum* var. *annuum* (b) *Capsicum annuum* var. *glabriusculum*. (c-d) *Capsicum baccatum*; (e-f) *Capsicum chinense*; (g-h) *Capsicum frutescens*. Fonte: INPA/Embrapa Roraima..... 19
- Figura 3.1 - Contribuição relativa de 12 caracteres para o estudo de diversidade genética, proposto por Singh (1981), em 50 acessos, provenientes do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum*, da Universidade Federal do Piauí (BAGC - UFPI), Teresina, PI, Brasil, 2018..... 46
- Figura 3.2 - Dispersão gráfica, via análise de componentes principais – PCA, considerando os dois primeiros componentes para 12 descritores quantitativos de 50 acessos de pimentas, provenientes do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum*, da Universidade Federal do Piauí (BAGC - UFPI), Teresina, PI, Brasil, 2018..... 49
- Figura 3.3 - Dendrograma obtido a partir da análise combinada de descritores quantitativos e qualitativos em 50 acessos de *Capsicum*, por meio da distância generalizada de Gower e do método de agrupamento UPGMA. Corte a 50% formando sete grupos e coeficiente de correlação cofenética ( $r$ ) = 0,76..... 55
- Figura 3.4 - Agrupamento baseado na análise discriminante sob componentes principais, que mostra a consistência da formação dos sete grupos no dendrograma UPGMA pela distância generalizada de Gower..... 58
- Figura 3.5 - Probabilidade de um acesso pertencer ao grupo ao qual foi associado no dendrograma UPGMA, adotando a distância generalizada de Gower..... 60

Figura 4.1 – Pimenteiras (*Capsicum annuum* L.) com potencial ornamental do BAGC-UFPI. (a) BAGC 236 – pimenta-de-mesa; (b) BAGC 98 – ornamental laranja; (c) BAGC 100 – ornamental vermelha; (d) BAGC 224 – ornamental vermelha; (e) BAGC 220 - pimenta vermelha; (f) BAGC 203 – pimenta-de-mesa; (g) BAGC 207 – ornamental amarela e (h) BAGC 199 – ornamental roxa.....79

Figura 4.2 – Características ornamentais do acesso BAGC-UFPI 199. (a) Planta no início da floração evidenciando o caule e antocianina nodal; (b) Frutos imaturos roxos; (c-d) Frutos com cores variadas durante a maturação.....81

## LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Relação das espécies descritas do gênero <i>Capsicum</i> .....	16
Tabela 3.1 - Identificação de 50 acessos de pimentas, provenientes do Banco Ativo de Germoplasma de <i>Capsicum</i> , da Universidade Federal do Piauí (BAGC - UFPI), caracterizados em Teresina, PI, Brasil, 2018.....	38
Tabela 3.2 - Estimativas dos quadrados médios (QM) e coeficientes de variação experimental (CV) obtidos na análise de variância de 12 descritores quantitativos de pimentas, avaliados em 50 acessos, provenientes do Banco Ativo de Germoplasma de <i>Capsicum</i> , da Universidade Federal do Piauí (BAGC - UFPI), Teresina, PI, 2018.....	41
Tabela 3.3 - Médias* de 12 descritores quantitativos avaliados em 50 acessos de pimentas, provenientes do Banco Ativo de Germoplasma de <i>Capsicum</i> , da Universidade Federal do Piauí (BAGC - UFPI), Teresina, PI, Brasil, 2018.....	43
Tabela 3.4 - Estimativas de componentes principais (CPs), autovalores (AV), porcentagem da variância explicada e proporção acumulada (%) para 12 descritores quantitativos avaliados em 50 de pimentas, provenientes do Banco Ativo de Germoplasma de <i>Capsicum</i> , da Universidade Federal do Piauí (BAGC - UFPI), Teresina, PI, Brasil, 2018.....	47
Tabela 3.5 - Coeficientes de ponderação dos dois primeiros componentes principais com base em 12 descritores quantitativos, avaliados em 50 acessos de pimentas, provenientes do Banco Ativo de Germoplasma de <i>Capsicum</i> , da Universidade Federal do Piauí (BAGC - UFPI), Teresina, PI, 2018.....	48
Tabela 3.6 - Agrupamento dos 50 acessos de pimentas <i>Capsicum</i> , estabelecidos pelo método de Tocher Sequencial, a partir da distância euclidiana, com base em 23 descritores qualitativos multicategóricos.....	50

- Tabela 4.1 - Identificação dos oito acessos de pimenteiras (*Capsicum annuum* L.) com potencial ornamental, provenientes do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum*, da Universidade Federal do Piauí (BAGC - UFPI), caracterizados em Teresina, PI, Brasil, 2018.....72
- Tabela 4.2 - Estimativas dos quadrados médios (QM) e coeficientes de variação experimental (CV) obtidos na análise de variância de 12 descritores quantitativos de pimenteiras com potencial ornamental, provenientes do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum*, da Universidade Federal do Piauí (BAGC - UFPI), Teresina, PI, 2018.....75
- Tabela 4.3 - Médias\* de 12 descritores quantitativos referentes a oito acessos de pimenteiras (*Capsicum annuum* L.) com potencial ornamental, provenientes do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum*, da Universidade Federal do Piauí (BAGC - UFPI), Teresina, PI, Brasil, 2018.....76

## 1 INTRODUÇÃO

O gênero *Capsicum* é representado por pimentas e pimentões, sendo o nome *Capsicum* de origem grega *kapto*, que significa ‘morder’, ‘picar’, e está associado ao ardor provocado pelo consumo de grande parte dos frutos deste gênero. É importante salientar que as pimentas *Capsicum*, em termos botânicos, não estão relacionadas à pimenta-do-reino (*Piper nigrum*), à pimenta guiné (*Aframomum melegueta*) e nem à pimenta-rosa (*Schinus terebinthifolius*), o que causa muita confusão por serem denominadas genericamente por “pimentas”.

As pimenteiras do gênero *Capsicum* possuem frutos com grande diversidade genética em termos de cor, tamanho, forma, composição química e grau de pungência (CISNEROS-PINEDA et al. 2007; CHUAH et al., 2008). São plantas nativas da América com representantes de todos os níveis de domesticação no continente e que apresentam grande importância econômica e cultural (POZZOBON et al., 2006; MOSCONE et al., 2007).

A caracterização de germoplasma visa descrever os diversos acessos de uma coleção, por meio de caracteres de interesse, como produtividade, massa de frutos, comprimento de fruto, número de sementes por fruto, cores de flores e frutos, resistência a pragas e doenças, altura da planta, dentre outras. A partir desta etapa, e com o uso de metodologias genéticas e estatísticas, é possível analisar a variabilidade dos diferentes acessos e o seu potencial de uso em programas de melhoramento (MARIM et al., 2009). Nesse sentido, atividades de coleta, caracterização e conservação de *Capsicum* possibilitam que bancos de germoplasma fiquem continuamente ativos e ainda favoreçam o desenvolvimento de populações, linhagens e cultivares resistentes a doenças e com caracteres agrônômicos e industriais superiores às existentes no mercado (BÜTTOW et al., 2010).

Estudos de diversidade genética são a base para as estratégias de conservação e manutenção da diversidade biológica, permitindo conhecer o grau de variabilidade genética das populações. A prática de avaliação da variabilidade é fundamental para distinção entre indivíduos, para se saber, por exemplo, se dois fenótipos semelhantes exibem combinação gênica similar, e assim, alicerçar o processo de melhoramento que é altamente dependente da amplitude da base genética, a qual, por sua vez, é influenciada pelo pool gênico disponível (LEFEBVRE et al., 2001; QUEIROZ; LOPES, 2007).

Diversos métodos têm sido utilizados para medir distância genética a partir de descritores morfológicos e/ou marcadores moleculares, e sugeridos em estudos de diversidade genética de pimentas *Capsicum* (TOQUICA et al., 2003; SUDRÉ et al., 2005). A partir desses métodos, é possível obter informações a respeito da diversidade de uma coleção de germoplasma, e conseqüentemente, aumentar a eficiência de trabalhos de melhoramento de espécies cultivadas (GELETA et al., 2005).

Com base em tais estudos, é possível a seleção de genitores geneticamente mais divergentes, que poderão ser utilizados em intercruzamentos, com intuito de aumentar a probabilidade de recuperação de segregantes superiores em gerações avançadas (CRUZ; CARNEIRO; REGAZZI, 2014).

As pimentas *Capsicum* manifestam uma impressionante diversidade (PICKERSGILL, 1997; REIFSCHNEIDER, 2000). A variabilidade morfológica dentro do gênero é um dos atributos essenciais que o mercado de ornamentais busca, uma vez que essas plantas apresentam características decorativas como a folhagem variegada, o pequeno porte e frutos com diferentes cores no processo de maturação que contrastam com a folhagem (STOMMEL; GRIESBACH, 2005; CARVALHO et al., 2006).

O interesse por pimenteiras ornamentais aumentou e já são tendência no segmento floricultor (STOMMEL; BOSLAND, 2005; SILVA et al., 2015), entretanto, existem poucas variedades comerciais destinadas a esse propósito no Brasil (VASCONCELOS et al., 2012), sendo, portanto, relevante conhecer o potencial ornamental de acessos de pimenta presentes em bancos de germoplasma (NEITZKE et al., 2010; MELO et al., 2014).

Em virtude da necessidade de se caracterizar o Banco de Germoplasma de *Capsicum* da Universidade Federal do Piauí, com vistas à intensificação do seu uso, objetivou-se avaliar a diversidade genética e o potencial ornamental de 50 acessos de *Capsicum* spp. por meio de descritores morfoagronômicos.



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Gênero *Capsicum*

#### 2.1.1 Botânica e recursos genéticos

Com base na classificação taxonômica o gênero *Capsicum* atualmente inclui pelo menos 37 espécies (Tabela 2.1) (BOSLAND; VOTAVA, 2012). De acordo com o *Angiosperm Phylogeny Group*, as plantas do gênero estão incluídas no Reino Plantae, Divisão Magnoliophyta, Classe Magnoliopsida, Ordem Solanales e Família Solanaceae (APG III, 2009). É representado por plantas não pungentes, os pimentões, e por um grupo de plantas que apresentam pungência, as pimentas (BROWN et al., 2013).

**Tabela 2.1** – Relação das espécies descritas do gênero *Capsicum*.

<i>C. annuum</i> var. <i>glabriusculum</i>	<i>C. dimorphum</i>	<i>C. minutiflorum</i>
<i>C. annuum</i> var. <i>annuum</i>	<i>C. eximium</i>	<i>C. mirabile</i>
<i>C. baccatum</i> var. <i>baccatum</i>	<i>C. friburgense</i>	<i>C. parvifolium</i>
<i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i>	<i>C. frutescens</i>	<i>C. pereirae</i>
<i>C. baccatum</i> var. <i>praetermissum</i>	<i>C. galapagoense</i>	<i>C. praetermissum</i>
<i>C. caballeroi</i>	<i>C. geminifolium</i>	<i>C. pubescens</i>
<i>C. campylopodium</i>	<i>C. hookerianum</i>	<i>C. recurvatum</i>
<i>C. cardenasii</i>	<i>C. hunzikerianum</i>	<i>C. rhomboideum</i>
<i>C. ceratocalyx</i>	<i>C. lanceolatum</i>	<i>C. schottianum</i>
<i>C. chacoense</i>	<i>C. leptopodium</i>	<i>C. scolnikianum</i>
<i>C. chinense</i>	<i>C. longidentatum</i>	<i>C. tovarii</i>
<i>C. coccineum</i>	<i>C. lycianthoides</i>	<i>C. villosum</i>
<i>C. cornutum</i>		

Fonte: (BOSLAND; VOTAVA, 2012).

As pimenteiras possuem sistema radicular pivotante, caule lenhoso ou semi-lenhoso, ramificado, ereto ou recurvado, geralmente são de pequeno porte, mas algumas podem atingir até 1,5 metros (*C. chinense* e *C. annuum* var. *annuum*), apresentando geralmente folhas lanceoladas com diferentes tonalidades de verde e nervuras bem marcadas (PICKERSGILL, 1988).

Uma típica flor de *Capsicum* apresenta corola pentâmera, hermafrodita e hipógina, sendo rotada na maioria das espécies e podendo ter uma cor sólida ou com manchas. A cores brancas, verdes, amarelas e roxas são características do gênero

(BOSLAND; VOTAVA, 2012). Já os frutos são do tipo baga, de estrutura oca e capsular, podendo apresentar morfologias diferentes devido à seleção humana em táxons cultivados (PICKERSGILL, 1997).

Os frutos da pimenteira, quando maduros, são geralmente vermelhos, mas também podem apresentar coloração amarelo-leitoso, amarela, laranja, salmão, vermelho escuro, roxa e até preta, podem ainda ser opacos ou brilhantes e com o formato muito diversificado entre e dentro das espécies, existindo frutos alongados, arredondados, triangulares, retangulares e campanulados (IPGRI, 1995; CARVALHO; BIANCHETTI, 2008).

Segundo Dewitt e Bosland (1996) e Carvalho e Bianchetti (2008), as diferentes espécies e variedades de *Capsicum* podem ser identificadas pelos seguintes caracteres: número de flores por nó, constrição anelar do cálice, posição da flor e do pedicelo, presença ou ausência de manchas nos lobos das pétalas e margem do cálice. As espécies domesticadas do gênero são *Capsicum annuum* L., *Capsicum baccatum* L., *Capsicum chinense* Jacq, *Capsicum frutescens* L. e *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. (BROWN et al., 2013; CARVALHO et al., 2014).

*C. annuum* inclui a espécie domesticada *C. annuum* L. var. *annuum* e a semidomesticada *C. annuum* var. *glabriusculum* (Dunal) Heiser & Smith (CARVALHO et al., 2003). *C. annuum* var. *annuum* (Figura 2.1a) inclui todas as variedades de pimentão, pimenta-doce, serrano, *jalapeño* ou jalapenho, *big jim*, cereja e *cayenne* (ESHBAUGH, 2012). Esta espécie possui centro de diversidade primário nas terras altas do México (PICKERSGILL, 1997), e apresenta geralmente uma flor por nó, raramente mais de uma, corola branca ou roxa/púrpura/violeta e com frutos maduros de várias cores e formas, geralmente pendentes e persistentes com diâmetro maior que 10 mm.

A espécie semidomesticada *C. annuum* var. *glabriusculum* (Figura 2.1b) é representada por pimentas ornamentais, como a pimenta-de-mesa, e sua ocorrência vai do sudeste dos Estados Unidos até o noroeste da América do Sul, englobando o México e a América Central (CARVALHO; BIANCHETTI, 2008; ESHBAUGH, 2012).

*C. baccatum* inclui a espécie domesticada *C. baccatum* var. *pendulum* (Wild) Eshbaugh e as espécies semidomesticadas *C. baccatum* var. *baccatum* e *C. baccatum* var. *praetermissum* (Heiser & Smith) Hunziker. *C. baccatum* var. *pendulum* é representada pelas pimentas dedo-de-moça e por pimentas cambuci ou chapéu-de-

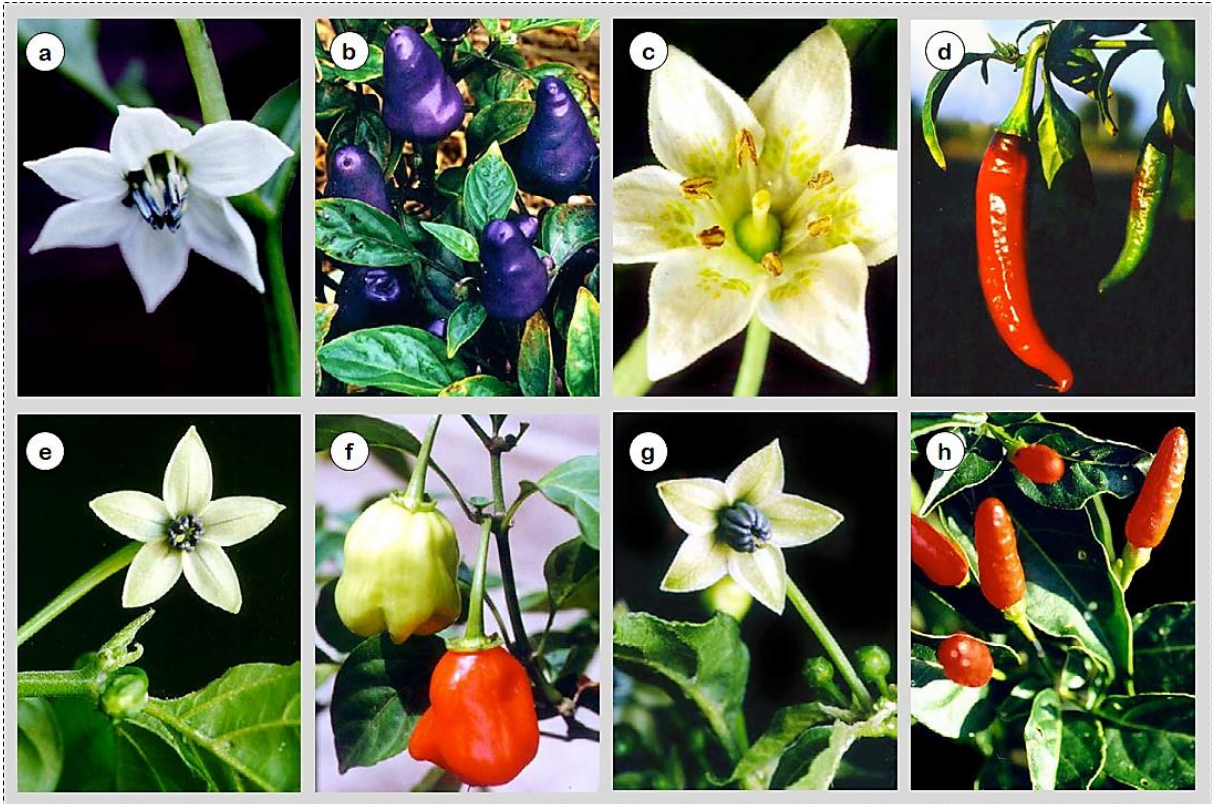
frade, cuja ocorrência abrange o noroeste da América do Sul, incluindo Equador, Colômbia, Peru, Bolívia e Brasil (CLEMENT et al., 2010).

A forma semidomesticada *C. baccatum* var. *baccatum* é representada pela pimenta-de-passarinho ou cumari-verdadeira, restrita à Bolívia e áreas circundantes, e é provável que seu cultivo tenha iniciado nesta região. Já a forma *C. baccatum* var. *praetermissum*, igualmente denominada pimenta-de-passarinho ou cumari-verdadeira, apresenta ocorrência restrita ao Brasil, encontrada principalmente na região Centro-Oeste e de forma significativa na região Sudeste. De maneira geral, *C. baccatum* (Figura 2.1c-d) é facilmente identificada pela presença de manchas amareladas ou marrons na corola, com estames amarelos (HEISER, 1995; CARVALHO; BIANCHETTI, 2008; CLEMENT et al., 2010).

*C. chinense* foi originalmente encontrada na bacia do Rio Amazonas, mas está comercialmente distribuída por todo o Sul e Norte do Brasil, devido a sua adaptabilidade a diferentes solos e climas, e seu popular aroma cítrico característico. Os frutos desta espécie apresentam uma enorme variabilidade em tamanho, formato e cor (REIFSCHNEIDER, 2000; LANNES et al., 2007). Pimenta-de-cheiro, pimenta-de-bode, murupi, murici, fidalga, biquinho, habanero e cumari-do-Pará são algumas das suas principais variedades encontradas no Brasil (MOREIRA et al., 2006).

É importante destacar que o nome da espécie, *C. chinense*, conferido pelo físico holandês Kikolaus von Jacquinomist surgiu de um equívoco, quando este considerava ser a espécie originária da China, mesmo que à época, fosse conhecido que todas as espécies de *Capsicum* eram originárias do hemisfério ocidental (BOSLAND; VOTAVA, 2012). O epíteto da espécie “*chinense*” causa confusões de pronúncia, mas segundo Rigolon (2015) o ‘*ch*’ tem som de /k/ na pronúncia latina clássica.

A espécie *C. chinense* (Figura 2.1e) apresenta anteras roxas ou azuis, às vezes amarelas (ESHBAUGH, 2012) e geralmente duas ou mais flores por nó reprodutivo, corola totalmente branca esverdeada, amarela esverdeada ou esverdeada, raramente brancas ou com manchas difusas arroxeadas. Frutos com cálice apresentando uma contração basal entre o cálice e o pedicelo (contração anelar); frutos de várias cores e formas, geralmente pendentes (podendo ocorrer formas eretas) (CARVALHO; BIANCHETTI, 2008).



**Figura 2.1** - Polimorfismo de flores e frutos das espécies domesticadas do gênero *Capsicum* que ocorrem no Brasil. (a) *Capsicum annuum* var. *annuum* (b) *Capsicum annuum* var. *glabriusculum*. (c-d) *Capsicum baccatum*; (e-f) *Capsicum chinense*; (g-h) *Capsicum frutescens*.

Fonte: INPA/Embrapa Roraima.

Os frutos de *C. chinense* variam de 1,0 a 12,0 cm de comprimento (Figura 2.1f), com formas variáveis, de esféricas a alongadas, pouco ou muito enrugados, de cores salmão, laranja, amarela, vermelha ou marrom e folhas e ramos essencialmente glabros, raramente com densa e pequena pubescência (SMITH; HEISER, 1957).

*C. frutescens* (Figura 2.1g) distribuiu-se por toda a América Central, nas planícies da América do Sul, e também ocorre em regiões tropicais e subtropicais, tais como Ásia, África, e ilhas do Pacífico. É geralmente muito pungente, com sabor característico. São plantas perenes e de maturação tardia; apresentam corola branca-esverdeada ou esverdeada; anteras roxas ou azuis, às vezes amarelas; nós com uma a três flores eretas; fruto imaturo variando do verde ao amarelo ou alaranjado; fruto maduro laranja ou vermelho escuro (Figura 2.1h); caules e folhas glabros a muito pubescentes; folhas maleáveis e suas sementes variam da coloração creme ao amarelo (YAMAMOTO; NAWATA, 2005).

*C. frutescens* inclui as pimentas malagueta, malaguetinha e tabasco, sendo que esta última se distingue das 'malaguetas' pela coloração dos frutos durante a maturação, passando de verde para amarela ou alaranjada e só depois para vermelha (MOREIRA et al, 2006).

Reifschneider (2000), Nuez-Viñals et al. (2003), Carvalho e Bianchetti (2008) concordam que *C. frutescens* é facilmente confundida com *C. chinense* em virtude da grande proximidade genética entre as espécies e que a principal distinção morfológica é a presença de constrição anelar no pedúnculo dos frutos de *C. chinense*.

*Capsicum pubescens* é a única espécie domesticada que não ocorre no Brasil. É notadamente uma espécie de terras altas, adaptada a temperaturas baixas (4,5° C a 15,5° C), que pode, porém, ocorrer em altitudes mais baixas (CARVALHO; BIANCHETTI, 2008). Esta espécie que provavelmente se originou nas terras altas da Bolívia é conhecida por pimenta *locoto* ou *rocoto*, podendo ser encontrada do México ao Peru, crescendo nos Andes na América do Sul e nas terras altas da América Central, geralmente em pequenas lavouras familiares. Já no resto do mundo seu cultivo ocorre em áreas muito limitadas.

*C. pubescens* recebe nomes comuns, em espanhol, *manzano* e *peron* (porque os frutos lembram o formato de maçãs e peras) e *canario* (devido à cor amarela do fruto que lembra ao canário). Caracteriza-se por flores roxas, com grandes nectários; folhas grandes, vistosas e pubescentes e sementes pretas que distinguem facilmente esta pimenta de qualquer outra. Os frutos podem ser alongados ou arredondados com ou sem pescoço pronunciado, e cores que incluem vermelho, laranja e amarelo (BOSLAND, VOTAVA, 2012).

O principal centro de diversidade das pimentas são as Américas, com espécies nativas na América tropical e temperada. Sua dispersão em nível mundial foi impulsionada pelo mercantilismo europeu no século XVI, dispersa por navegadores portugueses e espanhóis, que introduziram a cultura na África e na Europa (PICKERSGILL, 1988).

Os estudos do último meio século estabeleceram que *C. annum* foi domesticada no centro-sul do México, *C. baccatum* na encosta dos Andes e nas planícies adjacentes da Bolívia e no extremo sul do Peru, *C. chinense* no centro-norte da Amazônia, e *C. pubescens* nas Cordilheiras dos Andes ao sul do Peru e da Bolívia. *C. frutescens* permanece um enigma, uma vez que hibrida facilmente com *C. annum* e *C. chinense*, ambas as quais também podem hibridar, sugerindo a proposta de um

complexo *C. annum-chinense-frutescens*. Contudo *C. frutescens* está mais relacionada a *C. chinense*, ao invés de uma espécie distinta (BROWN et al., 2013; MECKELMANN et al., 2013).

Os registros mais antigos do consumo de pimenta (*Capsicum* spp.) datam de, aproximadamente, 9000 a.C. e foram encontrados durante explorações arqueológicas, em Tehuacán no México. Existem indícios de que, inicialmente, elas foram usadas pelos nativos indígenas como medicamento, prática comum entre os maias. (RUFINO; PENTEADO, 2006). Registros arqueológicos datados de seis mil anos indicam que o cultivo de milho e pimenta ocorria consorciado, formando um complexo alimentar muito antigo e amplamente disseminado desde o sul dos Estados Unidos até a região central da Argentina e do Chile, antecedendo inclusive o desenvolvimento da cerâmica em algumas regiões (PERRY et al., 2007).

De acordo com a *Food and Agriculture Organization of the Nations United* (FAO, 1996), os recursos genéticos, que são a base biológica da agricultura, constituem a matéria-prima indispensável ao trabalho dos melhoristas e representam a principal forma de armazenar a variabilidade/adaptação genética (COOPER et al, 1998), relacionada a plantas, animais e micro-organismos do presente. Para um grupo de organismos, a variabilidade é a base para estudos de biotecnologia e melhoramento, mas os estudos dos recursos genéticos devem ir além do uso, precisam enfatizar a conservação da biodiversidade (NASS, 2001).

Durante as últimas décadas, houve um progresso notável na coleta, caracterização e conservação de germoplasma de várias plantas (ARACELI et al, 2009). De acordo com Votava et al. (2002), a conservação de germoplasma de *Capsicum* é feita *ex situ*, ou seja, as pimenteiras podem ser cultivadas fora de seu ambiente de ocorrência natural. Ramchiary et al. (2014) reforça que os recursos genéticos de *Capsicum* são importantes para encontrar alelos benéficos presentes em coleções de germoplasma e para o uso em programas de melhoramento, principalmente em relação a melhoria do rendimento do frutos, qualidade e resistências/tolerância ao estresse biótico e abiótico.

Portanto, a conservação e o uso sustentável de recursos genéticos são chaves para o contínuo melhoramento de pimentas (RANDS et al., 2010). Assim, a conservação da diversidade genética é um pré-requisito essencial para o desenvolvimento de novas cultivares com caracteres agronômicos desejáveis (LEE et al., 2016).

Muitos institutos/organizações estão coletando e mantendo recursos genéticos importantes sob a forma de germoplasma das diferentes espécies de *Capsicum*, para seu uso na pesquisa básica e aplicada. As instituições com os principais Bancos de Germoplasma estão listadas em <http://www.thechileman.org/>, possuindo grandes coleções de *Capsicum*. O Centro Asiático de Pesquisa e Desenvolvimento de Vegetais (*Asian Vegetable Research and Development Center - AVRDC*, Taiwan) tem a maior coleção, com um total de 8.170 acessos silvestres e domesticadas de espécies de todo o mundo, seguido pelo Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (*United States Department of Agriculture - USDA*), com 6.067 acessos.

Na Índia, o *National Bureau of Plant Genetic Resources*, em Nova Deli, possui 2.774 acessos de procedência indígena e exótica. Outras instituições envolvidas na coleta e manutenção de espécies de *Capsicum* são: *Chile Pepper Institute* (New Mexican State University), Centro de Recursos Genéticos (CGN) na Holanda, Banco de Germoplasma de Hortaliças- BGH (Embrapa Hortaliças – Brasil) e Centro Alemão de Pesquisa em Biotecnologia (*Centre for Biotechnology - CAP*, Alemanha).

O Brasil é um importante centro de diversidade do gênero *Capsicum* (REIFSCHNEIDER, 2000), já que aqui se encontram representantes nos três níveis de domesticação (espécies domesticadas, semidomesticadas e silvestres) (CARVALHO et al., 2003), sendo a Bacia Amazônica a área de maior diversidade. *C. chinense* é a mais brasileira das espécies de *Capsicum*, pois ela foi domesticada pelos indígenas amazônidas (REIFSCHNEIDER, 2000).

De acordo com Carvalho e Bianchetti (2008), o Brasil possui algumas coleções de *Capsicum* que conservam em forma de semente a variabilidade das espécies nos bancos de germoplasma. Na Embrapa Hortaliças, no Distrito Federal, e na Universidade Federal de Viçosa, em Minas Gerais, são encontradas as maiores coleções de germoplasma de *Capsicum* do país. Outras Instituições como a Embrapa Clima Temperado, Embrapa Amazônia Oriental, Embrapa Roraima, Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Universidade Federal do Piauí (UFPI), Universidade Federal do Maranhão (UFMA), Universidade Federal do Amazonas (UFAM) e Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), também são detentoras de coleções de germoplasma de pimenta.

### 2.1.2 Importância socioeconômica

Devido às suas características de pungência, aromas, cores e sabores, pimentas e pimentões são ingredientes importantes nas dietas diárias de milhares de pessoas. Adicionalmente, elas são boas fontes de metabólitos como vitaminas antioxidantes (C e E) e carotenoides (provitamina A), e neutralizam a oxidação de lipídios via eliminação de radicais livres e, portanto, são relacionados como proteção contra o câncer, anemia, diabetes, e doenças cardiovasculares (ALVAREZ-PARRILLA et al., 2011; BOSLAND; VOTAVA, 2012; RAMCHIARY et al., 2014).

No mundo, 89% de toda a área cultivada com pimentas está no continente Asiático, sendo que, de acordo com Rai et al. (2013), a Índia é, consoante a FAO, o maior produtor, representando mais de 43% da produção mundial, seguida por Coreia, Tailândia, Vietnã, Sri Lanka e Indonésia. Os Estados Unidos e o México respondem por cerca de 7% do total mundial e por último, 4% da área cultivada está nos países da Europa, África e Oriente Médio (RUFINO; PENTEADO, 2006).

Conforme a FAO (2017), no mundo, no ano de 2016, foram plantados 177.933 hectares de pimentões e pimentas para a venda *in natura*, com produção de 34.497.462 toneladas, e 21.781 hectares com produção de 3.918.159 toneladas de pimentões e pimentas secas.

No Brasil, existe grande dificuldade de se obter dados estatísticos confiáveis de pimenta porque a produção é dispersa e desorganizada. Segundo Domenico et al. (2012), parte da produção é comercializada em mercados regionais e locais e acabam não participando das estatísticas. As pimentas são cultivadas em todos os estados da federação, principalmente em Minas Gerais, São Paulo, Roraima, Goiás, Ceará, Bahia e Rio Grande do Sul, totalizando uma área estimada de 1.257 hectares e produção de cerca de 1.258 toneladas (REIFSCHNEIDER et al.; 2014, PAULUS et al., 2015).

As pimentas *Capsicum* apresentam grande importância econômica, cultural e biológica, devido ao uso na preparação de pratos de culinária típica, que é diversificada entre as regiões e às vezes até exclusiva de cada região do Brasil. As diversas formas de usar as pimentas estão relacionadas a práticas multiculturais e étnicas, e provavelmente, resultam da diversidade genética observada em cada região do país (SUDRÉ et al, 2010), uma vez que o país é considerado um dos centros de diversidade de *Capsicum* (PICKERSGILL, 1988).



As espécies domesticadas, *C. annuum* (pimentão, pimenta-doce, *jalapeño*, *cayenne*, serrano e cereja), *C. baccatum* (dedo-de-moça, cambuci ou chapéu-de-frade), *C. chinense* (pimenta-de-cheiro, pimenta-de-bode, murupi, murici, fidalga, biquinho, habanero e cumari-do-Pará) e *C. frutescens* (pimenta malagueta, malaguetinha e tabasco) são amplamente comercializadas no mercado de hortaliças frescas do Brasil, gerando alta rentabilidade para este o econômico (REIFSCHNEIDER, 2000; MOREIRA et al., 2006; VILLELA et al., 2014).

A pungência é um atributo comercial importante das pimentas e uma característica de qualidade para pimentas frescas e também para produtos processados, sendo o teor de pungência um dos requisitos principais para determinar a qualidade comercial dos frutos de pimenta (NWOKEM et al., 2010). Os componentes principais, responsáveis pelo sabor picante e também pelas atividades biológicas atribuídas às pimentas, são os capsaicinoides (BOSLAND; VOTAVA, 2012), alcaloides que atuam nos mecanismos de defesa das espécies de *Capsicum*, conferindo pungência (ardência, picância) aos frutos e sementes. São produzidos em um tecido interno denominado placenta, ao longo do qual estão dispostas as sementes (RUSSO, 2012).

Os dois capsaicinoides mais abundantes nas pimentas são a capsaicina e dihidrocapsaicina, ambos constituindo 90%, sendo que a capsaicina responde por 71% do total dos capsaicinoides na maioria das variedades pungentes (NWOKEM et al., 2010; GIUFFRIDA et al., 2013). Alguns outros compostos relacionados, tais como nordihidrocapsaicina, homocapsaicina homodihidrocapsaicina também estão presentes, porém em pequena quantidade (GIUFFRIDA et al., 2013). A importância da capsaicina se deve a diversos fatores, mas principalmente, ao fato de ser o princípio ativo que representa as propriedades organolépticas e farmacêuticas (NWOKEM et al. 2010).

### **2. 1. 3. Potencial ornamental de pimentas**

Em teoria, qualquer espécie de pimenta pode ser utilizada como planta ornamental, porém, na prática, as espécies de menor porte são mais indicadas para o plantio em vasos, principalmente na decoração de ambientes internos (XAVIER et al., 2006).

As pimenteiras são utilizadas como plantas ornamentais, em razão da folhagem variegada, do porte anão e dos frutos com diferentes cores no processo de maturação,

que contrastam com a folhagem (CARVALHO et al., 2006, MOREIRA et al., 2006), além disso, também são plantas de fácil cultivo e de grande durabilidade (NEITZKE et al., 2010). As cultivares ornamentais são usadas principalmente para decoração, mas os frutos também podem ser usados para confecção de conservas ou desidratados (WITT, 1999). Dessa forma, as pimenteiras ornamentais apresentam uso polivalente, uma vez que além de adornar ambientes podem ter seus frutos destinados ao consumo *in natura* ou para uso em conservas (ARI et al., 2016).

Um fator distintivo para o uso ornamental é a capacidade das pimenteiras de serem cultivadas em vasos, como plantas perenes. No paisagismo, as pimenteiras ornamentais podem apresentar um porte maior, mas para a decoração de ambientes fechados, essas plantas envasadas teriam o crescimento radicular e aéreo afetado. (WITT, 1999).

O interesse por pimentas ornamentais aumentou, e conforme Stommel e Bosland (2005), tiveram sua popularidade aumentada devido às sementes de fácil propagação, o tempo para o corte relativamente curto e a tolerância à seca e ao calor. A variada cor da folhagem e os frutos coloridos que caracterizam pimentas ornamentais garantem exibição vívida e brilhante em jardins que rivaliza com outras ornamentais como o crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) (STOMMEL; GRIESBACH, 2005). De acordo com Silva et al. (2015), as pimenteiras que apresentam aspectos decorativos são tendências no mercado de paisagismo no Brasil.

Entretanto, existem poucas variedades comerciais destinadas a ornamentação no país (VASCONCELOS et al., 2012), sendo, portanto, relevante avaliar o potencial ornamental de acessos de pimenta presentes em bancos de germoplasma como apontam, Neitzke et al. (2010), Domenico et al. (2012) e Melo et al. (2014).

## **2.2 Estudo de divergência genética por marcadores morfológicos**

Estudos de divergência genética são muito importantes para o conhecimento da variabilidade genética de populações e permitem o frequente monitoramento de bancos de germoplasma. A caracterização das coleções de germoplasma e a determinação da distância genética entre os acessos tem grande importância, pois auxiliam na identificação de possíveis duplicatas, e fornecem parâmetros para escolha de genitores contrastantes, que ao serem cruzados, possibilitam maior heterose na

progênie e maiores chances de obtenção de genótipos superiores nas gerações segregantes (CRUZ; CARNEIRO; REGAZZI, 2014; SUDRÉ et al., 2010).

Tradicionalmente, a caracterização de pimentas é feita com base em descritores morfológicos estabelecidos pelo IPGRI (*International Plant Genetic Resources Institute*). Segundo Pickersgill (1988), a caracterização morfológica de acessos tem sido utilizada por anos, como a forma mais usual de estudar a variabilidade genética das pimentas e destaca que descritores morfológicos são tão importantes que com base em descritores de flores, pode ser constatado que as espécies *C. frutescens*, *C. chinense* e *C. annuum* estão agrupadas e distantes da espécie *C. baccatum*.

Os descritores multicategóricos possuem várias opções de classes para o caráter avaliado e para Sudré et al. (2006), a coleta desses descritores é prática, econômica e rápida, em comparação com dados quantitativos e dados moleculares, tornando-os alternativas viáveis para o estudo de bancos e coleções de germoplasma que possuem poucos recursos humanos e financeiros.

Domenico et al. (2012), Sudré et al. (2010) e Lannes et al. (2007) concordam que é preciso ampliar as pesquisas de caracterização dos BAG, a fim de fornecer subsídios aos programas de melhoramento genético. Sudré et al. (2010) ainda especificam que a caracterização de espécies domesticadas de *Capsicum* são de grande interesse, particularmente para os BAG, visto que a ampla variabilidade existente na espécie ainda não está inteiramente conhecida e explorada.

A caracterização morfológica permite identificar o potencial específico de cada acesso para ser usado em programas de melhoramento (BABA et al., 2016), e no estudo de diversidade genética de pimentas, a caracterização permite verificar a existência de acessos com altos e baixos teores de capsaicinas, sendo possível assim recomendar a variedade de pimenta de acordo com a demanda e gosto dos consumidores e ainda indicar o possível potencial ornamental de acessos presentes em bancos de germoplasma.

A variação entre e dentro dos acessos pode ser analisada por métodos específicos ou combinações de métodos, que incluem o uso de variáveis quantitativas e/ou qualitativas (BARBÉ et al., 2010). Vários métodos podem ser utilizados, dentre eles estão a análise por componentes principais, variáveis canônicas e métodos aglomerativos. A escolha do método depende da precisão desejada pelo pesquisador, da facilidade da análise e da forma como os dados são obtidos (CRUZ; CARNEIRO;

REGAZZI, 2014). As análises multivariadas possibilitam integrar a informação múltipla, pois consideram simultaneamente todas ou quase todas as características avaliadas em experimentos de caracterização e avaliação de germoplasma (AMARAL JÚNIOR, 1999).

Entre as análises multivariadas, Manly (2008) destaca a análise de componentes principais - ACP (PCA), descrita por Karl Pearson (1901), método em que são obtidas combinações lineares das variáveis originais. A PCA visa reduzir o número de variáveis a um número menor de índices (componentes principais) e que expliquem grande parte da variância das mesmas, sendo bastante útil quando o número de variáveis em estudo é muito grande. Outro método multivariado é a análise de função discriminante – AFD (DFA), que tem como objetivo formar diferentes grupos de observações (ou indivíduos, amostras), com base nas variáveis disponíveis. Por meio dessa análise é possível separar dois ou mais grupos de indivíduos.

Cruz, Carneiro e Regazzi (2014) citam outros métodos multivariados como o método de Otimização de Tocher, que também tem como objetivo a formação de grupos, entretanto, esse método forma os grupos considerando que os valores das distâncias dentro de grupos sejam inferiores a quaisquer distâncias entre grupos. Já em métodos hierárquicos, os genótipos são agrupados por um processo que se repete em vários níveis, até que seja estabelecido um dendrograma. O método hierárquico de ligação média entre grupos, UPGMA (*Unweighted Pairgroup Mean Average*), é um método não ponderado de agrupamento aos pares, que utiliza médias aritméticas das medidas de dissimilaridade e evita caracterizar a dissimilaridade por valores extremos (máximo ou mínimo) entre os genótipos considerados.

## REFERÊNCIAS

- ALVAREZ-PARRILLA, E. et al. Antioxidant activity of fresh and processed Jalapeño and serrano peppers. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v. 59, p. 163–173, 2011.
- AMARAL JÚNIOR, A.T. Divergência genética entre acessos de moranga do banco de germoplasma de hortaliças da Universidade Federal de Viçosa. **Horticultura Brasileira**, v. 17, p. 3-6, 1999.
- ARACELI, A. M. et al.. Genetic diversity and structure in semiwild and domesticated chiles (*Capsicum annuum*, Solanaceae) from Mexico. **American Journal of Botany**, v. 96, p. 1190–202, 2009.
- ARI, E.; BEDIR, H.; YILDIRIM, S.; YILDIRIM, T. Androgenic responses of 64 ornamental pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes to shed-microspore culture in the autumn season. **Turkish Journal of Biology**, v. 40, n. 3, p. 706–717, 2016.
- ANGIOSPERM PHYLOGENY GROUP- APG III. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 161, p. 105–121, 2009.
- BABA, V. Y. et al. Genetic diversity of *Capsicum chinense* accessions based on fruit morphological characterization and AFLP markers. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 63, n. 8, p. 1371–1381, 2016.
- BARBÉ, T. C. et al. Association between advanced generation and genealogy inbred lines of snap bean by the Ward-Modified Location Model. **Euphytica**, v. 173, p. 337-343, 2010.
- BOSLAND, P. W.; VOTAVA, E. J. **Peppers**. Vegetable and Spice Capsicums, 2ed.; CABI: Cambridge, UK, 2012.
- BROWN, C. H. et al. The Paleobiolinguistics of Domesticated Chili Pepper. **Ethnobiology Letters**, v. 4, p.1-11, 2013.
- BÜTTOW, M. V. et al. Diversidade genética entre acessos de pimentas e pimentões da Embrapa Clima Temperado. **Ciência Rural**, v. 40, n. 6, p. 1264-1269, 2010.
- CARVALHO, A. V. et al. Caracterização de genótipos de pimentas *Capsicum* spp. durante a maturação. Belém, PA: **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/ Embrapa Amazônia Oriental**, v. 90, p. 8-18, 2014.
- CARVALHO, S. I. C. et al. **Catálogo de germoplasma de pimentas e pimentões (*Capsicum* spp.) da Embrapa Hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2003. 49 p.

CARVALHO, S. I. C. et al. **Pimentas do gênero *Capsicum* no Brasil**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2006. 27p. (Documentos, 94).

CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. B. Botânica e Recursos Genéticos: In: RIBEIRO, C. S. C.; LOPES, C. A.; CARVALHO, S. I. C.; HENZ, G. P.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. **Pimentas *Capsicum***. Brasília: Embrapa Hortaliças. p. 39–54, 2008.

CHUAH, A. M. et al. Effect of cooking on the antioxidant properties of coloured peppers. **Food Chemistry**, Barking, v. 111, n. 1, p. 20-28, 2008.

CISNEROS-PINEDA, O. et al. Capsaicinoids quantification in chili peppers cultivated in the state of Yucatán, Mexico. **Food Chemistry**, Barking, v. 104, n. 4, p. 1755-1760, 2007. CLEMENT, C. R. et al. Origin and domestication of native Amazonian crops. **Diversity**, v. 2, p. 72-106, 2010.

COOPER, H. D. et al. Harnessing plant genetic resources for sustainable agriculture. **Plant Genetic Resources Newsletter**, v. 114, p. 1-8, 1998.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S.; REGAZZI, A. J. **Modelos Biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. Viçosa: UFV, v. 2, 2014. 688 p.

DEWITT, D.; BOSLAND, P. W. **Peppers of the world: an identification guide**. Berkeley: Ten Speed Press, 1996. 219 p.

DOMENICO, C. I. et al. Caracterização agrônômica e pungência em pimentas de cheiro. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 466-472, 2012.

ESHBAUGH, W. H. The Taxonomy of the Genus *Capsicum*. in: RUSSO, V. M. (Org.). **Peppers: Botany, Production and Uses**. 1ed.; CABI: Cambridge, UK, 2012.

FAO. Food and Agriculture Organization of the Nations United. FAOSTAT. **Area harvested, yield and production quantity: chillies and pepper green and chillies and pepper dry**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 22 de dez. 2017.

GELETA, L. F.; LABUSCHAGNE, M. T.; VILJOEN, C. D. Genetic variability in pepper (*Capsicum annuum* L.) estimated by morphological data and amplified fragment length polymorphism markers. **Biodiversity and Conservation**, v. 14, p. 2361-2375, 2005.

GIUFFRIDA, D. et al. Characterization of 12 *Capsicum* varieties by evaluation of their carotenoid profile and pungency determination. **Food Chemistry**, v. 140, p. 794–802, 2013.

HEISER, J. R. C. B. Peppers. *Capsicum* (Solanaceae). In: SMARTT J; SIMMONDS NW (eds). **Evolution of crop plants**. London: Longman, p. 449-451, 1995.

INTERNACIONAL PLANT GENETIC RESOURCES INSTITUTE (IPGRI).

**Descritores para *Capsicum*** - (*Capsicum* spp.). Roma, 1995. 51p.

LANNES, S. D. et al. Growth and quality of Brazilian accessions of *Capsicum chinense* fruits. **Scientia Horticulturae**. v. 112, p. 266-270, 2007.

LEE, H. Y. et al. Genetic diversity and population structure analysis to construct a core collection from a large *Capsicum* germplasm. **BMC Genetics**, v. 17, n. 1, p. 142-155, 2016.

LEFEBVRE, V. et al. Evaluation of genetic distances between pepper inbred lines for cultivar protection purposes: comparison of AFLP, RAPD and phenotypic data. **Theoretical and Applied Genetics**, v. 102, p. 741-750, 2001.

MANLY, B. F. J. **Métodos Estatísticos Multivariados: Uma Introdução**. Porto Alegre: Artmed/Bookman, 2008. 229 p.

MARIM, B. G. Variabilidade Genética e Importância Relativa de caracteres em acessos de germoplasma de tomateiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p. 1283-1290, 2009.

MECKELMANN, S. W. et al. Compositional Characterization of Native Peruvian Chili Peppers (*Capsicum* spp.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, p. 2530-2533, 2013.

MELO, L. F. et al. Potencial ornamental de acessos de pimenta. **Ciência Rural**, v. 44, n. 11, p. 2010-2015, 2014.

MOREIRA, G. R. M. et al. Espécies e variedades de pimenta. In: EPAMIG (Belo Horizonte, MG). **Cultivo da pimenta**. v. 27, n. 235, p. 16-29, 2006.

MOSCONI, E. A. et al. The evolution of chili peppers (*Capsicum* – Solanaceae): a cytogenetic perspective. **Acta Horticulturae**, v. 745, p. 137-16, 2007.

NASS, L. L. Utilização de recursos genéticos vegetais no melhoramento. In: \_\_\_\_\_. **Recursos genéticos & melhoramento – plantas**. Rondonópolis: Fundação MT. p. 29-55. 2001.

NEITZKE, R. S. et al. Dissimilaridade genética entre acessos de pimenta com potencial ornamental. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 47-53, 2010.

NUEZ-VIÑALS, F. N.; ORTEGA, R. G.; COSTA, J. C. **El cultivo de pimientos, chiles y ajies**. Madri: Mundi-Prensa, 2003. 607p.

NWOKEM, C. O. et al. Determination of capsaicin content and pungency level of five different peppers grown in Nigeria. **Science Journal** v. 3, p.17-21, 2010.

PAULUS, D. et al. Crescimento, produção e qualidade de frutos de pimenta (*Capsicum annuum*) em diferentes espaçamentos. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 1, 2015.

PICKERSGILL, B. The genus *Capsicum*: a multidisciplinaire approach to the taxonomy of cultivated and wild plants. **Biologisches Zentralblatt**, v. 107, p. 381-389, 1988.

\_\_\_\_\_. 1997. Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. **Euphytica**, v. 96. p. 129-133, 1997.

POZZOBON M.T.; SCHIFINO-WITTMAN, M. T.; BIANCHETTI, L. B. Chromosome numbers in wild semidomesticated Brazilian *Capsicum* L. (Solanaceae) species: do  $x=12$  and  $x=13$  represent two evolutionary lines. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 151, p. 259-269, 2006.

PERRY, L. Starch fossils and the domestication and dispersal of chili peppers (*Capsicum* spp. L.) in the Americas. **Science**, v. 315, p. 986-988, 2007.

QUEIROZ, M. A.; LOPES, M. A. Importância dos recursos genéticos para o agronegócio. In: NASS, L.L. (ed.) **Recursos genéticos vegetais**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. p. 281-305, 2007.

RAI, V. P. et al. Genetic diversity in *Capsicum* germplasm based on microsatellite and random amplified microsatellite polymorphism markers. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, v. 19, n. 4, p. 575–586, 2013.

RANDS, M. R. W. et al. Biodiversity conservation: challenges beyond. **Science**, v. 329, p. 1298–303, 2010.

RAMCHIARY, N. et al. Application of genetics and genomics towards *Capsicum* translational research. **Plant Biotechnology**, v. 8, p. 101–123, 2014.

REIFSCHNEIDER, F.J.B. (Org). **Capsicum**: pimentas e pimentões do Brasil. Brasília: Embrapa Comunicação pra Transferência de Tecnologia; Embrapa Hortaliças, 2000. 113p.

REIFSCHNEIDER, F. J. B .et al. **Uma pitada de biodiversidade na mesa dos brasileiros**. 1ed. Brasília, DF, 2014. 156 p.

RIGOLON, R. G. **A Pronúncia do Latim Científico**. 1. ed. Viçosa: Editora UFV, 2015.190p .

RUFINO, J. L. S.; PENTEADO, D. C. S. Importância econômica, perspectivas e potencialidades do mercado para pimenta. In: EPAMIG (Belo Horizonte, MG). **Cultivo da pimenta**. v. 27, n. 235, p. 7-15, 2006.



RUSSO, V. M. (Org.). **Peppers: Botany, Production and Uses**. 1ed.; CABI: Cambridge, UK, 2012.

SILVA, F. C. et al. Evaluation of substrates on the production of ornamental *Capsicum*. **Acta Horticulturae**, v. 1060, p. 115-120. 2015.

SMITH, P. G.; HEISER, C. B. Taxonomy of *Capsicum chinense* Jacq. And the geographic distribution of the cultivated *Capsicum* species. **Bulletim of the Torrey Botanical Club**, v. 84, n. 6, p. 413-420, 1957.

STOMMEL, J. R.; BOSLAND, P. W. Ornamental pepper *Capsicum annuum*. In: ANDERSON, N. O. (Ed.). **Flower Breeding and Genetics: Issues, Challenges, and Opportunities for the 21<sup>st</sup> Century**. Dordrecht, the Netherlands: Springer, p. 561-599, 2006.

STOMMEL J. R.; GRIESBACH, R. J. *Capsicum annuum* L. 'Black Pearl'. **HortScience** v. 40. n. 5, p.1 571-1573, 2005.

SUDRÉ, C. P. et al. Divergência genética entre acessos de pimentas e pimentões utilizando técnicas multivariadas. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p. 22-27, 2005.

SUDRÉ, C.P. et al. Variáveis multicategóricas na determinação da divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 88-93, 2006.

SUDRÉ, C. P. et al. Genetic variability in domesticated *Capsicum* spp. as assessed by morphological and agronomic data in mixed statistical analysis. **Genetics and Molecular Research**, v. 9, p. 283-294, 2010.

TOQUICA, S.P. et al. Molecular characterization by AFLPs of *Capsicum* germplasm from the Amazon Department in Colombia. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 50, p. 639-347, 2003.

THECHILEMAN. **Seed Banks and Research Institutions**. Disponível em: <<http://www.thechileman.org>>. Acesso em 19 de dez., 2017.

VASCONCELOS, C.S. et al. Determinação da dissimilaridade genética entre acessos de *Capsicum chinense* com base em características de flores. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 4, p.493-498, 2012.

VILLELA, J. C. B. et al. Caracterização molecular de variedades crioulas de pimentas (*Capsicum baccatum*) com marcadores microssatélites. **Horticultura Brasileira**, v. 2, p. 131-137, 2014.

VOTAVA, E. J.; NABHAN, G. P.; BOSLAND, P. W. Genetic diversity and similarity revealed via molecular analysis among and within an in situ population and *ex situ* 27 accessions of chiltepín (*Capsicum annuum* var. *glabriusculum*). **Conservation Genetics**, v. 3, n. 2, p. 123-29, 2002.

WITT, D. **The chile pepper encyclopedia**. New York: William Morrow and Company, 1999. 337p.

XAVIER, V. C. et al. Concentração da solução nutritiva no cultivo hidropônico de pimenta ornamental. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, v. 13, n. 1, p. 24-32. 2006.

YAMAMOTO, S.; NAWATA, E. *Capsicum frutescens* L. in southeast and east Asia, and its dispersal routes into Japan. **Economic Botany**, v. 59, n. 1, p. 18-28, 2005.

### 3 DIVERSIDADE GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE PIMENTAS (*Capsicum* spp.) DO NORDESTE DO BRASIL

#### Resumo

Avaliação de variabilidade genética entre genótipos é essencial para a conservação de qualquer recurso genético, podendo ser usada para ampliar a base genética de plantas cultivadas e ainda promover uma agricultura sustentável. Neste estudo, objetivou-se avaliar a diversidade genética entre 50 acessos de pimentas da região Nordeste do Brasil, mediante o uso de técnicas multivariadas, baseadas em 23 descritores qualitativos multicategóricos e 12 descritores quantitativos. O experimento foi conduzido em telado, localizado no Departamento de Fitotecnia, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Piauí, no período de fevereiro a novembro de 2017, no qual os acessos foram delineados inteiramente ao acaso, com quatro repetições, uma planta por parcela. Foram realizadas análises de comparação de médias, componentes principais, agrupamento pelo método de Tocher modificado e método hierárquico de ligação média entre grupos (UPGMA). Pela análise de variância, evidenciaram-se diferenças significativas entre os acessos de pimentas para todos os descritores quantitativos. Os coeficientes de variação do experimento variaram de 5,2% (NDM) a 31,4% (NFP). Por meio da análise de componentes principais foram acumulados 60,8% da variância nos dois primeiros componentes, e o método de Singh mostrou que os descritores comprimento do fruto e largura do fruto foram os que mais contribuíram para a divergência genética entre os acessos. O método de agrupamento de otimização de Tocher sequencial detectou a formação de nove grupos para os descritores qualitativos multicategóricos. Pelo método UPGMA, formaram-se sete grupos baseando-se na combinação de descritores quantitativos e qualitativos multicategóricos. Os acessos de pimentas do Nordeste do Brasil, alocados no Banco de Germoplasma de *Capsicum* da Universidade Federal do Piauí, apresentam alta variabilidade genética inter e intraespecífica, atribuída às diversas cores e formatos de frutos, morfologia das flores e arquitetura de planta.

**Palavras-chave:** Análise multivariada; Descritores; Germoplasma; Variabilidade

## GENETIC DIVERSITY AMONG PEPPERS ACCESSIONS (*Capsicum* spp.) FROM NORTHEAST OF BRAZIL

### Abstract

Genetic variability assessment among genotypes is essential for the protection and conservation of any genetic resource, it can be used to increase the genetic basis of cultivated plants and to promote sustainable agriculture. In this study, the objective was to evaluate the genetic diversity among 50 peppers accessions from the northeast region of Brazil by multivariate statistical techniques, based on 12 quantitative descriptors and 23 qualitative multicategorical descriptors. The experiment was carried out in a greenhouse, at the Department of Plant Science, Centre of Agricultural Sciences of Universidade Federal do Piauí, in the period was from February until November 2017. The accessions were evaluated in a completely randomized design with four replicates, one plant per plot. Analyzes were performed comparing the means, principal component analysis, grouping by the sequential Tocher method and Unweighted pair group method (UPGMA). By the analysis of variance, significant differences between the accessions of peppers for all the quantitative descriptors were evidenced. The coefficients of variation of the experiment ranged from 5.2% (NDM) to 31.4% (NFP). By means of the principal component analysis, were accumulated 60.8% of the variance in the first two components, and the Singh method showed that the descriptors fruit length and fruit width were the ones that contributed the most to the genetic divergence among the accessions. The Tocher optimization clustering sequential method detected the formation of nine clusters for the multicategorical qualitative descriptors. The UPGMA method revealed the formation of seven clusters which were based on the combination of quantitative and qualitative multicategorical descriptors. Peppers accessions from Northeast Brazil allocated in the *Capsicum* Germplasm Bank of the Universidade Federal do Piauí presents high inter and intraspecific genetic variability, attributed to the different fruit colors and its formats, flower morphology and plant architecture.

**Key words:** Multivariate analysis; Descriptors; Germplasm. Variability

### 3.1 Introdução

O gênero *Capsicum* pertence à família Solanaceae e atualmente possui pelo menos 37 espécies, que incluem domesticadas, semidomesticadas e silvestres (BARBOZA et al., 2011, BOSLAND; VOTAVA, 2012). Esse gênero é representado por plantas não pungentes, os pimentões, e por um grupo de plantas que apresentam pungência, as pimentas. As espécies domesticadas do gênero são *Capsicum annuum* L., *Capsicum baccatum* L., *Capsicum chinense* Jacq, *Capsicum frutescens* L. e *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav (ESHBAUGH, 2012).

O principal centro de diversidade das pimentas são as Américas, com espécies nativas na América tropical e temperada. Os estudos do último meio século estabeleceram que *C. annuum* foi domesticada no centro-sul do México; *C. baccatum* na encosta dos Andes, nas planícies adjacentes da Bolívia e no extremo sul do Peru; *C. chinense* no centro-norte da Amazônia, e *C. pubescens* na Cordilheiras dos Andes, ao sul do Peru e da Bolívia. *C. frutescens* permanece um enigma, uma vez que hibrida facilmente com *C. annuum* e *C. chinense*, ambas as quais também podem hibridar, sugerindo a proposta de um complexo *C. annuum-chinense-frutescens*. Contudo, *C. frutescens* está mais relacionada a *C. chinense* (PICKERSGILL, 1988; BROWN et al., 2013; MECKELMANN et al., 2013).

O Brasil é um importante centro de diversidade do gênero *Capsicum*, com representantes nos três níveis de domesticação. A Bacia Amazônica, ao norte do país, é a região com maior diversidade, sendo *C. chinense* a mais brasileira das espécies, pois há evidências de que foi domesticada na Amazônia brasileira (REIFSCHNEIDER, 2014). Os estudos de diversidade do gênero, assim como os bancos de germoplasma estão mais centrados nas regiões Norte e Sudeste, sendo necessário avaliar a variabilidade das pimenteiras do Nordeste. A presença de espécies silvestres como *C. parvifolium* Sendtn e as recém descobertas *C. caatingae* Barboza & Agra e *C. longidentatum* Agra & Barboza no bioma Caatinga no Nordeste do Brasil (BARBOZA et al., 2011), junto às espécies semidomesticadas e domesticadas, corroboram com a iminente diversidade desse gênero na região.

As pimenteiras do gênero *Capsicum* possuem frutos com grande diversidade genética em termos de cor, tamanho, forma, composição química e grau de pungência. Apresentam ainda grande importância econômica, cultural e biológica, devido ao uso na preparação de pratos de culinária típica, que é diversificada entre as regiões e às vezes até exclusiva de cada região do país. As diversas formas de usar

as pimentas estão relacionadas a práticas multiculturais e étnicas, e, provavelmente, resultam da diversidade genética observada em cada região do Brasil (SUDRÉ et al., 2010).

Na região Nordeste, os estados do Ceará e da Bahia são os maiores produtores de pimentas (PAULUS et al., 2015), destacando-se o cultivo de pimenta tabasco no Ceará e de pimenta malagueta na Bahia, ambas pertencentes a *C. frutescens* e nos demais estados, diversas pimentas da espécie *C. chinense* denominadas 'de-cheiro' são amplamente comercializadas e condimentam muitos pratos típicos.

Avaliações da variabilidade genética entre genótipos são essenciais para a proteção e conservação de qualquer recurso genético, podendo ser usadas para ampliar a base genética de plantas cultivadas e ainda promover uma agricultura sustentável (FAO, 2010; SPARATO; NEGRI, 2013). A caracterização de coleções de germoplasma e a determinação da distância genética entre os acessos têm grande importância na identificação e seleção de genótipos de interesse aos programas de melhoramento genético (SUDRÉ et al., 2010).

Nesse sentido, caracterizou-se acessos do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum* da Universidade Federal do Piauí (BAGC/UFPI) previamente identificados como pertencentes a quatro espécies cultivadas, objetivando-se avaliar a diversidade genética entre 50 acessos de pimentas, provenientes da região Nordeste do Brasil, mediante o uso de técnicas multivariadas, baseadas em descritores qualitativos multicategóricos e quantitativos.

### **3.2 Material e Métodos**

O experimento foi conduzido em telado, localizado no Departamento de Fitotecnia, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Piauí, no município de Teresina - PI, localizado a 72,7 m de altitude, 05°05'05" de latitude S e 42°05' de longitude W, no período de fevereiro a novembro de 2017.

Foram utilizados 50 acessos do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum* (BAGC) da Universidade Federal do Piauí, provenientes dos nove estados da região nordeste do Brasil (Tabela 3.1).

**Tabela 3.1** - Identificação de 50 acessos de pimentas, provenientes do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum*, da Universidade Federal do Piauí (BAGC - UFPI), caracterizados em Teresina, PI, Brasil, 2018.

<b>Acesso</b>	<b>Nome comum</b>	<b>Espécie</b>	<b>Estado</b>
BAGC 237	Biquinho vermelha	<i>C. chinense</i>	Piauí
BAGC 236	Pimenta-de-mesa	<i>C. annuum</i>	Piauí
BAGC 238	Biquinho amarela	<i>C. chinense</i>	Piauí
BAGC 95	Dedo-de-moça	<i>C. baccatum</i>	Piauí
BAGC 96	Pimenta murici	<i>C. chinense</i>	Piauí
BAGC 97	Habanero	<i>C. chinense</i>	Piauí
BAGC 98	Ornamental laranja	<i>C. annuum</i>	Piauí
BAGC 100	Ornamental vermelha	<i>C. annuum</i>	Piauí
BAGC 101	Malagueta	<i>C. frutescens</i>	Piauí
BAGC 108	Pimenta-de-cheiro	<i>C. chinense</i>	Piauí
BAGC 112	Malagueta	<i>C. frutescens</i>	Piauí
BAGC 113	Pimenta-de-cheiro	<i>C. chinense</i>	Piauí
BAGC 88	Malagueta	<i>C. frutescens</i>	Maranhão
BAGC 200	Pimenta-de-cheiro ardida	<i>C. chinense</i>	Maranhão
BAGC 201	Pimenta-de-cheiro ardida	<i>C. chinense</i>	Maranhão
BAGC 221	Malagueta	<i>C. frutescens</i>	Maranhão
BAGC 235	Murupi vermelha	<i>C. chinense</i>	Maranhão
BAGC 223	Pimenta ouro	<i>C. chinense</i>	Maranhão
BAGC 224	Ornamental vermelha	<i>C. annuum</i>	Maranhão
BAGC 199	Ornamental roxa	<i>C. annuum</i>	Ceará
BAGC 206	Dedo-de-moça	<i>C. baccatum</i>	Ceará
BAGC 207	Ornamental amarela	<i>C. annuum</i>	Ceará
BAGC 228	Pimenta-doce amarela	<i>C. annuum</i>	Ceará
BAGC 127	Murupi vermelha	<i>C. chinense</i>	Rio Grande do Norte
BAGC 180	Pimentão vermelho	<i>C. annuum</i>	Rio Grande do Norte
BAGC 225	Não identificada	<i>C. frutescens</i>	Rio Grande do Norte
BAGC 226	Pimenta-bode amarela	<i>C. chinense</i>	Rio Grande do Norte
BAGC 150	Não identificada	<i>C. annuum</i>	Pernambuco
BAGC 151	Dedo-de-moça	<i>C. baccatum</i>	Pernambuco
BAGC 195	Pimenta coração-de-galinha	<i>C. chinense</i>	Pernambuco
BAGC 196	Malagueta	<i>C. frutescens</i>	Pernambuco
BAGC 197	Pimenta-bode vermelha	<i>C. chinense</i>	Pernambuco
BAGC 198	Fidalga roxa	<i>C. chinense</i>	Pernambuco
BAGC 202	<i>Cayenne</i> longa	<i>C. annuum</i>	Paraíba
BAGC 203	Pimenta-de-mesa	<i>C. annuum</i>	Paraíba
BAGC 220	Pimenta vermelha	<i>C. annuum</i>	Paraíba
BAGC 229	<i>Jalapeño</i>	<i>C. annuum</i>	Paraíba
BAGC 230	Pimenta-cayenne	<i>C. annuum</i>	Paraíba
BAGC 149	Pimentão amarelo	<i>C. annuum</i>	Alagoas
BAGC 204	Biquinho vermelha	<i>C. chinense</i>	Alagoas
BAGC 205	Biquinho amarela	<i>C. chinense</i>	Alagoas
BAGC 144	Não identificada	<i>C. baccatum</i>	Sergipe
BAGC 145	Pimenta-doce	<i>C. annuum</i>	Sergipe
BAGC 146	Cumari	<i>C. chinense</i>	Sergipe
BAGC 147	Não identificada	<i>C. chinense</i>	Sergipe
BAGC 148	Pimentão vermelho	<i>C. annuum</i>	Sergipe
BAGC 246	Murupi	<i>C. chinense</i>	Sergipe
BAGC 132	Pimenta-de-cheiro	<i>C. chinense</i>	Bahia
BAGC 244	Não identificada	<i>C. baccatum</i>	Bahia
BAGC 239	Malagueta	<i>C. frutescens</i>	Bahia

Os acessos foram semeados em bandejas de poliestireno expandido, com 128 células, contendo o substrato comercial Plantmax®. As mudas com seis a oito folhas definitivas foram transplantadas para vasos de polietileno tamanho 20 (15 litros), contendo substrato com uma parte de terra vegetal e uma parte de húmus. A adubação foi feita com 2 g de sulfato de amônia, 17 g de superfosfato simples e 2,5 g de cloreto de potássio, conforme a recomendação de Alcântara e Ribeiro (2008).

O controle de pragas foi realizado com a aplicação (mensalmente) de Decis® (inseticida), Amistar TOP® (fungicida), Karate Zeon® (lagarticida) e Agritoato®, este último aplicado quinzenalmente para o controle do pulgão-preto (*Toxoptera citricida*). Cada planta, quando necessário, foi tutorada com o auxílio de haste de madeira. Os acessos foram delineados inteiramente ao acaso, com quatro repetições, sendo uma planta por parcela.

A caracterização morfoagronômica dos acessos foi baseada nos descritores estabelecidos pelo *Internacional Plant Genetic Resources Institute* para o gênero *Capsicum* (IPGRI, 1995), e também nos Critérios de Classificação de Pimenta Ornamental da Cooperativa Veiling Holambra, que são padrões de qualidade estabelecidos nacionalmente pelo Instituto Brasileiro de Floricultura (IBRAFLOR, 2018).

Foram utilizados 35 descritores (Anexo), sendo 23 qualitativos multicategóricos e 12 quantitativos. Os descritores quantitativos avaliados foram: número de dias para o florescimento (NDF); número de dias para a maturação (NDM); altura da planta (ADP); comprimento do pedicelo (CDP); número de frutos por plantas (NFP); persistência dos frutos (PSF); comprimento do fruto (CDF); largura do fruto (LDF); peso do fruto (PDF); número de sementes por fruto (NSF); comprimento da folha (CDFol) e largura do dossel vegetal (LDV).

Já os descritores qualitativos multicategóricos avaliados foram: número de flores por axila (NFA); hábito de crescimento da planta (HC); forma da folha (FFol); cor da folha (CFol); pubescência da folha (PBF); densidade de folhas (DF); antocianina nodal (ANT); constrição anelar do cálice (CAC); posição da flor (PFlor); formato da corola (FC); cor da corola (CC); cor da mancha da corola (CMC); cor da antera (CA); posição do fruto (PFr); cor do fruto no estado intermediário (CFEI); cor do fruto maduro (CFM); formato do fruto (FFr); forma do ápice do fruto (FAFr); textura da epiderme do fruto (TEF); firmeza e sustentação da haste (FSH); cor do caule (CDC); formato da haste ou caule (FHC) e espécie (ESP).



Para estimar a diversidade genética existente entre os acessos, foi realizada a análise de variância univariada (ANAVA), para os caracteres quantitativos, seguida do agrupamento das médias, por meio do teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade (SCOTT; KNOTT, 1974). A partir da distância generalizada de Mahalanobis, foi quantificada a contribuição relativa dos caracteres para a divergência genética, de acordo com o critério proposto por Singh (1981) e realizada a análise de componentes principais, utilizando-se o programa computacional GENES (CRUZ, 2006). Já dispersão gráfica dos componentes principais, mostrando o agrupamento dos acessos com base nos descritores quantitativos, foi obtida com o programa R (R Development Core Team, 2018).

Os descritores qualitativos foram analisados a partir da moda de cada variável por acesso, sem repetição. A matriz de dissimilaridade obtida, adotando-se a distância euclidiana, foi utilizada para o agrupamento dos acessos pelo método de otimização de Tocher (RAO, 1952) modificado (Sequencial), proposto por Vasconcelos et al. (2007).

A partir da combinação dos conjuntos de caracteres (quantitativos e qualitativos), adotando-se a distância generalizada de Gower (1971) como medida de dissimilaridade, os acessos foram agrupados pelo método hierárquico de ligação média entre grupos (UPGMA), e submetidos à análise discriminante e de probabilidade de associação, sendo que nas duas últimas, utilizou-se a informação a priori do agrupamento UPGMA para a verificação da consistência dos grupos formados, também com auxílio do software R (R Development Core Team, 2018).

### **3.3 Resultados e Discussão**

Pela análise de variância (ANAVA), evidenciaram-se diferenças significativas entre os acessos de pimentas para todos os descritores quantitativos, o que indica presença de variabilidade entre os mesmos (Tabela 3.2). Os coeficientes de variação experimental (CV) variaram de 5,2% (NDM) a 31,4% (NFP) (Tabela 3.3) sendo, portanto, satisfatórios, uma vez que foram detectadas diferenças altamente significativas entre os acessos.

**Tabela 3.2** - Estimativas dos quadrados médios (QM) e coeficientes de variação experimental (CV) obtidos na análise de variância de 12 descritores quantitativos de pimentas, avaliados em 50 acessos, provenientes do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum*, da Universidade Federal do Piauí (BAGC - UFPI), Teresina, PI, 2018.

F.V	G.L	QM											
		NDF	NDM	ADP	CDP	NFP	PSF	CDF	LDF	PDF	NSF	CDFol	LDV
<b>Tratamentos</b>	49	792,8*	1013,8*	2650,1*	5,82*	7523,7*	578*	25,9*	4,18*	142*	2712,6*	14,4*	817*
<b>Resíduo</b>	150	28,7	43,7	148,5	0,21	326,3	29,9	0,42	0,06	5,02	62,8	0,82	59,3
<b>Total</b>	199												
<b>CV (%)</b>		6,5	5,2	21,1	13,9	31,4	7,8	17,5	13,5	28,9	18,7	17,7	16,3

\*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

F.V – Fontes de Variação; G.L – Graus de liberdade;

NDF - número de dias para o florescimento; NDM - número de dias para a maturação; ADP - altura da planta; CDP - comprimento do pedicelo; NFP - número de frutos por planta; PSF - persistência dos frutos; CDF - comprimento do fruto; LDF - largura do fruto; PDF - peso do fruto; NSF - número de sementes por fruto; CDFol - comprimento da folha; LDV - largura do dossel vegetal.

De acordo com os resultados obtidos pelo teste de agrupamento de médias de Scott & Knott (Tabela 3.3), os genótipos foram diferenciados em seis grupos em relação ao descritor NDF, sendo os acessos BAGC 236 e 98 os mais precoces (45 e 49 dias para o florescimento, respectivamente) e BAGC 88, o que apresentou floração mais tardia (115 dias). Já em relação ao NDM, também houve a formação de seis grupos, com o acesso BAGC 88 sendo considerado o mais tardio (184 dias para a maturação) e o acesso BAGC 236 o mais precoce.

O acesso BAGC 236, que apresenta aspectos decorativos, possui o menor ciclo, 100 dias, concordado com a recomendação da Isla Sementes, que propõe média 100 dias para a maturação de pimenteiras ornamentais. A variabilidade dos genótipos, em relação ao ciclo total, mostra que 94% dos acessos apresentam o número de dias para colheita semelhante aos das cultivares comercializadas pela Isla e pela Feltrin Sementes, que variam de 90 a 150 dias (FELTRIN, 2018; ISLA, 2018).

Seis grupos foram formados para ADP, com BAGC 132 apresentando a maior média (135 cm) e os acessos BAGC 100, 207, 199, 224, 236, 98 e 203 permanecendo no grupo com médias menores que 23 cm. Quanto ao CDP, o acesso BAGC 95 apresentou a maior média (7,01 cm) e os acessos BAGC 147, 226 e 203 formaram o grupo com as menores médias (1,22 cm, 1,38 cm e 1,55 cm).

A variabilidade observada para a altura das plantas é útil, uma vez que os produtores de pimentas preferem plantas com um maior porte para facilitar a colheita, já as floriculturas buscam por pimenteiras com menor porte para uso ornamental. A variação no comprimento de pedicelo dos frutos dos acessos também é importante, com ênfase para comprimentos maiores de pedúnculo, pois destacam os frutos das folhagens, facilitando a colheita e ressaltando os aspectos decorativos de frutos de pimenteiras ornamentais.

Para o NFP, os acessos foram diferenciados em seis grupos, com BAGC 204 e 225 formando o grupo de maior média (175 e 173 frutos) e BAGC 229, 145 e 147, no grupo com as menores médias (5 frutos). Para o descritor PSF, sete grupos foram diferenciados, sendo que os frutos mais persistentes foram os dos acessos BAGC 180 e 198 (96 e 93 dias) e os frutos de menor persistência, dos acessos BAGC 97 e 197 (43 e 41 dias).

**Tabela 3.3 – Médias\* de 12 descritores quantitativos avaliados em 50 acessos de pimentas, provenientes do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum*, da Universidade Federal do Piauí (BAGC - UFPI), Teresina, PI, Brasil, 2018. (Continua).**

<b>Acesso</b>	<b>NDF</b> (dias)	<b>NDM</b> (dias)	<b>ADP</b> (cm)	<b>CDP</b> (cm)	<b>NFP</b>	<b>PSF</b> (dias)	<b>CDF</b> (cm)	<b>LDF</b> (cm)	<b>PDF</b> (g)	<b>NSF</b>	<b>CDFoi</b> (cm)	<b>LDV</b> (cm)
<b>BAGC 237</b>	80c	127,5d	54,3e	2,67f	126,5c	66,7d	2,02h	1,59g	1,15f	24f	3,31f	47,7b
<b>BAGC 236</b>	45f	100f	20,7f	2,1g	82d	89a	1,1i	0,5i	0,3f	20d	1,3g	25,7d
<b>BAGC 238</b>	83,2c	127,5d	59d	2,15g	129,5c	65,3e	2,17h	1,47g	0,9f	26f	3,24f	58,2b
<b>BAGC 95</b>	75d	124,7e	86,3c	7,01a	31f	68,5d	7c	2,2e	5,27e	66c	8,2b	61,5a
<b>BAGC 96</b>	100b	128d	75,5c	2,75f	44,5e	75c	1,3i	1,81f	1,71f	42e	6,7c	38,5c
<b>BAGC 97</b>	83,5c	122,7e	79c	4,87c	15,5f	43g	3,79e	2,91d	6,22e	54,7d	5,56d	66a
<b>BAGC 98</b>	49f	107f	20f	3,1f	14f	82c	3,5f	1,9f	2,7e	35e	6c	33,7c
<b>BAGC 100</b>	66e	118e	23f	2,3f	15f	83b	3g	1,9f	2,5e	31e	5,4d	31,5d
<b>BAGC 101</b>	83,5c	138c	48,7e	2,34f	12f	65,5e	2,45g	0,43i	0,4f	12,3g	4,63e	45,5c
<b>BAGC 108</b>	82,3c	104,5f	66d	6,01b	14,25f	61,3e	5,11d	3,31c	9,07d	47,3e	4,5e	55,2b
<b>BAGC 112</b>	80,5c	135,5c	61,7d	3,3f	23,25f	65,7e	2,01h	0,59i	0,43f	15g	3,25f	42,5c
<b>BAGC 113</b>	87,5c	125,5e	70,3d	4,2d	14f	69,7d	2,65g	2,64d	5,8e	36,7e	5,5d	57,7b
<b>BAGC 88</b>	115a	184a	57,3d	3,72e	8,25f	56,3f	1,98h	0,4i	0,42f	10g	5,4d	52,5b
<b>BAGC 200</b>	87,5c	130,3d	62,5d	3,02f	65,5e	56,5f	2,41g	1,77f	3,04e	46,6e	5,3d	52,5b
<b>BAGC 201</b>	82,3c	119,5e	78c	2,15g	68,75e	54,7f	3,28f	1,57g	1,35f	37,7e	5,2d	62,7a
<b>BAGC 221</b>	83,7c	129,5d	80,7c	3,8e	51,25e	59,5e	3,6f	0,82h	1,33f	39e	4,2e	50,8b
<b>BAGC 235</b>	106,5b	133,7c	42,3e	3,6e	26,25e	76,5c	6,57c	1,85f	3,09e	18,3g	5,3d	53b
<b>BAGC 223</b>	79,5c	111,7f	54,5e	2,9f	99d	79,5c	2,19h	1,54g	1,33f	32,3e	3,98e	51,2b
<b>BAGC 224</b>	61e	107f	20,7f	2,8f	28f	90a	2,7g	2f	2,9e	36e	3,9e	26,2d
<b>BAGC 199</b>	57e	110f	21,5f	3f	82d	90a	2h	1,1h	1f	57d	4,6e	34c
<b>BAGC 206</b>	72d	112,5f	71d	5,3c	31,25f	70,5d	6,01c	1,88f	6,47e	66c	6,1c	60,5a
<b>BAGC 207</b>	63e	107f	21,7f	3,3f	29f	84b	3,5f	0,8h	0,9f	23f	3,8e	21,7d
<b>BAGC 228</b>	70,5d	108,5f	42,5e	3,6e	7,75f	79,5c	15,2a	3,96b	21,1b	77b	12,15a	34,7c
<b>BAGC 127</b>	99,5b	136c	63d	4,25d	57,75e	77c	4,78d	1,09h	3,27e	25,7f	5,2d	60,3a
<b>BAGC 180</b>	73,5d	127d	40,5e	3,9d	6,75f	96a	4,22e	3,8b	17,6c	77b	7,1c	34,3c

**Tabela 3.3 – Médias\* de 12 descritores quantitativos avaliados em 50 acessos de pimentas, provenientes do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum*, da Universidade Federal do Piauí (BAGC - UFPI), Teresina, PI, Brasil, 2018. (Conclusão).**

<b>Acesso</b>	<b>NDF</b> (dias)	<b>NDM</b> (dias)	<b>ADP</b> (cm)	<b>CDP</b> (cm)	<b>NFP</b>	<b>PSF</b> (dias)	<b>CDF</b> (cm)	<b>LDF</b> (cm)	<b>PDF</b> (g)	<b>NSF</b>	<b>CDFol</b> (cm)	<b>LDV</b> (cm)
<b>BAGC 225</b>	81,5c	116,3e	69,3d	1,73g	173a	60,5e	2,5g	0,97h	0,67f	15g	1,9g	67a
<b>BAGC 226</b>	83c	111,5f	80,3c	1,38h	120c	72d	0,9i	1,12h	0,6f	21f	3,86e	63,5a
<b>BAGC 239</b>	103b	137c	37e	3,6e	52,5e	61,7e	2,71g	0,59i	0,62f	16g	5,43d	33,3c
<b>BAGC 150</b>	87,2c	132,5d	49e	2,5f	6,75f	61e	4,7d	2,64d	12,7d	62,2c	4,5e	43c
<b>BAGC 151</b>	100,3b	147c	97,7b	3,96f	24,5f	69d	5,11d	1,7g	4,45e	66,3c	5,1d	67,3a
<b>BAGC 195</b>	98,7b	137c	112,3b	3,5e	32,75f	84,5b	2,97g	2,12e	4,41e	45e	6,45c	61,8a
<b>BAGC 196</b>	83,5c	141,7c	63,5d	2g	9,25f	55,7f	2,61g	0,82h	0,44f	10g	4,3e	48,3b
<b>BAGC 197</b>	83,2c	120,3e	72,7c	2,67f	111,75c	41g	1,35i	1,79f	1,26f	32e	2,6f	57,5b
<b>BAGC 198</b>	92,7b	115e	108b	3,96d	60e	93a	3,53f	1,92f	3,88e	36e	7,5b	35c
<b>BAGC 202</b>	74d	119e	45,5e	4,6d	21,5f	68d	11,95b	2,3e	10,8d	124a	8,1b	38,3c
<b>BAGC 203</b>	74d	114f	18,3f	1,55h	10f	85b	1,5i	1,1h	1,2f	18g	4,8d	23,5d
<b>BAGC 220</b>	74d	114f	36,3e	3,8e	20f	75c	3,9e	0,6i	1,4f	38e	6c	35c
<b>BAGC 229</b>	71d	131,5d	33,5f	2,78f	5f	74,5c	3,89e	2,41d	9,8d	57d	6,2c	29,8d
<b>BAGC 230</b>	72,3d	116e	33f	2,79f	8,25f	74c	5,09d	1,05h	1,67f	44,5e	4,04e	38,3c
<b>BAGC 149</b>	80,7c	112f	40,3e	4,01d	8,5f	68d	6,13c	5,35a	29,6a	130a	7,88b	41,7c
<b>BAGC 204</b>	79,3	117,5e	68d	2,6f	175b	63,5e	2,54g	1,55g	1,16f	37,6e	2,56f	73,5a
<b>BAGC 205</b>	85,5c	126,5d	60,3d	1,9f	144b	68d	2,21h	1,35g	0,91f	40,3e	2,58f	63,3a
<b>BAGC 144</b>	101b	135c	65,3d	5,03c	16f	67,7d	3,55f	3,18c	9,67d	78,5b	5,2d	55,2b
<b>BAGC 145</b>	85c	131,5d	41,5e	3,5e	5f	64,5e	4,9d	1,63g	3,54e	35,5e	4,55e	29d
<b>BAGC 146</b>	82c	136c	84,3c	4,9c	50e	69,5d	4,14e	2,02f	4,14e	40,6e	4,92d	67,5a
<b>BAGC 147</b>	86c	164,3b	54,3e	1,22h	5f	50f	0,61i	0,85h	0,29f	11,7g	4,6e	30,3d
<b>BAGC 148</b>	80,3c	112f	31f	2,34f	7,25f	72,5d	5,24d	3,26c	15,9c	57d	8,1b	35,5c
<b>BAGC 132</b>	101,7b	161,5b	135a	2,65f	13f	67d	1,65h	1,64g	2,71e	33,5e	7,02c	72a
<b>BAGC 244</b>	101,7b	138,3c	42,7e	5,05c	15,75f	69d	3,29f	3,25c	9,66d	80,1b	5,17d	37c
<b>BAGC 246</b>	82,3c	127,7d	77,5c	2,6f	9f	64,7e	4,26e	1,22h	1,3f	25,2f	6,75c	52,5b

\* Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, a 5 % de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

NDF - número de dias para o florescimento; NDM - número de dias para a maturação; ADP - altura da planta; CDP - comprimento do pedicelo; NFP - número de frutos por planta; PSF - persistência dos frutos; CDF - comprimento do fruto; LDF - largura do fruto; PDF - peso do fruto; NSF - número de sementes por fruto; CDFol - comprimento da folha; LDV - largura do dossel vegetal.

O número de frutos é um descritor de produção muito útil, mas que deve ser considerado junto aos descritores LDF, CDF e PDF, pois os genótipos com maiores médias de NFP apresentaram as menores médias de largura, comprimento e peso do fruto, e vice-versa. A persistência dos frutos também é importante em avaliações morfoagronômicas, pois acredita-se que quanto maior a persistência, maior o tempo de prateleira dos frutos destinados ao mercado de hortaliças. A boa persistência dos frutos se destaca ainda por ser um dos critérios do padrão de qualidade da Cooperativa Veiling Holambra para pimentas ornamentais (IBRAFLOR, 2018).

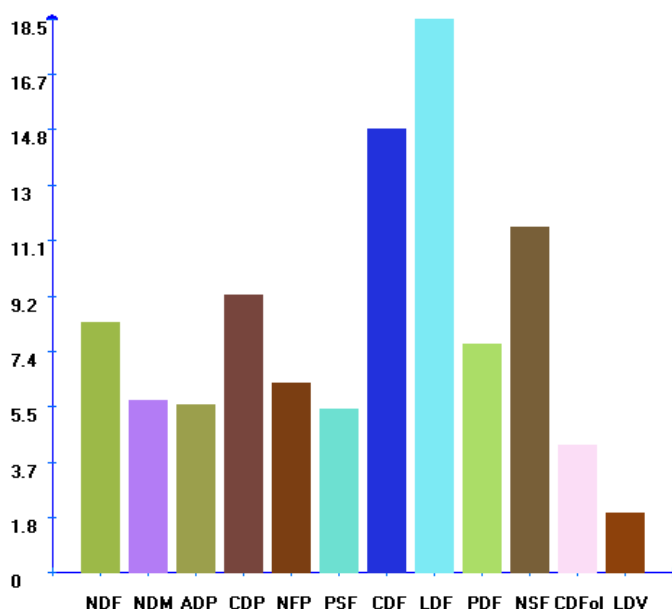
Os acessos foram divididos em nove grupos com base no CDF, sendo BAGC 228, o acesso com os frutos de maior comprimento (15,2 cm), e BAGC 203, 197, 96, 236, 226 e 147 apresentaram os menores frutos, com tamanhos inferiores a 1,5 cm de comprimento. Em relação ao descritor LDF, as médias foram diferenciadas em nove grupos, destacando-se o acesso BAGC 149 com os frutos mais largos, média de 5,35 cm. Já os frutos mais estreitos foram os dos acessos BAGC 239, 112, 220, 236, 101 e 88, que apresentaram largura inferior a 0,6 cm. Sudré et al. (2005) obtiveram resultados semelhantes para o comprimento do fruto que variaram de 1,2 a 14,66 cm e Fonseca et al. (2008), de 1 a 12 cm. Resultados similares foram obtidos por Rivera et al. (2016), que observaram variação de 1,6 a 5,6 cm de largura em *C. annuum*.

Os acessos foram divididos em seis grupos com base no PDF, sendo que BAGC 149 se diferenciou por exibir a maior média (29,6 g), já os acessos BAGC 205, 238, 225, 239, 226, 196, 112, 88, 101, 147 e 236 ficaram no grupo dos frutos mais leves, que apresentaram médias inferiores a 1 g. Esse resultado é análogo ao de Baba et al. (2016) que obtiveram variação de 0,46 a 24,18 g para o peso de frutos. O acesso com maior peso foi um pimentão amarelo, *C. annuum*, similar ao estudo de Rivera et al. (2016), que observaram um grupo de pimentões *landraces* com frutos variando de 27,4 a 28,1 g, e Sudré et al. (2005), com pimentões, variando de 25,54 a 48,28 g.

Os acessos BAGC 149 e 202 se diferenciaram dentre os oito grupos formados com base no NSF, por apresentarem as maiores médias (130 e 124 sementes, respectivamente), em contrapartida, os acessos BAGC 235, 203, 239, 225, 112, 101, 147, 196 e 88 se diferenciaram em um grupo com as menores médias (menos de 19 sementes). A variabilidade para esse descritor foi parecida com a observada por Sudré et al. (2010), que encontraram variação de 26 a 155 sementes por frutos.

Em relação ao CDFol, foram formados sete grupos, sendo que BAGC 228 apresentou a maior média (12,15 cm) e BAGC 225 e 236 exibiram os menores comprimentos foliares (1,9 e 1,3 cm, respectivamente). Com base na LDV, os acessos foram diferenciados em quatro grupos, com BAGC 204 e 132 compondo o de maiores médias (73,5 e 72 cm, respectivamente), e BAGC 203 e 207, alocados no grupo com os menores dosséis vegetais (23,5 e 21,7 cm, respectivamente). Descritores de folhas são importantes na avaliação de pimenteiros ornamentais, entretanto, a Veilling Holambra (2018) não sugere tamanho específico para folhas, mas adverte que pimenteiros ornamentais devem apresentar boa cobertura de vaso.

A contribuição relativa dos caracteres quantitativos para a divergência genética pelo método de Singh mostrou que os descritores CDF e LDF com valores, 18,5 e 14,9%, respectivamente (Figura 3.1), foram os que mais contribuíram para a divergência genética entre os acessos estudados. LDV apresentou apenas 2% de contribuição relativa, sendo, portanto, sugerido para descarte.



**Figura 3.1** - Contribuição relativa de 12 caracteres para o estudo de diversidade genética, proposto por Singh (1981), em 50 acessos, provenientes do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum*, da Universidade Federal do Piauí (BAGC - UFPI), Teresina, PI, Brasil, 2018.

Legenda da planta; CDP - comprimento do pedicelo; NFP - número de frutos por planta; PSF - persistência dos frutos; CDF - comprimento do fruto; LDF - largura do fruto; PDF - peso do fruto; NSF - número de sementes por fruto; CDFol - comprimento da folha; LDV - largura do dossel vegetal.

Com base na análise dos componentes principais, se obteve os autovalores e porcentagens da variância explicada por cada componente (Tabela 3.4). Os dois primeiros foram responsáveis por 60,8% da variância total, em que o CP1 explicou 36,5% e o segundo, CP2, 24,3% da variação dos dados. Somente no CP4, 80% da variância foi acumulada. No entanto, Manly (2008) destaca que nem sempre a análise de componentes principais acumula 80% da variação nos dois ou três primeiros componentes, é o caso de variáveis originais pouco correlacionadas.

**Tabela 3.4** - Estimativas de componentes principais (CPs), autovalores (AV), porcentagem da variância explicada e proporção acumulada (%) para 12 descritores quantitativos avaliados em 50 de pimentas, provenientes do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum*, da Universidade Federal do Piauí (BAGC - UFPI), Teresina, PI, Brasil, 2018.

Componente principal	AV	AV (%)	% Acumulada
CP1	4,37	36,5	36,5
CP2	2,91	24,3	60,8
CP3	1,47	12,3	73,1
CP4	0,83	6,9	80,0
CP5	0,69	5,7	85,7
CP6	0,55	4,6	90,3
CP7	0,39	3,3	93,6
CP8	0,26	2,2	95,8
CP9	0,21	1,7	97,5
CP10	0,16	1,3	98,8
CP11	0,11	0,8	99,6
CP12	0,05	0,4	100,0

Os dois primeiros CPs (60,8% da variação) foram utilizados para plotar um gráfico *biplo*t, seguindo o critério de Kaiser (KAISER, 1958), que indica selecionar os componentes principais (CPs) que explicam a maior parte da variação dos dados e que exibam autovalores maiores do que 1 ( $AV > 1$ ) (SAVEGNAGO et al., 2011).

Com base nos coeficientes de ponderação (Tabela 3.5), no CP1 ficou evidente o contraste entre os descritores NFP (número de frutos por planta) e NSF (número de sementes por fruto) podendo ser chamado de componente de contraste de fruto.

No CP2 se destacaram os descritores ADP (altura da planta), NDM (número de dias para a maturação), NDF (número de dias para o florescimento) e LDV (largura do dossel vegetal) e neste caso pode-se chamá-lo de componente de aspecto vegetativo-reprodutivo.



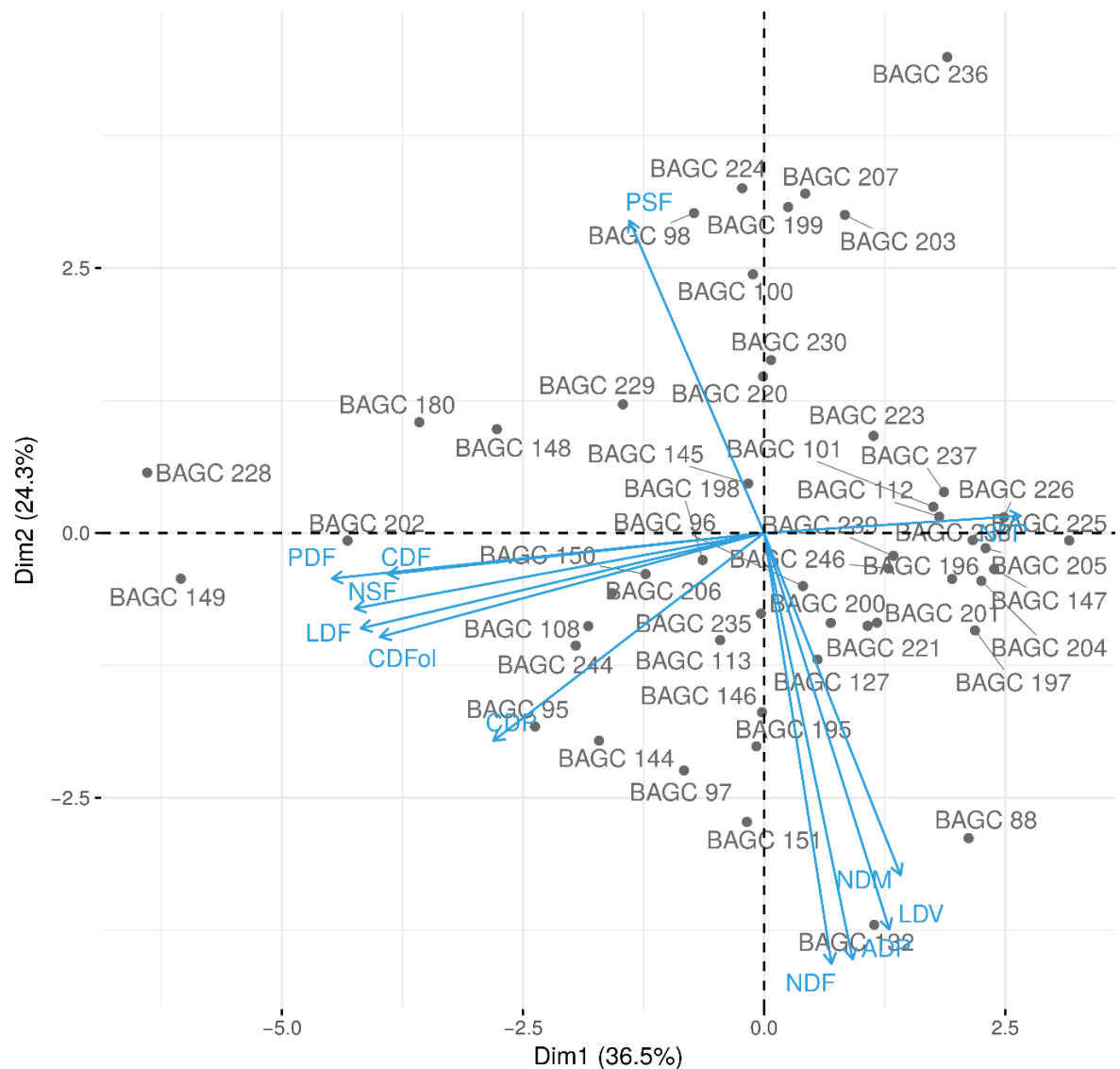
**Tabela 3.5** - Coeficientes de ponderação dos dois primeiros componentes principais com base em 12 descritores quantitativos, avaliados em 50 acessos de pimentas, provenientes do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum*, da Universidade Federal do Piauí (BAGC - UFPI), Teresina, PI, 2018.

Variável	CP1	CP2
NDF	-0,0040	-0,3535
NDM	0,0536	-0,3628
ADP	-0,1450	-0,7560
CDP	0,0086	-0,0095
NFP	-0,9535	0,1695
PSF	0,0405	0,1892
CDF	0,0209	0,0073
LDF	0,0076	0,0006
PDF	0,0583	0,0218
NSF	0,1946	0,0670
CDFol	0,0222	-0,0077
LDV	-0,1510	-0,3194

O gráfico *Biplot* (Figura 3.2) com as posições relativas dos acessos e dos descritores quantitativos, considerando os dois primeiros componentes, mostra que os acessos BAGC 98, 100, 199, 203, 207, 220, 224 e 236 se agruparam por apresentarem os maiores valores de PSF, e se destacaram dos demais por exibirem as menores médias de ADP, LDV, NDF e NDM. Estas características, conforme os critérios propostos pela Veilling Holambra (2018), se destacam para fins ornamentais.

Os acessos da espécie *C. annum*, BAGC 149, 180, 202 e 228, se agruparam em relação aos descritores de produção (PDF, CDF, LDF, NSF) e CDFol por apresentarem altas médias e baixo NFP. Essa caracterização está de acordo com Eshbaugh (2012), quando destaca as variedades de pimentão, pimenta-doce e *cayenne* estão entre as plantas que apresentam maiores frutos do gênero *Capsicum*. O referido grupo, além de apresentar aspectos produtivos desejáveis, mostra que os acessos são contrastantes e se destacam dos demais pimentões, pimentas doces e *cayennes* desse estudo, e são potenciais genitores em um programa de melhoramento de *C. annum* que vise produtividade de frutos.

A análise de componentes principais agrupou os acessos da espécie *C. baccatum* (BAGC 95, 144, 151 206 e 244) com base no CDP, mostrando que esse descritor pode ser eficiente na discriminação de *C. baccatum* das outras espécies do gênero.



**Figura 3.2** - Dispersão gráfica, via análise de componentes principais – PCA, considerando os dois primeiros componentes para 12 descritores quantitativos de 50 acessos de pimentas, provenientes do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum*, da Universidade Federal do Piauí (BAGC - UFPI), Teresina, PI, Brasil, 2018.

NDF - número de dias para o florescimento; NDM - número de dias para a maturação; ADP - altura da planta; CDP - comprimento do pedicelo; NFP - número de frutos por planta; PSF - persistência dos frutos; CDF - comprimento do fruto; LDF - largura do fruto; PDF - peso do fruto; NSF - número de sementes por fruto; CDFol - comprimento da folha; LDV - largura do dossel vegetal.

Os acessos BAGC 88 e 132 se destacaram pela maturação tardia (NDF e NDM), sendo que BAGC 132 ainda se destacou por apresentar maiores médias para LDV e ADP. Já os acessos BAGC 204, 205, 223, 225, 226, 237 e 238 foram agrupados em relação as maiores médias para NFP.

Na dispersão gráfica (Figura 3.2) os ângulos agudos ( $<90^\circ$ ) entre os descritores indicam correlação positiva entre os mesmos, ângulos obtusos ( $>90^\circ$ ) indicam correlação negativa e ângulos retos ( $=90^\circ$ ) indicam ausência de correlação. Os descritores NDF, NDM, ADP e LDV apresentam correlação positiva entre si, porém correlação negativa com PSF. Os descritores de produção (PDF, LDF, CDF, NSF) e CDFol apresentam correlação entre si, mas correlação negativa com NFP e não existe correlação entre os descritores de aspectos vegetativos CDFol e LDV.

Pelo Método de Otimização de Tocher Sequencial foram formados nove grupos, com base nos vinte e três descritores qualitativos multicategóricos (Tabela 3.6).

**Tabela 3.6** - Agrupamento dos 50 acessos de pimentas *Capsicum*, estabelecidos pelo método de Tocher Sequencial, a partir da distância euclidiana, com base em 23 descritores qualitativos multicategóricos, com correlação cofenética = 0,86.

Grupo	Acessos
G1	BAGC 237, BAGC 238, BAGC 204, BAGC 205, BAGC 201, BAGC 200, BAGC 223, BAGC 226, BAGC 96, BAGC 127
G2	BAGC 100, BAGC 203, BAGC 98, BAGC 224, BAGC 207, BAGC 236, BAGC 220, BAGC 199
G3	BAGC 151, BAGC 144, BAGC 244, BAGC 95, BAGC 206
G4	BAGC 101, BAGC 88, BAGC 239, BAGC 112, BAGC 221, BAGC 196, BAGC 225
G5	BAGC 202, BAGC 148, BAGC 230, BAGC 229, BAGC 145, BAGC 228
G6	BAGC 108, BAGC 113, BAGC 146, BAGC 97, BAGC 132, BAGC 195, BAGC 235, BAGC 246
G7	BAGC 180, BAGC 149, BAGC 150
G8	BAGC 197, BAGC 147
G9	BAGC 198

O grupo G1 foi composto por acessos da espécie *C. chinense* (BAGC 237, 238, 204, 205, 201, 200, 223, 226, 96 e 127), e caracterizado por apresentar hábito de crescimento compacto, caule verde, cilíndrico e firme, folhagem de densidade intermediária, folhas de formato oval com média a alta pubescência quando jovens,

presença de antocianina nodal roxa e duas ou mais flores por nó reprodutivo, flores semieretas, com corola amarela esverdeada e anteras azuis, frutos predominantemente semieretos, arredondados ou triangulares e com constrição anelar do cálice (característica específica de *C. chinense*). O grupo foi formado por pimentas popularmente conhecidas por biquinho, pimenta-ouro, murici, pimenta-de-cheiro-ardida e pimenta-de-bode, no qual os frutos possuem coloração variada do amarelo-claro ao vermelho, ideais para a preparação de conservas com vinagre e azeite, e devido suas cores podem ser utilizadas na confecção de conservas ornamentais (REIFSCHNEIDER, 2014).

O grupo G2 englobou os acessos da espécie *C. annuum* com potencial ornamental (BAGC 100, 203, 98, 224, 207, 236, 220 e 199), apresentando hábito de crescimento compacto, folhagem verde escura ou variegada e densa, e firmeza do caule (sem necessidade de tutoramento), folhas lanceoladas, flores eretas de cor branca ou roxa, anteras de cor amarela ou azul, frutos com epiderme lisa, com várias cores durante a maturação, eretos, triangulares e com ápice pontiagudo. A folhagem variegada, as flores e frutos coloridos são aspectos decorativos que fazem das pimentas boas alternativas para o mercado de flores e plantas ornamentais (STOMMEL; GRIESBACH, 2005).

O grupo G3 foi constituído por acessos da espécie *C. baccatum* (BAGC 151, 144, 244, 95 e 206) que se diferencia dos demais grupos por apresentarem plantas com crescimento prostrado ou ereto, predominância de folhas deltoides e esparsas, presença de flores brancas com mancha na corola de cor amarela e anteras também amarelas, frutos pendentes, alongados ou triangulares, com epiderme de textura lisa com estrias e ápice do tipo pontiagudo. No entanto, alguns acessos (BAGC 95 e 151) apresentaram frutos com coloração vermelha com manchas marrons. Os acessos divergiram ainda por exibirem caules com formato angular e de cor verde com estrias roxas e pela ausência de firmeza. As pimentas dedo-de-moça que representam o grupo G3 podem ser utilizadas na confecção de geleias e molhos, mas quando desidratadas na forma de flocos com sementes podem ser comercializadas como pimenta 'Calabresa' (MOREIRA et al., 2006).

No grupo G4 foram alocados os acessos de pimenta malagueta (BAGC 101, 88, 239, 112, 221, 196 e 225) representantes da espécie *C. frutescens* e exibiram caules predominantemente angulares, folhas de formato oval, levemente pubescentes ou com pubescência densa (BAGC 225) e folhagem com densidade intermediária,

plantas com duas ou mais flores por axila (nó reprodutivo), corola amarela esverdeada e anteras de cor azul-pálido, frutos alongados e pontiagudos, eretos (exceto BAGC 196), de cor verde quando imaturos e vermelha quando maduros e a ausência de constrição anelar que os distingue de *C. chinense* (NUEZ-VIÑALS et al, 2003). As pimentas malaguetas, *C. frutescens*, estão entre as pimentas mais populares no continente asiático, e são majoritariamente utilizadas na fabricação de molhos (YAMAMOTO; NAWATA, 2005).

Já o grupo G5 foi formado por acessos da espécie *C. annuum* (BAGC 202, 148, 230, 229, 145 e 228) conhecidos por pimentões, pimentas doces, pimentas caienas ou *cayenne* e *jalapeño*. G5 foi caracterizado por hábito de crescimento ereto, caules verdes com antocianina nodal, predominantemente roxa-clara e sem sustentação ou firmeza, necessitando de tutoramento, com uma flor por axila, sendo a flor pendente e de coloração branca-esverdeada, frutos alongados e com ápice pontiagudo, pendentes, de cor verde quando imaturos e vermelhos quando maduros. Segundo Lannes et al. (2007), entre os atributos de qualidade desejados para páprica (condimento obtido de pimentões e pimentas doces secas e moídas), a intensidade da cor vermelha é considerada um dos mais importantes.

O grupo G6 foi formado por acessos da espécie *C. chinense* (BAGC 108, 113, 146, 97, 132, 195, 235, 246) que divergiram do grupo G1 por apresentarem caule de formato angular, de cor verde com estrias roxas e hastes sem firmeza ou sustentação e ainda frutos pendentes e campanulados, que quando imaturos, apresentam coloração verde-claro, e quando maduros, a coloração pode ser amarelo-leitoso, amarelo, salmão ou vermelho. Normalmente os frutos são doces e extremamente aromáticos. As pimentas-de-cheiro são destinadas a comercialização em mercados de hortaliças frescas e usadas no preparo de saladas, e como tempero em carnes e peixes (REIFSCHNEIDER, 2014, BABA et al., 2016).

O grupo G7 foi constituído pelos acessos BAGC 180, 149 e 150 (*C. annuum*) que são pimentões vermelho escuro, amarelo e vermelho com manchas marrons, respectivamente. Frutos de epiderme lisa com estrias, eretos e com ápice afundado ou semiereto com ápice truncado (BAGC 150), folhas lanceoladas, flores com anteras de cor azul-pálido e hastes sem firmeza com necessidade de tutoramento. Já o G8 foi composto por dois acessos BAGC 197 e 147 (*C. chinense*) que se diferenciaram dos outros grupos de *C. chinense* por apresentarem frutos eretos e forma do ápice do tipo afundado. Os acessos do grupo G7 e G8, por apresentarem características

divergentes das suas espécies, *C. annuum* e *C. chinense*, respectivamente, podem ser genitores contrastantes em futuros programas de melhoramento de *Capsicum*.

O grupo G9 conteve apenas o acesso BAGC 198 da espécie *C. chinense*, e é conhecido popularmente por pimenta fidalga roxa, se diferenciando dos demais acessos por apresentar uma folhagem variegada do roxo ao verde escuro, corola amarelada com lobo violeta, anteras roxas, frutos com coloração rósea ao roxo durante estágio intermediário e caule roxo com antocianina nodal roxa escura, sendo, portanto, o acesso com características mais divergentes.

As diferentes espécies e variedades de pimentas podem ser discriminadas por características morfológicas dos frutos e, principalmente, das flores. Descritores qualitativos multicategóricos, por possuírem várias opções de classes para o caráter avaliado, têm sido muito eficientes na caracterização da diversidade de coleções de germoplasma (MOREIRA et al., 2006; SUDRÉ et al., 2006).

O método de agrupamento por otimização de Tocher (Rao, 1952) permite estabelecer grupos mutuamente exclusivos de indivíduos utilizando o critério de agrupamento que minimiza a distância média dentro de grupos e maximiza a distância média entre grupos. No entanto, Vasconcelos et al. (2007) propuseram uma modificação no método original, a qual foi utilizada nesse estudo, passando-o de um método simultâneo para o tipo sequencial (Tocher modificado), não mais apresentando um único critério de agrupamento. Em relação ao método original, esses autores afirmam a vantagem de, durante o processo de agrupamento, não mais existir a influência dos indivíduos já agrupados.

O método de Tocher Sequencial conseguiu separar acessos de pimentas da espécie *C. chinense*, mostrando a diversidade dentro da espécie. Essa variabilidade é justificada pelo fato do Brasil ser o seu centro de diversidade (REIFSCHNEIDER, 2000).

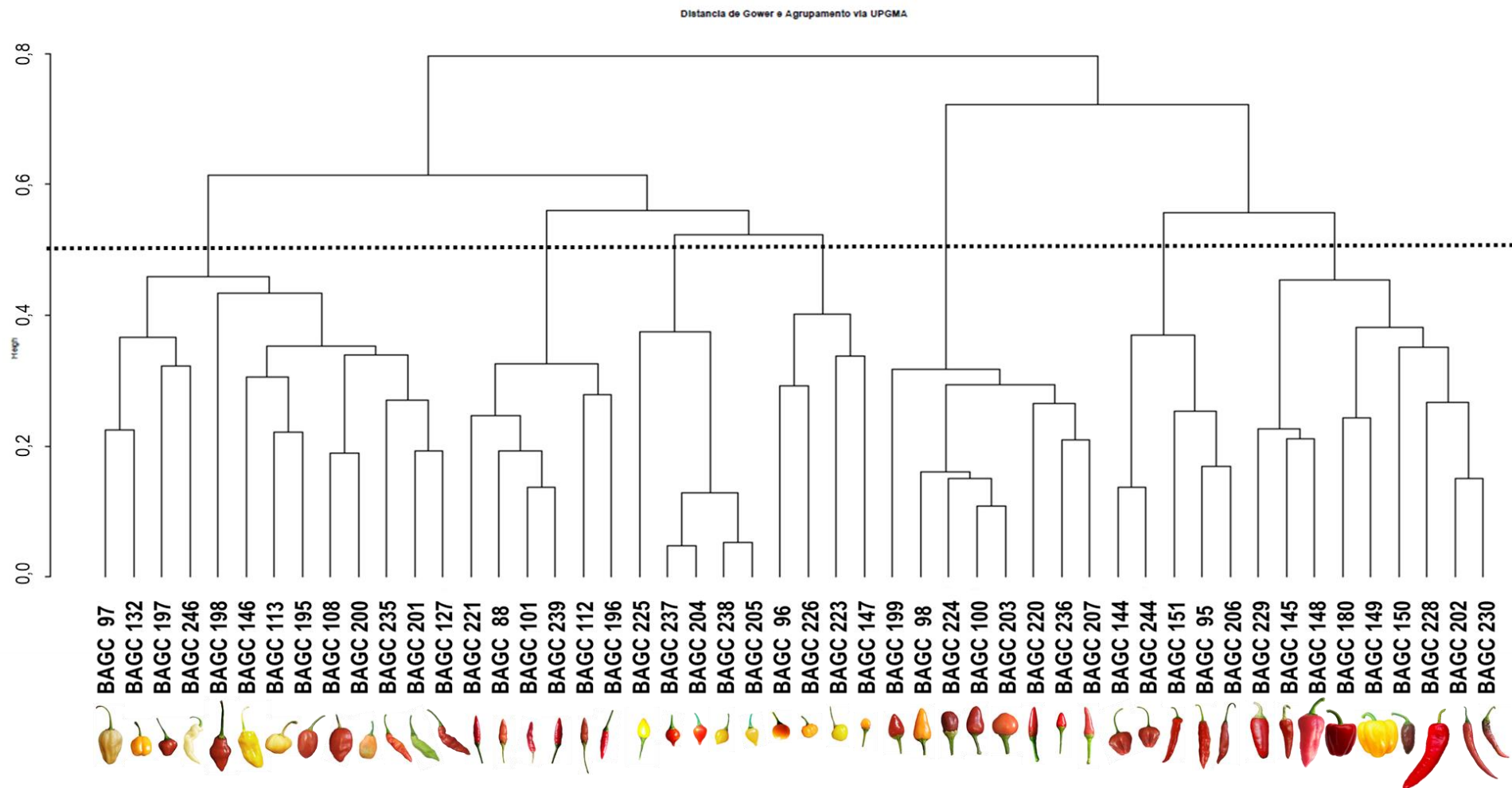
O número de grupos aqui formados foi superior aos obtidos no estudo de Büttow et al. (2010), que ao caracterizarem 20 acessos com base em 36 descritores morfológicos multicategóricos, obtiveram a formação de apenas três grupos, Vasconcelos et al. (2012), que avaliaram 22 acessos por meio de 10 descritores qualitativos multicategóricos e também obtiveram a formação de três grupos. Entretanto, nosso estudo foi similar ao de Monteiro et al. (2010), que pelo mesmo método obtiveram a formação de 8 grupos na análise de divergência de 23 acessos por meio de 19 descritores qualitativos multicategóricos. Os resultados destes estudos

reforçam o uso do Método de Tocher para caracteres qualitativos em avaliações de diversidade de *Capsicum*, e por se assemelharem ao nosso estudo contribuem para evidenciar a variabilidade das pimentas BAGC-UFPI que apresentaram um maior número de grupos.

O agrupamento pelo método hierárquico UPGMA, utilizando a distância de Gower, a partir da combinação de variáveis quantitativas e qualitativas formou sete grupos, considerando-se o corte próximo a 50% de distância genética (Figura 3.3). O grupo 1 reuniu acessos de pimenta-de-cheiro, murupi e habanero (BAGC 97, 132, 197, 246, 198, 146, 113, 195, 108, 200, 235, 201 e 127), representantes da espécie *C. chinense*, que apresentaram caule de formato angular, de cor verde com estrias roxas e hastes sem firmeza; flores de cor amarelo-esverdeada e contração anelar do cálice, características típicas da espécie. Exibiram ainda frutos pendentes e predominantemente campanulados e de ápice do tipo truncado, com diversas cores durante a maturação. Esses acessos mostraram as maiores médias para peso, largura e comprimento de fruto entre os genótipos de *C. chinense*.

O grupo 2 foi formado pelos acessos de malagueta da espécie *C. frutescens* (BAGC 221, 88, 101, 239, 112 e 196) que exibiram caules predominantemente angulares, folhas de formato oval, levemente pubescentes e exibindo também folhagem com densidade intermediária; plantas com duas ou mais flores por axila (nó reprodutivo), corola amarela esverdeada e anteras de cor azul-pálido, frutos estreitos, alongados, pontiagudos e predominantemente eretos e de cor verde quando imaturos e vermelha quando maduros e ausência de contração anelar que os distingue de *C. chinense*. Apresentaram as maiores médias para os dias de florescimento e maturação, concordando com a caracterização de *C. frutescens* realizada por Yamamoto e Nawata (2005), que mostram que essa espécie como plantas perenes e maturação tardia.

O grupo 3 foi constituído predominantemente por acessos de pimentas biquinho (BAGC 225, 237, 204, 238 e 205) da espécie *C. chinense*, que se diferenciou do grupo 1 por apresentar hábito de crescimento compacto, caule verde, cilíndrico e firme. Os acessos desse grupo apresentam folhagem de densidade intermediária, folhas de formato oval com média a alta pubescência quando jovens; presença de antocianina nodal roxa e duas ou mais flores por nó reprodutivo, sendo as flores semieretas e com anteras azuis; frutos pequenos, triangulares e pontiagudos. O grupo se desatacou ainda por exibir as maiores médias de frutos por planta.



**Figura 3.3** - Dendrograma obtido a partir da análise combinada de descritores quantitativos e qualitativos em 50 acessos de *Capsicum*, por meio da distância generalizada de Gower e do método de agrupamento UPGMA. Corte a 50% formando sete grupos e coeficiente de correlação cofenética ( $r$ ) = 0,76.



O grupo 4 também foi formado por acessos de *C. chinense* (BAGC 96, 226, 223 e 147), que se diferenciou dos demais grupos dessa espécie por possuir frutos arredondados e com cores variando apenas do amarelo ao laranja durante a maturação. Junto ao grupo 3, esses acessos apresentam as menores médias para peso, largura e comprimento de fruto entre os genótipos de *C. chinense*.

Acessos da espécie *C. annuum*, com potencial ornamental, constituíram o grupo 5 (BAGC 199, 98, 224, 100, 203, 220, 236 e 207) e exibiram hábito de crescimento compacto, folhagem verde escura ou variegada e densa, e firmeza do caule ou hastes (sem necessidade de tutoramento); ostentando ainda folhas lanceoladas, flores eretas de cor branca ou roxa, anteras de cor amarela ou azul; frutos com epiderme lisa, com várias cores durante a maturação, eretos, triangulares e com ápice pontiagudo. Esses acessos se destacaram ainda pelo pequeno porte (altura e largura do dossel), precocidade e pela persistência de seus frutos. Acessos com as características apresentadas pelo grupo são recomendadas por Sudré et al. (2005, 2006) para serem utilizadas no melhoramento com finalidade ornamental.

O grupo 6 englobou os acessos da espécie *C. baccatum* (BAGC 144, 244, 151, 95 e 206), que se caracterizaram pelo crescimento prostrado ou ereto, predominância de folhas deltoides, grandes e esparsas; presença de flores brancas com mancha na corola de cor amarela e anteras também amarelas. Os acessos divergiram ainda por apresentarem caules com formato angular e de cor verde com estrias. As plantas desse grupo possuem ainda frutos pendentes, alongados ou triangulares, com epiderme de textura lisa com estrias e ápice do tipo pontiagudo e os maiores comprimentos de pedicelo.

O grupo 7 foi composto pelos acessos de *C. annuum* (BAGC 229, 145, 148, 180, 149, 150, 228, 202 e 230) representados por pimentões, pimentas doces, *cayennes* e *jalapeños* e exibiram flores predominantemente de coloração branca esverdeada e ausência de firmeza em suas hastes. Este grupo se destaca dos demais pelas maiores médias de comprimento, largura e peso de fruto e ainda pela grande quantidade de sementes por frutos.

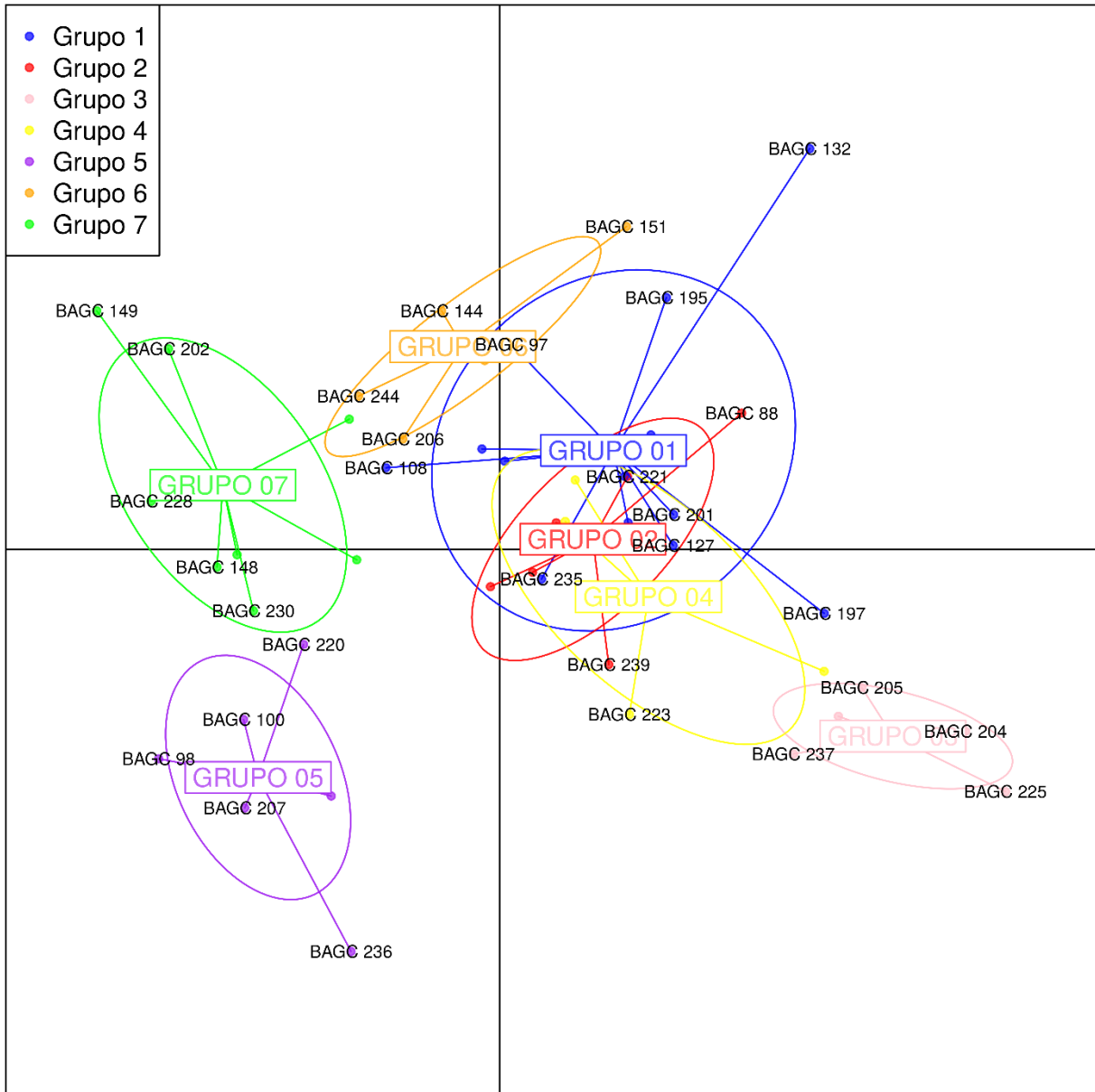
Büttow et al. (2010) caracterizaram 20 acessos com base em 34 descritores morfológicos multicategóricos e por meio do agrupamento UPGMA obtiveram a formação de quatro grupos no seu estudo. Já Costa et al. (2015), caracterizando 40 acessos de *Capsicum* da coleção de germoplasma da Universidade Federal do Amazonas com 56 descritores, obtiveram a formação de 8 grupos pelo mesmo

método. Monteiro et al. (2010), também caracterizando acessos do Banco de germoplasma *Capsicum* Universidade Federal do Piauí, obtiveram a formação de 4 grupos na análise de divergência de 23 acessos por meio de 19 descritores qualitativos multicategóricos. Campos et al. (2016) caracterizando 21 acessos por meio de 70 descritores morfoagronômicos obtiveram 6 grupos pelo método UPGMA com corte a 32% de distância genética. Os resultados obtidos por esses autores evidenciam a eficiência do Método UPGMA em estudos de diversidade, e por serem similares ao nosso estudo, reforçam nossos resultados, que mostram a alta variabilidade entre os acessos de *Capsicum* do Nordeste alocados no BAGC-UFPI.

Silva e Dias (2013) enfatizam que em estudos de agrupamento, é aconselhável, realizar uma avaliação de consistência, de modo que as conclusões sobre a semelhança entre indivíduos de um grupo sejam confiáveis. No presente estudo, o gráfico da Figura 3.4 corresponde ao agrupamento com base na análise discriminante sob componentes principais, plotado a partir dos três primeiros componentes principais, e utilizou a informação do agrupamento obtido anteriormente (UPGMA via distância de Gower). Cada cor simboliza os grupos obtidos a priori e fornecem, portanto, a possibilidade de verificação da consistência desse agrupamento com relação à análise discriminante.

Verificou-se forte consistência comparando-se o dendrograma e os grupos formados pela análise discriminante (Figura 3.4), tendo em vista que no grupo 1 mantiveram-se os acessos de pimenta-de-cheiro e murupi (*C. chinense*) (BAGC 132, 195, 97, 108, 235, 201 e 127) e o acesso BAGC 132 se posicionou mais distante, o que pode ser explicado devido suas características marcantes: anteras roxas e maiores valores de ADP, LDV, NDF e NDM.

O grupo 2 englobou os acessos de malagueta (*C. frutescens*), assim como no dendrograma, e mostrou que o acesso 88 é o mais distante do grupo, que pode ser devido à sua maturação tardia. O grupo 3 apresentou forte consistência com o dendrograma, agrupando os acessos de *C. chinense* representados por pimentas biquinho (BAGG 204, 205 e 237), ficando mais distante o acesso BAGC 225, não identificado, que apresentou frutos de cores vermelha e amarela quando maduros.



**Figura 3.4** - Agrupamento baseado na análise discriminante sob componentes principais, que mostra a consistência da formação dos sete grupos no dendrograma UPGMA pela distância generalizada de Gower.

O grupo 4, formado por acessos de *C. chinense*, foi representado pelos acessos com frutos amarelos e alaranjados, sendo destaque do grupo a pimenta ouro (BAGC 223) devido o fruto maduro ostentar cor amarelo ouro ou amarelo limão.

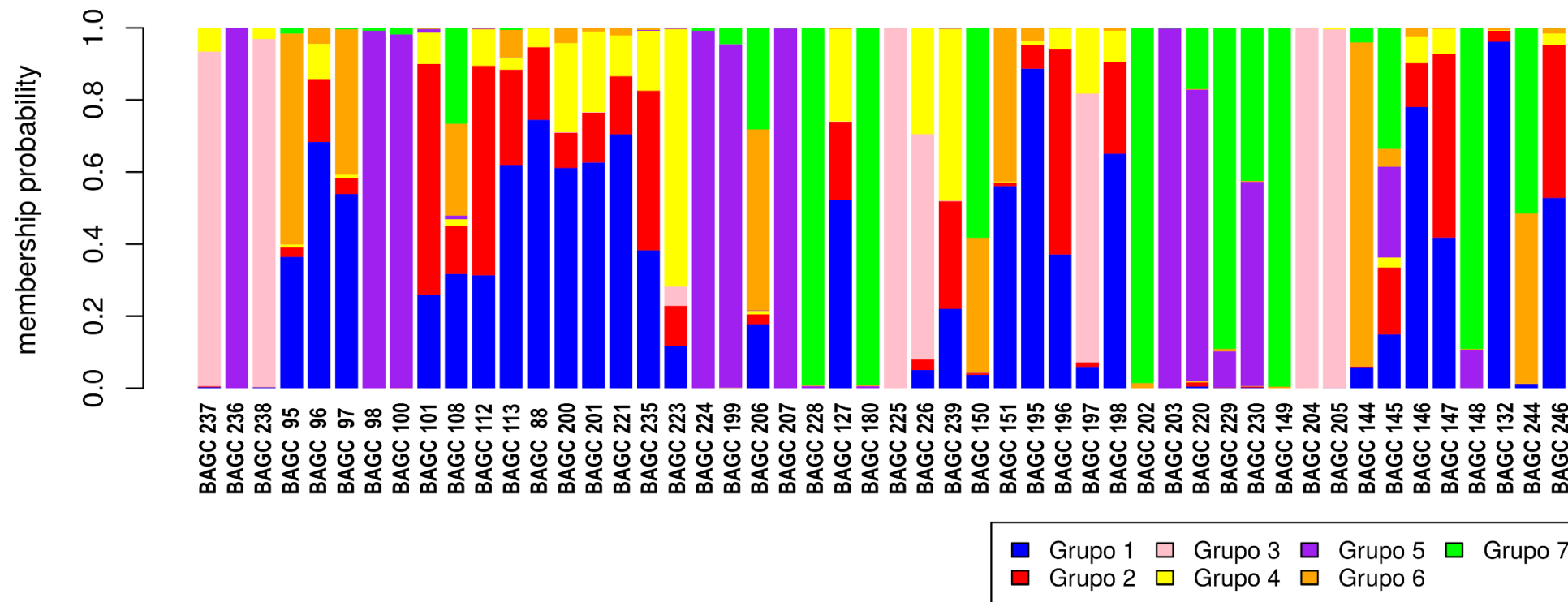
O grupo 5 também apresentou forte consistência, sendo composto por pimentas com potencial ornamental (BAGC 98, 100, 207, 220 e 236). Os acessos BAGC 220 e 236 ficaram mais distantes no agrupamento, uma vez que o primeiro apresentou menor densidade foliar do grupo e o segundo, as menores médias de LDV, ADP e para descritores de produção (LDF, CDF e PDF) do grupo das ornamentais.

O grupo 6 também manifestou forte consistência quando comparado ao dendrograma, com todos os acessos da espécie *C. baccatum* (BAGC 144, 244, 151, 95 e 206). O grupo 7 foi constituído por acessos de pimentões, pimentas doces e *cayennes* (BAGC 148, 149, 202, 228 e 230), sendo que o acesso BAGC 149 se destacou com as maiores médias de PDF, LDF e NSF e contrastou com os demais por ser um pimentão amarelo alaranjado.

A Figura 3.5 exibe a probabilidade de associação, ou seja, mostra a probabilidade de um acesso pertencer ao grupo ao qual foi associado no dendrograma. A partir desse gráfico, também é possível verificar a presença de um acesso com características de outros grupos, funcionando como um indicador de consistência e podendo até evidenciar diversidade dentro de acessos. Cada cor também simboliza um dos sete grupos formados pelo método UPGMA, sendo que o colorido já evidencia didaticamente a potencial variabilidade entre os acessos.

O grupo 1 apresentou para seus acessos probabilidades de associação maiores que 30%, excetuando o acesso BAGC 197 (15%), uma pimenta-de-bode vermelha que poderia ser melhor agrupada junto a pimenta-de-bode amarela (grupo 4) ou ao grupo das pimentas biquinho (grupo 3).

O grupo 2 apresentou probabilidade de associação superior a 25%, e como todos os acessos são da espécie *C. frutescens*, estão em um grupo adequado, mesmo apresentando muitas características (exceto contração anelar) em comum com os grupos de *C. chinense*. Segundo Pickersgill (1988), essas duas espécies apresentam grandes semelhanças morfológicas, sendo a contração anelar do cálice o descritor que as diferencia.



**Figura 3.5** - Probabilidade de um acesso pertencer ao grupo ao qual foi associado no dendrograma UPGMA, adotando a distância generalizada de Gower.

Os grupos 3 e 5 mostraram alta probabilidade de associação com valores superiores a 95%, exceto a ornamental BAGC 220, que exibiu probabilidade de 80%. A caracterização morfológica e a análise discriminante possibilitaram identificar que esse contraste se deve a menor densidade foliar em comparação às demais ornamentais. No entanto, alta probabilidade de associação só confirma a consistência da formação desses grupos no dendrograma UPGMA.

O grupo 4 teve probabilidades variando de 9% (BAGC 147) a 70% (BAGC 223), e apesar dessa grande variação, a formação foi consistente, pois o acesso BAGC 147 possui características semelhantes somente a esse grupo de *C. chinense* (fruto arredondado de colorações entre amarelo e laranja) e se destaca de todos os acessos do estudo por apresentar as menores médias de LDF, CDF e PSF. O não agrupamento do acesso no grupo 4 só seria justificado caso este fosse apresentado isolado em um ramo do dendrograma.

O grupo 6, composto por acessos de *C. baccatum*, teve probabilidade de associação variando de 40% (BAGC 151) a 93% (BAGC 144) e o grupo 7 conteve acessos com probabilidade acima de 90%, exceto BAGC 150, um pimentão de coloração vermelha com manchas marrons e pungência evidenciando ser um híbrido do complexo *C. annuum-chinense-frutescens*, citado por Brown et al. (2013), e concordando com a mistura apresentada na Figura 3.5.

A partir do cálculo do valor do coeficiente de correlação cofenética (CCC), proposto por Sokal e Rohlf (1962), foi possível verificar a consistência dos agrupamentos pelo Método de Otimização de Tocher modificado (CCC= 0,86) e pelo dendrograma UPGMA (CCC= 0,76), sendo que quanto maior o valor obtido para CCC, menor será a distorção provocada pelo agrupamento. De acordo com Rohlf (1970), na prática, agrupamentos com CCC menor que 0,7 indicam a inadequação do método de agrupamento para resumir a informação do conjunto de dados, ou seja, um baixo valor de CCC indica que o agrupamento não foi eficiente na representação a matriz de dissimilaridade (ou de similaridade) ou apresentou baixa correlação com esta.

Os agrupamentos UPGMA, via Distância de Gower, e Método de Tocher Sequencial, via Distância Euclidiana, foram eficientes na formação dos grupos, sendo o último mais eficiente na discriminação de acessos dentro de espécie do gênero *Capsicum*, especialmente *C. chinense*.

O uso de descritores qualitativos multicategóricos permitiram melhor diferenciação interespecífica e intraespecífica em relação aos descritores quantitativos. Conforme Monteiro et al. (2010), isso provavelmente está relacionado ao tipo de herança gênica, pois descritores qualitativos são controlados por poucos genes e, portanto, menos afetados pelo ambiente. No entanto, a combinação das características quantitativas e qualitativas multicategóricas para se obter a matriz de dissimilaridade permitiu que o agrupamento pelo método UPGMA formasse grupos mais consistentes, comprovados por análise discriminante e probabilidade de associação.

Em nenhuma das análises, os acessos se agruparam por estado de origem, o que mostra que a diversidade genética de *Capsicum* no Nordeste está mais relacionada às espécies e variedades do que em relação à distribuição geográfica. Moura et al. (2010), Vasconcelos et al. (2012), Costa et al. (2015) e Baba et al. (2016) também observaram ausência de correlação entre localização geográfica e distância genética entre acessos de *Capsicum*.

A maioria dos acessos analisados foram da espécie *C. chinense*, sendo essa a mais divergente em todos os agrupamentos, apresentando as maiores distâncias dentro de grupo e formando o maior número de grupos, semelhante ao estudo de divergência realizado por Monteiro et al. (2010), no BAG de *Capsicum* da UFPI.

As análises de variabilidade realizadas não mostraram evidências de duplicatas entre os 50 acessos, embora exista semelhança entre acessos da mesma espécie. Portanto, todos os acessos devem ser mantidos na coleção de germoplasma.

O acesso BAGC 108 apresentou a maior produtividade em termos de peso, comprimento e largura de fruto entre as pimentas-de-cheiro, *C. chinense*. Para essa mesma espécie, os acessos de pimentas biquinho (BAGC 204, 205, 237 e 238) foram as mais produtivas para o número de frutos por planta, e o acesso BAGC 198, fidalga-roxa, se destacou com características morfológicas mais divergentes entre os genótipos.

Para a espécie *C. frutescens*, o acesso BCG 221, malagueta, apresentou as melhores médias de comprimento, largura e peso de fruto, e ainda o maior número de frutos por plantas. Já para a espécie *C. baccatum*, o acesso BAGC 95, pimenta dede-moça, foi o que apresentou as melhores características agronômicas.

Oito acessos de *C. annuum* apresentaram potencial ornamental (BAGC 100, 203, 98, 224, 207, 236, 220 e 199) e devem ser avaliados em novos estudos para

recomendação ou para o melhoramento. No que se refere aos descritores de produção, o acesso BAGC 149, pimentão amarelo, foi o mais produtivo entre os pimentões, e os acessos BAGC 202 e 228 (pimenta-doce e *cayenne* longa, respectivamente) os mais produtivos entre as pimentas dessa espécie.

### 3.5 Conclusões

As características quantitativas e qualitativas avaliadas foram capazes de diferenciar os acessos da coleção e evidenciar a alta variabilidade genética inter e intraespecífica, principalmente em relação as diversas cores e formatos de frutos, morfologia das flores e arquitetura de planta.

Os descritores comprimento do fruto e largura do fruto foram os que mais contribuíram para a divergência genética entre os acessos avaliados.

A análise de componentes principais, o método Tocher sequencial e o agrupamento UPGMA foram concordantes e separaram os acessos, por espécie, em cinco, nove e sete grupos, respectivamente.

O acesso BAGC 198, *C. chinense*, é o mais divergente, e BAGC 108 (pimenta-de-cheiro) apresenta as características agrônomicas mais desejáveis, para a espécie, na região Nordeste.

BAGC 221 (malagueta) é o mais divergente e de maior valor agrônomico entre os acessos de *C. frutescens*, e BAGC 95 (dedo-de-moça), o de *C. baccatum*. Os acessos BAGC 149, 202, 228 (pimentão-amarelo, *cayenne* longa e pimenta-doce) são os mais produtivos e contrastantes de *C. annuum*, sendo, portanto, adequados como genitores em futuros programas de melhoramento visando produtividade de frutos.



## Referências

ALCÂNTARA, F. A.; RIBEIRO, C. S. C. Solos e Adubação: In: RIBEIRO, C. S. C.; LOPES, C. A.; CARVALHO, S. I. C.; HENZ, G. P.; REIFSCHEIDER, F. J. B. **Pimentas *Capsicum***. Brasília: Embrapa Hortaliças. p. 81–93, 2008.

BABA, V. Y. et al. Genetic diversity of *Capsicum chinense* accessions based on fruit morphological characterization and AFLP markers. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 63, n. 8, p. 1371–1381, 2016

BARBOZA G. E. et al. New endemic species of *Capsicum* (Solanaceae) from the Brazilian Caatinga: Comparison with the Re-Circumscribed *C. parvifolium*. **Systematic Botany**, v. 36, p. 768-781, 2011.

BOSLAND, P. W.; VOTAVA, E. J. **Peppers**. Vegetable and Spice Capsicums, 2ed.; CABI: Cambridge, UK, 2012.

BROWN, C. H. et al. The Paleobiolinguistics of Domesticated Chili Pepper. **Ethnobiology Letters**, v. 4, p. 1-11, 2013.

BÜTTOW, M. V. et al. Diversidade genética entre acessos de pimentas e pimentões da Embrapa Clima Temperado. **Ciência Rural**, v. 40, n. 6, p. 1264-1269, 2010.

CAMPOS, A. L. et al. Morphoagronomic and molecular profiling of *Capsicum* spp from southwest Mato Grosso, Brazil. **Genetics and Molecular Research**, v. 15, n. 3, p. 1–12, 2016.

COSTA, L. V. et al. Caracterização de acessos de pimentas do Amazonas. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 3, p. 290–298, 2015.

CRUZ, C. D. **Programa Genes**: Biometria. Editora UFV. Viçosa (MG), 2006. 382p.

CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2003, v. 2, 585p.

ESHBAUGH, W. H. The Taxonomy of the Genus *Capsicum*. in: RUSSO, V. M. (Org.). **Peppers**: Botany, Production and Uses. 1ed.; CABI: Cambridge, UK, 2012.

FAO. 2010. **The second report on the state of the world's plant genetic resources for food and agriculture**. Rome, p. 370. 2010. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/013/i1500e/i1500e00.htm>>. Acesso em: 20 de dez. 2017.

FONSECA, R. M. et al. Morphology characterization and genetic diversity of *Capsicum chinense* Jacq. accessions along the upper Rio Negro – Amazonas. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 8, p. 187-194, 2008.

FELTRIN. **Pimentas Feltrin**. FELTRIN Sementes. Farroupilha. Disponível em: <<https://www.sementesfeltrin.com.br/>>. Acesso em: 24 de fev. 2018.

GOWER, J. C. A general coefficient of similarity and some of its properties. **Biometrics**, v. 27, n. 4, p. 857-874, 1971.

INTERNACIONAL PLANT GENETIC RESOURCES INSTITUTE (IPGRI).  
**Descritores para *Capsicum*** - (*Capsicum* spp.). Roma, 1995. 51p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA (IBRAFLOR). **Critérios de Classificação**. Disponível em: <[http://www.ibraflor.com/p\\_qualidade.php](http://www.ibraflor.com/p_qualidade.php)>. Acesso em: 04 de jan. 2018.

ISLA. **Pimenta Ornamental**. ISLA Sementes. Porto Alegre. Disponível em: <<http://www.isla.com.br>>. Acesso em: 13 de fev. 2018.

KAISER, H. F. The varimax criterion for analytic rotation in factor analysis. **Psychometrika**, v. 23, n. 3, p. 187-200, 1958.

LANNES, S. D. et al. Growth and quality of Brazilian accessions of *Capsicum chinense* fruits. **Scientia Horticulturae**. v. 112, p. 266-270, 2007.

MANLY, B. F. J. **Métodos Estatísticos Multivariados: Uma Introdução**. Porto Alegre: Artmed/Bookman, 2008. 229 p.

MECKELMANN, S. W. et al. Compositional Characterization of Native Peruvian Chili Peppers (*Capsicum* spp.). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, p. 2530–253, 2013.

MONTEIRO, E. R. et al. Diversidade genética entre acessos de espécies cultivadas de pimentas. **Ciência Rural**, v. 40, n. 2, p. 258–263, 2010.

MOREIRA, G. R. M. et al. Espécies e variedades de pimenta. In: EPAMIG (Belo Horizonte, MG). **Cultivo da pimenta**. v. 27, n. 235, p. 16-29, 2006.

MOURA, M. C. C. L. et al. Algoritmo de Gower na estimativa da divergência genética em germoplasma de pimenta. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 155-161, 2010.

NUEZ-VIÑALS, F. N.; ORTEGA, R. G.; COSTA, J. C. **El cultivo de pimientos, chiles y ajies**. Madri: Mundi-Prensa, 2003. 607p.

PAULUS, D. et al. Crescimento, produção e qualidade de frutos de pimenta (*Capsicum annuum*) em diferentes espaçamentos. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 1, 2015.

PICKERSGILL, B. The genus *Capsicum*: a multidisciplinary approach to the taxonomy of cultivated and wild plants. **Biologisches Zentralblatt**, v. 107, p. 381-389, 1988.

R DEVELOPMENT CORE TEAM. **R: a language and environment for statistical computing**. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2018.

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

REIFSCHNEIDER, F. J. B. et al. **Uma pitada de biodiversidade na mesa dos brasileiros**. 1ed. Brasília, DF: 2014. 156 p.

- RIVERA, A. et al. Assessing genetic and phenotypic diversity in pepper (*Capsicum annuum* L.) landraces from North-West Spain. **Scientia Horticulturae**, v. 203, p. 1–11, 2016.
- ROHLF, F. J. Adaptative hierarquical clustering schemes. **Systematic Zoology**, v. 19, n. 1, p. 58-82, 1970.
- SAVEGNAGO, R. P. et al. Estimates of genetic parameters, and cluster and principal components analysis of breeding values related to egg production traits in a White Leghorn population. **Poultry Science**, v. 90, p. 2174– 2188, 2011.
- SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v. 30, p. 507- 512, 1974.
- SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **The Indian Journal of Genetic and a Plant Breeding**, v. 41, n. 2, p. 237-245, 1981.
- SILVA, A. R.; DIAS, C.T.S. A cophenetic correlation coefficient for Tocher's method. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 6, p. 589-596, 2013
- SOKAL, R. A.; ROHLF, F. J. The comparison of dendograms by objective methods. **Taxonomy**, v. 11, p. 33-40, 1962.
- SPARATO, G.; NEGRI, V. The European seed legislation on conservation varieties focus, implementation, present and future impact in landrace on farm conservation. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 60, p. 2421–2430, 2013.
- STOMMEL J. R; GRIESBACH, R. J. *Capsicum annuum* L. 'Black Pearl'. **Hort Science**, v. 40. n. 5, p. 1571-1573, 2005.
- SUDRÉ, C. P. et al. Divergência genética entre acessos de pimentas e pimentões utilizando técnicas multivariadas. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p. 22-27, 2005.
- SUDRÉ, C. P. et al. Variáveis multicategóricas na determinação da divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 88-93, 2006.
- SUDRÉ, C. P. et al. Genetic variability in domesticated *Capsicum* spp. as assessed by morphological and agronomic data in mixed statistical analysis. **Genetics and Molecular Research**, v. 9: p. 283-294, 2010.
- VASCONCELOS, C. S. et al. Determinação da dissimilaridade genética entre acessos de *Capsicum chinense* com base em características de flores. **Revista Ceres**, v. 59, n. 4, p. 493–498, 2012.
- VASCONCELOS, E. S. et al. Método Alternativo para Análise de Agrupamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 10, p. 1421-1428, out. 2007.

VEILING HOLAMBRA. **Crêterios de Classifica o Pimenta Ornamental.**

Cooperativa Veiling Holambra: Santo Ant nio de Posse, SP, 2018. Disponível em: <[http://veiling.com.br/uploads/padrao\\_qualidade/criterios/pimenta-ornamental po.pdf](http://veiling.com.br/uploads/padrao_qualidade/criterios/pimenta-ornamental_po.pdf)>. Acesso em: 04 de jan. 2018

YAMAMOTO, S.; NAWATA, E. *Capsicum frutescens* L. in southeast and east Asia, and its dispersal routes into Japan. **Economic Botany**, v. 59, n. 1, p. 18-28, 2005.

#### **4 POTENCIAL USO ORNAMENTAL DE ACESSOS DE PIMENTA (*Capsicum annuum* L.)**

##### **Resumo**

Planta ornamental é toda aquela cultivada por sua beleza e que normalmente é usada na jardinagem e paisagismo. O cultivo e a comercialização de pimentas ornamentais em vaso aumentaram em todo o mundo. A variada cor da folhagem e os frutos coloridos que caracterizam as pimentas ornamentais garantem uma exibição vívida e brilhante em jardins que rivaliza com outras ornamentais. No presente estudo, objetivou-se avaliar o potencial uso ornamental de oito acessos de pimenta, *C. annuum*, procedentes do Banco de Germoplasma de *Capsicum* da Universidade Federal do Piauí por meio de descritores qualitativos e quantitativos. O experimento foi conduzido em telado, localizado no Departamento de Fitotecnia, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Piauí, onde os acessos foram delineados inteiramente ao acaso, com oito repetições, uma planta por parcela, e caracterizados com base em 35 descritores, sendo 23 qualitativos multicategóricos e 12 quantitativos. Os dados dos descritores quantitativos foram submetidos à análise de variância univariada, seguida do agrupamento das médias por meio do teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade, e os dados dos descritores qualitativos multicategóricos foram ponderados a partir da moda observada. Os oito acessos avaliados possuem potencial ornamental e estão dentro dos padrões estabelecidos pelo Instituto Brasileiro de Floricultura, sendo que os acessos BAGC 98, 100, 203, 207, 224 e 236 foram adequados para o cultivo em vasos, enquanto que BAGC 220, para cultivo em jardins. O acesso BAGC 199 destaca-se como o mais promissor por corresponder a todos os critérios de qualidade para porte, folhagem, flores e frutos propostos pela Cooperativa Veiling Holambra.

**Palavras-chave:** Cores; Descritores morfológicos; Frutos; Germoplasma

## POTENTIAL ORNAMENTAL USE OF PEPPER ACCESSIONS (*Capsicum annuum* L.)

### Abstract

Ornamental plant is every plant grown for its beauty and they is commonly used in gardening and landscaping. The cultivation and marketing of potted ornamental peppers has increased worldwide. The colorful fruits and varied foliage color that typify ornamental peppers provides, a vibrant garden display that rivals with others ornamental plants. This study aimed to evaluate the potential ornamental use of eight pepper accessions, *C. annuum*, from the *Capsicum* Germplasm Bank of the Universidade Federal do Piauí, using qualitative and quantitative descriptors. The experiment was carried out in a greenhouse, at the Department of Plant Science, Centre of Agricultural Sciences of Universidade Federal do Piauí, where the accesses were evaluated through a completely randomized design, with eight replications, one plant per plot, and characterized based on 35 descriptors, 23 of which were qualitative and 12 quantitative. The data of the quantitative descriptors were submitted to univariate analysis of variance, followed by Scott-Knott clustering test, at 5% probability, and the data of the qualitative multicategorical descriptors were considered from the observations of statistical mode. The eight accessions evaluated have ornamental potential and are within the standards established by the Instituto Brasileiro de Floricultura. The BAGC 98, 100, 203, 207, 224 and 236 accessions were suitable for cultivation in pots, while BAGC 220 for garden cultivation. The BAGC 199 accession is highlighted as the most promising one, because it attends to all quality criteria required for size, foliage, flowers and fruit proposed by the Veiling Holambra Cooperative.

**Key words:** Colors; Morphological descriptors; Fruits. Germplasm

#### 4.1 Introdução

Planta ornamental é toda aquela cultivada por sua beleza e compreende, basicamente, as flores de vaso e de corte, espécies arbustivas e arbóreas, que normalmente são usadas na jardinagem e paisagismo (IBRAFLOR, 2018). O faturamento total para todos os aspectos da floricultura é estimado em mais de 300 bilhões de dólares (CHANDLER; SANCHEZ, 2012), mas o mercado de ornamentais sempre carece de novidades, sendo que novos produtos acrescentam competitividade ao setor e aumentam consideravelmente a margem de lucro.

O interesse, o cultivo e a comercialização de pimentas ornamentais aumentaram em todo o mundo (STOMMEL; BOSLAND, 2005; FINGER et al., 2012), o que incentivou estudos de melhoramento, especialmente para uso no paisagismo. Segundo Ari (2016), as pimentas ornamentais (*Capsicum annuum* L.) têm a vantagem do uso polivalente, ou seja, também podem ser utilizadas frescas (*in natura*), como especiarias ou em conserva. Além da possibilidade de serem plantadas em pequenos vasos, essas plantas adornam jardins e algumas espécies quando cortadas são usadas em arranjo de flores. No paisagismo, as pimenteiras ornamentais podem apresentar um porte maior, mas para a decoração de ambientes fechados e envasadas, essas plantas teriam o crescimento radicular e aéreo afetado (WITT, 1999).

A variada cor da folhagem e os frutos coloridos que caracterizam pimentas ornamentais garantem uma exibição vívida e brilhante em jardins que rivalizam com outras ornamentais como o crisântemo (*Dendranthema grandiflora* Tzvelev) (STOMMEL; GRIESBACH, 2005). De acordo com Silva et al. (2015), as pimenteiras que apresentam aspectos decorativos são tendências no mercado de paisagismo no Brasil. Entretanto, Backes et al. (2007) relatam que mesmo a pimenta ornamental tendo boa aceitação no mercado, pouco tem sido estudado com relação a sua produção.

A diversidade morfológica de *Capsicum* disponível é um dos atributos essenciais que o mercado de ornamentais busca (STOMMEL; GRIESBACH, 2005), sendo *C. annuum* a mais cultivada e a que apresenta maior variabilidade genética em relação às demais espécies domesticadas (RÊGO et al., 2012). No entanto, existem poucas variedades comerciais destinadas a ornamentação no país (VASCONCELOS et al., 2012).

Na região nordeste, os vasos de pimenteiros ornamentais podem ser encontrados em feiras, supermercados e floriculturas, com preço médio de 12 reais, mas os valores podem variar de 7 a 27 reais. No Brasil são comercializadas pela Isla Sementes, as pimentas, Espaguetinho, Pirâmide, Etna e Stromboli (ISLA, 2018), mas variedades estrangeiras também podem ser encontradas em lojas virtuais de sementes e mais raramente em floriculturas tais como: *Prairie Fire*; *Explosive Ember*; *Sangria*; *Calypso*; *Numex Centennial*; *Garda Tricolore*; *Black Pearl*; *Black Olive*, *Purple Flash* e o pimentão *Cajun Belle*.

A diversidade do gênero *Capsicum*, associada à pequena quantidade de pimenteiros ornamentais disponíveis no mercado, têm estimulado programas de melhoramento de pimenta na busca de plantas com maior produção, resistência a doenças e pragas, qualidade dos frutos e com potencial para ornamentação. Entretanto, para a condução de programas de melhoramento, primeiramente é de extrema importância a manutenção, conservação e caracterização da diversidade genética de acessos presentes bancos de germoplasma (SUDRÉ et al., 2006, RÊGO et al., 2012).

As coleções de germoplasma de *Capsicum* da Embrapa Clima Temperado, Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) têm se destacado em estudos de pré-melhoramento e melhoramento visando fins ornamentais em pimenteiros, no entanto, as pimenteiros ornamentais disponíveis no mercado brasileiro são de floriculturas e empresas de produção de sementes, sendo, portanto, importante novos estudos de caracterização e seleção de pimentas ornamentais ou com potencial para ornamentação.

A avaliação do potencial ornamental de acessos de pimenta presentes em bancos de germoplasma é relevante, pois gera um maior número de dados sobre o material conservado, e disponibiliza tais informações para estimular a sua utilização de forma mais efetiva no setor da floricultura, bem como auxiliar futuros programas de melhoramento genético no desenvolvimento de novas cultivares de pimentas ornamentais (MELO et al., 2014).

No presente estudo, objetivou-se avaliar o potencial uso ornamental de oito acessos de pimenta, *C. annuum*, procedentes do Banco de Germoplasma de *Capsicum* da Universidade Federal do Piauí, por meio de descritores qualitativos multicategóricos e quantitativos.



## 4.2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido em telado, localizado no Departamento de Fitotecnia, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal do Piauí, no município de Teresina - PI, localizado a 72,7m de altitude, 05°05'05" de latitude S e 42°05' de longitude W, no período de fevereiro a novembro de 2017. Foram utilizados oito acessos com potencial ornamental (Tabela 4.1) do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum* (BAGC), da Universidade Federal do Piauí, provenientes da região nordeste do Brasil.

**Tabela 4.1** - Identificação dos oito acessos de pimenteiras (*Capsicum annuum* L.) com potencial ornamental, provenientes do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum*, da Universidade Federal do Piauí (BAGC - UFPI), caracterizados em Teresina, PI, Brasil, 2018.

<b>Acesso</b>	<b>Nome comum</b>	<b>Estado</b>
BAGC 236	Pimenta-de-mesa	Piauí
BAGC 98	Ornamental laranja	Piauí
BAGC 100	Ornamental vermelha	Piauí
BAGC 224	Ornamental vermelha	Maranhão
BAGC 203	Pimenta-de-mesa	Paraíba
BAGC 220	Pimenta vermelha	Paraíba
BAGC 207	Ornamental amarela	Ceará
BAGC 199	Ornamental roxa	Ceará

Os acessos foram semeados em bandejas de poliestireno expandido, com 128 células, contendo o substrato comercial Plantmax®. As mudas com seis a oito folhas definitivas foram transplantadas para vasos de polietileno tamanho 20 (15 litros), contendo substrato com uma parte de terra vegetal e uma parte de húmus. A adubação foi feita com 2 g de sulfato de amônia, 17 g de superfosfato simples e 2,5 g de cloreto de potássio, conforme a recomendação de Alcântara e Ribeiro (2008). O controle de pragas foi realizado (mensalmente) com a aplicação de Decis® (inseticida), Amistar TOP® (fungicida), Karate Zeon® (lagartocida) e Agritoato®, este último aplicado quinzenalmente para o controle do pulgão-preto (*Toxoptera citricida*).

Os acessos foram delineados inteiramente ao acaso, com oito repetições, sendo uma planta por parcela. Para a identificação botânica desses acessos, foram preparadas exsiccatas, com três exemplares floridos (ramos férteis) de cada acesso, para posterior incorporação ao Herbário Graziela Barroso (TEPB), localizado no

Núcleo de Referência em Ciências Ambientais do Trópico Ecotonal do Nordeste (TROPEN) da UFPI.

A caracterização morfoagronômica dos acessos foi baseada nos descritores estabelecidos pelo *Internacional Plant Genetic Resources Institute* para o gênero *Capsicum* (IPGRI, 1995), e também nos Critérios de Classificação de Pimenta Ornamental da Cooperativa Veiling Holambra, que são padrões de qualidade estabelecidos nacionalmente pelo Instituto Brasileiro de Floricultura (IBRAFLO, 2018).

Foram avaliados 35 descritores (Anexo), sendo 12 quantitativos e 23 qualitativos multicategóricos. Os descritores quantitativos avaliados foram: número de dias para o florescimento (NDF); número de dias para a maturação (NDM); altura da planta (ADP); comprimento do pedicelo (CDP); número de frutos por plantas (NFP); persistência dos frutos (PSF); comprimento do fruto (CDF); largura do fruto (LDF); peso do fruto (PDF); número de sementes por fruto (NSF); comprimento da folha (CDFol) e largura do dossel vegetal (LDV).

Já os descritores qualitativos multicategóricos avaliados foram: número de flores por axila (NFA); hábito de crescimento da planta (HC); forma da folha (FFol); cor da folha (CFol); pubescência da folha (PBF); densidade de folhas (DF); antocianina nodal (ANT); constrição anelar do cálice (CAC); posição da flor (PFlor); formato da corola (FC); cor da corola (CC); cor da mancha da corola (CMC); cor da antera (CA); posição do fruto (PFr); cor do fruto no estado intermediário (CFEI); cor do fruto maduro (CFM); formato do fruto (FFr); forma do ápice do fruto (FAFr); textura da epiderme do fruto (TEF); firmeza e sustentação da haste (FSH); cor do caule (CDC); formato da haste ou caule (FHC) e espécie (ESP).

Em relação à literatura, os descritores: largura do dossel vegetal (LDV) e firmeza e sustentação da haste (FSH) foram inéditos para a caracterização de *Capsicum*, e o descritor comprimento do pedicelo (CDP), inédito para avaliação do potencial ornamental de pimenteiros. LDV foi medido em centímetros e FSH observado em planta madura, e classificado com nota zero (0) na ausência de firmeza ou sustentação das hastes (planta com tutoramento), e com nota um (1) quando a firmeza das hastes era presente (sem necessidade de tutoramento).

Os dados dos descritores quantitativos foram submetidos à análise de variância univariada, seguida do agrupamento das médias por meio do teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade (SCOTT; KNOTT, 1974), utilizando-se o programa

computacional GENES (CRUZ, 2006). Já os dados dos descritores qualitativos multicategóricos geralmente foram avaliados a partir da moda observada, mas características decorativas amodais, bimodais também foram descritas.

### 4.3 Resultados e Discussão

Pela análise de variância (Tabela 4.2), evidenciaram-se diferenças significativas entre os acessos de pimentas para os descritores quantitativos, exceto para o número de dias para a maturação (NDM) e persistência dos frutos (PSF), o que indica variabilidade entre os acessos para dez, dos doze caracteres. Os coeficientes de variação experimental (CV) variaram de 6,2% (NDM) a 31,8% (NFP), sendo, portanto, satisfatórios, uma vez que houveram diferenças significativas entre os acessos.

De acordo com os resultados obtidos pelo teste de agrupamento de médias de Scott & Knott (Tabela 4.3), para os descritores quantitativos, os genótipos foram diferenciados em quatro grupos para o número de dias para o florescimento (NDF), sendo os acessos BAGC 220 e 203 os mais tardios (74 dias para o florescimento) e os acessos BAGC 236 e 98 os mais precoces (45 e 49 dias para o florescimento, respectivamente). Para NDM, os acessos variaram de 100 dias (BAGC 236) a 118 dias (BAGC 100) para a maturação dos frutos e não diferenciaram estatisticamente mostrando a uniformidade para a precocidade das plantas.

Os oito acessos foram precoces para o florescimento e maturação de seus frutos e de acordo com Rêgo et al. (2012), a precocidade em pimenteiras é um critério essencial para seu uso na ornamentação. As pimentas ornamentais Pirâmide, Espaguete, Etna e Stromboli, da empresa Isla Sementes, apresentam média de 100 dias para a maturação (ISLA, 2018), o que mostra a potencial precocidade dos acessos BAGC-UFPI.

Para altura da planta (ADP), o acesso BAGC 220 apresentou maior comprimento (36,3 cm) e os demais acessos tiveram altura variando de 18,3 cm (BAGC 203) a 23 cm (BAGC 100). Rêgo et al. (2012) apontam a importância de se avaliar a altura das pimenteiras ornamentais e destacam esse aspecto para a seleção de genótipos visando melhoramento genético de *Capsicum*. Nascimento et al. (2015) enfatizam que o pequeno porte de pimenteiras é uma exigência do comércio de ornamentais.

**Tabela 4.2** - Estimativas dos quadrados médios (QM) e coeficientes de variação experimental (CV) obtidos na análise de variância de 12 descritores quantitativos de pimenteiros com potencial ornamental, provenientes do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum*, da Universidade Federal do Piauí (BAGC - UFPI), Teresina, PI, 2018.

F.V	G.L	QM											
		NDF	NDM	ADP	CDP	NFP	PSF	CDF	LDF	PDF	NSF	CDFol	LDV
<b>Tratamentos</b>	7	452,4*	106,2 <sup>ns</sup>	126,1*	2,02*	2484,2*	103,8 <sup>ns</sup>	4,16*	1,47*	3,77*	641,4*	9,12*	108,1*
<b>Resíduo</b>	24	20,6	46,5	29,7	0,13	173,3	50,8	0,09	0,02	0,11	35,1	0,85	23,3
<b>Total</b>	31												
<b>CV (%)</b>		7,4	6,2	23,9	13,2	31,8	8,4	11,3	12,7	20,5	18,5	20,6	16,6

\*Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F; ns – valores não significativos;

F.V – Fontes de Variação; G.L – Graus de liberdade; NDF - número de dias para o florescimento; NDM - número de dias para a maturação; ADP - altura da planta; CDP - comprimento do pedicelo; NFP - número de frutos por planta; PSF - persistência dos frutos; CDF - comprimento do fruto; LDF - largura do fruto; PDF - peso do fruto; NSF - número de sementes por fruto; CDFol - comprimento da folha; LDV - largura do dossel vegetal

**Tabela 4.3** - Médias\* de 12 descritores quantitativos referentes a oito acessos de pimenteiras (*Capsicum annum* L.) com potencial ornamental, provenientes do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum*, da Universidade Federal do Piauí (BAGC - UFPI), Teresina, PI, Brasil, 2018.

<b>Acesso</b>	<b>NDF</b> (dias)	<b>NDM</b> (dias)	<b>ADP</b> (cm)	<b>CDP</b> (cm)	<b>NFP</b>	<b>PSF</b> (dias)	<b>CDF</b> (cm)	<b>LDF</b> (cm)	<b>PDF</b> (g)	<b>NSF</b>	<b>CDFol</b> (cm)	<b>LDV</b> (cm)
<b>BAGC 236</b>	45d	100a	20,7b	2,1c	82a	89a	1,1d	0,5d	0,3c	20d	1,3c	25,7b
<b>BAGC 98</b>	49d	107a	20b	3,1b	14b	82a	3,5a	1,9a	2,7a	35b	6a	33,7a
<b>BAGC 100</b>	66b	118a	23b	2,3c	15b	83a	3b	1,9a	2,5a	31c	5,4a	31,5a
<b>BAGC 224</b>	61b	107a	20,7b	2,8b	28b	90a	2,7b	2a	2,9a	36b	3,9b	26,2b
<b>BAGC 203</b>	74a	114a	18,3b	1,5d	10b	85a	1,5d	1,1b	1,2b	18d	4,8b	23,5b
<b>BAGC 220</b>	74a	114a	36,3a	3,8a	20b	75a	3,9a	0,6d	1,4b	38b	6a	35a
<b>BAGC 207</b>	63b	107a	21,3b	3,3b	29b	84a	3,5a	0,8c	0,9a	23d	3,8b	21,7b
<b>BAGC 199</b>	57c	110a	21,5b	3b	82a	90a	2c	1,1b	1b	57a	4,6b	34a

\*Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, a 5 % de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott.

Descritores: NDF - número de dias para o florescimento; NDM - número de dias para a maturação; ADP - altura da planta; CDP - comprimento do pedicelo; NFP - número de frutos por planta; PSF - persistência dos frutos; CDF - comprimento do fruto; LDF - largura do fruto; PDF - peso do fruto; NSF - número de sementes por fruto; CDFol - comprimento da folha; LDV - largura do dossel vegetal.

Os acessos de pequeno porte podem tanto ser cultivados em jardim quanto em vasos, mas os de porte mais alto são recomendados principalmente para cultivo em jardim. As pimentas do gênero *Capsicum* podem ser exploradas para o cultivo em jardins funcionais, como jardins de temperos, jardins de plantas medicinais e jardins aromáticos (NEITZKE et al., 2010).

Acessos como o BAGC 220, que apresentam porte mediano a alto podem ser destinados ao paisagismo e para cultivo em jardins (NEITZKE et al., 2010), mas de acordo com Veiling Holambra (2018), pimenteiros plantados em vasos tamanho 20 devem ter altura de 12 a 44 cm, mostrando assim que o acesso BAGC 220, que apresentou a maior média (36,3 cm) para altura, cumpre o requisito de ornamentação para a comercialização em vasos.

Quanto ao descritor comprimento do pedicelo (CDP), quatro grupos foram formados, sendo que o acesso BAGC 220 apresentou a maior média, 3,8 cm, e o acesso BAGC 203 a menor, 1,5 cm. Segundo a FloraHolland (2018), o pedicelo ou pedúnculo em plantas ornamentais deve apresentar um comprimento que destaque as flores da folhagem. Dessa forma, é coerente usar esse critério em pimenteiros, pois maiores comprimentos de pedicelo implicam em um maior destaque das pimentas em relação as folhas.

No que diz respeito ao número de frutos por plantas (NFP), os acessos BAGC 236 e 199 se destacaram por apresentar as maiores médias (82 frutos), enquanto nos demais, o número de frutos variou de 10 (BAGC 203) a 29 (BAGC 207). O descritor persistência dos frutos (PSF) não mostrou diferenças estatísticas e os acessos tiveram seus frutos persistindo de 75 dias (BAGC 230) a 90 dias (BAGC 199 e 224). A Veiling Holambra (2018) recomenda o mínimo de 10 frutos para pimenteiros ornamentais, entretanto para variedades de frutos “maiores” poderão ser comercializadas com um número menor de frutos no vaso como ocorre com a variedade *Calypso*. Essa cooperativa ainda recomenda que os frutos apresentem boa persistência em vaso, mas não define o número de dias de persistência.

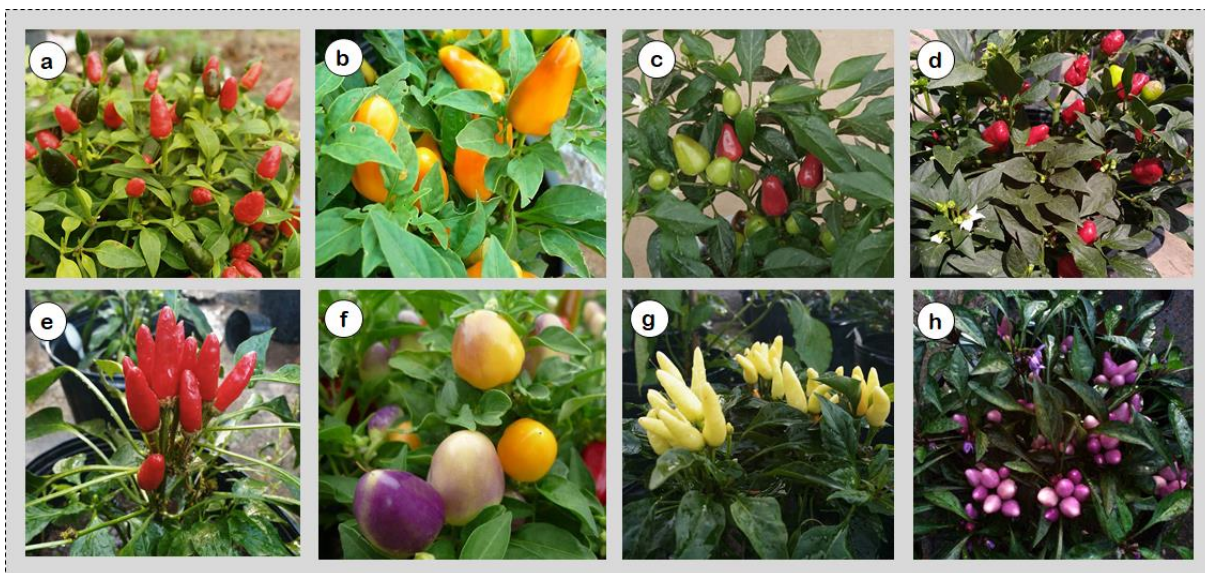
Para o descritor comprimento do fruto (CDF), quatro grupos foram formados, sendo que os maiores frutos pertenceram ao acesso BAGC 220 (3,9 cm) e os menores foram do acesso BAGC 236 (1,1 cm). Já em relação a largura do fruto (LDF), também houve a formação de quatro grupos, sendo BAGC 224, 100 e 98 os mais largos (2 cm, 1,9 cm e 1,9 cm, respectivamente) e BAGC 236 e 220 os mais estreitos (0,5 cm e 0,6 cm, respectivamente).

Três grupos foram formados para o peso de fruto (PDF), sendo que os acessos BAGC 224, 98 e 100 se diferenciaram por exibirem frutos com os maiores pesos (2,9 g, 2,7 g e 2,5 g, respectivamente) e o acesso BAGC 236 apresentou os frutos mais leves (0,3 g). Com base no descritor número de sementes por frutos (NSF), os acessos se diferenciaram em quatro grupos, destacando-se BAGC 199, com o maior número de sementes (57 sementes), já BAGC 203, 236 e 207 formaram um grupo com as menores médias de NSF, variando de 18 a 23 sementes por fruto.

Quanto ao comprimento da folha (CDFol), os acessos formaram três grupos, sendo que BAGC 98, 220 e 100 apresentaram maiores tamanhos de folhas (6 cm, 6 cm e 5,4 cm, respectivamente), e BAGC 236 se diferenciou por exibir a menor a média (1,3 cm). Para a largura do dossel vegetal (LDV), os acessos formaram apenas dois grupos, e a largura da copa variou de 21,7 cm (BAGC 207) a 35 cm (BAGC 220). Em relação a esses descritores, a Veilling Holambra (2018) não sugere tamanho específico para folhas, mas adverte que o vaso de pimenta ornamental classificado deverá apresentar boa cobertura do vaso e de enfolhamento, como ocorreu nos acessos aqui apresentados.

Pela caracterização morfológica, por meio de descritores qualitativos multicategóricos, foi possível avaliar a qualidade estética de cada acesso. BAGC 236 (Figura 4.1a), um acesso de pimenta-de-mesa, apresentou hábito de crescimento compacto, folhas verdes e lanceoladas, alta densidade foliar e antocianina nodal roxa-escura. Essa pimenta-de-mesa exibiu flores eretas de cor branca e anteras amarelas. Os frutos são eretos e com cores variando do verde ao vermelho escuro, também ocorrendo frutos de cor vermelho-médio quando maduros. Os frutos desse acesso apresentam ainda o formato triangular e o ápice pontiagudo.

O acesso BAGC 98 (Figura 4.1b) apresentou hábito de crescimento compacto com caule cilíndrico e de cor verde e com firmeza e sustentação de suas hastes, alta densidade foliar, folhas verde-escuras e lanceoladas, antocianina nodal roxa-clara, flores brancas e com anteras de cor azul-pálido, os frutos são eretos, triangulares, variando do verde ao laranja durante a maturação e apresentam ápice pontiagudo e textura da epiderme lisa.



**Figura 4.1** – Pimenteiras (*Capsicum annuum* L.) com potencial ornamental do BAGC-UFPI. (a) BAGC 236 – pimenta-de-mesa; (b) BAGC 98 – ornamental laranja; (c) BAGC 100 – ornamental vermelha; (d) BAGC 224 – ornamental vermelha; (e) BAGC 220 – pimenta vermelha; (f) BAGC 203 – pimenta-de-mesa; (g) BAGC 207 – ornamental amarela e (h) BAGC 199 – ornamental roxa.

BAGC 100 (Figura 4.1c), procedente do estado do Piauí, apresentou hábito de crescimento compacto com caule cilíndrico e de cor verde e com firmeza e sustentação de suas hastes, alta densidade foliar, folhas verde-escuras e lanceoladas, antocianina nodal roxa, flores brancas e com anteras azuis, exibe frutos eretos e triangulares, variando do verde ao vermelho durante a maturação. Os frutos apresentam ápice pontiagudo e textura lisa.

O acesso BAGC 220 (Figura 4.1d) é muito semelhante ao BAGC 100, diferenciando-se deste último por apresentar frutos vermelho-escuros quando maduros e com ápice levemente pontiagudo e procedência do estado do Maranhão. O acesso BAGC 220 (Figura 4.1e), pimenta vermelha, apresentou hábito de crescimento ereto com caule cilíndrico, de cor verde e com boa firmeza e sustentação de suas hastes., densidade foliar intermediária, folhas verdes e lanceoladas, antocianina nodal roxa-clara, flores brancas e com anteras de cor azul-pálido, frutos eretos e alongados, variando do verde ao vermelho-escuro durante a maturação, os frutos apresentam ápice pontiagudo e textura semi-rugosa. As características mais promissoras do BAGC 220 são suas inflorescências e infrutescências em cacho, que de acordo com Lorenzi e Souza (2008), são características notáveis em plantas ornamentais.

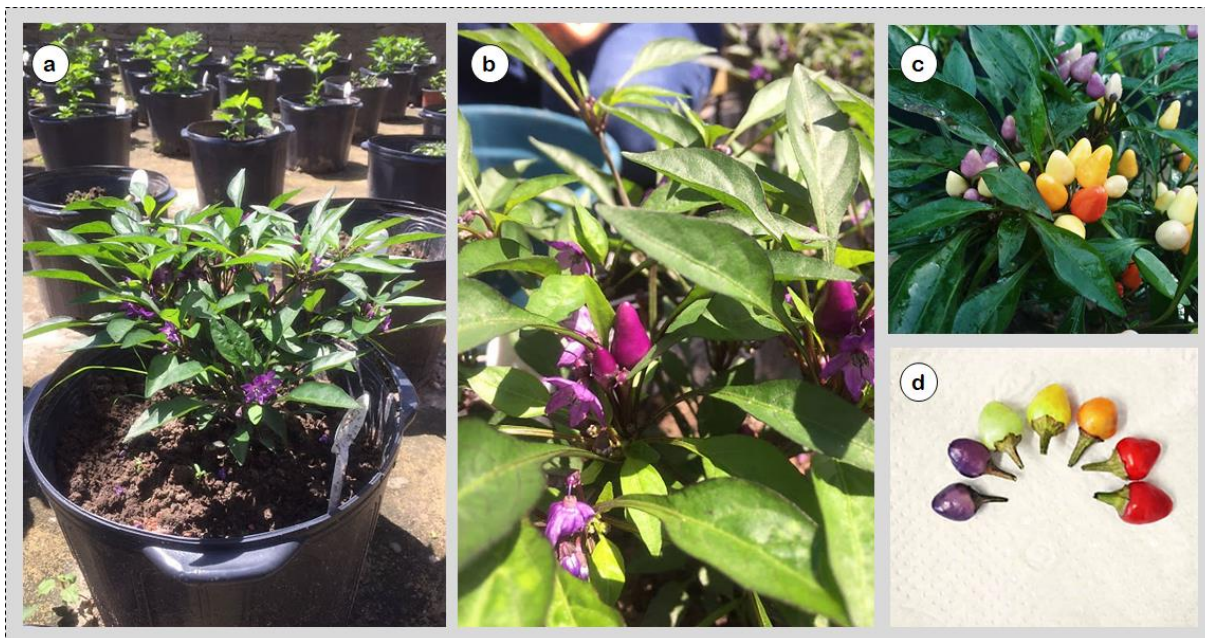


O acesso BAGC 203 (Figura 4.1f), coletado como pimenta-de-mesa, caracterizou-se pelo hábito de crescimento compacto e caule firme, cilíndrico e de cor verde e ainda pela alta densidade foliar, plantas com folhas verdes ou verde-escuras, de forma lanceolada e com antocianina nodal roxa, flores em cacho, corola branca e com anteras de cor azul-pálido, frutos eretos, triangulares, lisos e com ápice levemente pontiagudo, o que causa a impressão de serem redondos. Este acesso exibe frutos de cor roxa ou verde quando imaturos, e com diversas cores na maturação (lilás, amarela, laranja) e vermelhos quando maduros, sendo o colorido dos frutos em maturação o maior destaque desse acesso e que é apontado por Backes et al. (2007) como um dos principais aspectos decorativos das pimentas.

BAGC 207 (Figura 4.1g) também exibiu hábito de crescimento compacto, caule firme, cilíndrico e de cor verde, alta densidade foliar, folhas verde-escuras e lanceoladas, antocianina nodal roxa-clara, flores em cacho, corola branca e com anteras amarelas, frutos eretos, alongados, variando do amarelo ao vermelho durante a maturação, com ápice pontiagudo e textura semi-rugosa.

O acesso BAGC 199 (Figura 4.1h) caracterizou-se pelo hábito de crescimento compacto, caule cilíndrico e de cor roxa e alta densidade foliar, com folhas verdes, verde-escuras e ou variegadas com roxo, de forma lanceolada e com antocianina nodal roxa (Figura 4.2a), flores em cacho e predominantemente roxas, mas algumas plantas apresentaram flores brancas e outras flores brancas com margens roxas, e em todas as plantas as anteras foram azuis. A variação na coloração da flor de pimenteiras ornamentais é explicada pelo fato desta ser uma característica que apresenta herança monogênica com interação alélica codominante (SANTOS et al., 2013).

BAGC 199 caracteriza-se ainda por possui frutos eretos, triangulares, ápice pontiagudo e textura lisa e brilhante. Seus frutos apresentam cor roxa (Figura 4.2b) ou branca quando imaturos, e com diversas cores durante a maturação (lilás, amarela, laranja) e vermelho-escuros quando maduros (Figura 4.2c-d). BAGC 199 é muito promissor por apresentar flores roxas e frutos roxos, uma vez que existe uma demanda crescente por plantas de flores e de frutos roxos, roxos escuros e pretos (STOMMEL; GRIESBACH, 2005).



**Figura 4.2** – Características ornamentais do acesso BAGC-UFPI 199. (a) Planta no início da floração evidenciando o caule e antocianina nodal; (b) Frutos imaturos roxos; (c-d) Frutos com cores variadas durante a maturação.

A presença de antocianina nodal ou na planta por inteiro também ocorrente no acesso BAGC 199 é indicada como característica ornamental por Ari et al. (2016). Já os frutos com diferentes cores no processo de maturação que contrastam com a folhagem estão entre as características mais importantes das pimentas ornamentais (CARVALHO et al., 2006).

Todos os oito acessos apresentaram hábito de crescimento compacto e com alta densidade foliar, exceto BAGC 220, pubescência esparsa, folhas lanceoladas, flores rotadas, eretas (exceto BAGC 207), textura de epiderme lisa e brilhante, firmeza e sustentação da haste, sem necessidade de tutoramento, caules cilíndricos e de cor verde (exceto BAGC 199).

Neitzke et al. (2010) apontam que descritores qualitativos são muito importantes para a identificação dos acessos com maior potencial ornamental, assim como para utilizar em cruzamentos para obtenção de cultivares ornamentais de pimenta. Os descritores qualitativos mais importantes para avaliação do potencial ornamental, em relação ao aspecto estético, em seus estudos foram a coloração dos frutos (imaturos e maduros), das folhas e da corola, o que permite indicá-lo como acesso ornamental. Posteriormente, em um estudo de avaliação da aceitação e as preferências do consumidor em relação a pimentas ornamentais, Neitzke et al. (2016) revelaram que os consumidores consideram mais caracteres qualitativos do que

quantitativos referentes a frutos de pimenteira, e que a maior preferência é por plantas com frutos de coloração contrastante em relação à folhagem.

Os oito acessos estão dentro dos padrões estabelecidos pelo Instituto Brasileiro de Floricultura (Ibraflor), que desde 2011, recomenda os critérios de padrão de qualidade da Cooperativa Veiling Holambra para a produção e comercialização de flores e plantas ornamentais no Brasil.

Os acessos são adequados ao padrão de pimenteiras plantadas em vaso/pote tamanho 20, cujas as plantas devem ter altura de 12 a 44 cm, com folhagem densa, boa cobertura de vaso, com mais de 10 frutos por vaso e apresentar firmeza e sustentação de suas hastes sem a necessidade de tutoramento. E ainda apresentar floração precoce, frutos de porte ereto se destacando da folhagem e boa persistência em vaso.

#### **4.4 Conclusões**

Os oito acessos avaliados possuem potencial ornamental e estão de acordo com os padrões estabelecidos pelo Instituto Brasileiro de Floricultura, sendo que BAGC 203, 207 e 236 apresentam menor porte e são adequados para o cultivo em vasos menores, destinados a adornar ambientes internos, e podem ser melhorados para características de frutos, como textura e coloração; BAGC 98, 100 e 224 são ideais para o cultivo em vasos, em ambientes externos, mas devem ser melhorados em relação às folhagens; e BAGC 220 é mais adequado ao cultivo em jardins, após melhoramento para o aspecto densidade da folhagem.

O grande destaque desse estudo foi o acesso BAGC 199, que exibiu estética harmoniosa para porte, folhagem, flores e frutos, mostrando-se apropriado ao cultivo em vaso, podendo ser submetido à seleção para obtenção de linhas puras para flores e frutos roxos, atuais tendências do mercado de pimenteiras ornamentais.

## Referências

ARI, E. et al. Comparison of different androgenesis protocols for doubled haploid plant production in ornamental pepper (*Capsicum annuum* L.). **Turkish Journal of Biology**, v. 40, n. 4, p. 944–954, 2016.

ALCÂNTARA, F. A.; RIBEIRO, C. S. C. Solos e Adubação: In: RIBEIRO, C. S. C.; LOPES, C. A.; CARVALHO, S. I. C.; HENZ, G. P.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. **Pimentas *Capsicum***. Brasília: Embrapa Hortaliças. p. 81–93, 2008.

BACKES, C. et al. Produção de pimenta ornamental em função de substratos e doses de adubação com fertilizantes de liberação lenta e tradicional. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 6, n. 1-2, p. 67-76, 2007.

CARVALHO, S. I. C. et al. **Pimentas do gênero *Capsicum* no Brasil**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2006. 27p. (Documentos, 94).

CHANDLER, S. F., SANCHEZ, C. Genetic modification; the development of transgenic ornamental plant varieties. **Plant Biotechnology**, v. 10, p. 891–903., 2012.

CRUZ, C. D. **Programa Genes**: Biometria. Editora UFV. Viçosa (MG), 2006. 382p.

FINGER, F. L. et al. Produção e potencial de mercado para pimenta ornamental. In: EPAMIG (Belo Horizonte, MG). **Pimentas**: do produtor ao consumidor. v. 33, n. 267, p. 14-20. 2012.

FLORAHOLLAND. **Product specifications**. Koninklijke Cooperatieve Bloemenveiling FloraHolland U. A. Disponível em: <<https://www.royalfloraholland.com/en>>. Acesso em: 01 de fev. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA (IBRAFLOR). Disponível em: <[http://www.ibraflor.com/p\\_qualidade.php](http://www.ibraflor.com/p_qualidade.php)>. Acesso em: 04 de jan. 2018.

INTERNACIONAL PLANT GENETIC RESOURCES INSTITUTE (IPGRI). **Descritores para *Capsicum*** - (*Capsicum* spp.). Roma, 1995. 51p.

ISLA. **Pimenta Ornamental**. ISLA Sementes. Porto Alegre. Disponível em: <<http://www.isla.com.br>>. Acesso em: 13 de fev. 2018.

LORENZI, H; SOUZA, H. M. **Plantas ornamentais no Brasil**: arbustivas, herbáceas e trepadeiras. 4ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2008. 1088p.

MELO, L. F. et al. Potencial ornamental de acessos de pimenta. **Ciência Rural**, v. 44, n. 11, p. 2010-2015, 2014.

NASCIMENTO, N. F. F. et al. Intraespecific compatibility in ornamental pepper. **Acta Horticulturae**, v. 1087, p. 339-344, 2015.

NEITZKE, R. S. et al. Dissimilaridade genética entre acessos de pimenta com potencial ornamental. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 47-53, 2010.

NEITZKE, R. S. et al. Pimentas ornamentais: aceitação e preferências do público consumidor. **Horticultura Brasileira**, v. 34, p. 102–109, 2016.

RÊGO, E. R. et al. Inheritance for earliness in ornamental peppers (*Capsicum annuum*). **Acta Horticulturae**, v. 961, p. 405-410, 2012.

SANTOS, R. M. C. et al. Ornamental pepper breeding: could a chili be a flower ornamental plant? **Acta Horticulturae**, v. 1000, p. 451-456, 2013.

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

SILVA, F. C. et al. Evaluation of substrates on the production of ornamental *Capsicum*. **Acta Horticulturae**, v. 1060, p.115-120, 2015.

STOMMEL, J. R.; BOSLAND, P. W. Ornamental pepper *Capsicum annuum*. In: ANDERSON, N. O. (Ed.). **Flower Breeding and Genetics: Issues, Challenges, and Opportunities for the 21<sup>st</sup> Century**. Dordrecht, the Netherlands: Springer, p. 561-599, 2005.

STOMMEL, J. R; GRIESBACH, R. J. *Capsicum annuum* L. 'Black Pearl'. **HortScience**, v. 40. n. 5, p. 1571-1573, 2005.

SUDRÉ, C. P. et al. Variáveis multicategóricas na determinação da divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão. **Horticultura Brasileira**, v. 24, p. 88-93, 2006.

VASCONCELOS, C. S. et al. Determinação da dissimilaridade genética entre acessos de *Capsicum chinense* com base em características de flores. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 4, p. 493-498, 2012.

VEILING HOLAMBRA. **Crítérios de classificação pimenta ornamental**. Cooperativa Veiling Holambra: Santo Antonio de Posse, SP, 2018. Disponível em: <[http://veiling.com.br/uploads/padrao\\_qualidade/criterios/pimenta-ornamental-po.pdf](http://veiling.com.br/uploads/padrao_qualidade/criterios/pimenta-ornamental-po.pdf)>. Acesso em: 04 de jan. 2018

WITT, D. **The chile pepper encyclopedia**. New York: William Morrow and Company, 1999. 337p.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os acessos de *Capsicum* oriundos do Nordeste apresentam ampla variabilidade genética e não há evidências de que existam duplicatas e nem correlações entre a localização geográfica e a distância genética destes acessos.

A variabilidade apresentada no Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum* (BAGC) da UFPI possibilita que os acessos sejam utilizados em futuros programas de melhoramento, cujos frutos podem ser recomendados para diversas finalidades, destacando-se os acessos: pimentões (BAGC 148, 149 e 180), pimentas doces (BAGC 145 e 228) e *cayennes* (BAGC 202 e 230); pimentas-de-cheiro (BAGC 108 e 113) e murupis (BAGC 127 e 246) para o consumo *in natura*; pimenta malagueta e malagueta (BAGC 88, 101, 112, 196, 221 e 239) para a produção de molhos; pimentas biquinho (BAGC 204, 205, 237 e 238), ouro (BAGC 223) e murici (BAGC 96) para a produção de conservas e os acessos de pimenta dedo-de-moça (BAGC 95, 151 e 206) para a produção de geleia de pimenta ou calabresa em pó.

Oito acessos (BAGC 98, 100, 199, 203, 207, 224 e 236) avaliados possuem potencial ornamental e estão dentro dos padrões estabelecidos pelo Instituto Brasileiro de Floricultura. O acesso BAGC 199 destaca-se como o mais promissor por corresponder a todos os critérios de qualidade para porte, folhagem, flores e frutos, propostos pela Cooperativa Veiling Holambra.

Com base em aspectos produtivos e no contraste entre os acessos, são recomendados os cruzamentos: BAGC 108 x BAGC 146 e BAGC 108 x BAGC 97, visando aumento do número de frutos em pimentas-de-cheiro (*C. chinense*); BAGC 95 x BAGC 206, para o aumento da produtividade de frutos (comprimento, largura e peso) em pimentas dedo-de-moça (*C. baccatum*); BAGC 149 x BAGC 148 e BAGC 149 x BAGC 180 (pimentões), BAGC 202 x BAGC 230 (pimentas *cayennes* e BAGC 228 x BAGC 145 (pimentas doces), objetivando melhoria da produtividade em *C. annuum*.

Entre as pimentas com potencial ornamental, os cruzamentos sugeridos são: BAGC 199 x BAGC 100, visando melhoria de densidade foliar; BAGC 199 x BAGC 203, para o número de frutos; BAGC 98 x BAGC 236, para tonalidade dos frutos e seleção de linhas puras em BAGC 199, para a cor de folhagem, flor e frutos roxos.

**ANEXO**

Lista dos 35 descritores que foram utilizados, sendo 23 qualitativos multicategóricos e 12 quantitativos, no estudo da diversidade genética e avaliação do potencial ornamental de 50 acessos, provenientes do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum*, da Universidade Federal do Piauí (BAGC - UFPI), Teresina, PI, 2018.

1. Número de dias para o florescimento (NDF): número de dias desde a semeadura, até 50% das plantas terem pelo menos uma flor aberta.
2. Número de dias para a maturação (NDM): número de dias desde a semeadura, até 50% das plantas terem pelo menos um fruto maduro.
3. Altura da planta (ADP): em centímetros, observada quando em 50% das plantas o primeiro fruto começar a amadurecer.
4. Comprimento do pedicelo (CDP): corresponde à média do comprimento do pedicelo de 10 frutos maduros, tomados ao acaso, em centímetros.
5. Número de frutos por plantas (NFP): refere-se a média do número total de frutos por acesso.
6. Persistência dos frutos (PSF): corresponde ao número de dias desde o primeiro até formação do último fruto.
7. Comprimento do fruto (CDF): corresponde à média do comprimento de 10 frutos maduros, tomados ao acaso, em centímetros.
8. Largura do fruto (LDF): corresponde à média da largura (medidos no ponto mais largo) de 10 frutos maduros, tomados ao acaso, em centímetros.
9. Peso do fruto (PDF): corresponde ao peso médio de 10 frutos maduros, tomados ao acaso, em gramas.
10. Número de sementes por fruto (NSF): corresponde à média do número de sementes de 10 frutos maduros tomados ao acaso.
11. Comprimento da folha (CDFol): corresponde à média do comprimento de 10 folhas, tomadas ao acaso, em centímetros.
12. Largura do dossel vegetal (LDV): em centímetros, observada quando em 50% das plantas o primeiro fruto começar a amadurecer.
13. Número de flores por axila (NFA): (1) uma; (2) duas; (3) três ou mais; (4) flores em cacho; (5) outros (i.e., cultivares com duas flores na primeira axila e com uma axila seguinte).



14. Hábito de crescimento da planta (HC): observado quando 50% das plantas estiverem com frutos maduros: (3) prostrado; (5) intermediário (compacto); (7) ereto; (9) outro.
15. Forma da folha (FFol): observada quando em 50% das plantas o primeiro fruto começar a amadurecer, a partir da moda das observações tomadas em dez folhas por planta (ramos principais): (1) deltoide; (2) oval; (3) lanceolada.
16. Cor da folha (CFol): observada quando em 50 % das plantas o primeiro fruto começar a amadurecer, a partir da moda das observações tomadas em dez folhas por planta (ramos principais): (1) amarela; (2) verde clara; (3) verde; (4) verde escura; (5) roxa clara; (6) roxa; (7) variegada; (8) outra.
17. Pubescência da folha (PBF): observada em folhas jovens: (3) esparsa; (5) intermediária; (7) densa.
18. Densidade de folhas (DF): observada em plantas maduras e saudáveis: (3) esparsa; (5) intermediária; (7) densa.
19. Antocianina nodal (ANT): observada em plantas maduras: (1) verde; (3) roxa clara (5) roxa (7) roxa escura.
20. Construção anelar do cálice (CAC): observada em planta madura, na junção entre cálice e pedúnculo: (0) ausente; (1) presente.
21. Posição da flor (PFlor): observada na antese floral: (3) pendente; (5) intermediária; (7) ereta.
22. Formato da corola (FC): (1) rotada; (2) campanulada; (3) intermediária.
23. Cor da corola (CC): (1) branca; (2) amarela clara; (3) amarela; (4) amarela esverdeada; (5) violeta com base branca; (6) branca com base violeta; (7) branca com margem violeta; (8) violeta; (9) branca esverdeada; (10) amarela com lobo violeta; (11) outra.
24. Cor da antera (CA): Observada imediatamente após a floração (antes da antese): (1) branca (2) amarela; (3) azul pálido; (4) azul; (5) roxa; (6) outras.
25. Cor da mancha da corola (CMC): (1) branca; (2) amarela; (3) verde amarelada; (4) verde; (5) roxa; (6) sem mancha.
26. Posição do fruto (PFr): (3) pendente; (5) intermediária; (7) ereta.
27. Cor do fruto no estado intermediário (CFEI): observada em frutos, pouco antes da fase de maturação. (1) branco; (2) amarelo; (3) verde; (4) laranja; (5) roxo; (6) roxo escuro; (7) outros.

28. Cor do fruto maduro (CFM): (1) branco; (2) amarelo limão; (3) amarelo laranja pálido; (4) amarelo alaranjado; (5) laranja pálido; (6) laranja; (7) vermelho claro; (8) vermelho; (9) vermelho escuro; (10) roxo; (11) marrom; (12) preto; (13) vermelho com marrom (14) amarelo ouro (15) outra.
29. Formato do fruto (FFr): (1) alongado; (2) arredondado; (3) triangular; (4) campanulado; (5) retangular.
30. Forma do ápice do fruto (FAFr): (1) pontiagudo; (2) truncado; (3) afundado; (4) afundado com ponta.
31. Textura da epiderme do fruto (TEF): (1) lisa; (2) semi-rugosa; (3) rugosa; (4) lisa com estrias; (5) semi-rugosa com estrias.
32. Firmeza e sustentação da haste (FSH): observada em planta madura, (0) ausente; (1) presente.
33. Cor do Caule (CDC): observada em plantas jovens antes do transplante: (1) Verde; (2) Verde com estrias roxas; (3) roxo; (4) outra.
34. Formato da haste ou caule (FHC): observado na maturidade da planta: (1) cilíndrico; (2) angular; (3) achatado.
35. Espécie (ESP): observada na maturidade da planta: (1) *Capsicum annuum*; (2) *Capsicum baccatum*; (3) *Capsicum chinense*; (4) *Capsicum frutescens*; (5) *Capsicum pubescens*.