

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL**

**CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**ANA PATRÍCIA LIMA SAMPAIO**

**CARACTERIZAÇÃO DA DIVERSIDADE DE PIMENTAS (*Capsicum*  
*spp.*) COMO FERRAMENTA NA CONSERVAÇÃO DA ESPÉCIE**

**CHAPADÃO DO SUL – MS**

**2022**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL**

**CÂMPUS DE CHAPADÃO DO SUL**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA**

**ANA PATRÍCIA LIMA SAMPAIO**

**CARACTERIZAÇÃO DA DIVERSIDADE DE PIMENTAS (*Capsicum*  
*spp.*) COMO FERRAMENTA NA CONSERVAÇÃO DA ESPÉCIE**

Orientador: Prof. Dr. Jorge González Aguilera

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal.

CHAPADÃO DO SUL – MS

2022



Serviço Público Federal  
Ministério da Educação  
Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul



## PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

### CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

**DISCENTE:** Ana Patricia Lima Sampaio

**ORIENTADOR:** Dr. Jorge Gonzalez Aguilera

**TÍTULO:** Caracterização da diversidade de pimentas (*Capsicum* spp.) como ferramenta na conservação da espécie

#### **AVALIADORES:**

Prof. Dr. Jorge Gonzalez Aguilera

Prof. Dr. Leandris Argentele Martinez

Profa. Dra. Angela Maria da Silva Mendes

Chapadão do Sul, 29 de março de 2022.



Documento assinado eletronicamente por **Jorge Gonzalez Aguilera**, Professor do Magisterio Superior - Visitante, em 29/03/2022, às 11:13, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Angela Maria da Silva Mendes**, Usuário Externo, em 29/03/2022, às 11:29, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **LEANDRIS ARGENTEL MARTÍNEZ**, Usuário Externo, em 29/03/2022, às 11:31, conforme horário oficial de Mato Grosso do Sul, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).

## **DEDICATÓRIA**

Aos meus pais, Antônia Lúcia Lima Sampaio e Manoel Mirandela Sampaio, por me apoiarem e incentivarem a acreditar no meu potencial.

Aos meus irmãos, Manoel Joaquim Lima Sampaio e Erick Drummond Lima Sampaio, por me mostrarem que posso ir longe.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao meu orientador, professor Jorge González Aguilera, pela atenção dedicada, pelas oportunidades de aprendizagem e compartilhamento de experiências, me ensinou os caminhos da pesquisa.

Aos membros integrantes da banca, Angela Maria da Silva Mendes e Leandris Argente-Martínez, os meus sinceros agradecimentos pelo aceite. Sinto-me honrada em tê-los como avaliadores.

Aos professores do mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS), pelos conhecimentos transmitidos e dedicação na arte de ensinar.

A Universidade Federal do Amazonas (UFAM), Departamento de Produção Animal e Vegetal (DPAV), de forma presencial facilitou o acesso para as análises das amostras das pimentas.

Aos colegas de Pós-Graduação, obrigada por tornarem a vida acadêmica mais leve e por me ajudarem em tantos momentos.

## EPÍGRAFE

*“Todo se hunde en la niebla del olvido, pero cuando la niebla se despeja,  
el olvido esta lleno de memoria”.*

*(Mario Benedetti)*

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1.</b> Localização da cidade de Manaus e dos municípios de Rio Preto da Eva e Iranduba no estado do Amazonas-Brasil. Fonte: <i>Google Earth Pro</i> , 2022.....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | 14 |
| <b>Figura 2.</b> Frutos de 23 genótipos de pimenta ( <i>Capsicum</i> spp.) coletados na cidade de Manaus e nos municípios de Rio Preto da Eva e Iranduba no estado do Amazonas-Brasil. O número nas imagens representa os genótipos descritos na Tabela 1. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 16 |
| <b>Figura 3.</b> Forma do fruto no final da flor de pimenta ( <i>Capsicum</i> spp.).....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | 17 |
| <b>Figura 4.</b> Rede de correlações estabelecida entre dados obtidos a partir de descritores quantitativos para frutos e sementes de pimenta coletados no Estado do Amazonas. DF: diâmetro do fruto, CF: comprimento do fruto, PF: peso do fruto, CP: comprimento do pedúnculo do fruto, CPBF: comprimento do pescoço da base do fruto, DS: diâmetro da semente, MMS: massa de mil sementes, NSF: número de sementes por fruto. ( <i>Pearson's P</i> > 0.60)....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             | 24 |
| <b>Figura 5.</b> Resultado das análises das coordenadas principais (ACPs) obtidos ao empregar descritores qualitativos (A) e quantitativos (B) em frutos (destacados na cor vermelho) e sementes (destacados na cor azul) de 23 genótipos de pimenta coletados no estado do Amazonas. DF: diâmetro do fruto, CF: comprimento do fruto, PF: peso do fruto, CP: comprimento do pedúnculo do fruto, CPBF: comprimento do pescoço da base do fruto, DS: diâmetro da semente, MMS: massa de mil sementes, NSF: número de sementes por fruto. PBF: pescoço na base do fruto, SF: superfície do fruto, CFI: cor do fruto no estágio intermediário, CFM: cor do fruto na fase madura, FF: formato do fruto, FPF: forma do fruto no final da flor, P: pungência, A: aroma, C: consistência, TS: tamanho da semente, CS: cor da semente, SS: superfície da semente..... | 30 |
| <b>Figura 6.</b> Resultado do Dendrograma obtido pelo método UPGMA ao empregar informações de descritores qualitativos (A) e quantitativos (B) em frutos e sementes de 23 genótipos de pimenta coletados no estado do Amazonas. A numeração G1 até G23 é descrita na Tabela 1. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 35 |
| <b>Figura 7.</b> Representação genotípica dos frutos de pimentas da composição dos grupos do dendrograma, a partir da análise de agrupamento pelo método UPGMA representados na Figura 6. ....                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 36 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1.</b> Identificação de genótipos de <i>Capsicum</i> spp. na cidade de Manaus e nos municípios de Rio Preto da Eva e Iranduba no estado do Amazonas-Brasil. .... | 15 |
| <b>Tabela 2.</b> Descritores qualitativos e quantitativos dos frutos aferidos em acessos de pimenta. ....                                                                  | 18 |
| <b>Tabela 3.</b> Descritores qualitativos e quantitativos das sementes para pimentas do gênero <i>Capsicum</i> spp. ....                                                   | 19 |
| <b>Tabela 4.</b> Resumo da ANOVA para descritores quantitativos obtidos em frutos e sementes de pimenta. ....                                                              | 21 |
| <b>Tabela 5.</b> Comparações de médias para descritores quantitativos obtidos em frutos e sementes de pimenta. ....                                                        | 23 |
| <b>Tabela 6.</b> Descritores qualitativos obtidos em frutos e sementes de pimenta. ....                                                                                    | 26 |

## RESUMO

A caracterização de pimentas constitui-se uma importante ferramenta no processo de conservação da espécie em condições *in situ* e que podem ser importantes com fins de melhoramento. O objetivo do trabalho foi caracterizar a diversidade de pimentas coletados na cidade de Manaus (3°6'10.11" S e 60°2'45.42" O) e dos municípios de Rio Preto da Eva (2°41'56.19" S e 59°41'43.10" O) do Alto Rio Negro e Iranduba (3°16'29.71" S e 60°11'1.67" O) da margem esquerda do Rio Solimões, por meio de descritores qualitativos e quantitativos. Frutos e sementes de 23 genótipos de pimentas foram avaliados, por meio de oito descritores quantitativos e doze qualitativos. Os dados obtidos foram empregados em análise de variância (ANOVA), análises descritivas, análises de correlações de *Pearson*, análises das coordenadas principais (ACPs) e método de UPGMA (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*). Houve diferença significativa entre os genótipos para todos os descritores avaliados. Os métodos ACPs e agrupamento UPGMA foram eficientes na diferenciação dos genótipos, ao empregar descritores quantitativos e qualitativos dos frutos e sementes, permitindo identificar diferenças significativas entre os genótipos e a separação em quatro grupos distintos. De modo geral, os dados obtidos confirmam a existência da variabilidade genética disponível no Estado do Amazonas, assim como num importante indicador quanto à diversidade em *Capsicum* de interesse para os programas de melhoramento.

**Palavras-chave:** Análises multivariadas. Caracteres qualitativos. Caracteres quantitativos. Manaus.

## ABSTRACT

The characterization of peppers is an important tool in the process of conservation of the species in situ conditions and that can be important for improvement purposes. The objective of this work was to characterize the diversity of peppers collected in the city of Manaus (3°6'10.11" S and 60°2'45.42" O) and the municipalities of Rio Preto da Eva (2°41'56.19" S and 59°41'43.10" O) do Alto Rio Negro and Iranduba (3°16'29.71" S and 60°11'1.67" O) on the left bank of the Rio Solimões, using qualitative and quantitative descriptors. Fruits and seeds of 23 pepper genotypes were evaluated using eight quantitative and twelve qualitative descriptors. The data obtained were used in the analysis of variance (ANOVA), descriptive analysis, *Pearson* correlation analysis, Principal Coordinate Analysis (PCoA), and the UPGMA method (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*). There was a significant difference between the genotypes for all descriptors evaluated. The PCoAs and UPGMA grouping methods were efficient in the differentiation of genotypes when using quantitative and qualitative descriptors of fruits and seeds, allowing the identification of significant differences between the genotypes and the separation into four distinct groups. In general, the data obtained confirm the existence of genetic variability available in the State of Amazonas, as well as an important indicator of diversity in *Capsicum* of interest for breeding programs.

**Keywords:** Multivariate analysis. Qualitative characters. Quantitative characters. Manaus.

## **SUMÁRIO**

|                                                                                             |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. INTRODUÇÃO</b>                                                                        | <b>12</b> |
| <b>2. MATERIAL E MÉTODOS</b>                                                                | <b>14</b> |
| 2.1 Área de coleta e local do experimento                                                   | 14        |
| 2.2 Beneficiamento dos frutos e sementes                                                    | 16        |
| 2.3 Caracterização dos frutos                                                               | 17        |
| 2.4 Caracterização das sementes                                                             | 18        |
| 2.5 Análises estatísticas                                                                   | 19        |
| <b>3. RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>                                                           | <b>20</b> |
| 3.1 Caracteres quantitativos de frutos e sementes                                           | 20        |
| 3.2 Caracteres qualitativos de frutos e sementes                                            | 25        |
| 3.3 Análises multivariadas com caracteres qualitativos e quantitativos de frutos e sementes | 29        |
| <b>4. CONCLUSÃO</b>                                                                         | <b>36</b> |
| <b>REFERÊNCIAS</b>                                                                          | <b>37</b> |

## 1. INTRODUÇÃO

A pimenta *Capsicum* é um gênero, que segundo registros antigos, não era conhecida antes do descobrimento das Américas por Cristóvão Colombo no final do século XV. Com as rotas de navegação, permitiram que as espécies de pimentas fossem introduzidas na África, Europa e na Ásia espalhando-se pelo mundo e hoje dominam o mercado mundial de especiarias picantes. Desde a difusão para o mundo, ela vem sendo utilizada em quantidade crescente e em diversas formas (CORTEZ, 2022).

Tendo em vista a importância econômica, dados da FAO (2018) mostram a produtividade mundial de 40,9 milhões de toneladas em uma área cultivada de 3,8 milhões de hectares que inclui pimentas e pimentões, sendo os países que ostentam a maiores produções são China (45,3%), México (8,4%), Turquia (6,3%), Indonésia (6,2%), Índia (4,6%), Espanha (3,1%), Nigéria (2,0%), Egito (1,9%), Estados Unidos (1,7%), Argélia (1,6%) e Tunísia (1,1%).

Segundo os dados obtidos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2017) apontam a produtividade do Brasil, em torno de 28.270 toneladas, evidenciando os principais estados produtores de pimenta: São Paulo com 4.878 t., Amazonas 3.690 t., seguido por Pará 3.629 t., Ceará 3.119 t. e posteriormente, Goiás 2.296 t.

Devido essa diversidade genética o gênero *Capsicum* possui cerca de 20 espécies descritas, de acordo com os diferentes níveis de domesticação (CARVALHO et al., 2003). Conforme esses níveis podemos classificá-los em três categorias: plantas domesticadas, semidomesticadas e silvestres. As plantas domesticadas (*C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense* Jacq., *C. frutescens* e *C. pubescens*) são aquelas que o próprio homem seleciona determinadas alterações genéticas, de tal modo que não são mais capazes de sobreviver em condições naturais. São absolutamente dependentes do homem para a natureza (CARVALHO et al., 2003; RIBEIRO et al., 2008). Apresentam características que englobam uma multiplicidade de formatos, cores e tamanhos de frutos que podem apresentar diferentes graus de pungência, determinada pela concentração de capsaicinóides, exclusivos desse gênero (MOSCONI et al., 2007; DEWITT; BOSLAND, 2009).

As plantas semidomesticadas (*C. annuum* var. *glabriusculum*, *C. baccatum* var. *baccatum* e *C. baccatum* var. *praetermissum*) são aquelas selecionadas, cultivadas mais ainda não estão completamente domesticadas (CARVALHO et al., 2003; RIBEIRO et al., 2008), podendo ser encontradas em ambientes modificados pelo homem, porém não aparecendo diferenças morfológicas significativas em relação às populações silvestres das quais se originaram. Já as

plantas silvestres (*C. buforum*, *C. campylopodium*, *C. dusenii*, *C. flexuosum*, *C. mirabile*, *C. parvifolium*, *C. schottiamum* e *C. villosum*) não são aquelas cultivadas e não ocorrem em ambientes alterados pelo homem. Não existindo nenhuma relação de dependência com o homem (CARVALHO et al., 2003; RIBEIRO et al., 2008).

Em razão dessa variabilidade genética, o desenvolvimento de novas cultivares de diferentes tipos de pimentas quanto ao formato do fruto, cores e produtividade contribui para a manutenção da diversidade, estabelecendo uma importante ferramenta a ser empregada pelos programas de melhoramento da cultura (HEINRICH et al., 2015). Diante disso, a preservação e conservação desta variabilidade em bancos de germoplasma são de fundamental importância para o melhoramento genético, permitindo a seleção de genótipos com potencial para díspares nichos de mercado, fomentando a agroindústria e a agricultura familiar.

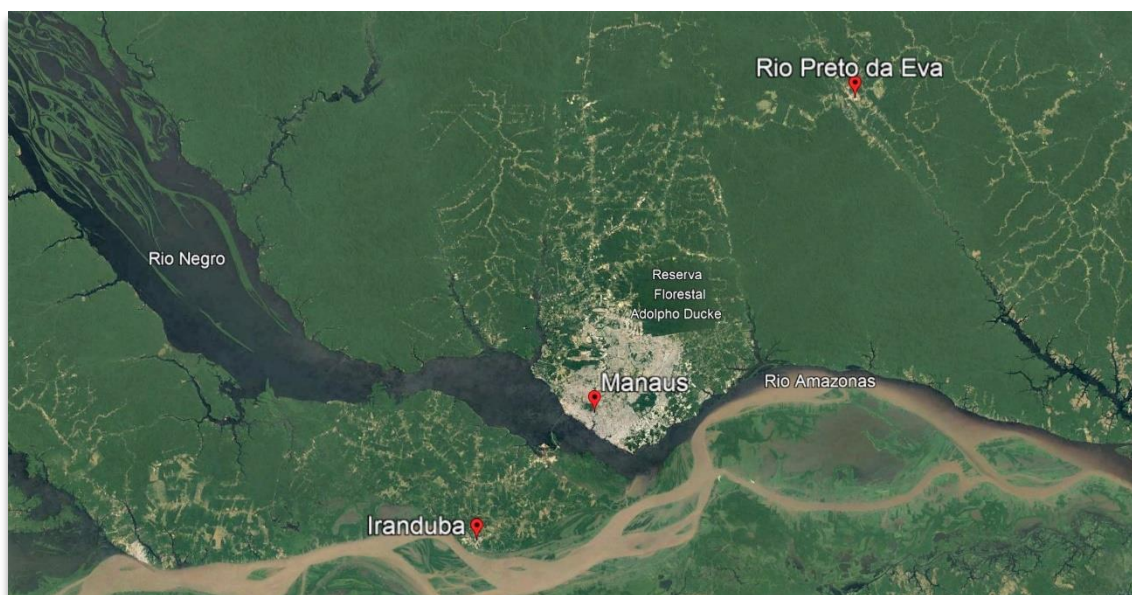
É imprescindível que essas variedades apresentem características agrônômica e fenotípica essenciais para explorar e conhecer a diversidade genética das espécies com fins de melhoramento e desenvolvimento de novas cultivares. Trabalhos anteriores com base nas pesquisas realizadas no Brasil (CARVALHO et al., 2003; NEITZKE et al., 2014; HEINRICH et al., 2015; FERNANDES et al., 2019) e no mundo (DEWITT; BOSLAND, 2009; ZHANG et al., 2016; GU et al., 2019; PEREIRA-DIAS et al., 2020) mostram a importância de conhecer e estudar a diversidade da espécie para melhor explorar a variabilidade genética no melhoramento com fins de conservação, valorização e utilização dos recursos genéticos vegetais de forma eficiente, para que seja, adequadamente estudada, preservada e utilizada em benefício da população. Para este tipo de estudo, as análises multivariadas podem ser complementadas com dendrogramas, e dentre deles o método de grupo de pares não ponderado, utilizando a média aritmética (UPGMA - *Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*) que tem auxiliado em medidas de dissimilaridade calculadas a partir de um conjunto de características, cuja função é agrupar os acessos com base em suas semelhanças (ZAGO et al., 2017). Em geral, o método de agrupamento UPGMA tornou-se uma ferramenta significativa na avaliação da diversidade genética de espécies de pimentas.

Portanto, é possível caracterizar a diversidade genética do gênero *Capsicum* spp. obtida, por meio de descritores qualitativos e quantitativos, entre os acessos de pimentas? Assim, o objetivo do trabalho foi caracterizar a diversidade do gênero *Capsicum* spp., por meio de descritores qualitativos e quantitativos obtidos dos frutos e sementes de pimentas na cidade de Manaus e nos municípios do Rio Preto da Eva e Iranduba no estado do Amazonas-Brasil.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Área de coleta e local do experimento

Os genótipos de *Capsicum* spp. foram coletados em mercados, comunidades ribeirinhas e com agricultores, localizados na cidade de Manaus, nas coordenadas georreferenciadas de latitude 3°6'10.11" S e longitude 60°2'45.42" O e nos municípios de Rio Preto da Eva (2°41'56.19" S e 59°41'43.10" O) do Alto Rio Negro e Iranduba (3°16'29.71" S e 60°11'1.67" O), a qual está localizada à margem esquerda do rio Solimões do Estado do Amazonas-Brasil, apresentado na Figura 1.



**Figura 1.** Localização da cidade de Manaus e dos municípios de Rio Preto da Eva e Iranduba no estado do Amazonas-Brasil. Fonte: *Google Earth Pro*, 2022.

Ao todo foram coletados 23 genótipos identificados por números de 1 até 23 entre maio de 2021 a julho de 2021 (Tabela 1 e Figura 2). Os materiais obtidos na coleta (frutos e sementes) foram conservados e analisados no Laboratório de Sementes I, da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

**Tabela 1.** Identificação de genótipos de *Capsicum* spp. na cidade de Manaus e nos municípios de Rio Preto da Eva e Iranduba no estado do Amazonas-Brasil.

| Genótipos | Local de origem <sup>1</sup> | Nome popular                       | Espécie              |
|-----------|------------------------------|------------------------------------|----------------------|
| 1         | RPV                          | <i>Habanero</i>                    | <i>C. chinense</i>   |
| 2         | RPV                          | <i>Carolina Reaper</i>             | <i>C. chinense</i>   |
| 3         | RPV                          | <i>Caïena/Cayenne</i> <sup>2</sup> | <i>C. annuum</i>     |
| 4         | RPV                          | NI                                 | NI                   |
| 5         | RPV                          | Murupi negra                       | <i>C. chinense</i>   |
| 6         | RPV                          | 7 cores <sup>3</sup>               | <i>C. frutescens</i> |
| 7         | RPV                          | Bode vermelha                      | <i>C. chinense</i>   |
| 8         | RPV                          | Cereja                             | <i>C. annuum</i>     |
| 9         | RPV                          | NI                                 | NI                   |
| 10        | RPV                          | Pimenta-de-cheiro                  | <i>C. chinense</i>   |
| 11        | I                            | Murupi amarela pequena             | <i>C. chinense</i>   |
| 12        | I                            | Olho de peixe amarelo              | <i>C. chinense</i>   |
| 13        | I                            | Malagueta                          | <i>C. frutescens</i> |
| 14        | RPV                          | Josefá                             | <i>C. annuum</i>     |
| 15        | RPV                          | <i>Aji panca</i>                   | <i>C. chinense</i>   |
| 16        | RPV                          | Olho de peixe roxa                 | <i>C. chinense</i>   |
| 17        | I                            | Peito-de-moça                      | <i>C. baccatum</i>   |
| 18        | RPV                          | Murupi laranja                     | <i>C. chinense</i>   |
| 19        | I                            | Olho de peixe vermelho             | <i>C. chinense</i>   |
| 20        | M                            | Murupi amarela grande              | <i>C. chinense</i>   |
| 21        | I                            | <i>Jalapeño</i>                    | <i>C. annuum</i>     |
| 22        | I                            | Murupi laranja pequeno             | <i>C. chinense</i>   |
| 23        | I                            | Biquinho                           | <i>C. chinense</i>   |

<sup>1</sup>RPV: Rio Preto da Eva; I: Iranduba (Comunidade do Lago do Limão); M: Manaus; <sup>2</sup>Caïena/Cayenne: híbrida; <sup>3</sup> 7 Cores: ornamental e NI: genótipo não identificado.



**Figura 2.** Frutos de 23 genótipos de pimenta (*Capsicum* spp.) coletados na cidade de Manaus e nos municípios de Rio Preto da Eva e Iranduba no estado do Amazonas-Brasil. O número nas imagens representa os genótipos descritos na Tabela 1.

## 2.2 Beneficiamento dos frutos e sementes

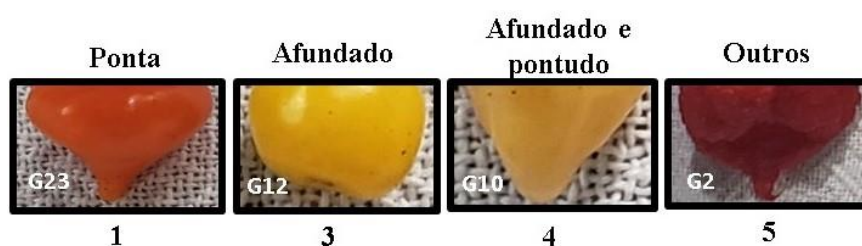
Para o beneficiamento dos frutos e sementes foram utilizados luvas e máscara para proteção das mãos e nariz, devido as pimentas apresentarem alta quantidade de capsaicina que causa ardência, irritação e queimaduras na pele. Os procedimentos resultaram em quatro etapas: **1** - os frutos maduros obtidos em mercados, comunidades ribeirinhas e agricultores na cidade de Manaus e nos municípios de Rio Preto da Eva e Iranduba foram acondicionados em bandeja de poliestireno, em seguida embalados seis frutos de cada genótipo em embalagem do tipo PET (15 x 10 x 5 cm), envolvido em filme de PVC esticável com 15 micras de espessura e armazenados em geladeira com temperatura de  $10 \pm 1$  °C até serem avaliados. **2** - Em sequência, foi feito um corte longitudinal nos frutos para a extração das sementes de forma manualmente com auxílio de uma colher de aço. **3** - Após a remoção, as sementes foram colocadas para secar sobre papel toalha em ambiente ventilado por uma semana, **4** - em seguida armazenada em recipientes identificados com a mesma numeração definida para cada genótipo e conservadas até serem empregadas nas avaliações realizadas.

## 2.3 Caracterização dos frutos

A caracterização biométrica (caracteres quantitativos) foi obtida, a partir da coleta de frutos maduros e neles mensurado o diâmetro do fruto (DF) na região central, comprimento do fruto (CF) foi medido da base até o ápice, comprimento do pedúnculo do fruto (CP) mensurado na parte superior do fruto e comprimento do pescoço da base do fruto (CPBF), todas elas aferidas em mm com o auxílio de um paquímetro digital (precisão de 0.01 mm). Para as avaliações de peso do fruto (PF) em g, utilizou-se uma balança digital (precisão 0.001 g).

Para as avaliações qualitativas foram empregados os seguintes descritores nos diferentes frutos: pescoço na base do fruto (PBF), superfície do fruto (SF), cor do fruto imaturo (CFI) e maduro (CFM), formato do fruto (FF), pungência (P), aroma (A) e consistência (C).

A forma do fruto no final da flor (FPF) – obtida pela mensuração no final do fruto, sendo considerados cinco classes fenotípica, 1 – Ponta; 2 – Sem corte; 3 – Afundado; 4 – Afundado e pontudo e 5 – Outros, conforme apresentado na Figura 3. Os descritores empregados foram descritos pelo IPGRI (1995); Carvalho et al. (2003) e Neitzke et al. (2014), conforme apresentado na Tabela 2, com a exceção da consistência que foi proposto no presente trabalho.



**Figura 3.** Forma do fruto no final da flor de pimenta (*Capsicum* spp.).

Quanto à consistência foi considerada duas classes fenotípica, 1 - frutos maduros firmes e 2 - frutos maduros moles, considerando frutos de igual idade fisiológica onde a consistência se manifesta nessas duas classes sugeridas e está relacionada com o grau de decomposição do fruto após chegar à maturidade, e assim foi proposto como um novo descritor para a cultura.

**Tabela 2.** Descritores qualitativos e quantitativos dos frutos aferidos em acessos de pimenta.

| Descritores<br>Quantitativos                              | Siglas | Descritores<br>Qualitativos           | Siglas | Classe fenotípica                                                                                                                                                                                                     |
|-----------------------------------------------------------|--------|---------------------------------------|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Diâmetro do fruto (mm)                                    | DF     | Pescoço na base do fruto              | PBF    | 0 – Ausente; 1– Presente                                                                                                                                                                                              |
| Comprimento do fruto (mm)                                 | CF     | Superfície do fruto                   | SF     | 1– Liso; 2 – Semi-rugoso; 3 – Rugoso; 4 – Liso com estrias; 5 – Semi-rugoso com estrias                                                                                                                               |
| Peso do fruto (g)                                         | PF     | Cor do fruto no estágio intermediário | CFI    | 1– Branco; 2 – Amarelo; 3 – Verde; 4 – Laranja; 5 – Roxo; 6 – Roxo-profundo; 7 – Outros<br>(Gravado em frutas antes do estágio de amadurecimento)                                                                     |
| Comprimento do pedúnculo do fruto (mm)                    | CP     | Cor do fruto na fase madura           | CFM    | 1– Branco; 2 – Amarelo-limão; 3 – Amarelo-laranja-pálido; 4 – Laranja-amarelo; 5 – Laranja-pálido; 6 – Laranja; 7 – Vermelho-leve; 8 – Vermelho; 9 – Vermelho-escuro; 10 – Roxo; 11 – Marrom; 12 – Preto; 13 – Outros |
| Comprimento do pescoço da base do fruto (mm) <sup>4</sup> | CPBF   | Formato do fruto                      | FF     | 1 – Alongado; 2 – Arredondado; 3 – Triangular; 4 – Campanulado; 5 – Retangular; 6 – Outros                                                                                                                            |
|                                                           |        | Forma do fruto no final da flor       | FPF    | 1 – Ponta; 2 – Sem corte; 3 – Afundado; 4 – Afundado e pontudo; 5 – Outros                                                                                                                                            |
|                                                           |        | Pungência                             | P      | 1 – Doce; 2 – Picante baixo; 3 – Picante médio; 4 – Picante alto                                                                                                                                                      |
|                                                           |        | Aroma                                 | A      | 1– Baixo; 2 – Médio; 3 – Alto                                                                                                                                                                                         |
|                                                           |        | Consistência <sup>4</sup>             | C      | 1 – Maduros firmes; 2 – Maduros moles                                                                                                                                                                                 |

Informações disponíveis dos diferentes descritores empregados para *Capsicum* spp.: IPGRI (1995); Embrapa Hortaliças (Carvalho et al., 2003); Embrapa Clima Temperado (Neitzke et al., 2014). <sup>4</sup>Novos descritores propostos em nosso trabalho.

## 2.4 Caracterização das sementes

Para a caracterização das sementes dos 23 (vinte e três) genótipos, foram mensurados os descritores quantitativos diâmetro da semente (DS) na região central empregando dez sementes, utilizando-se paquímetro digital, com precisão de 0.01 mm e, posteriormente a massa de 71 sementes foi empregado para estimar a massa de mil sementes (MMS) em uma balança digital de precisão 0.001 g e o número de sementes por fruto (NSF), por meio da contagem das sementes nos frutos selecionados.

Descritores qualitativos foram organizados e avaliados da seguinte forma: tamanho da semente (TS), cor da semente (CS) e superfície da semente (SS), de acordo com os descritores para *Capsicum* spp. propostos pelo IPGRI (1995) e Carvalho et al. (2003), conforme disposto na Tabela 3.

**Tabela 3.** Descritores qualitativos e quantitativos das sementes para pimentas do gênero *Capsicum* spp.

| Descritores Quantitativos              |     |                                 | Siglas                |    |                                                                   | Classe                                                                |  |  |
|----------------------------------------|-----|---------------------------------|-----------------------|----|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|--|--|
|                                        |     |                                 |                       |    |                                                                   | fenotípica                                                            |  |  |
| Diâmetro da semente (mm)               | DS  |                                 | Tamanho da semente    | TS | 3 – Pequeno; 5 – Intermediário; 7 – Grandes                       | (Média de 10 sementes selecionadas aleatoriamente)                    |  |  |
| Massa de mil sementes (g)              | MMS |                                 | Cor da semente        | CS | 1 – Palha (amarelo profundo); 2 – Castanho; 3 – Preto; 4 – Outros |                                                                       |  |  |
| Número de sementes por fruto (unidade) | NSF | 1 – < 20; 2 – 20 – 50; 3 – > 50 | Superfície da semente | SS | 1 – Liso; 2 – Áspero; 3 – Enrugado                                |                                                                       |  |  |
|                                        |     |                                 |                       |    |                                                                   | (Média de pelo menos 10 frutos selecionadas de 10 plantas aleatórias) |  |  |

Informações disponíveis dos diferentes descritores empregados para *Capsicum* spp.: IPGRI (1995) e Embrapa Hortaliças (Carvalho et al., 2003).

## 2.5 Análises estatísticas

Para quantificar a variabilidade genética existente nas características foram submetidos à análise de variância (ANOVA), sendo calculado os coeficientes de variação e testados pelo teste F a 0.01 % de probabilidade, herdabilidade estimada no sentido amplo considerando-se a média dos genótipos, assim como o efeito aleatório, associado a seu valor um componente de variância. Para avaliação das comparações de médias para os descritores quantitativos em frutos e sementes foi aplicado o teste de *Scott-Knott* ao nível de 0.05 % de significância. Subsequentemente, as correlações de *Pearson* foram obtidas e construídas uma rede de correlações, nos quais a proximidade entre os nós (traços) é proporcional aos valores de correlação absoluta entre os parâmetros avaliados. Correlações positivas foram destacadas em verde, enquanto as negativas foram representadas em vermelho.

No estudo da diversidade genética, foram empregadas análises das coordenadas principais (ACPs) para os conjuntos de caracteres e na estimação da distância genética empregando a distância Euclidiana combinadas ambas as classes de caracteres, por meio do método de agrupamento hierárquico das médias pelo UPGMA. Todas as análises foram feitas empregando o programa RBio (BHERING, 2017).

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

#### **3.1 Caracteres quantitativos de frutos e sementes**

Ao caracterizar frutos e sementes de pimenta foram avaliados 8 (oito) descritores quantitativos que manifestaram diferenças altamente significativas ( $P < 0.001$ ) entre os 23 (vinte e três) genótipos coletados (Tabela 4), evidenciando a grande diversidade que se tem para o gênero na cidade de Manaus e nos municípios de Rio Preto da Eva e Iranduba no estado do Amazonas.

O menor e maior valor de coeficiente de variação observado para os 23 (vinte e três) genótipos estudados foi de 0,18 % e 17,82 %, o que evidencia a precisão dos dados obtidos (Tabela 4). Silva et al. (2021) evidencia a precisão dos dados obtidos foram satisfatórios, uma vez detectadas diferenças significativas entre os acessos de pimentas avaliadas.

O coeficiente de variação para a característica comprimento do fruto (17,82 %) associada a herdabilidade permite inferir na influência do ambiente na expressão dessa característica, evidenciando a existência de variabilidade nos genótipos G3, G4, G20 e G15. Também houve amplitude de variação dos valores mínimos de 7,24 mm e máximo de 150,69 mm revelando a diversidade e as diferenças que existem entre os genótipos testados (Tabela 5).

Por outro lado, o número de sementes por fruto obteve o menor coeficiente de variação (0,18 %), podendo ser relacionado ao tamanho do fruto, com variações de 5 a 91,1 sementes. Conforme Freitas et al. (2009), fatores como número de óvulos produzidos, quantidade e qualidade do pólen transferido, quantidade de nutrientes e fotoassimiladores disponíveis para os frutos, e sementes, ataques de herbívoros, predadores e doenças, conseqüentemente são possíveis razões nas alterações do número de sementes e frutos. As características estudadas podem-se considerar que os coeficientes de variação calculados também foram baixos, contudo, mostrando precisão e homogeneidade dos dados obtidos.

**Tabela 4.** Resumo da ANOVA para descritores quantitativos obtidos em frutos e sementes de pimenta.

| <i>P-Valor</i>  |                         |            |           |            |              |            |            |                |
|-----------------|-------------------------|------------|-----------|------------|--------------|------------|------------|----------------|
| FV <sup>1</sup> | DF <sup>2</sup><br>(mm) | CF<br>(mm) | PF<br>(g) | CP<br>(mm) | CPBF<br>(mm) | DS<br>(mm) | MMS<br>(g) | NSF<br>(unid.) |
| Genótipos       | ***                     | ***        | ***       | ***        | ***          | ***        | ***        | ***            |
| CV (%)          | 16,09                   | 17,82      | 1,16      | 13,34      | 14,96        | 10,76      | 2,5        | 0,18           |
| H <sup>2</sup>  | 95,75                   | 98,17      | 99,99     | 97,76      | 97,75        | 67,99      | 100        | 100            |
| Mínimo          | 4,62                    | 7,24       | 0,33      | 21,92      | 2,79         | 1,82       | 1,41       | 5              |
| Máximo          | 33,09                   | 150,69     | 13,67     | 152,83     | 31,20        | 3,89       | 6,62       | 91,1           |

<sup>1</sup>FV: fonte de variação, CV: coeficiente de variação, H<sup>2</sup>: herdabilidade no sentido amplo. <sup>2</sup> DF: diâmetro do fruto, CF: comprimento do fruto, PF: peso do fruto, CP: comprimento do pedúnculo do fruto, CPBF: comprimento do pescoço da base do fruto, DS: diâmetro da semente, MMS: massa de mil sementes, NSF: número de sementes por fruto. \*\*\* significância do teste F a 0.01 % de probabilidade.

Como resultado da ANOVA foi estimado a herdabilidade em sentido amplo (H<sup>2</sup>) de todas as características. A H<sup>2</sup> é um parâmetro que indica quanto da proporção genética de cada indivíduo será transmitida à próxima geração (NASCIMENTO et al., 2021). Altas estimativas são consideradas quando o parâmetro for igual ou superior a 70 % segundo Cruz et al. (2012). Neste estudo, foi possível observar (Tabela 4) que a maioria dos caracteres o valor da H<sup>2</sup> foram elevados (H<sup>2</sup> > 97 %) indicando potencial de seleção para os genótipos estudados com a exceção do DS que manifestou herdabilidade de 68 % mostrando a importância da variância genética para essa característica é baixa tendendo a dificultar o processo de seleção, devido a influência do ambiente.

A partir da análise dos valores médios agrupados pelo teste de *Scott-Knott* ao nível de 0.05 % de significância (Tabela 5), os maiores números de classes foram para os descritores massa de mil sementes e número de sementes por fruto contemplando dezessete classes. O G4 expressou menor MMS 1,41 g, enquanto que o G21 exibiu a maior MMS que foi 6,48 g. Para o descritor o número de sementes por fruto com médias modalizando o G11 com menor quantidade 5,03 unidades e os maiores G4 e G6 com 91,03 e 90,03 unidades respectivamente.

A elevada intensidade de classes indicada por esses descritores quantitativos demonstrou a alta variabilidades dos caracteres para o melhoramento genético, sendo de grande importância para a diversidade genética. As características massa de mil sementes e número de sementes

por fruto são relevantes para comercialização, visto que o agricultor pode obter lucros se optarem por vender as sementes (RUFINO e PENTEADO, 2006).

Com relação ao peso do fruto podem-se observar 11 (onze) classes. O genótipo com o menor peso G13 apresentou 0,34 g, enquanto que os genótipos G12, G16, G18 e G22 exibiram pesos iguais com 0,67 g, já o genótipo G15 ostentou valores de 13,67 g (Tabela 5). Essa variação de peso expressa o resultado da diversidade de frutos existentes entre os genótipos. Essa característica é essencial para futuros programas de melhoramento.

Contudo, o comprimento do pescoço da base do fruto apresentou 7 (sete) classes distintas, podendo-se observar valores, inferior do G16 com 3,52 mm e superior G1 com 29,52 mm. O comprimento do pescoço da base do fruto é uma característica de importância para a taxonomia na identificação das variedades, assim como para o melhorista deve considerar as exigências e preferências do mercado, potencializando considerando as características agronômicas e qualidade dos frutos.

O comprimento do pedúnculo do fruto e o seu comprimento formaram 6 (seis) classes. Os frutos com pedúnculo de menor comprimento foram os G19 com 24,13 mm e G7 com 25,84 mm, e os de maior G15 com 137,86 mm e G20 com 98,43 mm. Os G19 e G7, por possuírem menor comprimento para o pedúnculo do fruto, dificultam no manuseio e perdas no momento da colheita, assim como facilita o acesso por microrganismos, enquanto que, os G15 e G20 destacaram-se para característica pedúnculo do fruto por apresentarem maiores valores que é importante para a colheita porque aumenta a conversação, ao mesmo tempo, evita a entrada de patógenos dos frutos. Os frutos de menor comprimento foram os G8 com 9,03 mm e G19 com 10,42 mm, sendo usados em conservas, por apresentarem coloração intensa e estável e excelentes qualidades organolépticas, como sabor, aroma e pungência, além de serem resistentes a rachaduras, manchas e adaptados ao envasamento. Dentre a classe dos maiores comprimentos analisados está o G15 com 126,78 mm apontando frutos considerados os de maiores tamanhos para a característica estudada, determinando uso *in natura* ou desidratados (flocos com sementes) e formas de consumo utilizadas em diversas linhas de produtos na indústria de alimentos, como exemplo doces e geleias. Silva et al. (2021) afirmam que, quanto maior o comprimento do fruto e o teor de matéria seca, maior será o rendimento para uso dos mesmos secos ou em pó. Com relação ao diâmetro do fruto, resultou na formação de cinco classes. Os genótipos com menor e maior diâmetro foram o G13 com 4,92 mm e o G1 apresentando 32,56 mm, respectivamente (Tabela 5). O diâmetro da semente, com menor número de classes (duas) distintas e valores médios entre 2,35 mm para o G12 e 3,63 mm para G4, intensifica maior uniformidade para este descritor.

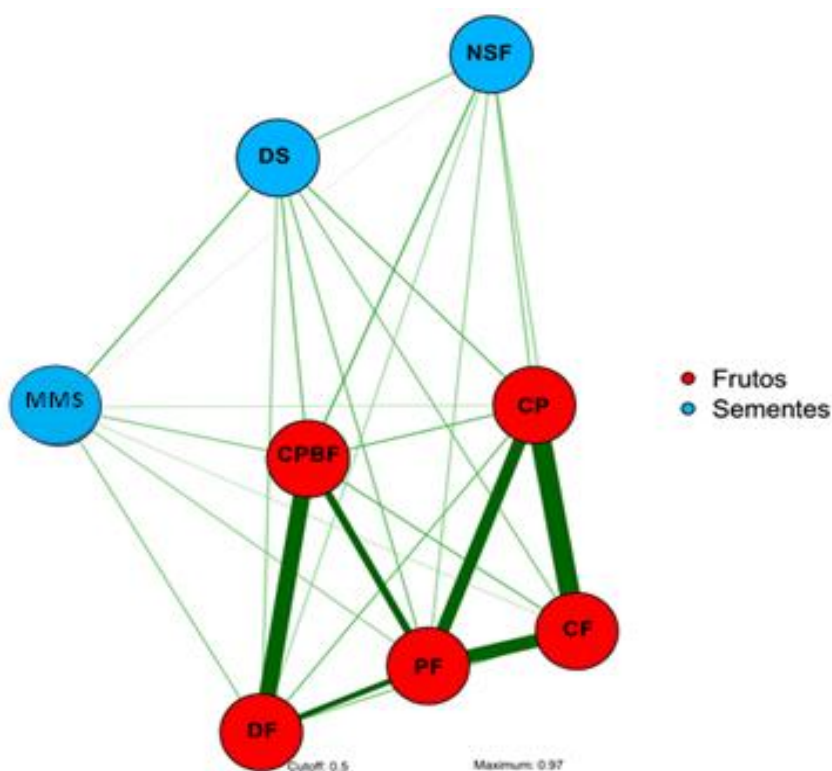
**Tabela 5.** Comparações de médias para descritores quantitativos obtidos em frutos e sementes de pimenta.

| Genótipos | ----- Frutos -----      |                        |                       |                        |                       | ----- Sementes ----- |                      |                       |
|-----------|-------------------------|------------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|----------------------|-----------------------|
|           | DF <sup>1</sup><br>(mm) | CF<br>(mm)             | PF<br>(g)             | CP<br>(mm)             | CPBF<br>(mm)          | DS<br>(mm)           | MMS<br>(g)           | NSF<br>(unid.)        |
| 1         | <b><u>32,56 a</u></b>   | 47,92 d                | 7,03 c                | 64,48 d                | <b><u>29,52 a</u></b> | <b><u>3,36 a</u></b> | 4,22 d               | 44,03 e               |
| 2         | 22,07 b                 | 32,10 e                | 3,34 e                | 55,63 d                | 17,02 c               | <b><u>3,02 a</u></b> | 3,66 g               | 10,03 o               |
| 3         | 9,53 e                  | 58,26 c                | 1,03 i                | 79,25 c                | 8,30 e                | <b><u>3,31 a</u></b> | 5,77 b               | 36,03 g               |
| 4         | 13,83 d                 | 62,20 c                | 5,03 d                | 84,72 c                | 16,34 c               | <b><u>3,63 a</u></b> | 1,41 q               | <b><u>91,03 a</u></b> |
| 5         | 9,09 e                  | 42,87 d                | 2,67 f                | 74,31 c                | 6,45 e                | <b><u>3,02 a</u></b> | 1,97 n               | 14,03 n               |
| 6         | 9,96 e                  | 29,05 e                | 2,03 g                | 54,25 d                | 12,53 d               | <b><u>3,16 a</u></b> | 2,96 i               | 90,03 b               |
| 7         | 11,05 e                 | 11,38 f                | NI                    | 25,84 f                | 11,76 d               | <b><u>3,17 a</u></b> | 3,80 f               | 35,03 h               |
| 8         | 13,55 d                 | 9,03 f                 | NI                    | 29,99 f                | 4,97 f                | <b><u>3,18 a</u></b> | 4,65 c               | 7,03 q                |
| 9         | 11,72 d                 | 18,93 f                | 1,34 h                | 41,72 e                | 10,21 d               | <b><u>3,44 a</u></b> | 3,38 h               | 20,03 k               |
| 10        | 15,47 c                 | 38,12 e                | 2,03 g                | 51,50 e                | 16,59 c               | <b><u>3,15 a</u></b> | 2,25 l               | 45,03 d               |
| 11        | 9,04 e                  | 48,21 d                | NI                    | 49,67 e                | 4,56 f                | 2,56 b               | 2,39 k               | 5,03 r                |
| 12        | 10,51 e                 | 11,96 f                | 0,67 j                | 28,07 f                | 6,82 e                | 2,35 b               | 1,69 p               | 23,03 j               |
| 13        | 4,92 e                  | 16,22 f                | 0,34 k                | 34,29 f                | 4,32 f                | <b><u>3,16 a</u></b> | 3,10 i               | 11,03 n               |
| 14        | 21,53 b                 | 23,73 f                | 1,34 h                | 45,17 e                | 21,47 b               | <b><u>3,20 a</u></b> | 4,08 e               | 42,03 f               |
| 15        | 22,08 b                 | <b><u>126,78 a</u></b> | <b><u>13,67 a</u></b> | <b><u>137,86 a</u></b> | 21,69 b               | <b><u>3,44 a</u></b> | 3,80 f               | 34,03 i               |
| 16        | 9,00 e                  | 11,80 f                | 0,67 j                | 28,17 f                | 3,52 f                | 2,42 b               | 1,97 h               | 20,03 k               |
| 17        | 13,79 d                 | 16,80 f                | NI                    | 30,69 f                | 9,57 d                | <b><u>3,02 a</u></b> | 2,82 j               | 36,03 g               |
| 18        | 7,69 e                  | 43,90 d                | 0,67 j                | 58,29 d                | 5,72 f                | <b><u>3,18 a</u></b> | 3,66 g               | 19,03 l               |
| 19        | 8,85 e                  | 10,42 f                | NI                    | 24,13 f                | 7,71 e                | 2,59 b               | 1,83 o               | 11,03 n               |
| 20        | 16,35 c                 | 70,25 b                | 5,03 d                | 98,43 b                | 10,77 d               | <b><u>2,99 a</u></b> | 2,11 m               | 53,03 c               |
| 21        | 17,53 c                 | 43,27 d                | 7,34 b                | 59,45 d                | 18,31 c               | <b><u>3,52 a</u></b> | <b><u>6,48 a</u></b> | 45,03 d               |
| 22        | 12,30 d                 | 33,06 e                | 0,67 j                | 46,87 e                | 7,60 e                | <b><u>3,11 a</u></b> | 3,10 i               | 8,03 p                |
| 23        | 12,68 d                 | 15,24 f                | 1,03 i                | 27,71 f                | 11,60 d               | 2,80 b               | 2,39 k               | 35,03 h               |

<sup>1</sup>DF: diâmetro do fruto, CF: comprimento do fruto, PF: peso do fruto, CP: comprimento do pedúnculo do fruto, CPBF: comprimento do pescoço da base do fruto, DS: diâmetro da semente, MMS: massa de mil sementes, NSF: número de sementes por fruto. NI: genótipo não identificado. Letras diferentes na coluna representam diferenças significativas pelo teste *Scott-Knott* a 0.05 % de significância.

As relações entre as características dos descritores quantitativos para frutos e sementes de pimenta foram determinadas usando coeficientes de correlação de *Pearson* e com eles construída uma rede de correlações (Figura 4). As maiores correlações foram obtidas entre os descritores de frutos. Entre todos os descritores, a maioria das correlações foram positivas com a única exceção entre NSF e MMS que manifestou correlações baixas e negativas.

O CP foi positivamente correlacionado com o CF e este com o PF (Figura 4). Essas características determinam a forma de uso da pimenta. Além disso, o mercado abrange a comercialização de frutos pequenos os quais têm maior potencial de consumo no formato de conservas e em molhos líquidos industrializados, enquanto frutos grandes, preferencialmente na forma de desidratados e comercializados inteiros, em flocos (calabresa) e em pó (páprica picante). Conforme enfatiza Ribeiro et al. (2021b) além desse mercado de processados com grande aceitação no mercado externo, principalmente Europa, Estados Unidos e países asiáticos, novos nichos de produtos gourmets (geleias, chocolates, entre outros) e de produtos orgânicos surgem para atender principalmente número de consumidores jovens (25-35 anos) interessados por sabores exóticos e alimentos saudáveis.



**Figura 4.** Rede de correlações estabelecida entre dados obtidos a partir de descritores quantitativos para frutos e sementes de pimenta coletados no Estado do Amazonas. DF: diâmetro do fruto, CF: comprimento do fruto, PF: peso do fruto, CP: comprimento do pedúnculo do fruto, CPBF: comprimento do pescoço da base do fruto, DS: diâmetro da semente, MMS: massa de mil sementes, NSF: número de sementes por fruto. (*Pearson's P* > 0.60).

A caracterização e quantificação da variabilidade fenotípica dos frutos também são de grande relevância para a sua conservação (CARDOSO et al., 2018), tendo grande valor agrônomo como promissores e adequados para programa de melhoramento genético, acessando, assim, a variabilidade conservada pelos pequenos produtores de regiões com as de Manaus.

Em relação ao CPBF, também mostrou correlação positiva com o DF, bem como ocorreu entre o PF (Figura 4). Essas características são importantes para o melhoramento de frutos para consumo *in natura*, visto que frutos mais espessos são mais resistentes a danos causados no manuseio pós-colheita. Em adição, estes atributos podem ser utilizados em seleção indireta para produção, posto que seja positiva e significativamente correlacionada. Além disso, a seleção para estas características aumenta também, o número de frutos por planta (SAPUCAY et al., 2009).

O NSF e o DS foram positivamente correlacionados entre si e com a MMS, contribuindo em alta produtividade, sendo importantes descritores para a variação dos frutos. Em estudos conduzidos com *Capsicum*, Ribeiro et al. (2008) verificaram que a quantidade de sementes a ser obtida variará em função do clima, solo, manejo cultural, do cultivar e espécie (se do tipo pungente ou). O CF e PF reuniram-se com o DF e com NSF, características importantes para o consumo *in natura*, qualificando-os importantes na indústria de frutos desidratados. Esses resultados corroboram com Ribeiro et al. (2008) que verificam os tipos de pimentas pungentes produzem de 25 a 100 g de sementes por quilograma de frutos, enquanto os do tipo doce produzem de 5 a 50 g de sementes por quilograma. Portanto, o PF e o DS estão relacionados com o CF, demonstrando que frutos maduros com polpas mais espessas tendem a obter mais quantidades de semente, já para frutos maduros com pouca polpa produzem menos sementes.

### **3.2 Caracteres qualitativos de frutos e sementes**

O resultado dos caracteres qualitativos dos 23 (vinte e três) acessos de pimentas (*Capsicum* spp.) para os descritores dos frutos e sementes corroboram a existência de variabilidade genética entre os genótipos caracterizados como pode ser observado na Tabela 6.

As variedades de pimentas são para todos os gostos e paladares, se destacam pelo sabor que acrescentam aos alimentos, aroma indo de doces a muito picantes e com diferentes cores, formatos e tamanhos.

Para o descritor pescoço na base do fruto, foram atribuídas notas de 0 a 1, identificados 0 = ausentes para os G1, G2, G8, G9, G10, G14, G16, G19 e G23; 1 = presentes em G3, G4, G5,

G6, G7, G11, G12, G13, G15, G18, G20, G21 e G22 e G17 genótipo não avaliado (Tabelas 2 e 6).

**Tabela 6.** Descritores qualitativos obtidos em frutos e sementes de pimenta.

| Genótipos | -----Frutos----- |    |     |     |    |     |   |   |   | -----Sementes----- |    |    |
|-----------|------------------|----|-----|-----|----|-----|---|---|---|--------------------|----|----|
|           | PBF <sup>2</sup> | SF | CFI | CFM | FF | FPP | P | A | C | TS                 | CS | SS |
| G1        | 0                | 1  | 3   | 8   | 4  | 5   | 4 | 3 | 1 | 5                  | 1  | 3  |
| G2        | 0                | 3  | 4   | 8   | 6  | 5   | 4 | 3 | 1 | 5                  | 2  | 3  |
| G3        | 1                | 1  | 2   | 8   | 1  | 1   | 4 | 1 | 1 | 7                  | 1  | 1  |
| G4        | 1                | 3  | 5   | 13  | 1  | 4   | 4 | 3 | 1 | 5                  | 1  | 1  |
| G5        | 1                | 1  | 6   | 10  | 1  | 1   | 4 | 3 | 1 | 5                  | 1  | 2  |
| G6        | 1                | 1  | 5   | 3   | 6  | 1   | 2 | 1 | 1 | 5                  | 1  | 1  |
| G7        | 1                | 1  | 3   | 9   | 2  | 3   | 4 | 3 | 1 | 5                  | 2  | 1  |
| G8        | 0                | 1  | 3   | 7   | 2  | 5   | 2 | 1 | 1 | 5                  | 2  | 2  |
| G9        | 0                | 1  | 3   | 7   | 6  | 5   | 3 | 2 | 1 | 5                  | 1  | 1  |
| G10       | 0                | 3  | 3   | 2   | 1  | 4   | 2 | 3 | 1 | 3                  | 1  | 2  |
| G11       | 1                | 3  | 3   | 2   | 1  | 1   | 4 | 3 | 2 | 5                  | 2  | 3  |
| G12       | 1                | 1  | 3   | 2   | 2  | 3   | 4 | 3 | 2 | 3                  | 2  | 3  |
| G13       | 1                | 1  | 3   | 8   | 6  | 5   | 4 | 3 | 2 | 3                  | 1  | 2  |
| G14       | 0                | 1  | 5   | 13  | 4  | 5   | 4 | 2 | 1 | 5                  | 1  | 2  |
| G15       | 1                | 3  | 5   | 8   | 1  | 1   | 2 | 2 | 1 | 5                  | 2  | 1  |
| G16       | 0                | 1  | 5   | 2   | 3  | 3   | 4 | 3 | 1 | 3                  | 1  | 1  |
| G17       | NI               | 1  | 3   | 7   | 3  | 1   | 3 | 2 | 1 | 3                  | 1  | 1  |
| G18       | 1                | 3  | 5   | 6   | 1  | 1   | 4 | 3 | 1 | 5                  | 3  | 3  |
| G19       | 0                | 1  | 3   | 7   | 2  | 3   | 4 | 3 | 2 | 3                  | 1  | 2  |
| G20       | 1                | 3  | 3   | 2   | 1  | 1   | 4 | 3 | 1 | 5                  | 2  | 2  |
| G21       | 1                | 4  | 3   | 9   | 3  | 1   | 3 | 2 | 1 | 5                  | 1  | 1  |
| G22       | 1                | 3  | 3   | 6   | 3  | 1   | 4 | 3 | 1 | 5                  | 1  | 1  |
| G23       | 0                | 1  | 4   | 8   | 2  | 1   | 1 | 1 | 1 | 3                  | 1  | 1  |

<sup>2</sup> PBF: pescoço na base do fruto, SF: superfície do fruto, CFI: cor do fruto no estágio intermediário, CFM: cor do fruto na fase madura, FF: formato do fruto, FPP: formato do fruto no final da flor, P: pungência, A: aroma, C: consistência, TS: tamanho da semente, CS: cor da semente, SS: superfície da semente. NI: genótipo não identificado.

Quanto a superfície, os frutos expressaram escala entre 1 a 4, reconhecidos 1 = liso com representação dos genótipos G1, G3, G5, G6, G7, G8, G9, G12, G13, G14, G16, G17, G19 e G23; 3 = rugoso reunidos em G2, G4, G10, G11, G15, G18, G20 e G22 e 4 = liso com estrias apenas o G21 (Tabela 6). Domenico et al. (2012) apontam que, frutos com superfície rugosa têm menor aceitação no mercado *in natura*, pois o consumidor tende a compará-lo com produto deteriorado. Portanto, a aparência dos frutos constitui um fator de qualidade quando se trata de comercialização.

Considerados promissores as cores do fruto no estágio intermediário foram reunidas em; 2 = amarela G3; 3 = verde G1, G7, G8, G9, G10, G11, G12, G13, G17, G19, G20, G21 e G22; 4 = laranja G2 e G23; 5 = roxo G4, G6, G14, G15, G16 e G18 e 6 = roxo-profundo G15 (Tabela 6). Enquanto que, as cores do fruto na fase madura foram atribuídas valores de 1 a 13, compostas por: 2 = amarelo-limão G10, G11, G12, G16 e G20; 3 = amarelo-laranja-pálido G6; 6 = laranja G18 e G22; 7 = vermelho-leve G8, G9, G17 e G19; 8 = vermelho G1, G2, G3, G13, G15 e G23; 9 = vermelho-escuro G7 e G21; 10 = roxo G5 e 13 = outros G4 e G14 (Tabela 6).

Vale apontar que Monteiro e Santos (2019) declaram que a passagem das cores durante o estágio de maturação é ideal para obtenção de frutos com melhores características nutricionais, já para produção de sementes o melhor é que, elas atinjam a maturação fisiológica. É, portanto, alcance a máxima deposição de matéria seca, indicativo de alta qualidade e produtividade. A característica cor do fruto influencia na maturidade fisiológica das sementes e pungência, pois verificam que os genótipos de cor laranja foram os mais pungentes quando comparados com os frutos de cor amarela. Também o estágio de desenvolvimento do fruto interfere na característica da pungência, observando mais ardentes no início de amadurecimento e auxilia no momento ideal da colheita. Essas características são importantes indicadores de produtividade e desenvolvimento em nível de variedades.

Convém destacar que, a coloração vermelha é amplamente empregada como corante nos alimentos com fins culinário e industrial. Conforme exposto Pinto et al. (2013), associado a capacidade corante e, em muitos casos, à sua pungência, a pimenta é utilizada para modificar a cor e sabor de sopas, embutidos, queijos, lanches, molhos entre outros. Desta feita, a intensidade da cor, principalmente a vermelha é considerada um dos atributos na qualidade para produção de páprica em pó.

Como apontam Pino et al. (2007), as variedades que produzem frutos de cores laranja e marrom apresentaram melhor composição química relacionada ao aroma do que variedades de frutos vermelhos.

O descritor formato do fruto foi classificado na categoria de 1 a 6, com 1 = alongado para os genótipos G3, G4, G5, G10, G11, G15, G18 e G20; 2 = arredondado G7, G8, G12, G19 e G23; 3 = triangular G16, G17, G21 e G22; 4 = campanulado G1 e G14 e 6 = outros G2, G6, G9 e G13 (Tabela 6).

A variação para descritor relacionado ao formato do fruto no final da flor foi associada em escala entre 1 a 5, com 1 = ponta com a representação dos genótipos G3, G5, G6, G11, G15, G17, G18, G20, G21, G22 e G23; 3 = afundado G8, G12, G16 e G19; 4 = afundado e pontudo G4 e G 10 e 5 = outros G1, G2, G9, G10, G13 e G14 (Tabela 6). Essas diferenças podem ser destacadas com base na descrição de grande diversidade em germoplasma e, também, a relação entre o pericarpo espesso e o aumento do grau de resistência a patógenos e parasitas durante a pós-colheita que os qualificam como promissores para o mercado consumidor, potencializando a aparência melhor quando comparados com frutos de pericarpo fino.

Adicionalmente, com a classificação do teor de pungência (Tabela 6), variando entre 1 a 4, constituído 1 = doce G23; 2 = baixo G6, G8, G10 e G15; 3 = médio G9, G17 e G21 e 4 = alto G1, G2, G3, G4, G5, G7, G11, G12, G13, G14, G16, G18, G19, G20 e G22, isso faz com que os frutos maduros, sejam mais picantes do que os imaturos, o estresse das plantas aumenta a pungência, assim como a relação amadurecimento dos frutos em altas temperaturas ocorre aumento da pungência (DEWITT; BOSLAND, 2009). A pungência é um atributo comercial importante e uma peculiaridade para as pimentas frescas e, também para produtos processados, sendo o princípio ativo de capsaicina um dos requisitos principais que designa a qualidade comercial dos frutos.

Além disto, cada variedade de pimenta tem seu próprio conjunto de substâncias aromáticas e saborosas que é única, sendo atribuídas notas de 1 a 3, obtendo 1 = baixo G3, G6, G8 e G23; 2 = médio G9, G14, G15, G17 e G21 e 3 = alto G1, G2, G4, G5, G7, G10, G11, G12, G13, G16, G18, G19, G20 e G22 (Tabela 6).

A consistência dos frutos variou entre 1 a 2, com escala 1 = maduros firmes G1, G2, G3, G4, G5, G6, G7, G8, G9, G10, G14, G15, G16, G17, G18, G20, G21, G22 e G23 e 2 = maduros moles G11, G12, G13 e G19 (Tabela 6), sendo esse descritor importante para decapagem, secagem e produção de polpa usada na fabricação de molhos, uso fresco, processamento e congelamento (DEWITT; BOSLAND, 2009).

No que se refere o tamanho da semente os valores variaram de 3 a 7, apresentando 3 = pequena G10, G12, G13, G16, G17, G19 e G23; 5 = intermediária G1, G2, G4, G5, G6, G7, G8, G9, G11, G14, G15, G18, G20, G21 e G22 e 7 = grande G3 (Tabela 6).

Quanto à cor da semente, foi atribuída as seguintes escalas: 1 a 4, com 1 = palha (amarelo profundo) G1, G3, G4, G5, G6, G9, G10, G13, G14, G16, G17, G19, G21, G22 e G23; 2 = castanhos G2, G7, G8, G11, G12, G15 e G20 e 4 = outros (G18) (Tabela 6).

A superfície da semente classificada de 1 a 3, distribuída 1 = liso G3, G4, G6, G7, G9, G15, G16, G17, G21, G22 e G23; 2 = áspero G5, G8, G10, G13, G14, G19 e G20 e 3 = enrugado G1, G2, G11, G12 e G18 (Tabela 6).

### **3.3 Análises multivariadas com caracteres qualitativos e quantitativos de frutos e sementes**

Na análise das coordenadas principais (ACPs), foi gerado um gráfico *Biplot* de dispersão de escores de dois eixos (CP1 e CP2), possibilitando a observação das posições relativas aos genótipos e dos descritores qualitativos e quantitativos (Figura 5). As coordenadas principais rotaciona os conjuntos de caracteres no sentido de captar o máximo possível de variabilidade, auxiliando nas interpretações dos resultados para determinação da diversidade genética.

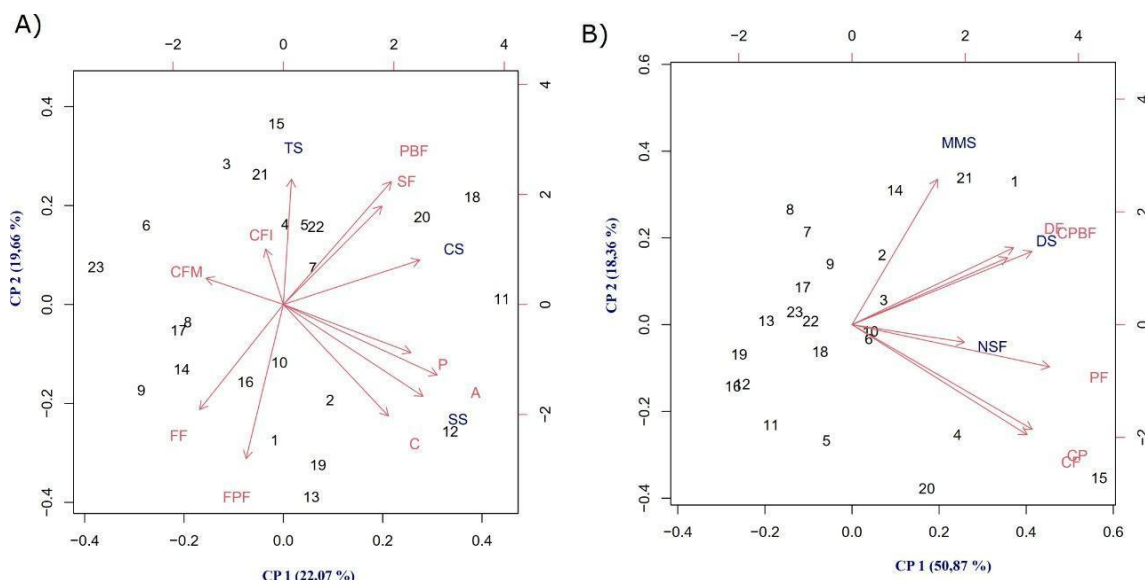
Analizando a divergência genética com base nas ACPs (Figura 5), verificou-se que, as duas primeiras coordenadas principais dos descritores qualitativos (Figura 5A) explicaram 41,73 % da variação total dos conjuntos de caracteres, contribuindo no primeiro eixo 22,07 % e no segundo com 19,66 %. Enquanto que, na Figura 5B, a projeção do gráfico de escores CP1 versus CP2 representa 69,23 % da variação total dos conjuntos de caracteres, contribuindo no primeiro eixo 50,87 % e no segundo com 18,36 %. Pela porcentagem da variabilidade contida nas duas primeiras coordenadas, verifica-se que os caracteres quantitativos tiveram uma maior contribuição em relação aos caracteres qualitativos nos genótipos coletados.

Nesse processo, é relevante destacar que na Figura 5A os descritores qualitativos ficaram bem dispersos, revelando grande variabilidade que foi contatada para estes dados, onde a maioria dos genótipos se correlacionam a determinado descritor. Tomamos como exemplo os G18 e G20 associados aos descritores PBF, SF e CS, além destes, o G12 também está relacionado com os descritores P, A, SS e C.

Na Figura 5B quando considerado os descritores quantitativos, foi observado que o G1 apresentou diferença entre os caracterizados, correlacionando-se positivamente com os descritores MMS, DF, CPBF e DS, sendo essas combinações as de maior potencial heterótico, enquanto que, o G15 se associado ao CP e CF diferenciando-se dos demais genótipos para estes descritores.

Também é possível destacar o agrupamento dos genótipos G5, G11, G16, G12, G19, G18, G13, G22, G23, G17, G9, G7, G8, G14, G2, G6 e G10 a esquerda do eixo CP2 exibindo

similaridades entre ambos e, isto posto, divergência genética. Cabe aqui destacar que, os caracteres quantitativos revelam-se mais agrupados para os descritores observados na Figura 5B, do mesmo modo, próximo deles se localizam os genótipos que mais contribuem para essas características, o que indica a existência de variabilidade genética entre os genótipos.



**Figura 5.** Resultado das análises das coordenadas principais (ACPs) obtidos ao empregar descritores qualitativos (A) e quantitativos (B) em frutos (destacados na cor vermelho) e sementes (destacados na cor azul) de 23 genótipos de pimenta coletados no estado do Amazonas. DF: diâmetro do fruto, CF: comprimento do fruto, PF: peso do fruto, CP: comprimento do pedúnculo do fruto, CPBF: comprimento do pescoço da base do fruto, DS: diâmetro da semente, MMS: massa de mil sementes, NSF: número de sementes por fruto. PBF: pescoço na base do fruto, SF: superfície do fruto, CFI: cor do fruto no estágio intermediário, CFM: cor do fruto na fase madura, FF: formato do fruto, FPF: forma do fruto no final da flor, P: pungência, A: aroma, C: consistência, TS: tamanho da semente, CS: cor da semente, SS: superfície da semente.

Os 20 (vinte) descritores, distribuídos em 12 (doze) qualitativos (A) e 8 (oito) quantitativos (B) em frutos e sementes utilizados para a caracterização, detectaram variação entre os 23 acessos avaliados. A partir desses descritores, foram realizadas análises de agrupamento e seu correspondente dendrograma de dissimilaridade (Figura 6).

No dendrograma gerado houve o agrupamento de 4 (quatro) grupos formados ao se considerar o valor de corte correspondente à dissimilaridade média global entre os descritores ( $\Theta = 6,5$ ). No eixo X foram representados os 23 (vinte e três) genótipos, enquanto que no eixo Y foram representadas as distâncias entre os genótipos (Figura 6).

O genótipo G1 da espécie estudada *C. chinense*, mostrou-se o mais divergente, visto que formou um grupo exclusivo e permaneceu isolado dos demais no dendrograma (Figura 6). Esse

genótipo possui o pescoço na base do fruto ausente, superfície do fruto lisa, cor do fruto imaturo verde e amarelo e quando maduro vermelho, formato do fruto campanulado, formato do fruto no final da flor outros, pungência e aroma altos e consistência firme. Tem como característica significativa frutos com elevada produtividade, sendo preferencialmente consumidos frescos e na forma *in natura*. Ressalta-se a importância na utilização da polpa para a produção de pasta de pimenta conhecida como *mash*. Neste caso, junta-se à polpa de uma pimenta do tipo *Jalapeño* a pasta de uma cultivar com alta pungência, unindo o ardor ao alto rendimento de polpa (MACEDO, 2015).

As sementes apresentaram tamanho intermediário, cor palha, superfície enrugada e número de sementes por fruto variando entre 20 a 50 (Tabela 2).

O grupo II compreende a grande maioria dos genótipos G18, G5, G7, G22, G13, G11, G12, G19, G8, G2, G9, G14, G6, G16, G10, G17 e G23, correspondem quatro espécies *C. chinense*, *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. frutescens* e NI (genótipo não identificado) (Figura 6).

Quanto aos G18, G11 e G10, foram agrupados com características similares para os atributos superfície do fruto tipo rugosos, formato alongado e aroma alto. Esses genótipos se mostraram promissores quanto à característica formato quando correlacionado com a produção de sementes, ideal para produção de sementes em escala comercial.

Os genótipos G7, G12, G19, G8 e G23 mostraram-se convergentes, visto que se agruparam apresentando as mesmas características como frutos com pescoço ausente, formato arredondado e superfície lisa (Figura 2 e Tabela 2).

A respeito do G7, apresenta como aspectos marcantes a passagem de coloração do fruto imaturo verde para maduro vermelho-escuro ou amarelo, não uniformidade, aroma forte e pungência alta, observação similar foi relatada por Rodrigues (2016), estudando a cultivar BRS Seriema, tem como particularidade alto grau de uniformidade dos frutos, atributo ainda não estabilizado em algumas das populações do grupo de pimenta bode.

Em relação as características dimensionais dos frutos (CF e DF) do G7, observou-se que em comprimento apresentou 11,43 mm e diâmetro 11,05 mm (Tabela 5). Os frutos menores em geral são mais leves e possuem pouca quantidade de polpa, o que lhes conferem características para fabricação de molhos ou processados em forma de conservas, pois se mantêm rígidos e com coloração vermelha, enquanto que para o mercado de frutos secos são promissoras pela ardência, aroma, sabor e pequenas facilitando o envase.

A peculiaridade do G23 se concentra pelo alto grau de uniformidade, assim como o número elevado de frutos por planta e, principalmente, pela ausência de pungência dos frutos. Possuindo potencial tanto para o mercado de frutos frescos quanto para o processamento de

conservas para aperitivos e geleias, ao mesmo tempo agrega valor ao condimento, em virtude de seus frutos serem aromáticos, crocantes e saborosos, atendendo ao mercado consumidor que não desfrutam de pimentas ardidas.

Dentre os genótipos G5, G13 e G6 analisados os frutos, possuem superfície lisa, pescoço presente e consistência firme, conferindo-lhes importância quanto à aparência, resistência e qualidade quando se trata de comercialização na forma *in natura*, com exceção do G13 que apresentou consistência dos frutos moles. Nessa avaliação a cor dos frutos, foram características marcantes no G5 na forma imaturo roxo-profundo, verde e roxo para os G13 e G6, enquanto que, maduros a coloração apresentada foram: roxo, vermelho e amarelo-laranja-pálido, respectivamente. As medições dessas características auxiliam no estabelecimento do grau de maturação e do momento ideal para colheita, além de padronizar e classificar quais os melhores produtos para a comercialização (BERNARDO et al., 2018).

Convém destacar o G13, os frutos são eretos e atingem menor peso (0,34 g) e diâmetro (4,92 mm), muito aromático e com pungência alta. Em virtude do tamanho miúdo dos frutos, sementes pequenas e o número de sementes por fruto são reduzidos (Tabela 3 e 5) são muito utilizados na culinária nordestina para temperar peixes, carnes e outros pratos típicos da Bahia, como o acarajé (CARVALHO et al., 2003).

O valor estético do G6 quanto ao número de frutos, a passagem por diversas cores roxa a amarelo-alaranjado-pálido no processo de maturação, sendo dissemelhante dos demais genótipos desse grupo, possuindo posição erguida que contrasta com a folhagem, sendo promissor para uso ornamental.

Em suma, o G2 destaca-se dos demais genótipos pelo alto grau de picância, devido ao alto teor de capsaicina tornando-se extremamente exótica e atrativa, além de rústica e produtiva. Recordista mundial em pungência, ocupando uma fatia importante do mercado internacional (Figura 6). A pimenta *Carolina Reaper* é caracterizada com sabor frutado e doce, toque de canela e chocolate, além de ser o mais quente do mundo (CASA PRÁTICA QUALITÁ, 2022). O fruto possui características peculiares como fruto pequeno e enrugado, cauda em formato de ferrão, coloração vermelha e aparência brilhante de toque áspero, sendo usado de preferência no preparo de molhos e outras receitas, nunca consumida na forma *in natura* (CASA PRÁTICA QUALITÁ, 2022).

Também foram alocados com características similares G9, G14, G16 e G17 para pescoço da base do fruto ausente, com exceção do G17 não foi possível avaliar, superfície do fruto lisa, cor do fruto imaturo roxo para o G14 e G16 e verde para o G9 e G17. Com relação ao formato dos frutos, os genótipos foram agrupados da seguinte forma: G14 campanulado, G16 e G17

triangulares. No que concerne à pungência destacamos o G9 e G17 baixas, G14 e G16 altas e, finalmente, a consistência do fruto todos maduros firmes. No que diz respeito às sementes G16 e G17, são pequenas e G9 e G14 intermediária, com todos os genótipos com número de sementes por fruto entre 20 a 50 (Tabela 3).

Analisando o G22, destacou-se dos demais genótipos em relação à coloração laranja do fruto na fase madura, aroma forte e pungência 220.000 SHU (CORTEZ et al., 2022) e o tamanho das sementes intermediário, cor palha, superfície lisa e quantidade de sementes por fruto no máximo 50.

No grupo III, reuniu apenas 1 (um) genótipo G15, correspondente a espécie *C. chinense* destacou-se em relação aos demais genótipos por apresentar maior comprimento do fruto (126,78 mm), peso do fruto (13,67 g) e comprimento do pedúnculo do fruto (137,86 mm) (Tabela 5 e Figura 5). Além disso, os frutos possuem uma baixa picância e leve ardência, com um sabor defumado e frutado muito característico. Frequentemente, vendida no formato seco ou preparado em pasta (NCTODO.COM HOME MAGAZINE, 2021).

O grupo IV abrange 4 (quatro) genótipos (G3, G21, G4 e G20), que abarcam as espécies *C. annuum*, *C. chinense* e NI (genótipo não identificado). Dentro desse grupo, o G3 destaca-se pelas características dos descritores qualitativos como alta pungência, favorecendo o consumo na forma *in natura* e desidratada ou em pó. Ademais, geralmente evidenciam-se pelo comprimento do fruto (58,26 mm), comprimento do pedúnculo do fruto (79,25 mm), cor do fruto no estágio intermediário amarelo e na fase madura vermelha, superfície lisa e o formato alongado ou em meia lua (Tabela 2 e 5). As sementes apresentaram tamanho grande, cor palha e superfície lisa (Tabela 3).

Foram incluídos, também nesse grupo, o G21 descritores qualitativos relativos aos frutos com baixo rendimento e alta uniformidade, além de média pungência. Essas características são peculiares à produção de pápricas, a partir de *blends* associados com diferentes tipos de pimentas, sendo muito apreciado na agroindústria. Rodrigues (2016) confirma que as pápricas são produzidas a partir de misturas, ou *blends*, de diferentes tipos de pimentas doces ou picantes, ou seja, o tipo *Jalapeño* possui polpa espessa e bom rendimento, mas pungência média. Por isto, se faz necessário uma combinação com a pimenta *Habanero* garantindo maior picância para o molho.

Vale destacar também, que esse genótipo G21, as cores dos frutos no estágio intermediário são verdes, enquanto que, no final do estágio de maturação, constata-se em vermelho-escuro (Tabela 2 e 6). De acordo com Peixoto et al. (2017), a cor é um dos fatores

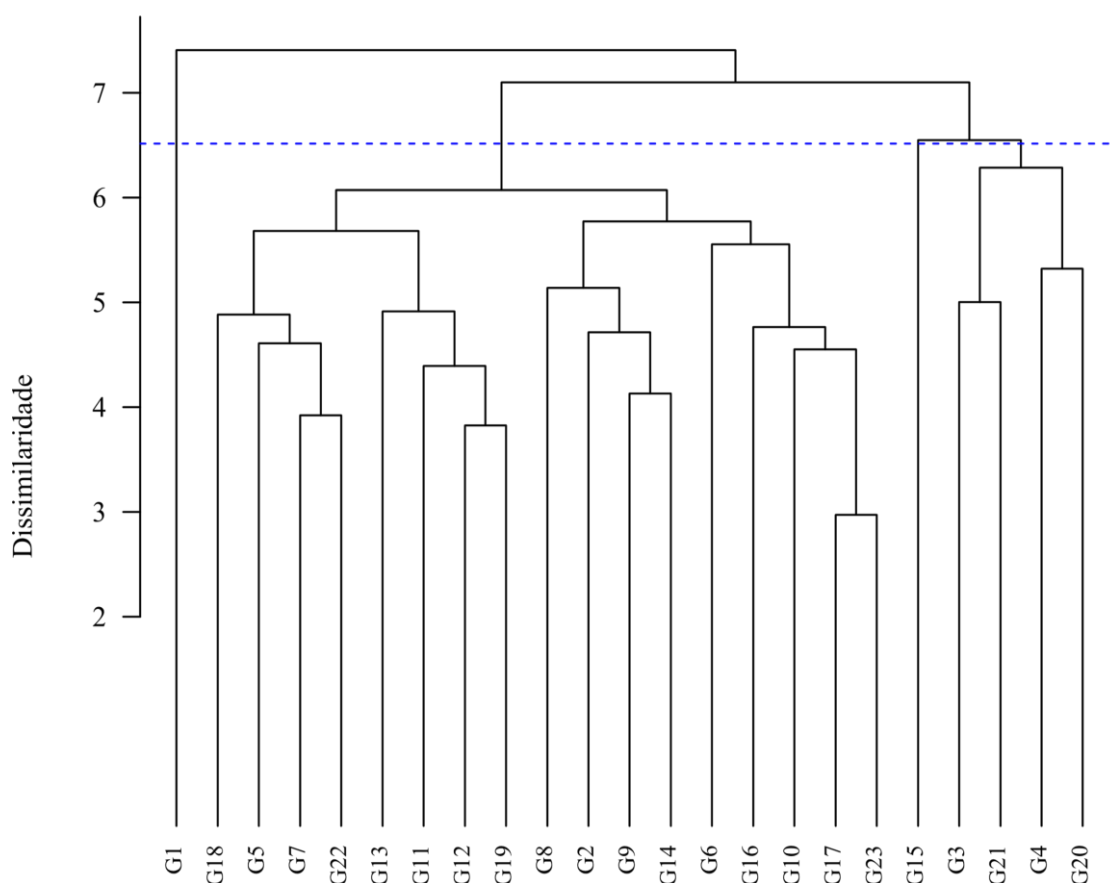
determinantes no preço da polpa, sendo um parâmetro importante na classificação do produto industrializado.

O G1 apresenta frutos grandes e parede espessa com a superfície lisa, com rachaduras e o formato do fruto, no final da flor triangular, sendo esses descritores peculiares ao genótipo mexicana Vera Cruz. No entanto, Ribeiro et al. (2021a) afirmam que a maioria das cultivares de *Jalapeño* disponível no mercado ainda é importada dos EUA e pouco adaptada às condições agroecológicas do Brasil central, com produtividade abaixo de 30 t. ha<sup>-1</sup>, e com teor de capsaicinóides totais abaixo do desejado pela agroindústria (>30.000 SHU, medida essa utilizada em escala de *Scoville Heat Unit*.).

Os genótipos G4 e G20 apresentaram dissimilaridade pelas características qualitativas como aroma forte e pungência, variando de média a alta, respectivamente. Ao analisar o G20, a cor do fruto na fase madura com a pungência, observou-se frutos de coloração amarelo-limão a laranja destacando-se pelo teor máximo de capsaicinóides e pungência. Silva et al. (2021) salientam que estudos de pungência dos acessos com frutos de coloração laranja são necessários para verificação do teor de capsaicinóides, uma vez que, segundo os autores, esses são potencialmente mais pungentes (Tabela 6 e Figura 6). Segundo Olguín-Rojas et al. (2019), afirmam que a concentração aumenta substancialmente até que o estágio de maturação excessiva seja alcançado. Os genótipos deste grupo têm a superfície do fruto rugosa, formato do fruto no final da flor alongado e maiores valores para o número de sementes por fruto (Tabela 6). Estes têm o comprimento e diâmetro do fruto variando, confirmando a diversidade entre as espécies, assim como alta herdabilidade em relação à forma do fruto, ou seja, comprimento e largura (Tabela 5). As sementes em ambos os genótipos apresentaram tamanho da semente intermediária e número de sementes por frutos maiores que 50.

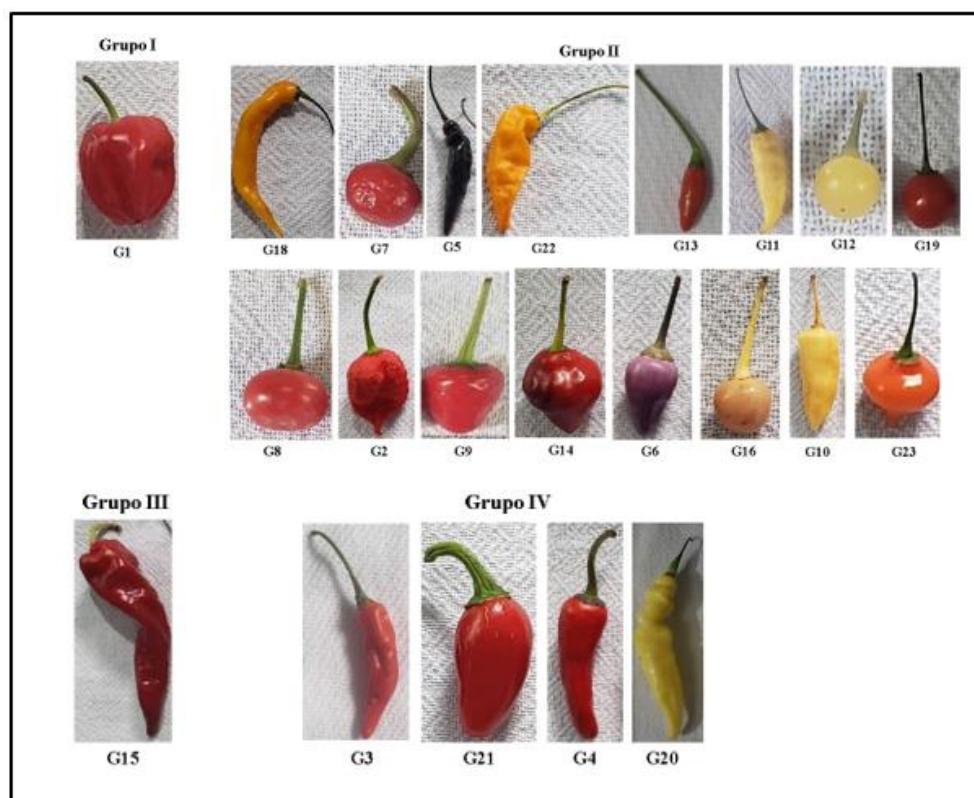
Esse tipo de pimenta é muito utilizado na região Norte do Brasil, na forma de molho misturado ao caldo do Tucupi (extraído da mandioca), e também em conservas com vinagre, óleo, ou soro de leite (REIFSCHNEIDER et al., 2015).

O grupo IV se sobressaem dentre outros grupos, devido à característica como a firmeza da polpa que determina a qualidade do fruto, influenciando na aparência e sobretudo um atrativo ao consumidor (Tabela 2 e Figura 6).



**Figura 6.** Resultado do Dendrograma obtido pelo método UPGMA ao empregar informações de descritores qualitativos (A) e quantitativos (B) em frutos e sementes de 23 genótipos de pimenta coletados no estado do Amazonas. A numeração G1 até G23 é descrita na Tabela 1.

A análise do dendrograma realizada com 23 (vinte e três) genótipos de pimentas permitiu a formação de 4 (quatro) grupos distintos, obtidos pelo método UPGMA (Figura 7). Deste modo, ressalta-se que, por meio da análise de agrupamento pelo método UPGMA, pode-se identificar genótipos mais dissimilares geneticamente, restringindo o número de arranjos imprescindíveis em programa de melhoramento (Figuras 6 e 7). Os caracteres desta Figura 7 se correspondem com o observado na Figura 5B, onde os genótipos G1 e G15 se diferenciam, evidenciando como as análises se complementam e se contatam em um mesmo resultado por vários métodos, confirmando que estes genótipos se diferenciam da maioria dos genótipos coletados.



**Figura 7.** Representação genotípica dos frutos de pimentas da composição dos grupos do dendrograma, a partir da análise de agrupamento pelo método UPGMA representados na Figura 6.

#### 4. CONCLUSÃO

Houve variabilidade genética dos genótipos coletados, a partir dos descritores qualitativos e quantitativos mensurados, permitiu potencializar o uso em programas de melhoramento, na medida em que a heterogeneidade genética propicia a obtenção de ganhos, por meio de seleção.

Os resultados encontrados evidenciaram que os descritores qualitativos que mais se destacaram na avaliação com relação aos frutos foram: coloração dos frutos quanto imaturos e maduros, formato, pungência e aroma com maior dissimilaridade genética nos grupos.

Os descritores quantitativos para frutos e sementes que apresentaram maior número de características dessemelhantes foram: peso do fruto e comprimento na base do fruto, enquanto que para a semente, dois atributos se destacaram que foram: massa de mil sementes e o número de sementes por frutos que permitiram uma elevada formação de grupos entre os genótipos.

Em relação às análises dos métodos das coordenadas principais e agrupamento UPGMA, utilizando caracteres qualitativos e quantitativos foram fundamentais para a caracterização dos frutos dos diferentes tipos de pimentas estudadas, sendo importantes indicadores na

quantificação da diversidade genética e no reconhecimento heteróticos dos grupos I genótipo 1 e III genótipo 15.

## REFERÊNCIAS

BERNARDO, D. B. F. et al. Caracterização física e físico-química de frutos de pimentão com diferentes colorações comerciais. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 18, n. 2, p. 7-12, 2018.

BHERING, L. L. Rbio: A Tool For Biometric And Statistical Analysis Using The R Platform. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 17, p. 187-190, 2017.

CARDOSO, R. et al. Genetic variability in Brazilian *Capsicum baccatum* germplasm collection assessed by morphological fruit traits and AFLP markers. **PLoS ONE**, v. 5, n. 13, p. 1-15, 2018.

CARVALHO, S. I. C. et al. **Catálogo de germoplasma de pimentas e pimentões (*Capsicum spp.*) da Embrapa Hortaliças**. Embrapa, Brasília, p. 49, 2003.

CASA PRÁTICA QUALITÁ. ALIMENTAÇÃO, 2018. Grau de ardência da pimenta: conheça das mais leves às mais picantes de acordo com a Escala de Scoville. Disponível em: <<https://www.casapraticaqualita.com.br/noticia/grau-de-ardencia-da-pimenta-conheca-das-mais-leves-as-mais-picantes-de-acordo-com-a-escala-de-scoville-a-2016/1>>. Acesso em: 18/01/2022.

CORTEZ, R. et al. **Pimentas: do plantio à colheita**. Viçosa, MG: UFV, 2022, p. 188.

CRUZ, C. D. GENES: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**, v. 35, n. 3, p. 271-276, 2013.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4. ed. Viçosa, MG: UFV, 2012. v. 1, p. 514.

DEWITT, D.; BOSLAND, P. W. **The complete Chile Pepper Book. A Gardener's Guide to Choosing, Growing, Preserving and Cooking**. Timber Press. Portland London, 2009. p. 336.

DOMENICO, C. I. et al. Caracterização agronômica e pungência em pimenta de cheiro. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 3, p. 466 - 472, 2012.

FAO. FAOSTAT, 2018. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: < <http://faostat.fao.org/faostat>>. Acesso em: 23/09/2021.

FERNANDES, M. R. C. et al. Germination and morphological evaluation of peppers (*Capsicum* spp.) cultivated in vitro. **Revista Agrária Acadêmica**, v. 2, n. 3, p. 62-75, 2019.

FREITAS, V. L. O. Biometria de frutos e sementes e germinação de sementes de *Dimorphandra mollis* Benth. e *Dimorphandra Wilsonii* Rizz. (Fabaceae - Caesalpinioideae). **Scientia Forestalis**, v. 37, n. 81, p. 27-35, 2009.

GOOGLE EARTH PRO, 2020. Google Earth. Disponível em: <<https://earth.google.com/web/>>. Acesso em: 08/04/2022.

GU, X. Z. et al. Genetic diversity and population structure analysis of *Capsicum* germplasm accessions. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 18, n. 6, p. 1312-1320, 2019.

HEINRICH, A. G. et al. Caracterização e avaliação de progênes autofecundadas de pimenta biquinho salmão. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 4, p. 465-470, 2015.

IBGE. SIDRA, 2017. Sistema IBGE de recuperação automática. Brasília. Disponível em: <[https://\\_https://sidra.ibge.gov.br](https://sidra.ibge.gov.br)>. Acesso em: 23/09/2021.

IPGRI, AVRDC and CATIE. **Descriptors for Capsicum (Capsicum spp.)**. International Plant Genetic Resources Institute, Rome: Italy, 1995. p. 110.

LEITE, P. S. S. Variabilidade intraespecífica para caracteres morfológicos, agronômicos e moleculares entre acessos de *Capsicum baccatum* var. *pendulum*. 2014. 110 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, 2014. Disponível

em:<[http://uenf.br/posgraduacao/gmp/wp-content/uploads/sites/6/2014/05/Tese-MS-Pakizza-Sherma-da-Silva-Leite\\_Final.pdf](http://uenf.br/posgraduacao/gmp/wp-content/uploads/sites/6/2014/05/Tese-MS-Pakizza-Sherma-da-Silva-Leite_Final.pdf)>. Acesso em: 10/11/2021.

MACEDO, A. Pimentas Capsicum uma história de sucesso na cadeia produtiva de hortaliças. **Hortaliças em Revistas**, Embrapa Hortaliças, ano IV, n. 18, outubro-dezembro de 2015.

MONTEIRO, S. S.; SANTOS, A. H. S. Características morfológicas de pimentas murupi e biquinho agroecológica. **Anais I CONIMAS e III CONIDIS**. Campina Grande: Realize Editora, 2019.

MOSCONE, E. A. et al. The evolution of chilli peppers (*Capsicum* – Solanaceae): a cytogenetic perspective. **Acta Horticulturae**, n.745, p. 137-169, 2007.

NASCIMENTO, M. F. et al. Genetic diversity in Capsicum and Solanum genotypes based on morphoagronomic characters. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.16, n.4, p. 1168, 2021.

NCTODO.COM HOME MAGAZINE. 2021. Definição do período alimentar Aji Panca 2021 - Outro - Nc todo. Disponível em: <<https://port.nctodo.com/aji-panca-peruvian-red-pepper>>. Acesso em: 10/12/2021.

NEITZKE, R. S. et al. **Caracterização morfológica e estimativa da distância genética de acessos de pimenta do banco ativo de germoplasma de Capsicum da Embrapa Clima Temperado**. Pelotas, RS. Embrapa Clima Temperado, 2014. p. 43.

OLGUÍN-ROJAS, J. A. Progression of the Total and Individual Capsaicinoids Content in the Fruits of Three Different Cultivars of *Capsicum chinense* Jacq. **Agronomy**, v. 9, n.3, p. 141. 2019.

PEIXOTO, J. V. M. et al. Tomaticultura: aspectos morfológicos e propriedades físico-químicas do fruto. **Revista Científica Rural-Urcamp**, Bagé - RS, v. 19, n. 1, p. 96-117, 2017.

PEREIRA-DIAS, L. et al. Phenomics of elite heirlooms of peppers (*Capsicum annuum* L.) from the Spanish centre of diversity: Conventional and high-throughput digital tools towards varietal typification. **Scientia Horticulturae**, v. 265, p. 109245, 2020.

PINO, J. et al. Characterization of total capsaicinoids, color and volatile compounds of habanero chilli pepper (*Capsicum chinense* Jack.) cultivars grown in Yucatan. **Food Chemistry**, v. 104, n. 4, p. 1682-1686, 2007.

PINTO, C. M. F. et al. Pimenta *Capiscum*: propriedades químicas, nutricionais, farmacológicas e medicinais e seu potencial para o agronegócio. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 3, n. 2, p. 108-120, 2013.

REIFSCHNEIDER, F. J. B. et al. **Uma pitada de biodiversidade na mesa dos brasileiros**. 1. ed. Brasília: DF, 2015. p. 156.

RIBEIRO, C. S. C. et al. **Pimentas Capsicum**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2008. p. 200.

RIBEIRO, C. S. C. et al. **Cultivo da pimenta jalapeño BRS Sarakura na região Centro-Oeste**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2021a. p. 36.

RIBEIRO, C. S. C. et al. Pimenta na Agricultura Familiar. **Revista Painei**, ano XIV, n. 312, 2021b.

RODRIGUES, P. A Lavoura. **Embrapa Hortaliças**, ano 119, n.716, p. 25, 2016.

RUFINO, J. L. S.; PENTEADO, D. C. S. Importância econômica, perspectivas e potencialidades do mercado para pimenta. **Informe Agropecuário**, v. 27, n. 235, p. 7-15, 2006.

SAPUCAY, M. J. L. C. et al. Diversidade genética, importância relativa e correlação de caracteres quantitativos em pimenteiros. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2 (Suplemento - CD Rom), p. S1161-S1168, 2009.

SILVA, J. M. et al. Caracterização morfológica de acessos de pimentas (*Capsicum* spp.) conservados no estado do Maranhão. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 7, n. 3, p.21358-21373, 2021.

ZAGO, B. W. et al. Morphological diversity of cassava accessions of the south-central mesoregion of the State of Mato Grosso, Brazil. **Genet. Mol. Res.**, v. 16, n. 3, p. 1-10, 2017.

ZHANG, X. M. et al. Genetic diversity of pepper (*Capsicum* spp.) germplasm resources in China reflects selection for cultivar types and spatial distribution. **Journal of Integrative Agriculture**, v. 15, n. 9, p. 1991-2001, 2016.