

AQUINO, H. F. Caracterização morfológica, agronômica e divergência genética...

HERLA FERREIRA DE AQUINO

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, AGRONÔMICA E DIVERGÊNCIA
GENÉTICA DE ACESSOS DE PIMENTA**

RECIFE - PE

2016

HERLA FERREIRA DE AQUINO

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, AGRONÔMICA E DIVERGÊNCIA
GENÉTICA DE ACESSOS DE PIMENTA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Melhoramento Genético de Plantas, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre em Agronomia, Área de Concentração: Melhoramento Genético de Plantas.

COMITÊ DE ORIENTAÇÃO:

Professora Dra. Valderez Pontes Matos - Orientadora - UFRPE

Professor Dr. José Luiz Sandes de Carvalho Filho - Co-orientador - UFRPE

RECIFE - PE, BRASIL

2016

Ficha catalográfica

A657c Aquino, Herla Ferreira de.
Caracterização morfológica, agrônômica e divergência genética de acessos de pimenta / Herla Ferreira de Aquino . – Recife, 2016.
91 f. : il.

Orientador: Valderez Pontes Matos.
Dissertação (Mestrado em Melhoramento Genético de Plantas) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia, Recife, 2016.

Referências e anexo(s).

1. Capsicum spp. 2. Descritores. 3. Dissimilaridade genética. 4. Melhoramento genético. 5. Variabilidade. I. Matos, Valderez Pontes. II. Título

CDD 632

AQUINO, H. F. Caracterização morfológica, agronômica e divergência genética...

**CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, AGRONÔMICA E DIVERGÊNCIA
GENÉTICA DE ACESSOS DE PIMENTA**

HERLA FERREIRA DE AQUINO

Dissertação defendida e aprovada pela Banca Examinadora em: 22/02/2016.

ORIENTADORA:

Professora Dra. Valderez Pontes Matos – UFRPE

EXAMINADORES:

Professora Dra. Vivian Loges – UFRPE

Professor Dr. Jeandson Silva Viana – UFRPE/UAG

RECIFE - PE, BRASIL

2016

A todas as pessoas que amo... mesmo as que já partiram.

OFEREÇO

Aos meus pais, Wglaidson Aquino de Lima e Meire Ferreira da Silva Aquino, ao meu irmão Wglaidson Ferreira de Aquino, às minhas avós Alídia Clara de Lima (em memória) e Albertina Ferreira da Silva, ao meu amor José Ricardo Fonseca, aos meus demais familiares e amigos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por me ouvir todas as vezes que entrei em desespero. Aos meus pais e irmão, pelo imenso amor que me dedicam e pela ajuda incondicional. Ao meu namorado por ser tudo o que eu preciso e me fazer feliz. A toda a minha família pelo apoio constante.

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de Mestrado.

Ao Dr. Júlio Mesquita pela concessão das sementes e ao Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA) pela identificação botânica dos acessos de pimenta.

À minha orientadora Professora Dra. Valderéz Pontes Matos, pelos conselhos e orientações que me fizeram crescer como pessoa, como profissional e espiritualmente.

À Coordenação do Programa de Pós-Graduação em Melhoramento Genético de Plantas (PPGMGP) da Universidade Federal Rural de Pernambuco. E também a todos os funcionários da UFRPE.

Agradeço aos professores do Mestrado: Edson Ferreira da Silva, Francisco José de Oliveira, José Luiz Sandes de Carvalho Filho, José Wilson da Silva, Lilia Gomes Willadino, Rosimar dos Santos Musser e Terezinha de Jesus Rangel Câmara, pelo que aprendi nas disciplinas e fora delas. Em especial ao Professor Gerson Quirino Bastos, pela amizade.

Agradeço a todos os meus Professores da Graduação em Ciências Biológicas, da Universidade Estadual de Goiás, Unidade de Quirinópolis. Hoje enxergo o que eu deveria ter aprendido aí. Em especial, agradeço ao Professor Raoni Ribeiro Guedes Fonseca Costa, que me incentivou e me auxiliou a estar presente no Mestrado.

Ao Professor Carlos Roberto dos Anjos Candeiro, por ampliar meus horizontes e ao Professor Evandro Almeida Rosa, por me inspirar.

A todos os companheiros do Laboratório de Sementes da UFRPE, Jamile, Cássia Alzira, Lúcia Helena, Helder Henrique, Itammar Augusto e Jordânia, pelo carinho, apoio, aprendizado e pelos momentos de risadas. E à Daniela (em memória) por seu carisma sempre.

Ao pessoal do Laboratório de Tecnologia de Alimentos da UFRPE pelo acolhimento, em especial à Christine Maria. Aos amigos Fabian, Andreza, Jéssica, Rhuan, David, Meriam, Jacilene, Adônis, Ricardo, Charles e João pela assistência e a todos os demais que me auxiliaram em todo e qualquer momento durante esses dois anos.

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”.

Madre Teresa de Calcutá

LISTA DE SÍMBOLOS E ABREVIATURAS

% - Porcentagem

°C - Grau Celsius

CV - Coeficiente de variação

mm - Milímetro

cm - Centímetro

m - Metro

g - Grama

kg - Quilograma

t - Tonelada

AP - Altura da planta

CFO - Comprimento da folha

CFR - Comprimento do fruto

DC - Diâmetro do caule

DPF - Dias para frutificar

EP - Espessura da polpa

LD - Largura do dossel

LFO - Largura da folha

LFR - Largura do fruto

MF - Massa do fruto

NFP - Número de frutos por planta

NSF - Número de sementes por fruto

PRO - Produção

D² - Distância Generalizada de Mahalanobis

rf - Correlação fenotípica

rg - Correlação genotípica

ra - Correlação ambiental

UPGMA - Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II: CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA DE ACESSOS DE PIMENTA

Páginas

Figura 1. Aspecto morfológico do hipocótilo de plântulas de acessos de pimenta. (A) Pigmentação por antocianina e (B) ausência de antocianina. Caules com diferentes colorações. (C) Verde; (D) Verde com listras roxas; (E) Verde com nós roxos. Recife, UFRPE, 2015.....61

Figura 2. Frutos de 13 acessos de pimenta. Recife, UFRPE, 2015.....62

CAPÍTULO III: DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE PIMENTA PARA CARACTERES QUANTITATIVOS

Figura 1. Dendograma de dissimilaridade genética entre 13 acessos de pimentas *Capsicum*, obtido pelo método UPGMA com base na distância generalizada de Mahalanobis (D^2) a partir de caracteres quantitativos. Recife, UFRPE, 2015.....70

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I: CONSIDERAÇÕES GERAIS

Páginas

Tabela 1: Formas de consumo das pimentas *Capsicum* spp. Fonte: Ohara e Pinto (2012).....28

CAPÍTULO II: CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA DE ACESSOS DE PIMENTA

Tabela 1: Acesso, nome popular, nome científico e procedência de 13 acessos de pimenta *Capsicum* spp. Recife, UFRPE, 2015.....57

Tabela 2: Características qualitativas avaliadas na folha e na planta de 13 acessos de pimenta *Capsicum* spp. Recife, UFRPE, 2015.....58

Tabela 3: Características qualitativas e quantitativas avaliadas nos frutos de 13 acessos de pimenta *Capsicum* spp. Recife, UFRPE, 2015.....59

Tabela 4: Média de onze características quantitativas avaliadas nas plantas e nos frutos de 13 acessos de pimenta *Capsicum* spp. Recife, UFRPE, 2015. AP: altura da planta; DC: diâmetro do caule; LD: largura do dossel; CFO: comprimento da folha; LFO: largura da folha; CFR: comprimento do fruto; LFR: largura do fruto; MF: massa do fruto; NFP: número de frutos por planta; EP: espessura da polpa; PRO: produção.....60

CAPÍTULO III: DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE PIMENTA PARA CARACTERES QUANTITATIVOS

Tabela 1: Acessos de pimenta (*Capsicum* spp.) avaliados em casa de vegetação da UFRPE, Recife, 2015.....71

Tabela 2: Contribuição relativa de 13 caracteres quantitativos para a divergência genética de pimentas (*Capsicum* spp.) através do método de Singh (1981). Recife, UFRPE, 2015.....72

CAPÍTULO IV: CORRELAÇÃO E ANÁLISE DE TRILHA EM COMPONENTES DE PRODUÇÃO DE FRUTOS DE PIMENTA

Tabela 1. Estimativas dos coeficientes de correlações fenotípicas (r_f), genotípicas (r_g) e ambientais (r_a) entre dez caracteres agronômicos em treze acessos de pimenta (*Capsicum* spp.). Recife, UFRPE, 2015.....90

Tabela 2. Estimativa dos efeitos diretos e indiretos sobre a produção de pimentas (*Capsicum* spp.). Recife, UFRPE, 2015.....91

SUMÁRIO

CAPÍTULO I: CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	17
1. INTRODUÇÃO GERAL	18
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	20
2.1. Origem e dispersão do gênero <i>Capsicum</i>	20
2.2. Classificação e descrição botânica.....	21
2.3. Valor nutricional.....	24
2.4. Cultivo de pimenta.....	25
2.4.1. Mundial.....	25
2.4.2. Brasil.....	26
2.5. Principais utilidades.....	27
2.6. Caracterização e conservação da diversidade do gênero <i>Capsicum</i>	30
2.7. Estatística multivariada.....	31
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
CAPÍTULO II: CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA DE ACESSOS DE PIMENTA.....	43
Resumo.....	44
Abstract.....	45
Introdução.....	45
Material e métodos.....	46
Resultados e discussão.....	49
Agradecimentos.....	53
Referências.....	53
CAPÍTULO III: DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE PIMENTA PARA CARACTERES QUANTITATIVOS.....	63
Resumo.....	64
Abstract.....	65
Introdução.....	66
Material e métodos.....	67
Resultados e discussão.....	69
Conclusões.....	73

Agradecimentos.....	73
Referências.....	74
CAPÍTULO IV: CORRELAÇÃO E ANÁLISE DE TRILHA EM COMPONENTES DE PRODUÇÃO DE FRUTOS DE PIMENTA.....	77
Resumo.....	78
Abstract.....	79
Introdução.....	79
Material e métodos.....	81
Resultados e discussão.....	82
Conclusões.....	85
Agradecimentos.....	85
Referências.....	86

RESUMO

As pimentas (*Capsicum* spp.) são hortaliças perenes originárias da América Tropical. Seu cultivo é realizado em todas as regiões do Brasil e nos últimos anos vem ganhando força, com o desenvolvimento e exploração de novos produtos com valor agregado. Dessa forma, programas de melhoramento genético vêm se interessando em desenvolver cultivares melhoradas de pimenta com finalidade industrial ou consumo *in natura*. Assim, este estudo foi realizado com os objetivos de caracterizar morfoagronomicamente diferentes acessos de pimenta, analisar a divergência entre esses, além de realizar a análise de correlação e de trilha auxiliando futuros trabalhos de melhoramento. O experimento foi realizado entre os meses de dezembro de 2014 a junho de 2015, em sistema de hidroponia, na casa de vegetação do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE. Foram utilizados 13 acessos cedidos de coleção particular: JM 9909 a JM 9921. O delineamento estatístico utilizado foi em blocos casualizados, com seis repetições e três plantas por parcela. Para a caracterização morfoagronômica, foram avaliadas características das plântulas, das folhas, das plantas e dos frutos, sendo os dados analisados pelo agrupamento de médias pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade. Para a análise de divergência genética para caracteres quantitativos foram considerados: altura da planta; diâmetro do caule; largura do dossel; comprimento da folha; largura da folha; dias para frutificar; comprimento do fruto; largura do fruto; peso do fruto; espessura da polpa; número de sementes por fruto; número de frutos por planta e; produção. A análise de divergência foi realizada pelo método de Ligação Média Entre Grupos (UPGMA), através da distância de Mahalanobis. As correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais para produção e o desdobramento em efeitos diretos e indiretos pela análise de trilha foram estimados. Os descritores relacionados aos frutos foram os que apresentaram a maior variação, principalmente o comprimento do fruto. A análise de divergência para caracteres quantitativos permitiu a separação dos acessos de pimenta em seis grupos, onde a principal característica para formação dos grupos foi o número de dias para frutificar. Os acessos com maior distância genética dentro da mesma espécie (*C. chinense*) foram JM 9909 e JM 9913. Pelas análises de correlação e de trilha verificou-se que os maiores efeitos sobre a produção das pimentas avaliadas foram determinados pela altura da planta, comprimento do fruto, largura do fruto e número de frutos por planta. A variabilidade observada na maioria das características para os acessos constitui importante material para o melhoramento genético de

plantas. Existe divergência genética entre as pimentas analisadas, sendo que os descritores usados permitiram a distinção entre eles.

Palavras-chave: *Capsicum* spp.; descritores; dissimilaridade genética; melhoramento genético; variabilidade.

ABSTRACT

Peppers (*Capsicum* spp.) are perennial vegetables originating in Tropical America. Its cultivation is carried out in all regions of Brazil and in recent years has increased, with the development and exploitation of new products with added value. Thus, breeding programs have been interested in developing improved cultivars of pepper with industrial purpose or fresh consumption. This study was conducted in order to characterize morphoagronomically different pepper accessions, analyze the divergence among them, besides performing correlation and path analysis to add information for future breeding works. The experiment was conducted between December 2014 and June 2015 in hydroponics system in the greenhouse at the Federal Rural University of Pernambuco, Recife-PE. Were used 13 accessions assigned from a private collection: JM 9909 to JM 9921. The statistical design was a randomized block design, with six replications and three plants per plot. For morphoagronomic characterization, characteristics of seedlings, leaves, plants and fruits were evaluated and the data analyzed by grouping means by the Scott-Knott test at 5% probability. For genetic divergence analysis the quantitative traits considered were: plant height; stem diameter; canopy width; leaf length; leaf width; days to fruit; fruit length; fruit width; fruit weight; pulp thickness; number of seeds per fruit; number of fruits per plant and; production. The divergence analysis was conducted by Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean (UPGMA) method by Mahalanobis distance. Phenotypic, genotypic and environmental correlations for production and the partitioning in direct and indirect effects by path analysis were estimated. The descriptors related to the fruits showed the most variation, mainly the fruit length. The divergence analysis for quantitative traits allowed the separation of pepper accessions in six groups, where the main characteristic to formation of groups was the number of days to fruit. The accessions with greater genetic distance within the same species (*C. chinense*) were JM 9909 and JM 9913. By correlation and path analysis it was observed that the greatest effects on the production of the evaluated peppers were determined by plant height, fruit length, fruit width and number of fruits per plant. Variability observed in most of the characteristics for the accessions constitutes important material for plant breeding. There is genetic divergence among the pepper analyzed and the used descriptors allowed the distinction among them.

Key-words: *Capsicum* spp.; descriptors; genetic dissimilarity; plant breeding; variability.

CAPÍTULO I

CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. INTRODUÇÃO GERAL

A pimenta (*Capsicum* spp.) é uma hortaliça pertencente à família Solanaceae (COSTA; HENZ, 2007) e todas as espécies do gênero são originárias das regiões da América Tropical (FILGUEIRA, 2007). A popularidade das pimentas se dá pela diversidade de formatos, tamanhos e cores dos frutos, e também pelas propriedades sensoriais como pungência e aroma, que dão sabores atraentes a alguns alimentos (GOVINDARAJAN; RAJALAKSHMI; CHAND, 1987).

O cultivo de pimentas ocorre praticamente em todas as regiões do país e é um dos melhores exemplos de agricultura familiar e de integração pequeno agricultor-agroindústria (CARVALHO et al., 2014). No Nordeste brasileiro, além do cultivo em hortas caseiras para o consumo doméstico, existem hortas comerciais que abastecem o mercado local (CRISÓSTOMO, 2006). Dessa forma, o mercado para as pimentas no Brasil sempre foi considerado como secundário em relação às outras hortaliças, provavelmente pelo seu baixo consumo e pelo pequeno volume comercializado (OHARA; PINTO, 2012). Entretanto, este cenário está se modificando rapidamente pela exploração de novos tipos de pimentas e o desenvolvimento de novos produtos, com grande valor agregado, como conservas ornamentais, geléias e outras formas processadas (FLORES et al., 2012). O mercado de pimenta hortícola é um segmento com grande potencial de crescimento em todos os continentes, tanto para consumo *in natura* quanto para processamento (DOMENICO et al., 2012).

Dentre as espécies botânicas cultivadas mais comuns no Brasil, estão: *Capsicum frutescens* L., *C. baccatum* L., *C. chinense* Jacq., e *C. annuum* L. (FILGUEIRA, 2007). Destacam-se, como *C. frutescens*, a pimenta malagueta; *C. baccatum*, as variedades dedo-de-moça, cumari verdadeira e cambuci; *C. chinense*, as variedades conhecidas como pimenta-de-cheiro, pimenta-de-bode, cumari-do-Pará, murupi, habanero e biquinho; e *C. annuum*, o pimentão, a pimenta jalapeño, cayenne e as pimentas doces (CARVALHO et al., 2006).

Com o objetivo de atrair os consumidores da cultura, os programas de melhoramento genético levam em consideração algumas características para seleção dos germoplasmas a serem utilizados (CSERHÁTI et al., 2000). As pimentas têm grande potencial de melhoramento no aspecto nutricional, pois conforme Pessoa et al. (2015), possuem altos teores de vitaminas A e C. Recentemente, melhoristas têm se preocupado em concentrar atenção especial também para tamanho, forma, teor de capsaicina, cor, firmeza e uniformidade do fruto (LUZ, 2007), selecionando cultivares com alta produção e melhor

qualidade do fruto, de acordo com a finalidade para indústria ou para consumo *in natura* (RÊGO et al., 2011a).

Para o melhoramento genético, a prática de caracterização e identificação do germoplasma é fundamental (BURLE; OLIVEIRA, 2010; NEITZKE et al., 2010). Nesse contexto, se torna importante conhecer a distância genética dos genótipos com que se trabalha, para identificação de genitores promissores na obtenção de híbridos com maior efeito heterótico potencial a serem utilizados em programas de melhoramento (CRUZ; CARNEIRO, 2003). Para enfrentar e vencer os desafios do agronegócio de pimenta, uma boa opção é através do melhoramento genético conduzindo à produção de materiais comerciais de qualidade e com alta produtividade.

Vários são os tipos de caracterização realizados entre plantas e, dentre estes, se destacam a morfológica e a agronômica (VALOIS et al., 2001; BURLE; OLIVEIRA, 2010). As caracterizações morfológica e agronômica são realizadas preliminarmente, utilizando descritores, pois os experimentos são de custo reduzido e a maioria desses caracteres é de fácil avaliação (NEITZKE et al., 2008). Na caracterização morfoagronômica consideram-se descritores botânicos de alta herdabilidade, fácil mensuração e com pouca interação genótipo \times ambiente (BURLE; OLIVEIRA, 2010).

Através do estudo dos aspectos morfoagronômicos de variedades pode-se fazer o registro de caracteres de identificação, promovendo o melhor acesso a esse material em busca de plantas com boa resposta em termos de produtividade e comportamento em diversas condições ambientais (SANTOS et al., 2002). Em virtude da ampla variabilidade existente nas pimentas, ainda não há total conhecimento e não se explora todo o potencial desta cultura. Em função disso, a caracterização de espécies domesticadas de *Capsicum* é de grande interesse para os Bancos Ativos de Germoplasma (SUDRÉ et al., 2010).

No âmbito de melhoramento genético visando o mercado, o estudo das associações entre a produção de frutos e seus componentes, utilizando correlações, permite traçar estratégias de seleção alternativas para maximizar ganhos (TEIXEIRA et al., 2012). Entretanto, a correlação estimada pode não representar a verdadeira associação entre dois caracteres (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004). Assim, a análise de trilha permite estudar mais detalhadamente as relações existentes entre características de interesse, identificando a influência que um caráter exerce sobre outro (WRIGHT, 1921). Dessa forma, a correlação genética entre dois caracteres pode ser desdobrada nos seus efeitos diretos e indiretos, tendo em vista um sistema causal que *a priori* explica as inter-relações entre um conjunto de variáveis (AMORIM et al., 2008; TEIXEIRA et al., 2012).

Conforme apresentado acima, o objetivo desse trabalho foi caracterizar diferentes genótipos de pimenta do gênero *Capsicum* spp. por meio de descritores morfológicos e agronômicos, e avaliar a divergência genética entre esses genótipos, além de acrescentar informações que poderão servir de subsídios para futuros trabalhos de melhoramento desta cultura.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Origem e dispersão do gênero *Capsicum*

As espécies de pimentas e pimentões do gênero *Capsicum* são originárias das Américas (CARVALHO et al., 2006), sendo os registros arqueológicos mais antigos de *Capsicum* feitos em Tehuacán, no México, datando de, aproximadamente, 9.000 anos (SANTOS; BRACHT; CONCEIÇÃO, 2013). McLeod, Guttman e Eshbaugh (1982), com base em informações geográficas e análises moleculares, elaboraram a hipótese de que a partir da Bolívia deu-se início o processo de especiação do gênero, que iniciou na cordilheira dos Andes. Os mesmos autores apontam que a espécie ancestral se dividiu em dois grupos, um de flores brancas e outro de flores púrpuras. Guerra (2001) sugere que esses dois tipos de cor de corola podem ser claramente diferenciados nas espécies *Capsicum baccatum* e *C. pubescens*: a primeira apresenta corola branca e anteras amarelas, a segunda tem corola púrpura e anteras púrpuras ou violetas. O problema se apresenta entre as espécies *C. annuum*, *C. chinense* e *C. frutescens*, pois nas três a cor da corola vai de branco a amarelo esverdeado e as anteras de púrpura a violeta. O que as diferencia ao nível de chaves taxonômicas é o número de flores por nó e a constrição do cálice (GUERRA, 2001). Além dessas características, as principais espécies domesticadas do gênero podem ainda ser identificadas pela cor da semente, posição da flor e do pedicelo, presença ou ausência de manchas nos lobos das pétalas e margem do cálice (CARVALHO et al., 2006; COSTA; HENZ, 2007).

Atualmente, são listadas cerca de vinte espécies para o gênero *Capsicum*, agrupadas em três categorias de acordo com o nível de domesticação: domesticadas, semidomesticadas e silvestres (CARVALHO et al., 2006). Entretanto, Eshbaugh (2012) cita que num futuro próximo, com novas descrições para o gênero, pode exceder 40 espécies.

O Brasil é considerado o centro de diversidade de *Capsicum* (MOSCONE et al., 2007), destacando-se por possuir ampla diversidade em todas as categoriais, sendo contemplado com quatro das cinco espécies domesticadas: *Capsicum annuum* var. *annuum*;

C. baccatum var. *pendulum*; *C. frutescens* e; *C. chinense* (REIFSCHEIDER, 2000). De acordo com Martin, Santiago e Cook (1979) é considerado centro de origem de *C. annuum*, o México; de *C. baccatum*, a América do Sul; *C. frutescens*, as Américas tropical e sub-tropical e; *C. chinense*, toda a América tropical.

Diversos relatos de exploradores do Brasil Colônia demonstram que a pimenta era amplamente cultivada e representava um item significativo na dieta das populações indígenas (REIFSCHNEIDER; RIBEIRO, 2008). Os espanhóis e os portugueses provavelmente foram os primeiros europeus a terem contato com as pimentas *Capsicum*, disseminando-as para vários locais, onde adquiriram características e nomes próprios (RUFINO; PENTEADO, 2006). Ao longo da maior parte dos séculos XVI e XVII, muitos povos europeus buscaram especiarias com potencial mercantil. Assim, os frutos do gênero *Capsicum* estiveram entre as primeiras especiarias americanas a serem dispersas para além do seu local de origem (SANTOS; BRACHT; CONCEIÇÃO, 2012). A dispersão do gênero pode ainda ter sido influenciada por pássaros migratórios (DE WITT; BOSLAND, 1997) e outros dispersores (BIANCHETTI; CARVALHO, 2005).

2.2. Classificação e descrição botânica

O gênero *Capsicum* é composto por cerca de 35 táxons (espécies e suas variedades), classificados de acordo com o nível de domesticação (MOREIRA et al., 2006). Dessa forma, é constituído por cinco táxons domesticados, cerca de dez semidomesticados e 20 silvestres (BIANCHETTI; CARVALHO, 2005). Segundo Bosland e Votava (1999), o gênero *Capsicum* possui a seguinte classificação botânica: Reino: Plantae; Divisão: Magnoliophyta; Classe: Magnoliopsida; Ordem: Solanales; Família: Solanaceae; Gênero: *Capsicum*.

As pimentas (*Capsicum* spp.) são classificadas como solanáceas, juntamente com o tomate e a berinjela, entre outras, sendo cultivadas como plantas anuais (COSTA; HENZ, 2007; FILGUEIRA, 2007). Conforme Santos, Bracht e Conceição (2012) o nome “pimenta” deriva do latim *pimenta*, que significa pigmento ou cor, já ao passo que o italiano *peppe*, o inglês *pepper*, o alemão *Pfeffer* e o francês *poivre*, derivam de um termo da palavra latina *piperi* que, por sua vez, tem origem no étimo sânscrito *pippali*, usado para designar o condimento derivado de plantas nativas dos domínios tropicais da Ásia, hoje classificadas como as Piperales, da família Piperaceae (SANTOS; BRACHT; CONCEIÇÃO, 2012). Enquanto o nome *Capsicum* vem do termo grego *kapto* que significa morder, picar, e está

associado ao ardor provocado pelo consumo de seus frutos (REIFSCHNEIDER; NASS; HENZ, 2015).

A pimenta é uma planta arbustiva, no entanto, sua altura e forma de crescimento variam de acordo com a espécie e as condições de cultivo (COSTA; HENZ, 2007; FILGUEIRA, 2007). O sistema radicular é pivotante, com um número elevado de ramificações laterais, podendo chegar a profundidades de 70-120 cm (CARVALHO, 2007).

As folhas apresentam tamanho, coloração, formato e pilosidade variáveis. A coloração é tipicamente verde, mas existem folhas violetas e variegadas; quanto ao formato, pode variar de ovalado, lanceolado a deltóide (CARVALHO, 2007; COSTA; HENZ, 2007).

De acordo com Cavalho (2007) e Costa e Henz (2007), as hastes podem apresentar antocianina ao longo de seu comprimento e/ou nos nós, bem como presença ou ausência de pêlos. O sistema de ramificação de *Capsicum* segue um único modelo de dicotomia e, inicia-se quando a plântula atinge 15 a 20 cm de altura. Um ramo jovem sempre termina por uma ou várias flores. Quando isso acontece, dois novos ramos vegetativos (geralmente um mais desenvolvido que o outro) emergem das axilas das folhas e continuarão crescendo até a formação de novas flores. Esse processo vegetativo se repete ao longo do período de crescimento, sempre condicionado pela dominância apical e dependência hormonal (CARVALHO, 2007; COSTA; HENZ, 2007).

Ainda de acordo com os autores, as flores típicas são hermafroditas, ou seja, a mesma flor produz gametas masculinos e femininos, possuem cálice com 5 (em alguns casos 6-8) sépalas e a corola com 5 (em alguns casos 6-8) pétalas. Características morfológicas como o número de flores por nó, posição da flor e do pedicelo, coloração da corola e da antera, presença ou ausências de manchas nos lobos das pétalas e margem do cálice, variam de espécie para espécie (CARVALHO, 2007; COSTA; HENZ, 2007). Na descrição morfológica do gênero *Capsicum*, os autores relatam que as espécies desse gênero são, preferencialmente, autógamas, ou seja, o pólen e o óvulo que é fecundado pertencem a uma mesma flor, o que facilita a sua reprodução, embora a polinização cruzada também possa ocorrer entre indivíduos dentro da mesma espécie e entre espécies do gênero. A polinização cruzada pode variar em taxas de 2 a 90% e, pode ser facilitada por alterações morfológicas na flor, pela ação de insetos polinizadores, por práticas de cultivo (local, adensamento ou cultivo misto), entre outros fatores (CARVALHO, 2007; COSTA; HENZ, 2007).

Costa e Henz (2007) afirmam ainda que, em termos botânicos, o fruto define-se como uma baya, de estrutura oca e forma lembrando uma cápsula. A grande variabilidade morfológica apresentada pelos frutos é destacada pelas múltiplas formas, tamanhos,

colorações e pungência. Esta última característica, exclusiva do gênero *Capsicum*, é atribuída a um alcalóide denominado capsaicina, que se acumula na superfície da placenta (localizada na parte interna do fruto), e é liberada quando o fruto sofre qualquer dano físico. A coloração dos frutos maduros, geralmente, é vermelha, mas pode variar desde o amarelo-leitoso, amarelo-forte, alaranjado, salmão, vermelho, roxo até preto. O formato varia, existindo frutos alongados, arredondados, triangulares ou cônicos, campanulados, quadrados ou retangulares (COSTA; HENZ, 2007).

As diferentes espécies e variedades de pimenta podem ser discriminadas pelas características morfológicas visualizadas nas sementes, nos frutos e, principalmente, nas flores (MOREIRA et al., 2006). A maioria das cultivares de pimentas plantadas no Brasil é considerada variedade botânica ou grupo varietal, com características de frutos bem definidas (CARVALHO, 2007). Dentre as principais variedades botânicas ou grupos varietais estão:

Capsicum chinense Jacq.: é a mais brasileira das espécies domesticadas e caracteriza-se pelo aroma acentuado dos seus frutos. Há tipos varietais desta espécie com frutos extremamente picantes, como a pimenta ‘Habanero’, muito popular no México. No Brasil, as mais conhecidas são as pimentas ‘De Cheiro’, ‘Bode’, ‘Cumari do Pará’, ‘Murici’, ‘Murupi’, entre outras (CARVALHO, 2007). De acordo com Costa e Henz (2007), as flores se apresentam em número de duas a cinco por nó (raramente solitárias), sendo que na antese os pedicelos são geralmente inclinados ou pendentes, porém, podem se apresentar eretos. A corola é branca esverdeada sem manchas (raramente branca ou com manchas púrpuras) e com lobos planos (que não se dobram) e as anteras azuis, roxas ou violetas. Os cálices dos frutos maduros são pouco dentados e, tipicamente, apresentam uma constrição anelar na junção com o pedicelo. Os frutos são de várias cores e formas, geralmente pendentes, persistentes, com polpa firme possuindo sementes cor de palha (COSTA; HENZ, 2007).

Capsicum baccatum var. *pendulum* (Willd.) Eshbaugh: as pimentas dessa espécie mais cultivadas no Brasil são as do tipo ‘Dedo-de-moça’ e a ‘Cambuci’ (ou chapéu-de-frade) (CARVALHO et al., 2006). Conhecida como “aji” na América Latina, é a espécie mais comum domesticada no Peru, possuindo de uma a duas flores com coloração creme com manchas douradas ou verdes na base das pétalas (ESHBAUGH, 2012). Na antese, os pedicelos são geralmente eretos e as anteras amarelas (COSTA; HENZ, 2007). Os cálices dos frutos maduros são evidentemente dentados e não possuem constrição anelar na junção do pedicelo, sendo de várias cores e formas, geralmente pendentes, alongados, persistentes e com polpa firme; as sementes são cor de palha (COSTA; HENZ, 2007; ESHBAUGH 2012).

Capsicum annuum L. var. *annuum*: inclui as cultivares ‘Jalapeño’, ‘Cayenne’ e ‘Serrano’, entre outras; é um pequeno arbusto de 2 m de altura com flores brancas a branco-azuladas, mais frequentemente sendo uma flor por nó (ESHBAUGH, 2012). Os pedicelos podem ser eretos, pendentes ou inclinados na antese, sendo a corola branca (raramente violeta), sem manchas na base dos lobos das pétalas e as anteras geralmente azuladas (COSTA; HENZ, 2007). Os dentes do cálice estão ausentes ou são curtos, raramente excedendo 0,5 mm e não há constrição anelar na junção do pedicelo (COSTA; HENZ, 2007; ESHBAUGH, 2012). Os frutos são de várias cores e formas, geralmente pendentes, persistentes, com polpa firme; as sementes são cor de palha (COSTA; HENZ, 2007).

2.3. Valor nutricional

O consumo de *Capsicum* está aumentando e pode representar uma importante fonte de vitaminas para a população mundial. As pimentas têm altos valores vitamínicos além de ser fonte de antioxidantes naturais como a vitamina C, os carotenoides, os quais têm atividade provitamina A, vitamina E, vitaminas do complexo B (B1 - tiamina, B2 – riboflavina e B3 – niacina), além de compostos fenólicos (BOSLAND; VOTAVA, 2012). Destacam-se ainda os capsaicinoides e tocoferóis (PINTO; PINTO, 2012).

Muitas pesquisas têm focado em alimentos antioxidantes, como proteção contra o câncer, anemia, diabetes e doenças cardiovasculares. Como uma excelente fonte desses antioxidantes, que combate a oxidação lipídica via eliminação de radicais livres de oxigênio, muita atenção tem sido prestada às pimentas (BOSLAND; VOTAVA, 2012). COSTA et al. (2010) observaram que as espécies *Capsicum baccatum* var. *praetermissum* (cumari), *C. baccatum* var. *pendulum* (cambuci) e *C. frutescens* (malagueta) podem ser utilizados como agentes antioxidantes naturais em alimentos.

Além de uma alta atividade antioxidante, as pimentas possuem também seu principal atributo, a pungência, diretamente relacionada com a concentração dos capsaicinoides (PINTO; PINTO, 2012), isto leva ao amplo uso de pimentas e de seus extratos, para diversos fins (PINTO; PINTO; DONZELES, 2013). A capsaicina, responsável pela pungência ou ardume das pimentas, é aparentemente a única substância que, usada externamente no corpo, gera endorfinas internamente, que promovem sensação de bem-estar e acionam o potencial imunológico (REIFSCHNEIDER; RIBEIRO, 2008).

Curiosamente, por seu sabor ardido, as pimentas estimulam a produção de saliva e ácidos gástricos, conseqüentemente ajudando também no processo digestivo (BOSLAND;

VOTAVA, 1999). E, embora o ardume seja o atributo mais atrativo das pimentas, os seus frutos ainda são ricos em fibras, sais minerais, flavonoides e outros metabólitos secundários (PINTO; PINTO, 2012).

A disponibilidade de frutos ricos em vitamina C é importante no tocante à prevenção e manifestação de doenças, tornando o mesmo como um dos componentes nutricionais de maior importância, sendo utilizado como índice de qualidade dos alimentos (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Nesse contexto, Dias et al. (2008) cita ainda que a pimenta malagueta, por exemplo, pode apresentar teores de vitamina C superiores aos encontrados no pimentão e demais olerícolas produzidas no Brasil.

Outro composto importante das pimentas é a oleorresina, composta por componentes voláteis e por substâncias responsáveis pela pungência, antioxidantes, triacilgliceróis e pigmentos. A aplicação das oleorresinas em alimentos se justifica tanto para conferir sabor quanto para aumentar a estabilidade oxidativa dos lipídios, aumentando a vida de prateleira dos óleos e gorduras (BIZZO et al., 2004).

Como mencionado anteriormente, as pimentas podem variar no tamanho, cor, sabor e pungência do fruto, refletindo diretamente na sua composição nutricional, determinada pela espécie, cultivar, condições de crescimento e maturação do fruto (BOSLAND; VOTAVA, 1999).

2.4. Cultivo de pimenta

2.4.1. Mundial

Conforme citou o presidente da EPAMIG (Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais), Baldonado Napoleão, as pimentas do gênero *Capsicum*, que inclui também os pimentões, são consumidas por cerca de um quarto da população mundial nas formas fresca ou processada (INFORME AGROPECUÁRIO, 2006).

No Mundo, de toda a área cultivada com pimentas, aproximadamente 89% está no Continente Asiático, com as principais áreas de cultivo localizadas na Índia, Coreia, Tailândia, China, Vietnã, Sri Lanka e Indonésia; os Estados Unidos e o México compreendem cerca de 7% do total cultivado, enquanto 4% estão nos países da Europa, África e Oriente Médio (RUFINO; PENTEADO, 2006). Assim, os países asiáticos são os maiores produtores e consumidores de pimenta (*Capsicum* spp.). Em 2009, a Índia, a China e o Peru foram os principais exportadores de pimentas e pimentões secos, e o Brasil ocupou o oitavo lugar no *ranking* mundial de exportadores em volume exportado (8,6 mil toneladas). Os principais

importadores de pimenta e pimentão secos são os Estados Unidos, a Europa e o Japão (REIFSCHNEIDER; NASS; HENZ, 2015).

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAOSTAT, 2016a, 2016b), em 2013, os maiores produtores mundiais de pimentas e pimentões frescos foram a China (15,8 milhões de toneladas), o México (2,3 milhões de toneladas) e a Turquia (2,2 milhões de toneladas), enquanto os maiores produtores de pimentas e pimentões secos foram a Índia (1,4 milhões de toneladas), a China (300 mil toneladas) e o Peru (164 mil toneladas). O Brasil não aparece nessa lista.

Produtos brasileiros à base de pimenta ainda não conseguem atingir os mercados internacionais, porque não possuem um projeto de valor compatível com as exigências dos consumidores destes países (OHARA; PINTO, 2012).

2.4.2. Brasil

A crescente demanda de mercado para pimentas tem impulsionado o aumento da área cultivada e o estabelecimento de agroindústrias, tornando o agronegócio de pimentas e pimentões um dos mais importantes do país (GENUNCIO; ZONTA; NASCIMENTO, 2015). No Brasil, as pimentas são amplamente cultivadas, sendo Minas Gerais, São Paulo, Goiás, Ceará, Bahia e Rio Grande do Sul os principais produtores (OHARA; PINTO, 2012; REIFSCHNEIDER; NASS; HENZ, 2015).

O cultivo de pimentas é um negócio promissor, envolvendo diversos segmentos, desde pequenos produtores até multinacionais (ESTEVES, 2011). Mesmo que grande parte da comercialização de pimentas ainda não seja conhecida com precisão, por se tratar de comercialização diretamente entre o produtor e o varejista (PINTO; SANTOS; PINTO, 2011), segundo Perassoli (2007), no Brasil, o agronegócio de pimentas movimenta, desde o processamento até a comercialização, cerca de 80 milhões de reais ao ano. Citações mais recentes revelam ainda que a estimativa de produção de pimentas no Brasil possui área cultivada anualmente estimada em aproximadamente cinco mil hectares e produção em torno de 75 mil toneladas/ano (REIFSCHNEIDER; NASS; HENZ, 2015).

Segundo o pesquisador Geovani Bernardo Amaro (PERASSOLI, 2007), a Embrapa Hortaliças tem investido muito na parceria com empresas privadas e associações de produtores para desenvolvimento de variedades resistentes a viroses e com características melhoradas para atender as exigências do mercado mundial. Isso abre espaço para o país no mercado externo, possibilitando que a produção e a exportação de pimentas cresçam.

Em 2011, de acordo com a Embrapa Hortaliças (ESTEVES, 2011), as pimentas se destacaram como a segunda hortaliça mais exportada no Brasil, contribuindo com 13,5% do valor total das exportações de hortaliças, e em 2014, representavam 10% do mercado mundial de sementes de hortaliças (ABRASEM, 2014).

O cultivo de pimentas ocorre em várias regiões do país, inclusive com cultivos em regiões de clima subtropical como no Sul, ou de clima tropical como no Norte e Nordeste (RUFINO; PENTEADO, 2006), e está entre os melhores exemplos de integração entre todos que atuam na cadeia produtiva dessa hortaliça, inclusive a agricultura familiar e a integração entre pequeno agricultor e a indústria (OHARA; PINTO, 2012).

No Nordeste brasileiro, as principais variedades de pimentas cultivadas são a pimenta malagueta e a pimenta-de-cheiro (COSTA; HENZ, 2007). Na região, além do cultivo em hortas caseiras para o consumo doméstico, existem hortas comerciais que abastecem o mercado local (CRISÓSTOMO, 2006). O autor cita ainda que no Ceará, o cultivo de pimenta tabasco também vem se consolidando visando à obtenção de polpa para o mercado externo e, mais recentemente, para o mercado interno.

Em 2006, de acordo com o Censo Agropecuário (IBGE, 2006), o Nordeste produziu cerca de 6,4 toneladas de pimentas ao ano, sendo Pernambuco (530 t) o 4º maior produtor da região, atrás apenas do Ceará (3.354 t), com grande produção de pimenta tabasco (CRISÓSTOMO et al., 2008), da Bahia (1.097 t), grande produtora e consumidora de pimentas (VEIGA, 2004) e de Sergipe (558 t), respectivamente.

2.5. Principais utilidades

Os hábitos alimentares de cada região no Brasil influenciam o mercado de pimentas, mudando apenas a preferência para maior ou menor teor de pungência, assim como a preferência por pimenta de cheiro ou doce (RUFINO; PENTEADO, 2006).

As pimentas possuem diversas aplicabilidades (Tabela 1), na indústria farmacêutica para artrites e dores musculares, na culinária utilizada principalmente como condimento nas formas, *in natura*, como páprica, pasta, desidratada, molhos, temperos e conservas. Possuem alto teor de vitamina C e são utilizadas também na fabricação de corantes naturais (REIFSCHNEIDER, 2000). Vários tipos de pimentas são utilizados como condimentos na culinária brasileira, porém faltam informações mais detalhadas da sua produção (REIFSCHNEIDER; NASS; HENZ, 2015).

Tabela 1. Formas de consumo das pimentas *Capsicum* spp. Fonte: Ohara e Pinto (2012).

Formas de consumo	Descrição
Hortaliças	Frutos do tipo doce (não picante) consumidos verdes (imaturos).
Conservas	Elaboradas com um tipo ou com mistura de frutos de várias cores, dispostos em camadas (conservas ornamentais ou <i>blends</i>), em vinagre, cachaça ou álcool de cereais como conservantes.
Molho líquido	Pequenos processadores preferem pimentas 'Dedo-de-moça' e 'Malagueta', para fabricação de molhos líquidos de cor vermelha, e 'Cumari-amarela-do-pará', para molhos amarelos.
Pimenta desidratada e dessecada	A desidratação (secagem pelo calor produzido artificialmente sob condições de temperatura, umidade e corrente de ar controlada) e dessecação (secagem ao sol), utilizadas na conservação de pimentas, têm como vantagem a transformação do produto perecível para outra, estável, com características semelhantes ao produto natural.
Pimenta calabresa	Produto em floco ou pó, obtido da desidratação de pimenta-dedo-de-moça, muito usada pela indústria de alimentos principalmente como condimento em embutidos, carnes e linguiças.
Páprica	Pimenta vermelha, desidratada, seca e processada na forma de um pó fino e de coloração vermelho-intensa. Os tipos de páprica diferem entre si pela coloração (vermelho-escura até alaranjada) e pela pungência ou ardume (páprica doce, meio-doce e picante). Pode ser usada como corante e como tempero.

Continua...

Continuação da Tabela 1.

Formas de consumo	Descrição
Oleorresinas	Obtidas do pericarpo do fruto desidratado da pimenta. Contêm o aroma e o sabor da pimenta, de maneira concentrada, estéril e estável durante o armazenamento. Empregadas para a padronização da pungência, cor e sabor de produtos industrializados e para aumentar a estabilidade oxidativa dos lipídios, prolongando a vida útil dos óleos e gorduras.
Outros produtos	Outros produtos alimentícios disponíveis no mercado, os quais têm pimentas em sua formulação são molhos para massas e carne, sardinhas e atum, patês, maioneses, <i>catchups</i> , biscoitos, macarrão, mortadelas, queijos, licores, iogurte, balas, chicletes e as geléias exóticas.

Ohara e Pinto (2012) afirmam que em todo o país, é grande o número de empresas que elaboram conservas e molhos de pimenta e comercializam diretamente para consumidores de pequenos estabelecimentos comerciais, em mercados de beira de estrada, em feiras livres, em supermercados, mercearias especializadas, lojas de conveniência e de produtos importados (*delicatessens*), em lojas de decoração e, eventualmente, em atacadistas. Existem também as empresas especializadas no processamento de pasta de pimenta, de páprica e de pimentalabresa (OHARA; PINTO, 2012).

Outra utilidade de pimentas é a ornamentação. As pimenteiras ornamentais usadas como decoração e como alimento agregam valor ao produto, aumentando o retorno financeiro para o produtor (FINGER et al., 2012). De acordo com Neitzke et al. (2010), no Brasil, embora hajam bancos de germoplasma de *Capsicum* com acessos em seu acervo que podem ser utilizados, há poucas variedades comerciais de pimenteiras ornamentais com propósito de decoração e uso alimentício dos frutos em conservas ou desidratados. Para o cultivo de pimentas ornamentais, há necessidade de escolher cultivares de porte compacto e com grande variabilidade de cores de frutos que variam entre verde, marfim, roxo, preto, salmão, creme, amarelo, laranja e vermelho, além de precocidade de floração e frutificação, período de envelhecimento no vaso, sensibilidade ao etileno, capacidade de manutenção da fotossíntese

em baixa e alta luminosidade (FINGER et al., 2012), folhagem variegada, posição das flores e dos frutos, textura dos frutos e facilidade de cultivo, entre outras características (MELO et al., 2014).

2.6. Caracterização e conservação da diversidade do gênero *Capsicum*

O sucesso dos programas de melhoramento por hibridação depende do germoplasma disponível (RÊGO et al., 2011a). Nessa expectativa, a necessidade de se caracterizar morfológica e agronomicamente o material genético disponível torna-se indispensável. Assim, Büttow et al. (2010) ressaltam que devem ser priorizados novas coletas e novos trabalhos de caracterização, a fim de diversificar e ampliar as possibilidades de uso em programas de melhoramento. Dessa forma, a caracterização amplia as perspectivas de conservação da diversidade genética de espécies vegetais.

No Brasil, entre os principais bancos de germoplasma de *Capsicum* estão: o Banco de Germoplasma de *Capsicum* da Embrapa Hortaliças, com mais de 650 acessos (EMBRAPA, 2001); o Banco de Germoplasma de *Capsicum* da Embrapa Clima Temperado, com cerca de 324 acessos (VILLELA et al., 2012); o Banco de Germoplasma de pimenta (*Capsicum* spp.) da Universidade Federal da Paraíba, contando com aproximadamente 1890 acessos (RÊGO; RÊGO; FINGER, 2015); o Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa, com cerca de 1108 acessos de *Capsicum* (FREITAS et al., 2012) e; o Banco de Germoplasma da Universidade Federal de Roraima, com mais de 69 acessos (RÊGO et al., 2011b).

Walsh e Hoot (2001) afirmam que o gênero *Capsicum* exibe variação morfológica considerável, especialmente na forma, cor e tamanho do fruto, a pubescência das folhas e do caule varia desde glabra a pilosa e as inflorescências vão desde solitárias até sete flores por nó. O cálice pode variar de comprimento, com sépalas verdes até sépalas truncadas e projeções espinhosas. Os autores também descrevem a corola como circular ou, menos frequentemente, campanular, com alta variabilidade de coloração entre as espécies. As sementes são de coloração creme, exceto na espécie *C. pubescens*, que possui sementes pretas.

Os autores relatam ainda que com o passar dos séculos, um conjunto de características foi selecionado sob cultivo ou em processo de domesticação de acordo com as preferências e conveniências de agrupamentos humanos, de maneira que, foram selecionadas muitas variantes morfológicas que, em sua maioria, não teriam chance de sobrevivência em

condições naturais. Como resultado, uma grande diversidade de tipos foi perpetuada dentro de uma mesma espécie.

A variedade de morfotipos que as pimentas do gênero *Capsicum* possuem é indiscutível e pode ser visualizada em trabalhos como o de Reifschneider (2000), Carvalho et al. (2006), Moreira et al. (2006) e Domenico et al. (2012), entre muitos outros. O estudo de divergência genética permite conhecer a variabilidade das populações vegetais e subsidia a seleção de genitores com maior grau de divergência, aumentando a probabilidade de segregantes superiores (CRUZ; CARNEIRO, 2003). Além da escolha de genitores, o sucesso de programas de melhoramento por hibridação dependem também do germoplasma disponível e de conhecimento do controle genético das características a serem melhoradas, conforme citam Rêgo et al. (2011a).

A indicativa desses fatos aqui representa o que consideram os autores como Ramalho et al. (2012) quando afirmam que o melhoramento de plantas autógamas pode utilizar a variabilidade natural ou a obtida artificialmente, por meio da hibridação, com a finalidade de obtenção de características de interesse comercial, como as destacadas por Borém e Miranda (2013): produtividade, resistência a doenças e insetos, qualidade nutricional, tolerância a condições adversas de clima e solo, ornamentação, entre outros.

Percebe-se assim, o enorme potencial apresentado pelas pimentas em sua grande variabilidade ainda não explorada pelo melhoramento genético de plantas (SUDRÉ et al., 2010). Quando o mercado consumidor nacional cresce a cada dia e se vê necessária a ampliação da produção de pimentas *Capsicum* (GENUNCIO; ZONTA; NASCIMENTO, 2015), a caracterização do material genético que o Brasil possui permite o crescimento do país como produtor, possibilitando o conhecimento, o intercâmbio, a conservação da diversidade vegetal e o incremento em programas de melhoramento genético (NEITZKE et al., 2010).

2.7. Estatística multivariada

Para determinar quão distante geneticamente uma população ou genótipo é de outro são utilizados métodos biométricos, onde se quantifica ou se estima a heterose, que são analisados pela estatística multivariada permitindo unificar múltiplas informações de um conjunto de caracteres (SUDRÉ et al., 2005).

A análise das variáveis quantificadas pode ser realizada através da utilização de dois diferentes grupos de métodos estatísticos: um que trabalha as variáveis de maneira isolada – a

estatística univariada; e outro que trabalha as variáveis de forma conjunta – a estatística multivariada (VICINI, 2005).

As técnicas de análises multivariadas têm sido amplamente empregadas para a quantificação da divergência genotípica e fenotípica em várias espécies vegetais (BÜTTOW et al., 2010). Essas técnicas permitem a combinação de múltiplas informações contidas na unidade experimental, possibilitando a caracterização dos genótipos com base em um conjunto de variáveis (FERRÃO et al., 2011). Diversos procedimentos estatísticos multivariados podem ser utilizados, dentre eles está a distância generalizada de Mahalanobis (CRUZ; CARNEIRO, 2003). Esses estudos normalmente são complementados ainda por métodos aglomerativos e hierárquicos de agrupamento, como o método de Tocher e média das distâncias (UPGMA), respectivamente (FERRÃO et al., 2011).

Para Cargnelutti Filho et al. (2008), a medida de dissimilaridade e o método utilizado devem garantir ao melhorista segurança na seleção de genitores para os cruzamentos, devendo, a escolha do método recair naquele mais eficiente, de simples execução e fácil interpretação.

A distância generalizada de Mahalanobis (D^2) é a medida de dissimilaridade aplicável nos casos em que a unidade amostral é um conjunto de genótipos, principalmente quando existe correlação entre as características analisadas (TRUGILHO et al., 1997), sendo amplamente utilizada (CRUZ; CARNEIRO, 2003). O emprego dessa técnica tem sido encontrado em várias pesquisas envolvendo pimentas do gênero *Capsicum*, podendo ser citados os trabalhos de Sudré et al. (2005), Neitzke et al. (2010), Ferrão et al. (2011), Vasconcelos et al. (2012) e Batista e Silva Filho (2014), entre outros.

A estimativa da divergência genética é necessária por sua importância na hibridação (CRUZ; CARNEIRO, 2003), sendo que o objetivo final dos programas de melhoramento é obtido utilizando esses resultados para atingir características de interesse comercial, como a produção. Para que o resultado dos cruzamentos possa ser identificado é necessário analisar as características obtidas da hibridação. No entanto, quando a observação e seleção de uma dessas características de interesse se tornam dificultadas pela baixa herdabilidade ou problemas de identificação e medição, é preciso realizar a análise de correlação genética entre variáveis (RÊGO et al., 2011a).

Segundo Gonçalves et al. (2008), as correlações são levadas em consideração na escolha dos métodos de melhoramento quando se formulam estratégias de seleção simultânea

para as várias características estudadas, predizendo a alteração na média de uma característica quando se seleciona outra.

O conhecimento da ligação entre duas variáveis quaisquer auxilia na seleção de características de interesse que estejam associadas com caracteres de alta herdabilidade e fácil mensuração, permitindo ao melhorista obter avanços mais rápidos por meio da seleção indireta (MOREIRA et al., 2013). Entretanto, deve-se ter cuidado ao realizar a seleção indireta, pois quando é praticada em determinada característica, normalmente proporciona alterações em outras, em virtude de correlações genéticas, e o seu sentido pode ou não ser de interesse do melhorista (MARTINS et al., 2003).

Assim, a análise de trilha vem como um desdobramento da correlação em efeitos diretos e indiretos das variáveis sobre uma característica básica (WRIGHT, 1921), sendo necessária, conforme Moreira et al. (2013), pois permite a determinação de causa e efeito, não apontada pela análise de correlação genética. Dessa forma, a quantificação dos efeitos indiretos da seleção praticada em uma característica sobre outras secundárias é fundamental para que se possa orientar programas de melhoramento que visem a obtenção de materiais genéticos que reúnam, simultaneamente, vários atributos favoráveis (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2004).

Portanto, a utilização de técnicas multivariadas, como a análise de trilha, para a seleção de indivíduos superiores é eficiente, sendo que as estimativas de correlações, distâncias genéticas e de índices utilizando resultados a partir desse tipo de análise podem promover bons resultados em programas de melhoramento (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRASEM. **Anuário 2014**. Brasília: Associação Brasileira de Sementes e Mudas, 2014. 52p.

AMORIM, E. P.; RAMOS, N. P.; UNGARO, M. R. G.; KIIHL, T. A. M. Correlações e análise de trilha em girassol. **Bragantia**, v.67, n.2, p.307-316, 2008.

BATISTA, M. R. A.; SILVA FILHO, D. F. Caracterização morfoagronômica de pimentas não pungentes do gênero *Capsicum* spp., da Amazônia. **Revista Agro@ambiente** (Online), v.8, n.2, p.204-211, 2014.

BIANCHETTI, L. B.; CARVALHO, S. I. C. Subsídios à coleta de germoplasma de espécies de pimentas e pimentões do gênero *Capsicum* (Solanáceas). In: WALTER, B. M. T.; CAVALCANTI, T. B. (Eds.). **Fundamentos para a coleta de germoplasma vegetal: teoria e prática**. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2005. p.355-385.

BIZZO, H. R.; LOPES, D.; ANTONIASSI, R.; OLIVEIRA, D. R.; RIBEIRO, C. S. C. **Processo de obtenção de oleorresina de pimenta (*Capsicum spp.*)**. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2004. 3p. (Comunicado Técnico, 75).

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 6. ed. Viçosa: Editora UFV, 2013. 523p.

BOSLAND, P. W.; VOTAVA, E. J. **Peppers: vegetable and spice Capsicums**. 1. ed. Wallingford Oxford: CABI – Crop Production Science in Horticulture, 1999. 204p. (Série 12).

BOSLAND, P. W.; VOTAVA, E. J. **Peppers: vegetable and spice Capsicums**. 2. ed. Cambridge: CABI – Crop Production Science in Horticulture, 2012. 230p. (Série 22).

BURLE, M. L.; OLIVEIRA, M. S. P. **Manual de curadores de germoplasma vegetal: caracterização morfológica**. Brasília: Embrapa Recursos genéticos e Biotecnologia, Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2010. 15p. (Documentos, 312, 378).

BÜTTOW, M. V.; BARBIERI, R. L.; NEITZKE, R. S.; HEIDEN, G.; CARVALHO, F. I. F. Diversidade genética entre acessos de pimentas e pimentões da Embrapa Clima Temperado. **Ciência Rural**, v.40, n.6, p.1264-1269, 2010.

CARGNELUTTI FILHO, A.; RIBEIRO, N. D.; REIS, R. C. P.; SOUZA, J. R.; JOST, E. Comparação de métodos de agrupamento para o estudo da divergência genética em cultivares de feijão. **Ciência Rural**, v.38, n.8, p.2138-2145, 2008.

CARVALHO, A. V.; MACIEL, R. A.; BECKMAN, J. C.; POLTRONIERI, M. C.; **Caracterização de genótipos de pimentas *Capsicum spp.* durante a maturação**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. 19p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento/ Embrapa Amazônia Oriental, 90).

CARVALHO, R. S. **Cultivo e processamento de pimenta**. Bahia: Rede de Tecnologia da Bahia/RETEC, 2007. 24p. (Dossiê técnico).

CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. B.; RIBEIRO, C. S. C.; LOPES, C. A. **Pimentas do gênero *Capsicum* no Brasil**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2006. 27p.

CHITARRA, A. B.; CHITARRA, M. I. F. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 785p.

COSTA, C. S. R.; HENZ, G. P. (Eds.). **Pimenta (*Capsicum* spp.)**. Distrito Federal: Embrapa Hortaliças, 2007. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em: 10 nov. 2014.

COSTA, L. M.; MOURA, N. F.; MARANGONI, C.; MENDES, C. E.; TEIXEIRA, A. O. Atividade antioxidante de pimentas do gênero *Capsicum*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, supl.1, p.51-59, 2010.

CRISÓSTOMO, J. R. **Cultivo de pimenta tabasco no Ceará**. Fortaleza: Embrapa Agroindustrial Tropical, 2006. 40p. (Sistemas de Produção online, 3).

CRISÓSTOMO, J. R.; FURTADO, R. F.; BARRETO, P. D.; MIRANDA, F. R.; GONDIM, R. S.; BLEICHER, E.; RODRIGUEZ, S. M. M.; PINTO, G. A. S.; BRITO, E. S.; LIMA, J. A. A.; PEREIRA, R. C. A.; ROCHA FILHO, R. R.; FREITAS, J. G.; MIRANDA FILHO, L. L. M.; RABELO FILHO, F. A. C. **Pesquisa e desenvolvimento para o agronegócio pimenta no Ceará**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008. 36p. (Documentos, 118).

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

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. v.1. 3. ed. Viçosa: UFV, 2004. 480p.

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

CSERHÁTI, T.; FORGÁCS, E.; MORAIS, M. H.; MOTA, R.; RAMOS, A. Separation and quantification of color of chili powder (*Capsicum frutescens*) by high-performance liquid

chromatography-diode array detection. **Journal of Chromatography A**, v.896, n.1-2, p.69-73, 2000.

DE WITT, D.; BOSLAND, P. W. **Peppers of the world: an identification guide**. Berkeley: Ten Speed Press, 1997. 219p.

DIAS, M. A.; LOPES, J. C.; CORRÊA, N. B.; DIAS, D. C. F. S. Germinação de sementes e desenvolvimento de plantas de pimenta malagueta em função do substrato e da lâmina de água. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.3, p.115-121, 2008.

DOMENICO, A. C.; COUTINHO, J. P.; GODOY, H. T.; MELO, A. M. T. Caracterização agrônômica e pungência em pimenta de cheiro. **Horticultura Brasileira**, v.30, n.3, p.466-472, 2012.

EMBRAPA. **Base de dados** (Consultas “on-line”). Embrapa Hortaliças, 2001. Disponível em: <<http://www.cnph.embrapa.br/bd/>>. Acesso em 10 jan. 2016.

ESHBAUGH, W. H. The taxonomy of the genus *Capsicum*. In: RUSSO, V. M. (Ed.). **Peppers: botany, production and uses**. 1. ed. Cambridge: CABI, 2012. p. 14-28. Disponível em: <<http://books.google.com.br/books>>. Acesso em: 10 jun. 2015.

ESTEVES, M. **Cultivares de pimenta mais resistentes e produtivas**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2011. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2393231/prosa-rural---cultivares-de-pimenta-mais-resistentes-e-produtivas>>. Acesso em: 13 set. 2015.

FAOSTAT. **Chillies and peppers, dry, yield (hectogram per hectare) – for all countries**. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2016a. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/home/index.html#DOWNLOAD>> Acesso em: 01 abr. 2016.

FAOSTAT. **Chillies and peppers, green, yield (hectogram per hectare) – for all countries**. Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2016b. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org/home/index.html#DOWNLOAD>>. Acesso em: 01 abr. 2016.

FERRÃO, L. F. V.; CECON, P. R.; FINGER, F. L.; SILVA, F. F.; PUIATTI, M. Divergência genética entre genótipos de pimenta com base em caracteres morfo-agrônomicos. **Horticultura Brasileira**, v.29, n.3, p.354-358, 2011.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Viçosa: UFV, 2007. 421p.

FINGER, F. L.; RÊGO, E. R.; SEGATTO, F. B.; NASCIMENTO, N. F. F.; RÊGO, M. M. Produção e potencial de mercado para pimenta ornamental. **Informe Agropecuário**, v.33, n.267, p.14-20, 2012.

FLORES, R. A.; ALMEIDA, T. B. F.; POLITI, L. S.; PRADO, R. M.; BARBOSA, J. C. Crescimento e desordem nutricional em pimenteira malagueta cultivada em soluções nutritivas suprimidas de macronutrientes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, n.1, p.104-110, 2012.

FREITAS, R. D.; LAURINDO, B. S.; SEUS, R.; RODRIGUES, A. F. S.; PEREIRA, N. E.; SILVA, D. J. H. Origem e período de coleta de acessos de *Capsicum* sp. do BGH - UFV. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 52., 2012, Bahia. **Anais...** Bahia: Horticultura Brasileira, 2012.

GENUNCIO, G. C.; ZONTA, E.; NASCIMENTO, E. C. Pimenta: tipos e ardências que fazem toda a diferença. **Revista Campo & Negócios: Hortifruti**. 2015. Disponível em: <<http://www.revistacampoenegocios.com.br>>. Acesso em: 01 nov. 2015.

GONÇALVES, G. M.; VIANA, A. P.; REIS, L. S.; BEZERRA NETO, F. V.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; REIS, L. S. Correlações fenotípicas e genético-aditivas em maracujá-amarelo pelo delineamento I. **Ciência e Agrotecnologia**, v.32, n.5, p.1413-1418, 2008.

GOVINDARAJAN, V.S.; RAJALAKSHMI, D.; CHAND, N. *Capsicum* production, technology, chemistry and quality. Part IV. Evaluation of quality. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.25, n.3, p.185-282, 1987.

GUERRA, N. A. Estudos cromosômicos de quatro selecciones de *Capsicum chinense* Jacq. **Revista Científica UDO Agrícola**, v.1, n.1, p.34-41, 2001.

IBGE. **Censo Agropecuário 2006**: Brasil, Grandes Regiões e Unidades da Federação. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2006. 777p.

INFORME AGROPECUÁRIO. Futuro promissor para a cultura da pimenta. **Cultivo da pimenta**, v.27, n.235, p.3, 2006.

- LUZ, F. J. F. **Caracterizações morfológica e moleculares de acessos de pimenta (*Capsicum chinense* Jacq)**. 2007. 70f. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, SP.
- MARTIN, F. D.; SANTIAGO, J.; COOK, A. A. The peppers, *Capsicum* species. **Agricultural Research**, v.16, p.200-218, 1979.
- MARTINS, I. S.; CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; PIRES, I. E. Eficiência da seleção univariada direta e indireta e de índices de seleção em *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v.27, n.3, p.327-333, 2003.
- MCLEOD, M. J.; GUTTMAN, S. I.; ESHBAUGH, W. H. Early evolution of chili peppers (*Capsicum*). **Economy Botany**, v.36, n.4, p.361-368, 1982.
- MELO, L. F.; GOMES, R. L. F.; SILVA, V. B.; MONTEIRO, E. R.; LOPES, A. C. A.; PERON, A. P. Potencial ornamental de acessos de pimenta. **Ciência Rural**, v.44, n.11, p.2010-2015, 2014.
- MOREIRA, G. R.; CALIMAN, F. R. B.; SILVA, D. J. H.; RIBEIRO, C. S. C. Espécies e variedades de pimenta. **Informe Agropecuário**, v.27, n.235, p.16-29, 2006.
- MOREIRA, S. O.; GONÇALVES, L. S. A.; RODRIGUES, R.; SUDRÉ, C. P.; AMARAL JÚNIO, A. T.; MEDEIROS, A. M. Correlações e análise de trilha sob multicolinearidade em linhas recombinadas de pimenta (*Capsicum annuum* L.). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, n.1, p.15-20, 2013.
- MOSCONI, E. A.; SCALDAFERRO, M. A.; GRABIELE, M.; CECCHINI, N. M.; GARCÍA, Y. S.; JARRET, R.; DAVIÑA, J. R.; DUCASSE, D. A.; BARBOZA, G. E.; EHRENDORFER, F. 67 The Evolution of Chili Peppers (*Capsicum* – Solanaceae): a Cytogenetic Perspective. **Acta Horticulturae**, v.745, p.138-139, 2007.
- NEITZKE, R. S.; BARBIERI, R. L.; HEIDEN, G.; CASTRO, C. M. Divergência genética entre variedades locais de *Capsicum baccatum* utilizando caracteres multicategóricos. **Magistra**, v.20, n.3, p.249-255, 2008.

NEITZKE, R. S.; BARBIERI, R. L.; RODRIGUES, W. F.; CORRÊA, I. V.; CARVALHO, F. I. F. Dissimilaridade genética entre acessos de pimenta com potencial ornamental. **Horticultura Brasileira**, v.28, n.1, p.47-53, 2010.

OHARA, R.; PINTO, C. M. F. Mercado de pimentas processadas. **Informe Agropecuário**, v.33, n.267, p.7-13, 2012.

PERASSOLI, E. Embrapa investe em pimentas. **Gazeta Digital**. 2007. Disponível em: <<http://www.gazetadigital.com.br>>. Acesso em: 13 set. 2015.

PESSOA, A. M. S.; RÊGO, E. R.; BARROSO, P. A.; RÊGO, M. M. Genetic diversity and importance of morpho-agronomic traits in a segregating F₂ population of ornamental pepper. **Acta Horticulturae**, v. 1087, p.195-200, 2015.

PINTO, C. M. F.; PINTO, C. L. O. Propriedades químicas, nutricionais, farmacológicas e medicinais de pimenta *Capsicum*. **Informe Agropecuário**, v.33, n.267, p.88-99, 2012.

PINTO, C. M. F.; PINTO, C. L. O.; DONZELES, S. M. L. Pimenta *Capsicum*: propriedades químicas, nutricionais, farmacológicas e medicinais e seu potencial para o agronegócio. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.3, n.2, p.108-120, 2013.

PINTO, C. M. F.; SANTOS, I. C.; PINTO, F. A. Cultivo da pimenta (*Capsicum* spp.). In: RÊGO, E. R.; FINGER, F. L.; RÊGO, M. M. **Produção, genética e melhoramento de pimentas (*Capsicum* spp.)**. 1. ed. Recife: Imprima, 2011. p.11-52.

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

RÊGO, E. R.; FINGER, F. L.; NASCIMENTO, N. F. F.; ARAÚJO, E. R.; SAPUCAY, M. J. L. C. Genética e melhoramento de pimenteiras. In: RÊGO, E. R.; FINGER, F. L.; RÊGO, M. M. (Orgs.). **Produção, genética e melhoramento de pimentas (*Capsicum* spp.)**. 1. ed. Recife: Imprima, 2011a. p.117-136.

RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; FINGER, F. L. Methodological basis and advances for ornamental pepper breeding program in Brazil. **Acta Horticulturae**, v. 1087, p.309-314, 2015.

RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; MATOS, I. W. F.; BARBOSA, L. A. Morphological and chemical characterization of fruits of *Capsicum* spp. accessions. **Horticultura Brasileira**, v.29, n.3, p.364-371, 2011b.

REIFSCHNEIDER, F. J. B. (Org.). **Capsicum**: pimentas e pimentões no Brasil. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia/ Embrapa Hortaliças, 2000. 113p.

REIFSCHNEIDER, F. J. B.; NASS, L. L.; HENZ, G. P. (Orgs.). **Uma pitada de biodiversidade na mesa dos brasileiros**. 1. ed. Brasília. 2015. 156p.

REIFSCHNEIDER, F. J. B.; RIBEIRO, C. S. C. Cultivo. In: RIBEIRO, C. S. C.; LOPES, C. A.; CARVALHO, S. I. C.; HENZ, G. P.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. (Eds.) **Pimentas Capsicum**. v.1. Brasília: Athalaia Gráfica e Editora LTDA, 2008. p.11-14.

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.

SANTOS, C. F. M.; BRACHT, F.; CONCEIÇÃO, G. C. A carreira da malagueta: uso e disseminação das plantas do gênero *Capsicum* nos séculos XVI e XVII. **Revista IDEAS**, v.6, n.2, p.134-169, 2012.

SANTOS, C. F. M.; BRACHT, F.; CONCEIÇÃO, G. C. Das virtudes da ardência: uso e disseminação dos frutos de *Capsicum* nos séculos XVI e XVII. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Ciências Humanas**, v.8, n.1, p.59-75, 2013.

SANTOS, D.; CORLETT, F. M. F.; MENDES, J. E. M. F.; WANDERLEY, J. S. A. J.; Produtividade e morfologia de vagens e sementes de variedades de fava no estado da Paraíba. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.10, p.1407-1412, 2002.

SUDRÉ, C. P.; GONÇALVES, L. S. A.; RODRIGUES, R.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; RIVA-SOUZA, E. M.; BENTO, C. S. Genetic variability in domesticated *Capsicum* spp. as assessed by morphological and agronomic data in mixed statistical analysis. **Genetics and Molecular Research**, v.9, n.1, p.283-294, 2010.

SUDRÉ, C. P.; RODRIGUES, R.; RIVA, E. M.; KARASAWA, M.; AMARAL JÚNIOR, A. T. Divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão utilizando técnicas multivariadas. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.1, p.22-27, 2005.

TEIXEIRA, D. H. L.; OLIVEIRA, M. S. P.; GONÇALVES, F. M. A.; NUNES, J. A. R. Correlações genéticas e análise de trilha para componentes da produção de frutos de açaizeiro. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.34, n.4, p.1135-1142, 2012.

TRUGILHO, P. F.; REGAZZI, A. J.; VITAL, B. R.; GOMIDE, J. L. Aplicação de algumas técnicas multivariadas na avaliação da qualidade da madeira de *Eucalyptus* e seleção de genótipos superiores para produção de carvão vegetal. **Revista Árvore**, v.21, n.1, p.113-130, 1997.

VASCONCELOS, C. S.; BARBIERI, R. L.; NEITZKE, R. S.; PRIORI, D.; FISCHER, S. Z.; MISTURA, C. C. 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, jul./ago. 2012.

VALOIS, A. C. C.; NASS, L. L.; GOES, M. Conservação *ex situ* de recursos genéticos vegetais. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S.; VALADARES-INGLIS, M. C. **Recursos genéticos e melhoramento de plantas**. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. Cap.6, p.123-149.

VEIGA, E. A essência do sabor brasileiro: segredos da Bahia. **O Sabor do Brasil**, Brasília: Ministério das Relações Exteriores, Departamento Cultural, 2004. p.7-12.

VICINI, L. **Análise multivariada da teoria à prática**. Santa Maria: UFSM, CCNE, 2005. 215p.

VILLELA, J. C. B.; BARBIERI, R. L.; NEITZKE, R. S.; VASCONCELOS, C. S.; PADILHA, H. K. M.; PRIORI, D.; MISTURA, C. C.; VILLELA, A. T.; CARBONARI, T.; BARBOSA, L. F.; CASTRO, M. L. Levantamento dos dados de passaporte e caracterização de acessos do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum* da Embrapa Clima Temperado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2., 2012, Pará. **Anais...** Pará: SBRG, 2012.

WALSH, B. M.; HOOT, S. B. Phylogenetic relationships of *Capsicum* (Solanaceae) using DNA sequences from two noncoding regions: the chloroplast *atpB-rbcL* spacer region and nuclear *waxy* introns. **International Journal of Plant Sciences**, v.162, n.6, p.1409-1418, 2001.

AQUINO, H. F. Caracterização morfológica, agronômica e divergência genética...

WRIGHT, S. Correlation and causation. **Journal of Agricultural Research**, v.20, n.7, p.557-585, 1921.

CAPÍTULO II

CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA DE ACESSOS DE PIMENTA

Caracterização morfoagronômica de acessos de pimenta

Herla F de Aquino¹, Valdevez P Matos¹; José Luiz S de Carvalho Filho¹; Jamile Erica de Medeiros¹;
Christine Maria C M Ribeiro²; Maria Inês S Maciel²; Júlio Carlos P de Mesquita³

¹ UFRPE, *Campus* Dois Irmãos, Departamento de Agronomia, Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, CEP: 52171-900, Recife-PE; herlabio@gmail.com (autor para correspondência); matosjb15@gmail.com; jose.luiz@depa.ufrpe.br; jamileerica@gmail.com

² UFRPE, *Campus* Dois Irmãos, Departamento de Economia Doméstica, Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, CEP: 52171-900, Recife-PE; tina_maranhao@yahoo.com.br; m.inesdcd@gmail.com

³ IPA, Instituto Agronômico de Pernambuco, Av. General San Martin, n.1371, CEP: 50761-000, Recife-PE; jpmesquita@yahoo.com.br

RESUMO

A caracterização de germoplasma é um requisito fundamental para determinar a variabilidade genética disponível e as pimentas possuem variabilidade considerável ainda não muito explorada e quantificada. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi caracterizar morfológica e agronomicamente acessos de pimenta. O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Agronomia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, entre os meses de dezembro de 2014 a junho de 2015. Foram semeados 13 acessos de pimenta em bandejas de 200 células com o substrato pó de coco. O transplântio foi realizado 60 dias após a semeadura, em vasos contendo pó de coco e as plantas fertirrigadas por hidroponia. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com seis repetições, sendo a parcela experimental composta por três vasos. Foram avaliadas características da plântula, das folhas, da planta e dos frutos. Houve diferença para a maioria das características avaliadas, demonstrando grande variabilidade morfológica e agronômica entre os acessos. Os acessos JM 9914, JM 9920 e JM 9921 apresentaram precocidade de frutificação. A variedade de cores dos frutos apresentada permite a inserção das pimentas na produção de conservas, molhos e na ornamentação. As pimentas demonstraram alto

potencial a ser explorado no melhoramento genético, sendo, trabalhos como este, matéria-prima para melhoristas.

Palavras-chave: *Capsicum*; descritores; germoplasma; melhoramento genético; produção; variabilidade.

ABSTRACT

Morphoagronomic characterization of pepper accessions

The germplasm characterization is a fundamental requirement to determine the genetic variability available and peppers have considerable variability not most explored and quantified. Thus, the aim of this study was to characterize morphological and agronomically pepper accessions. The experiment was conducted in a greenhouse of the Department of Agronomy of the Federal Rural University of Pernambuco, Recife, between the months of December 2014 to June 2015. Were sown 13 pepper accessions on 200 cells trays, with coir dust substrate. The transplant was done 60 days after sowing in pots containing coir dust and fertigated plants hydroponically. The experimental design was a randomized block with six replications, and the experimental unit consists of three pots. Were evaluated seedling, leaves, plant and fruit characteristics. There were differences for most of the evaluated characteristics, showing great morphological and agronomic variability among the accessions. The JM 9914, JM 9920 and JM 9921 accessions showed precocity fruiting. The variety of fruit colors presented allow the inclusion of peppers in the production of preserves, sauces and ornamentation. The peppers have a high potential to be exploited in breeding, being, works like this, raw material for breeders.

Key words: *Capsicum*; descriptors; germoplasm; genetic breeding; production; variability.

INTRODUÇÃO

As pimentas do gênero *Capsicum* são hortaliças solanáceas com grande diversidade de tipos. A variedade de cores, formatos e pungência, além do aroma dos frutos, são responsáveis pela grande popularidade das pimentas. Dessa forma, o mercado de pimentas vem se expandindo no Brasil, aumentando a área cultivada e tornando o agronegócio de pimentas e pimentões um dos mais importantes do país (Bizzo *et al.*, 2004).

No Brasil, existe grande dificuldade de obter dados estatísticos confiáveis de pimenta porque a produção é dispersa e desorganizada (Reifschneider *et al.*, 2015). Segundo os

autores, as pimentas são cultivadas em todos os estados da federação, principalmente Minas Gerais, São Paulo, Goiás, Ceará, Bahia e Rio Grande do Sul, totalizando uma área estimada de cinco mil hectares e produção de cerca de 75 mil toneladas.

A variabilidade dentro desse gênero é considerável e pouco se conhece sobre sua extensão, de forma que ainda não se explora todo o potencial dessa cultura (Sudré *et al.*, 2010). Assim, conforme os autores, a caracterização fenotípica desse material, dada pelos descritores morfológicos e agronômicos, permite a correta identificação das espécies, além de disponibilizar informações necessárias sobre os acessos mantidos em coleções ou bancos de germoplasma, auxiliando no seu uso em programas de melhoramento genético.

A caracterização é uma atividade essencial no manejo de coleções de germoplasma, que consiste em descrever, identificar e diferenciar acessos de uma mesma espécie (Burle & Oliveira, 2010). Dentre os vários tipos de caracterização, a morfológica e a agronômica estão entre as primeiras a serem realizadas por serem de fácil mensuração e baixo custo (Valois *et al.*, 2001; Burle & Oliveira, 2010).

Os grandes avanços no desenvolvimento de variedades e cultivares de alta produtividade são, em grande parte, resultado da exploração pelo homem dos reservatórios de armazenagem genética de traços ancestrais das cultivares (Brammer, 2002). Portanto, a caracterização de acessos de pimentas traz a oportunidade de descobrir e utilizar germoplasma útil ao desenvolvimento de novas cultivares.

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar diferentes acessos de pimenta do gênero *Capsicum* por meio de características morfológicas e agronômicas, de forma a disponibilizar essas informações aos programas de melhoramento do gênero.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de dezembro de 2014 a junho de 2015, em casa de vegetação, pertencente à Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), *Campus* Dois Irmãos, em Recife-PE (08°01'01"S, 34°56'45"O, 10,3 m acima do nível do mar). As casas de vegetação utilizadas foram recobertas com filme agrícola com polietileno de baixa densidade e transparente e as laterais cobertas com tela negra (sombrite) com 50% de sombreamento.

Foram avaliados os acessos de pimentas do gênero *Capsicum* (Tabela 1) cedidos por um colecionador particular, estando as exsicatas dos mesmos incorporadas ao acervo do

Herbário Dárdano de Andrade Lima, pertencente ao Instituto Agronômico de Pernambuco, em Recife-PE, sob os números de tomo 90305 a 90317.

Para a produção de mudas, a sementeira foi realizada em bandejas de 200 células, utilizando-se o substrato pó de coco peneirado e previamente autoclavado a 120 °C por duas horas. A produção de mudas foi realizada com 13 acessos (tratamentos) e quatro repetições de 25 sementes cada, colocando-se apenas uma semente por célula, a 2 cm de profundidade, sendo as bandejas colocadas em bancadas na casa de vegetação.

No período entre a sementeira e o transplante, as irrigações foram realizadas somente com água pelo sistema de microaspersores. O transplante foi realizado 60 dias após a sementeira, quando as mudas apresentaram três a quatro pares de folhas verdadeiras. As mudas mais vigorosas foram transplantadas para outra casa de vegetação, em vasos com capacidade de cinco litros, utilizando-se o substrato pó de coco.

Para a caracterização morfológica e agronômica das plantas, o delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com 13 acessos (tratamentos) e seis repetições, sendo a parcela experimental composta por três vasos. Os vasos foram dispostos em seis linhas com espaçamento de 1 m entre as linhas e 0,5 m entre os vasos.

A fertirrigação foi efetuada com aplicações diárias de solução nutritiva em sistema aberto de hidroponia, por meio de gotejamento, com espaçamento de 0,75 m entre os emissores, sendo realizadas regas diárias (manhã e tarde), até a maturação fisiológica da cultura. As plantas daninhas foram retiradas manualmente para evitar competição e os tratos culturais realizados sempre que necessários de acordo com as recomendações da cultura.

A caracterização morfoagronômica das plantas foi realizada com base em descritores propostos pelo International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI *et al.*, 1995). As observações foram feitas respeitando cada fase fenológica da cultura, sendo avaliados 17 descritores qualitativos e 14 quantitativos:

1) *Na plântula*: cor do hipocótilo ; cor dos cotilédones, observando em ambos os casos a presença ou ausência de antocianina, quando a gema apical apresentava 1-2 mm.

2) *Na folha*: densidade de folhas; cor; forma; margem da lâmina foliar; pubescência; comprimento da folha (cm), utilizando a média de trinta folhas maduras quando metade das plantas apresentavam frutos em maturação; largura da folha (cm), medida na parte mais larga, utilizando a média de trinta folhas maduras quando metade das plantas apresentavam frutos em maturação.

3) *Na planta*: cor do caule, avaliada no transplântio; forma do caule, observada em plantas maduras; pubescência do caule, observada em plantas maduras; altura da planta (m), quando metade das plantas apresentaram frutos em maturação; hábito de crescimento, quando metade das plantas apresentaram frutos maduros; largura do dossel (m), medido no ponto mais largo, na colheita; diâmetro do caule (cm), medido na colheita; hábito de ramificação, avaliado quando metade das plantas apresentaram frutos maduros.

4) *Na frutificação*: dias para frutificar, da semente até metade das plantas sustentarem frutos maduros na primeira e segunda bifurcações; número de frutos por planta; cor do fruto maduro; manchas de antocianinas nos frutos imaturos; pungência da polpa, pela análise sensorial; formato do fruto; superfície do fruto; comprimento do fruto (cm), média de trinta frutos maduros; largura do fruto (cm), medida no ponto mais largo, média de trinta frutos maduros; massa do fruto (g), média de trinta frutos maduros; espessura da polpa (mm), obtidas com a média de trinta frutos maduros; número de sementes por fruto, avaliado com a média de dez frutos; número de lóculos do fruto, avaliado pela moda de dez frutos e; produção de frutos (kg/planta), utilizando a média de dezoito plantas.

A análise sensorial foi baseada a partir de Costa *et al.* (2015) com algumas modificações, através da aplicação de questionários para dez julgadores, durante dois dias, realizada em sala com cabines individuais, no Laboratório de Análise Sensorial da UFRPE, através das seguintes classes: $\leq 3,0$ (pouco pungente); 3,1 a 6,0 (medianamente pungente); 6,1 a 9,0 (muito pungente).

No primeiro dia, cada julgador recebeu inicialmente quatro amostras e, depois de um intervalo, mais três. No segundo dia, receberam três amostras e, depois de um intervalo, mais três, totalizando os treze acessos. Foram pesados, aproximadamente, dois gramas da polpa madura de cada amostra e colocados em copos descartáveis recobertos com plástico filme, recebendo um código único com três dígitos, escolhidos aleatoriamente. Os julgadores foram orientados a avaliar as amostras através do contato da língua com a polpa e marcar em uma régua graduada de nove centímetros o ponto que julgavam estar o atributo observado para as amostras.

A análise dos dados foi realizada por meio do software estatístico (Sisvar, v. 5.0) para agrupamento de médias pelo teste de Scott-Knott, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plântulas dos acessos JM 9910, JM 9911, JM 9912, JM 9916, JM 9917 e JM 9918 apresentaram pigmentação arroxeadada (por antocianina) na região do hipocótilo (Figura 1A) e cotilédones, enquanto os demais apresentaram coloração esverdeada, sem presença de antocianina (Figura 1B). As antocianinas são acumuladas em diferentes níveis nas plantas e tem várias funções biológicas, tais como atrair agentes polinizadores e prevenção de danos foto-oxidativo em plantas, além de ter importante papel na saúde humana, estas propriedades estão relacionadas com a sua capacidade antioxidante (AZA-GONZÁLES *et al.*, 2012).

Os acessos possuem folhas com diferentes tonalidades de verde, margem ondulada, pubescência esparsa a intermediária (Tabela 2). No entanto, foi observada variação quanto à forma, em que a maioria dos acessos possui folhas de forma ovalada, os acessos JM 9914, e JM 9919 detêm as folhas deltóides e os acessos JM 9913, JM 9920 e JM 9921, folhas lanceoladas. Quanto à densidade foliar (Tabela 2), variou entre densa, esparsa e intermediária, predominando a densa. Melo *et al.* (2014) citam que a folhagem variegada e a forma da folha, entre outras características, são significativas no comércio de pimenteiros ornamentais, chamando a atenção do consumidor.

Os acessos avaliados apresentaram caule angular com coloração variada (Tabela 1): verde (Figura 1C), verde com presença de listras (Figura 1D) ou nós de pigmentação arroxeadada (Figura 1E), pubescência predominantemente esparsa, exceto nos acessos JM 9920 e JM 9921, com pubescência intermediária. O hábito de crescimento prostrado foi verificado no acesso JM 9914 e intermediário nos acessos JM 9909 e JM 9915, os demais possuem hábito ereto. Quanto à ramificação, os acessos JM 9915, JM 9920 e JM 9921 foram densos, os acessos JM 9912, JM 9913, JM 9917 e JM 9918 esparsos, sendo os demais intermediários (Tabela 2). A predominância do crescimento intermediário e ramificação esparsa em acessos de *C. chinense* foi verificada por Moura *et al.* (2010). Outros trabalhos observaram hábito de crescimento ereto predominante para *C. annuum* (Büttow *et al.*, 2010) e *C. baccatum* var. *pendulum* (Melo *et al.*, 2014). O hábito de crescimento e a densidade de ramificação definem o tipo de manejo a ser aplicado em campo.

Percebeu-se menor tempo para frutificação nos acessos JM 9920 e JM 9921 (Tabela 3), apresentando, em média aos 91 dias, frutos nas primeiras e segundas bifurcações. Os acessos JM 9909, JM 9914, JM 9915, JM 9917 e JM 9919 demoraram de 104 a 115 dias para

frutificar; o acesso JM 9912 frutificou aos 133 dias e os demais demoraram cerca de 160 dias para frutificar. Os acessos precoces podem ser vantajosos aos melhoristas e produtores, reduzindo e otimizando os custos de um programa de melhoramento (Tavares *et al.*, 1999) e de manutenção da cultura, com agilidade no processo de produção.

Os frutos maduros apresentaram as colorações avermelhada (JM 9909, JM 9912, JM 9913, JM 9914, JM 9918 e JM 9920), alaranjada (JM 9921), amarelo-alaranjado (JM 9910, JM 9911, JM 9916 e JM 9917), amarelo limão (JM 9915) e salmão (JM 9919) (Figura 2). A exuberância das cores dos frutos de pimenteiras e sua grande variabilidade permitem a inserção desses acessos na produção de conservas ornamentais, molhos líquidos de coloração vermelha e amarela (Ohara & Pinto, 2012) e na ornamentação (Finger *et al.*, 2012).

Os acessos JM 9910, JM 9912, JM 9913 e JM 9917 apresentaram manchas arroxeadas por antocianina no fruto em maturação, determinando que esses acessos possuem um potencial medicinal a ser estudado, pois a coloração arroxeadada é atribuída às antocianinas (Bosland & Votava, 2012). Essas substâncias ajudam na prevenção de doenças por possuírem propriedades antioxidantes, além de auxiliarem na conservação de alimentos (Neitzke *et al.*, 2015).

Em relação à pungência ou ardor (Tabela 3), foram classificados como muito pungentes os acessos JM 9909, JM 9915 e JM 9920 (23%). O acesso JM 9921 foi avaliado como medianamente pungente (8%) e os demais pouco pungentes (69%). Costa *et al.* (2015) dividiram quatro classes distintas para a pungência em 40 acessos de pimenta procedentes do estado do Amazonas e encontraram 45% dos acessos com alta pungência, 35% medianamente pungentes, 15% doces e 5% com baixa pungência. O mercado brasileiro para pimenta *in natura* é fortemente influenciado pelos hábitos alimentares de cada região (Rufino & Penteado, 2006), dessa forma, os acessos avaliados têm potencial para atender à exigência de vários mercados.

Quanto ao número de lóculos por fruto, considerado por Tavares *et al.* (1999) como um dos determinantes do peso dos frutos, a maioria dos acessos apresentou três lóculos, exceto os acessos JM 9912, JM 9913 e JM 9920 com apenas dois lóculos. Já o formato de frutos de pimenta variou bastante (Tabela 3) (Figura 2), sendo mais comum o formato alongado (53,8%), seguido pelos formatos bloco (23,1%), triangular (15,4%) e arredondado (7,7%). Costa *et al.* (2015), avaliando 40 acessos de pimenta, classificou morfotipos de pimentas de acordo com a variação no formato do fruto, observaram que predominou o

formato arredondado (35%), seguido pelo formato alongado (25%), triangular (17,5%), campanulado (15%) e retangular (7,5%).

O número de sementes por fruto é uma característica heterogênea dentro de uma mesma repetição, sendo sua variação resultante da diferença de tamanho entre os frutos, sendo, conforme Gonçalves *et al.* (2013), quanto maior o fruto, maior o número de sementes. No presente trabalho, foi observada grande variação no número de sementes por fruto de um mesmo acesso e entre os acessos (Tabela 3), o menor número de sementes (16 sementes) encontrado nos acessos JM 9912 e JM 9913, enquanto nos acessos JM 9909, JM 9914, JM 9917, JM 9918 e JM 9920 foram obtidos mais de 40 sementes por fruto. Conforme citações feitas por Batista & Silva Filho (2014), a comercialização de sementes pelos agricultores pode gerar lucros, visto que grande parte das cultivares de pimentas produz poucas sementes.

Para os caracteres quantitativos avaliados nas plantas (Tabela 4), percebeu-se variabilidade entre os acessos para todas as características, exceto diâmetro do caule, onde não houve diferença significativa. O comprimento e a largura da folha tiveram amplitude de 8,90 a 17,72 cm e 4,62 a 8,63 cm, respectivamente.

A altura das plantas (Tabela 4) é um fator de interesse no melhoramento e na produção, proporcionando maior facilidade de colheita e é, também, característica de interesse ornamental, sendo sugerido por Silva Neto *et al.* (2014) que porte mais baixo, maior diâmetro do caule e menor largura do dossel em pimenteiras sejam características positivas para seleção de genótipos ornamentais. Os acessos mais baixos, JM 9920 e JM 9921, apresentaram altura de 1,00 e 0,8 m; diâmetro do caule de 1,88 e 1,51 mm e; largura do dossel de 0,76 e 0,61 m, respectivamente, sendo valores muito superiores aos encontrados por Silva Neto *et al.* (2014), portanto, por possuírem porte mais alto, todos os acessos avaliados podem ser cultivados em jardins funcionais, como cita Neitzke *et al.* (2010).

No que diz respeito às características quantitativas dos frutos, presentes na Tabela 4, houve maior formação de grupos, sendo os coeficientes de variação obtidos indicativos de boa aceitação dos dados, conforme Pimentel-Gomes (1985), exceto para número de frutos por planta e produção.

O comprimento médio dos frutos teve amplitude de 1,61 a 6,34 cm e a largura dos frutos de 0,97 a 2,61 cm. Batista & Silva Filho (2014) observaram que houve uma equivalência no número de frutos por planta e as variáveis comprimento e largura do fruto, destacando

que quanto menor o tamanho do fruto, maior será a quantidade de frutos produzida por uma pimenteira.

A maior massa do fruto foi observada para o acesso JM 9919 (7,995 g), enquanto os frutos mais leves foram observados nos acessos JM 9915, JM 9920 e JM 9921 (1,220 g, 1,213 g e 1,455 g, respectivamente), que apresentaram frutos pequenos e com espessura da polpa mais fina (Tabela 4). Os acessos com maior espessura da polpa foram JM 9911 e JM 9917 (2,37 mm e 2,36 mm, respectivamente), seguidos pelos acessos JM 9909 e JM 9916 (2,15 mm e 2,12 mm, respectivamente), que também apresentaram frutos com maior peso. Os valores encontrados foram semelhantes aos de Batista & Silva Filho (2014), que variaram entre 0,77 a 2,30 mm em 30 acessos de pimenta. Os autores apontam que a espessura da polpa é importante para a comercialização de frutos *in natura* ou na indústria, pode-se sugerir que os acessos JM 9909, JM 9911, JM 9916 e JM 9917 também sejam indicados para essa finalidade.

Para o caráter produção, houve a separação em dois grupos, o primeiro com produção acima de 0,560 kg/planta e o segundo abaixo de 0,468 kg/planta (Tabela 4). Apesar de apresentarem 253 e 169 frutos por planta, respectivamente, os acessos JM 9920 e JM 9921 obtiveram baixas massas de fruto, o que explica a baixa produção, expressa em quilogramas por planta. Melo *et al.* (2014) consideram que acessos que exibem frutos pequenos e numerosos são adequados para uso ornamental. Os resultados encontrados mostraram divergência de valores com o trabalho de Domenico *et al.* (2012), analisando a produção de acessos de *C. chinense*. Conforme os autores, essa divergência deve estar relacionada com as características do fruto de cada acesso.

Foi observada grande variabilidade na maioria das características para os acessos avaliados, constituindo importante material para o melhoramento genético de plantas. Os descritores analisados permitiram fazer distinção entre os acessos de pimenta.

Os resultados obtidos no presente trabalho podem ser explorados tanto no melhoramento, quanto diretamente no mercado de hortaliças, onde a variedade de tipos de pimentas, com ampla gama de cores, tamanhos, formas e pungência chama a atenção do consumidor com preferência desde conservas para consumo próprio até o interesse ornamental.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa. Ao Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA) pela identificação das plantas.

REFERÊNCIAS

AZA-GONZÁLEZ C; NÚÑEZ-PALENIUS HD; OCHOA-ALEJO, N. 2012. Molecular biology of chili pepper anthocyanin biosynthesis. *Journal of Mexican Chemical Society* 56: 93-98.

BATISTA MRA; SILVA FILHO DF. 2014. Caracterização morfoagronômica de pimentas não pungentes do gênero *Capsicum* spp., da Amazônia. *Revista Agro@ambiente* 8: 204-211.

BIZZO HR; LOPES D; ANTONIASSI R; OLIVEIRA DR; RIBEIRO CSC. 2004. *Processo de obtenção de oleorresina de pimenta (Capsicum spp.)*. Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 3p. (Comunicado Técnico, 75).

BOSLAND PW; VOTAVA EJ. 2012. *Peppers: vegetable and spice Capsicums*. Cambridge: CABI, 230p.

BRAMMER SP. 2002. *Variabilidade e diversidade genética vegetal: requisito fundamental em um programa de melhoramento*. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 9p. (Documentos Online, 29). Disponível em http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_do29.htm. Acessado em 04 de dezembro de 2015.

BURLE ML; OLIVEIRA MSP. 2010. *Manual de curadores de germoplasma vegetal: caracterização morfológica*. Brasília: Embrapa Recursos genéticos e Biotecnologia; Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 15p. (Documentos, 312, 378).

BÜTTOW MV; BARBIERI RL; NEITZKE RS; HEIDEN G; CARVALHO FIF. 2010. Diversidade genética entre acessos de pimentas e pimentões da Embrapa Clima Temperado. *Ciência Rural* 40: 1264-1269.

COSTA LV; BENTES JLS; LOPES MTG; ALVES SRM; VIANA JÚNIOR JM. 2015. Caracterização de acessos de pimentas do Amazonas. *Horticultura Brasileira* 33: 290-298.

DOMENICO CI; COUTINHO JP; GODOY HT; MELO AMT. 2012. Caracterização agrônômica e pungência em pimenta de cheiro. *Horticultura Brasileira* 30: 466-472.

FINGER FL; RÊGO ER; SEGATTO FB; NASCIMENTO NFF; RÊGO MM. 2012. Produção e potencial de mercado para pimenta ornamental. *Informe Agropecuário* 33: 14-20.

GONÇALVES LGV; ANDRADE FR; MARIMON JUNIOR BH; SCHOSSLER TR; LENZA E; MARIMON BS. 2013. Biometria de frutos e sementes de mangaba (*Hancornia speciosa* Gomes) em vegetação natural na região leste de Mato Grosso, Brasil. *Revista de Ciências Agrárias* 36: 31-40.

IPGRI ; AVRDC ; CATIE. 1995. *Descriptors for Capsicum (Capsicum spp.)*. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy/ Asian Vegetable Research and Development Center, Taipei, Taiwan/ Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica, 49p.

MELO LF; GOMES RLF; SILVA VB; MONTEIRO ER; LOPES ACA; PERON AP. 2014. Potencial ornamental de acessos de pimenta. *Ciência Rural* 44: 2010-2015.

MOURA MCCL; GONÇALVES LSA; SUDRÉ CP; RODRIGUES S; AMARAL JÚNIOR AT; PEREIRA TNS. 2010. Algoritmo de Gower na estimativa da divergência genética em germoplasma de pimenta. *Horticultura Brasileira* 28: 155-161.

NEITZKE RS; BARBIERI RL; RODRIGUES WF; CORRÊA IV; CARVALHO FIF. 2010. Dissimilaridade genética entre acessos de pimenta com potencial ornamental. *Horticultura Brasileira* 28: 47-53.

NEITZKE RS; VASCONCELOS CS; BARBIERI RL; VIZZOTTO M; FETTER MR; CORBELINI DD. 2015. Variabilidade genética para compostos antioxidantes em variedades crioulas de pimentas (*Capsicum baccatum*). *Horticultura Brasileira* 33: 415-421.

OHARA R; PINTO CMF. 2012. Mercado de pimentas processadas. *Informe Agropecuário* 33: 7-13.

PIMENTEL-GOMES F. 1985. *Curso de Estatística Experimental*. São Paulo: Nobel. 467p.

REIFSCHNEIDER FJB; NASS LL; HENZ GP (orgs). 2015. *Uma pitada de biodiversidade na mesa dos brasileiros*. 1. ed. Brasília, 156p.

RUFINO JLS; PENTEADO DCS. 2006. Importância econômica, perspectivas e potencialidades do mercado para pimenta. *Informe Agropecuário* 27: 7-15.

SILVA NETO JJ; RÊGO ER; NASCIMENTO MF; SILVA FILHO VAL; ALMEIDA NETO JX; RÊGO MM. 2014. Variabilidade em população base de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annum* L.). *Revista Ceres* 61: 84-89.

SUDRÉ CP; GONÇALVES LSA; RODRIGUES R; AMARAL JÚNIOR AT; RIVA-SOUZA EM; BENTO CS. 2010. Genetic variability in domesticated *Capsicum* spp. as assessed by morphological and agronomic data in mixed statistical analysis. *Genetics and Molecular Research* 9: 283-294.

TAVARES M; MELO AMT; SCIVITTARO WB. 1999. Efeitos diretos e indiretos e correlações canônicas para caracteres relacionados com a produção de pimentão. *Bragantia* 58: 41-47.

VALOIS ACC; NASS LL; GOES M. 2001. Conservação *ex situ* de recursos genéticos vegetais. In: NASS LL; VALOIS ACC; MELO IS de; VALADARES-INGLIS MC (eds). *Recursos genéticos e melhoramento de plantas*. Rondonópolis: Fundação MT. p. 123-149.

Tabela 1. Acesso, nome popular, nome científico e procedência de 13 acessos de pimenta *Capsicum* spp. {Accession, common name, scientific name and origin of 13 pepper *Capsicum* spp. accessions}. Recife, UFRPE, 2015.

Acesso	Nome popular	Nome Científico	Procedência
JM 9909	-	<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Bahia
JM 9910	-	<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Bahia
JM 9911	-	<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Pernambuco
JM 9912	Murupi vermelha	<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Pernambuco
JM 9913	Murupi vermelha	<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Bahia
JM 9914	Dedo-de-moça	<i>Capsicum baccatum</i> var. <i>pendulum</i> (Willd.) Eshbaugh	Pernambuco
JM 9915	Cumari-do-Pará	<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Bahia
JM 9916	-	<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Pernambuco
JM 9917	-	<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Paraíba
JM 9918	-	<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Pernambuco
JM 9919	De-cheiro	<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Pernambuco
JM 9920	-	<i>Capsicum annuum</i> L.	Desconhecida
JM 9921	-	<i>Capsicum annuum</i> L.	Desconhecida

Tabela 2. Características qualitativas avaliadas na folha e na planta de 13 acessos de pimenta *Capsicum* spp. {qualitative characteristics evaluated in leaf and plant of 13 accessions of pepper *Capsicum* spp.}. Recife, UFRPE, 2015.

Folha					
Acesso	Densidade foliar	Cor	Forma	Margem	Pubescência
JM 9909	Densa	Verde	Ovalada	Ondulada	Esparsa
JM 9910	Intermediária	Verde	Ovalada	Ondulada	Intermediária
JM 9911	Intermediária	Verde claro	Ovalada	Ondulada	Esparsa
JM 9912	Esparsa	Verde	Ovalada	Ondulada	Esparsa
JM 9913	Esparsa	Verde	Lanceolada	Ondulada	Esparsa
JM 9914	Densa	Verde claro	Deltóide	Ondulada	Esparsa
JM 9915	Densa	Verde	Ovalada	Ondulada	Esparsa
JM 9916	Intermediária	Verde	Ovalada	Ondulada	Esparsa
JM 9917	Esparsa	Verde	Ovalada	Ondulada	Intermediária
JM 9918	Esparsa	Verde	Ovalada	Ondulada	Esparsa
JM 9919	Densa	Verde	Deltóide	Ondulada	Esparsa
JM 9920	Densa	Verde escuro	Lanceolada	Ondulada	Esparsa
JM 9921	Densa	Verde escuro	Lanceolada	Ondulada	Esparsa
Planta					
Acesso	Cor do caule	Forma do caule	Pubescência do caule	Hábito de crescimento	Ramificação
JM 9909	Verde com nós roxos	Angular	Esparsa	Intermediário	Intermediária
JM 9910	Verde com listras roxas	Angular	Esparsa	Ereto	Intermediária
JM 9911	Verde	Angular	Esparsa	Ereto	Intermediária
JM 9912	Verde com listras roxas	Angular	Esparsa	Ereto	Esparsa
JM 9913	Verde	Angular	Esparsa	Ereto	Esparsa
JM 9914	Verde	Angular	Esparsa	Prostrado	Intermediária
JM 9915	Verde com nós roxos	Angular	Esparsa	Intermediário	Densa
JM 9916	Verde com listras roxas	Angular	Esparsa	Ereto	Intermediária
JM 9917	Verde com nós roxos	Angular	Esparsa	Ereto	Esparsa
JM 9918	Verde	Angular	Esparsa	Ereto	Esparsa
JM 9919	Verde com nós roxos	Angular	Esparsa	Ereto	Intermediária
JM 9920	Verde com nós roxos	Angular	Intermediária	Ereto	Densa
JM 9921	Verde com nós roxos	Angular	Intermediária	Ereto	Densa

Tabela 3. Características qualitativas e quantitativas avaliadas nos frutos de 13 acessos de pimenta *Capsicum* spp. {qualitative and quantitative characteristics evaluated in fruits of 13 accessions of pepper *Capsicum* spp.}. Recife, UFRPE, 2015.

Acesso	Dias para frutificar	Mancha de antocianina	Formato	Superfície	Nº de sementes por fruto
JM 9909	114 B	Ausente	Arredondado	Lisa	58 A
JM 9910	162 A	Presente	Triangular	Rugosa	26 B
JM 9911	162 A	Ausente	Bloco	Semi-rugosa	27 B
JM 9912	133 B	Presente	Alongado	Rugosa	16 C
JM 9913	162 A	Presente	Alongado	Rugosa	16 C
JM 9914	104 C	Ausente	Alongado	Semi-rugosa	55 A
JM 9915	112 B	Ausente	Triangular	Lisa	35 B
JM 9916	162 A	Ausente	Alongado	Rugosa	35 B
JM 9917	114 B	Presente	Bloco	Semi-rugosa	50 A
JM 9918	162 A	Ausente	Alongado	Lisa	47 A
JM 9919	114 B	Ausente	Bloco	Semi-rugosa	33 B
JM 9920	92 C	Ausente	Alongado	Lisa	40 A
JM 9921	90 C	Ausente	Alongado	Semi-rugosa	36 B
CV (%)	13,45	-	-	-	40,68

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, a 5% de significância pelo teste Scott-Knott {means followed by the same letter in the column do not differ, at 5% significance by Scott-Knott test}.

Tabela 4. Média de onze características quantitativas avaliadas nas plantas e nos frutos de 13 acessos de pimenta *Capsicum* spp. {mean of eleven quantitative characteristics evaluated in plants and fruits of 13 accessions of pepper *Capsicum* spp.}. Recife, UFRPE, 2015. AP: altura da planta (plant height); DC: diâmetro do caule (stem diameter); LD: largura do dossel (canopy width); CFO: comprimento da folha (leaf length); LFO: largura da folha (leaf width); CFR: comprimento do fruto (fruit length); LFR: largura do fruto (fruit width); MF: massa do fruto (fruit weight); NFP: número de frutos por planta (number of fruits per plant); EP: espessura da polpa (pulp thickness); PRO: produção (production).

Acesso	Planta					
	AP (m)	DC (cm)	LD (m)	CFO (cm)	LFO (cm)	
JM 9909	1,31 B	1,63 A	1,19 B	12,00 C	7,03 B	
JM 9910	1,66 A	1,74 A	1,49 A	13,20 B	6,85 B	
JM 9911	1,52 A	1,64 A	1,34 B	14,17 B	7,55 B	
JM 9912	1,67 A	1,71 A	1,54 A	13,55 B	6,72 B	
JM 9913	1,64 A	1,78 A	1,57 A	12,42 C	6,00 C	
JM 9914	1,16 B	1,43 A	0,91 C	14,02 B	8,40 A	
JM 9915	1,27 B	1,97 A	1,51 A	8,90 D	4,70 D	
JM 9916	1,63 A	1,69 A	1,38 B	14,37 B	6,97 B	
JM 9917	1,73 A	1,60 A	1,43 A	17,72 A	8,63 A	
JM 9918	1,53 A	1,83 A	1,36 B	13,57 B	7,42 B	
JM 9919	1,34 B	1,68 A	1,20 B	13,00 B	8,00 A	
JM 9920	1,00 C	1,88 A	0,76 C	11,00 C	4,62 D	
JM 9921	0,80 D	1,51 A	0,61 C	11,30 C	4,92 D	
CV(%)	9,96	14,35	15,86	9,11	9,62	
Acesso	Fruto					
	CFR (cm)	LFR (cm)	MF (g)	NFP	EP (mm)	PRO (kg/planta)
JM 9909	1,61 G	2,61 A	5,401 C	104 B	2,15 B	0,560 A
JM 9910	4,41 C	1,62 D	4,357 D	152 B	1,81 C	0,662 A
JM 9911	3,91 D	1,95 C	5,496 C	103 B	2,37 A	0,564 A
JM 9912	5,39 B	1,41 E	3,514 E	224 B	1,68 C	0,788 A
JM 9913	5,69 B	1,40 E	4,202 D	158 B	1,39 D	0,664 A
JM 9914	6,34 A	1,42 E	4,530 D	103 B	1,43 D	0,468 B
JM 9915	1,78 G	1,26 E	1,220 F	509 A	1,32 D	0,621 A
JM 9916	4,55 C	1,86 C	5,548 C	123 B	2,12 B	0,684 A
JM 9917	3,74 D	2,20 B	6,404 B	103 B	2,36 A	0,659 A
JM 9918	4,20 D	1,49 D	3,969 E	98 B	1,67 C	0,388 B
JM 9919	4,76 C	2,51 A	7,995 A	110 B	1,63 C	0,880 A
JM 9920	2,54 F	0,97 F	1,213 F	253 B	1,05 E	0,307 B
JM 9921	3,36 E	1,05 F	1,455 F	169 B	1,06 E	0,247 B
CV(%)	11,39	8,32	13,72	55,19	15,48	43,69

Médias seguidas pela mesma letra, na coluna, não diferem entre si, a 5% de significância pelo teste Scott-Knott {means followed by the same letter in the column do not differ, at 5% significance by Scott-Knott test}.

Figura 1. Aspecto morfológico do hipocótilo de plântulas de acessos de pimenta {morphological aspect of the hypocotyl of seedlings of pepper accessions}. (A) Pigmentação por antocianina (anthocyanin pigmentation) e (B) ausência de antocianina (lack of anthocyanin). Caules com diferentes colorações {stem with different colors}. (C) Verde (green); (D) Verde com listras roxas (green with purple stripes); (E) Verde com nós roxos (green with purple node). Recife, UFRPE, 2015.

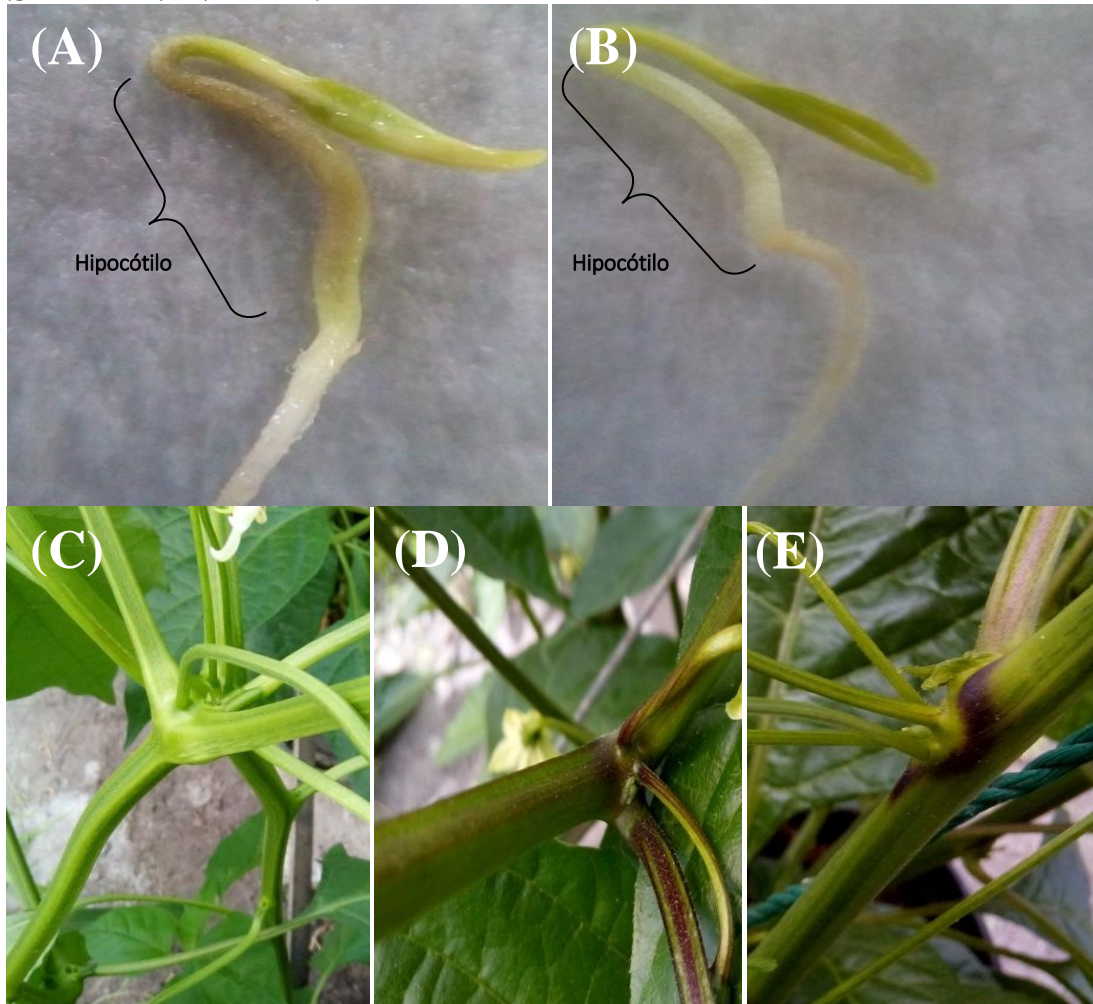


Figura 2. Frutos de 13 acessos de pimenta {fruits of 13 pepper accessions}. Recife, UFRPE, 2015.



CAPÍTULO III

DIVERGÊNCIA GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE PIMENTA PARA CARACTERES QUANTITATIVOS

Divergência genética entre acessos de pimenta para caracteres quantitativos¹**Genetic divergence among pepper accessions for quantitative characters**

Herla Ferreira de Aquino*², Valderéz Pontes Matos³, José Luiz Sandes de Carvalho Filho⁴;

Júlio Carlos Polimeni de Mesquita⁵

RESUMO

A quantificação da variabilidade genética em uma população vegetal é essencial para trabalhos de melhoramento. O presente trabalho objetivou avaliar a divergência genética entre acessos de pimenta, utilizando variáveis quantitativas. Foram avaliados 13 descritores quantitativos em 13 acessos de pimenta durante o primeiro semestre de 2015, em casa de vegetação, com seis blocos casualizados e três plantas por parcela. Foi estimada a distância generalizada de Mahalanobis e a análise de divergência realizada pelo método UPGMA. Dentre os descritores, a principal característica para definição dos grupos foi dias para frutificação, permitindo a formação de seis grupos. O grupo I foi formado pela maioria dos acessos, com frutificação tardia, aos 162 dias. O grupo II, pelo acesso de pimenta murupi,

¹ Este trabalho é parte da dissertação de mestrado da primeira autora, financiado pela Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE) e pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

² Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, Brasil. * herlabio@gmail.com. Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, CEP: 52171-900.

³ Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, Brasil. matosjb15@gmail.com. Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, CEP: 52171-900.

⁴ Departamento de Agronomia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, Brasil. jose.luiz@depa.ufrpe.br. Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, CEP: 52171-900.

⁵ Instituto Agrônomo de Pernambuco, Recife, PE, Brasil. jpmesquita@yahoo.com.br. Av. General San Martin, n.1371, CEP: 50761-000.

frutificou aos 133 dias. O grupo III, pelas espécies *C. annuum*, frutificou aos 92 dias. O grupo IV, formado pelo acesso de pimenta cumari-do-Pará, frutificou aos 112 dias, com cerca de 509 frutos por planta. O grupo V abrangeu os acessos de *C. chinense* que frutificaram aos 114 dias. O grupo VI, formado pela pimenta da espécie *C. baccatum*, frutificou aos 104 dias. Os acessos, da mesma espécie (*C. chinense*), mais distantes foram JM 9909 e JM 9913 e os mais similares foram JM 9911 e JM 9916. A característica dias para frutificar pode ser usada em outros trabalhos de divergência genética para melhor separação de grupos.

PALAVRAS-CHAVE: *Capsicum*. Descritores quantitativos. Dissimilaridade genética.

ABSTRACT

The quantification of genetic variation in a plant population is essential for improvement work. The present study aimed to evaluate the genetic divergence among pepper accessions, using quantitative variables. Were evaluated 13 quantitative descriptors in 13 pepper accessions during the first half of 2015 in a greenhouse, with six randomized block design and three plants per plot. The Mahalanobis distance was estimated and divergence analysis was performed by UPGMA method. Among the descriptors, the main characteristic for definition of the groups was days to fruit, allowing the formation of six groups. The group I was formed by the most accessions, with late fruiting, at 162 days. Group II, by murupi pepper accession, being fruitful at 133 days. Group III was composed by species *C. annuum*, with fruiting at 92 days. Group IV consists of the cumari-do-Pará accession, being fruitful at 112 days with about 509 fruits per plant. Group V covered the *C. chinense* accessions that fruitful at 114 days. Group VI was formed by *C. baccatum* with fruiting at 104 days. The accessions of the same species (*C. chinense*) with greater distance were JM 9909 and JM 9913, while the most similar were JM 9911 and JM 9916. The characteristic days to fruit can be used in other works of genetic divergence for better separation of groups.

KEY WORDS: *Capsicum*. Quantitative descriptors. Genetic dissimilarity.

INTRODUÇÃO

O agronegócio de pimentas *Capsicum* está entre os melhores exemplos de integração entre todos que atuam na cadeia produtiva dessa hortaliça, sendo consumida *in natura* ou processada, utilizada em diversas linhas de produtos na indústria alimentícia (OHARA; PINTO, 2012). A pimenta apresenta expressiva importância econômica e social para o agronegócio mundial, sendo a estimativa de produção de pimentas no Brasil em torno de 75 mil toneladas/ano (REIFSCHNEIDER; NASS; HENZ, 2015), associada, em grande parte, ao seu alto aproveitamento na culinária para temperos (PINTO; PINTO; DONZELES, 2013). Além disso, a diversidade de pimentas no Brasil é muito grande, havendo pimentas com diferentes cheiros, cores, sabores, formatos e tamanhos (REIFSCHNEIDER; NASS; HENZ, 2015).

Muitas pesquisas relacionadas à caracterização morfológica são desenvolvidas para determinação da diversidade genética de pimentas permitindo maior documentação e descrição adequada de acessos. Trabalhos assim como o de Sudré *et al.* (2010), Domenico *et al.* (2012) e Costa *et al.* (2015), que retratam a divergência genética em espécies de pimenta, disponibilizam aos melhoristas da cultura informações a respeito da variabilidade, essencialmente importante em pesquisas com seleção de acessos superiores e alelos favoráveis numa população.

A presença de variabilidade é importante tanto para a conservação de germoplasma quanto para a utilização em programas de melhoramento, ampliando as possibilidades de seleção de materiais que apresentem atributos promissores e desejáveis para a indústria de processamento, para o mercado consumidor do fruto *in natura* (CARVALHO *et al.*, 2014) e, também, para o mercado de plantas ornamentais (MELO *et al.*, 2014).

Para iniciar qualquer trabalho de melhoramento, a seleção depende da variação genética presente (KRISHNAMURTHY; REDDY; RAO, 2013). Em relação às pimentas, por possuírem grande variabilidade genética e por se destacarem, em 2011, no volume de exportação pelo Brasil, com participação de 13,5% do valor total exportado de hortaliças (PAULUS *et al.*, 2015), sua exploração se tornou viável, almejando a produção de novas cultivares melhoradas e o alcance de agroindústrias de processamento, que agregam valor ao produto e geram maiores lucros para os produtores e empresários (OHARA; PINTO, 2012).

Para estimar e quantificar a variabilidade genética são utilizados métodos biométricos, onde se quantifica ou se estima a heterose, que são analisados pela estatística multivariada (SUDRÉ *et al.*, 2005), sendo a distância de Mahalanobis uma das medidas de dissimilaridade mais utilizadas na quantificação da divergência entre acessos (CRUZ; CARNEIRO, 2003). A distância de Mahalanobis inclui uma maior complexidade porque leva em conta a matriz de covariância entre as variáveis ambientais (MARCO JÚNIOR; SIQUEIRA, 2009), ou seja, permite que a variância ambiental seja levada em conta na análise de divergência entre os acessos.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a divergência genética entre treze acessos de pimenta *Capsicum*, através da distância de Mahalanobis, utilizando treze variáveis quantitativas.

MATERIAL E MÉTODOS

Durante o primeiro semestre de 2015 foram caracterizados 13 acessos de pimentas do gênero *Capsicum* (Tabela 1), identificados e disponíveis no Herbário Dárdano de Andrade Lima, pertencente ao Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), sob os números de tomo 90305 a 90317.

Tabela 1. Acessos de pimenta (*Capsicum* spp.) avaliados em casa de vegetação da UFRPE, Recife, 2015.

Acesso	Nome popular	Nome Científico	Procedência
JM 9909	-	<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Bahia
JM 9910	-	<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Bahia
JM 9911	-	<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Pernambuco
JM 9912	Murupi vermelha	<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Pernambuco
JM 9913	Murupi vermelha	<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Bahia
JM 9914	Dedo-de-moça	<i>Capsicum baccatum</i> var. <i>pendulum</i> (Willd.) Eshbaugh	Pernambuco
JM 9915	Cumari-do-Pará	<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Bahia
JM 9916	-	<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Pernambuco
JM 9917	-	<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Paraíba
JM 9918	-	<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Pernambuco
JM 9919	De-cheiro	<i>Capsicum chinense</i> Jacq.	Pernambuco
JM 9920	-	<i>Capsicum annuum</i> L.	Desconhecida
JM 9921	-	<i>Capsicum annuum</i> L.	Desconhecida

Os acessos foram cultivados em vasos na casa de vegetação da Universidade Federal Rural de Pernambuco, *Campus* Dois Irmãos, Recife-PE (08°01'01"S, 34°56'45"O, 10,3 m acima do nível do mar). Foram avaliadas 18 plantas por acesso, sendo o delineamento experimental em blocos ao acaso, com 13 tratamentos (acessos) e seis repetições, dispostas em seis linhas com espaçamento de 1 m entre linhas e 0,5 m entre vasos e a parcela experimental composta por três vasos.

Foram avaliadas treze variáveis, propostas pelo International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI; AVRDC; CATIE, 1995): altura da planta (AP) (m); diâmetro do caule (DC) (cm) (medido no meio da parte da primeira bifurcação); largura do dossel (LD) (m), medida no ponto mais largo; comprimento da folha (CFO) (cm); largura da folha (LFO) (cm), medida na parte mais larga da folha; dias para frutificar (DPF), da semeadura até metade das plantas sustentarem frutos maduros nas duas primeiras bifurcações; comprimento do fruto (CFR) (cm); largura do fruto (LFR) (cm), medida no ponto mais largo; massa do fruto (MF) (g); espessura da polpa (EP) (mm), número de sementes por fruto (NSF); número de frutos por planta (NFP) e; produção (PRO) (kg/planta).

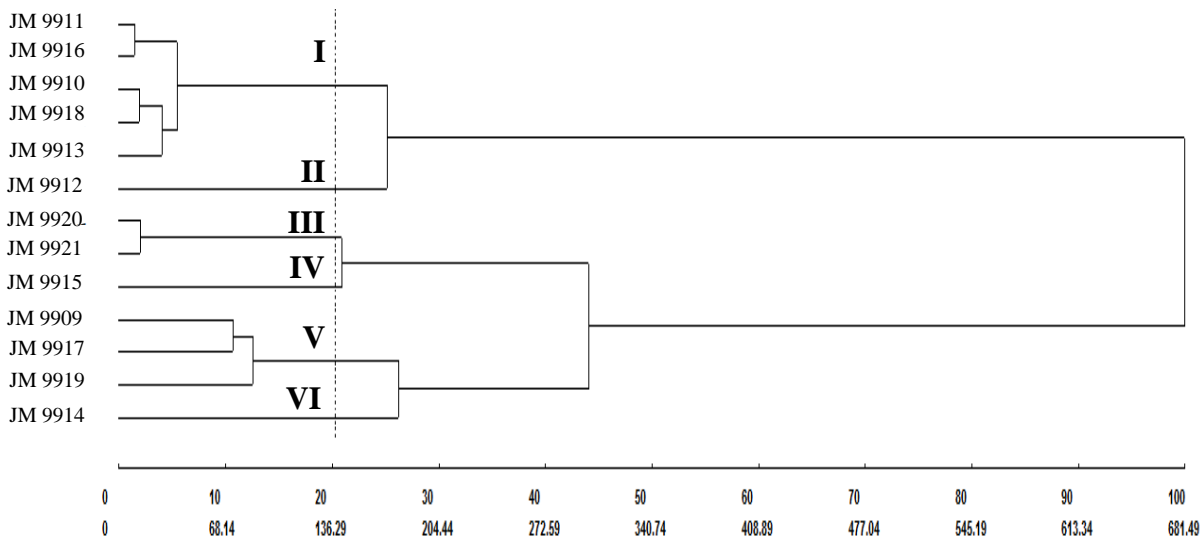
As variáveis AP, DC, LD, NFP e PRO foram avaliadas em 18 plantas, enquanto o CFO e a LFO foram consideradas pela média de 30 folhas. As medidas de CFR, LFR, MF e EP foram obtidas pela média de 30 frutos maduros. Já a variável NSF foi obtida pela média de 10 frutos maduros.

Foram calculadas as médias de cada acesso para as variáveis analisadas e a matriz de covariância residual, estimadas pela análise de variância. Através da análise multivariada, foi utilizada a medida de dissimilaridade pela distância generalizada de Mahalanobis (D^2) e a análise da divergência genética entre os acessos foi realizada pelo método de UPGMA (Ligação Média Entre Grupos). Foi estimada também a contribuição relativa das variáveis para a divergência genética (SINGH, 1981). As análises foram realizadas através do programa estatístico GENES (CRUZ, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de dissimilaridade genética está representada no dendograma (Figura 1), onde, utilizando o corte em aproximadamente 20%, houve a formação de seis grupos distintos. Cruz e Carneiro (2003) recomendam o estabelecimento de um exame visual de pontos onde ocorram altas mudanças de níveis, possibilitando a visualização dos grupos. No entanto, o corte ainda na altura de 30% não permitiria a formação dos grupos devidos, dessa forma, acredita-se que o corte realizado possibilitou melhor divisão de grupos com características bem definidas.

Figura 1. Dendrograma de dissimilaridade genética entre 13 acessos de pimentas *Capsicum*, obtido pelo método UPGMA com base na distância generalizada de Mahalanobis (D^2) a partir de caracteres quantitativos. Recife, UFRPE, 2015.



O grupo I foi formado por acessos da espécie *C. chinense*, reunindo cinco acessos. Esse grupo se diferenciou dos demais principalmente por apresentar maior quantidade de dias para frutificar, constituído pelos acessos mais tardios, que frutificaram em média aos 162 dias após a semeadura, com frutos variando entre 3,91 e 5,69 cm de comprimento. Esse grupo pode ser dividido em dois subgrupos, em que o subgrupo 1, composto pelos acessos JM 9911 e JM 9916, apresentou maior largura do fruto (1,95 e 1,86 cm, respectivamente) e maior massa do fruto (5,496 e 5,548 g, respectivamente). O subgrupo 2, representado pelos acessos JM 9910, JM 9913 e JM 9918, possuiu frutos menos largos (1,62 cm, 1,40 cm e 1,49 cm, respectivamente) e menos pesados (4,357 g, 4,202 g e 3,969 g, respectivamente) (dados não apresentados).

O grupo II abrangeu apenas o acesso JM 9912, pimenta murupi vermelha (*C. chinense*), frutificando, em média, 133 dias após a semeadura. Esse acesso apresentou ainda frutos compridos (5,39 cm), finos (1,41 cm) e com massa do fruto intermediária (3,514 g).

O grupo III foi composto pelos acessos da espécie *C. annuum*, JM 9920 e JM 9921, que divergiram dos outros pela frutificação precoce, sendo que em 92 dias metade das plantas

apresentavam frutos maduros na primeira e segunda bifurcações. Além disso, destacaram-se possuindo frutos foram pequenos (2,54 e 3,36 cm, respectivamente), finos (0,97 e 1,05 cm, respectivamente) e leves (1,213 e 1,455 g, respectivamente).

O grupo IV foi formado por um único acesso de *C. chinense* (JM 9915), variedade cumari-do-Pará. Sua frutificação ocorreu aos 112 dias, mas se diferenciou também pelo número de frutos por planta, com cerca de 500 frutos, enquanto as demais apresentaram menos de 253 frutos por planta. Esse grupo apresentou frutos pequenos, com 1,78 cm de comprimento e 1,26 cm de largura, e com baixa massa do fruto (1,220 g).

O grupo V foi o segundo maior grupo, abrangendo três acessos de *C. chinense*, JM 9909, JM 9917 e JM 9919, que frutificaram em média aos 114 dias e apresentaram os frutos não tão compridos (1,61 a 4,76 cm), mas mais largos (entre 2,20 e 2,61 cm) e pesados (entre 5,401 e 7,995 g). Percebendo a divisão dentro desse grupo, em dois subgrupos, é possível visualizar que o acesso JM 9919, pimenta de-cheiro, se destacou separadamente por possuir os frutos mais pesados.

Finalmente, o grupo VI foi formado apenas pelo acesso de pimenta dedo-de-moça (*C. baccatum* var. *pendulum*), JM 9914, que apresentou diferença frutificando aos 104 dias e possuindo características como frutos compridos (6,34 cm), finos (1,42 cm) e com massa intermediária (4,530 g).

Neitzke *et al.* (2008) obtiveram, pelo método UPGMA, sete grupos divergentes entre 35 acessos de *C. baccatum* do Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum* da Embrapa Clima Temperado, utilizando 41 descritores morfológicos multicategóricos, concluindo que a grande variabilidade desses acessos permite sua inclusão em programas de melhoramento genético com diferentes finalidades.

Sudré *et al.* (2006) conseguiram distinguir variedades botânicas entre 59 acessos de pimentas *Capsicum* utilizando dados morfoagronômicos quantitativos, obtendo, por três

métodos de agrupamento diferentes, concordância no agrupamento de acessos com pequena distância genética. Enquanto Monteiro *et al.* (2010) separaram três grupos distintos entre 23 acessos de pimenta, pelo método hierárquico UPGMA, baseados em sete características quantitativas, com corte em aproximadamente 53%. Já utilizando 19 características qualitativas multicategóricas, os autores conseguiram a formação de quatro grupos, com corte em 73%.

Através do método de Singh (1981) (Tabela 2), o caráter que mais contribuiu para a divergência genética entre os acessos foi o número de dias para frutificar (69%), seguido pela massa do fruto (8%), comprimento do fruto (5%) e largura do fruto (5%), e a que menos contribuiu foi o diâmetro do caule (0,1%).

Tabela 2. Contribuição relativa de 13 caracteres quantitativos para a divergência genética de pimentas (*Capsicum* spp.) através do método de Singh (1981). Recife, UFRPE, 2015.

Caracteres	Importância relativa (%)
Altura da planta	1,7782
Diâmetro do caule	0,1023
Largura do dossel	0,8653
Comprimento da folha	1,7177
Largura da folha	0,2611
Dias para frutificar	69,0197
Comprimento do fruto	5,0393
Largura do fruto	5,0910
Massa do fruto	8,3196
Espessura da polpa	1,7668
Número de sementes por fruto	0,9663
Número de frutos por planta	3,3408
Produção	1,7319

Conforme Nascimento *et al.* (2015), deve-se descartar, em futuros trabalhos, características que pouco ou nada contribuam para a divergência genética entre a população analisada. Dessa maneira, devem ser considerados apenas os caracteres dias para frutificar, massa do fruto, comprimento do fruto e largura do fruto, que somaram 87,5% da variação total, descartando as demais.

Ferrão *et al.* (2011) verificaram que os caracteres que mais contribuíram para a formação de grupos divergentes foram matéria fresca (45,6%) e comprimento do fruto (40,6%), enquanto o número de sementes apresentou importância mínima (0,5%) para o

agrupamento de sub-amostras de pimentas (*C. baccatum*) do Banco de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal de Viçosa.

A maior divergência genética foi encontrada entre os acessos JM 9913 (*C. chinense*) e JM 9920 (*C. annuum*), com ampla distância de 1111,7 entre si, enquanto os mais similares foram os acessos JM 9911 e JM 9916, ambos *C. chinense*, com distância 9,9. No entanto, Neitzke *et al.* (2010) recomendam que cruzamentos destinados ao melhoramento sejam feitos entre acessos pertencentes à mesma espécie e que possuam caracteres altamente desejáveis, com maior dissimilaridade genética. Dessa forma, os acessos de *C. chinense* JM 9909 e JM 9913, com distância de 852,2, podem ser considerados os mais divergentes dentro da mesma espécie.

CONCLUSÕES

1. Há divergência genética entre os acessos avaliados.
2. Os acessos com maior distância genética dentro da mesma espécie (*Capsicum chinense*) foram JM 9909 e JM 9913, enquanto os com menor divergência foram os acessos JM 9911 e JM 9916.
3. A característica que mais contribuiu para a divergência entre os acessos foi o número de dias para frutificar, contribuindo com 69% da divergência, podendo ser usada em outros trabalhos de divergência genética para melhor separação de grupos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão de bolsa. Ao Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) pela identificação das plantas.

REFERÊNCIAS

- CARVALHO, A. V.; MACIEL, R. A.; BECKMAN, J. C.; POLTRONIERI, M. C. **Caracterização de genótipos de pimentas *Capsicum* spp. durante a maturação**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. 19 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 90).
- 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**. 1. ed. Viçosa: UFV, 2006. 382 p.
- CRUZ, C. D.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 3. ed. v. 2. Viçosa, MG: UFV, 2003. 585 p.
- DOMENICO, C. I. *et al.* Caracterização agrônômica e pungência em pimenta de cheiro. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 3, p. 466-472, 2012.
- FERRÃO, L. F. V. *et al.* Divergência genética entre genótipos de pimenta com base em caracteres morfo-agrônomicos. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 3, p. 354-358, 2011.
- IPGRI; AVRDC; CATIE. **Descriptors for *Capsicum* (*Capsicum* spp.)**. Rome, Italy: International Plant Genetic Resources Institute/ Taipei, Taiwan: Asian Vegetable Research and Development Center/ Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1995. 114 p.

KRISHNAMURTHY, S. L.; REDDY, K. M. ; RAO, A. M. Genetic variation, path and correlation analysis in crosses among Indian and Taiwan parents in chilli. **Vegetable Science**, v. 40, n. 2, p. 210-213, 2013.

MARCO JÚNIOR, P.; SIQUEIRA, M. F. Como determinar a distribuição potencial de espécies sob uma abordagem conservacionista?. **Megadiversidade**, v. 5, n. 1-2, p. 65-76, 2009.

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

MONTEIRO, E. R. *et al.* Diversidade genética entre acessos de espécies cultivadas de pimentas. **Ciência Rural**, v. 40, n. 2, p. 288-293, 2010.

NASCIMENTO, M. F. *et al.* Genetic diversity in a structured family of six generations of ornamental chili peppers (*Capsicum annuum*). **Acta Horticulturae**, v.1087, p.395-401, 2015.

NEITZKE, R. S. *et al.* Dissimilaridade genética entre acessos de pimenta com potencial ornamental. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 1, p. 47-53, 2010.

NEITZKE, R. S. *et al.* Divergência genética entre variedades locais de *Capsicum baccatum* utilizando caracteres multicategóricos. **Magistra**, v. 20, n. 3, p. 249-255, 2008.

OHARA, R.; PINTO, C. M. F. Mercado de pimentas processadas. **Informe Agropecuário**, v. 33, n. 267, p. 7-13, 2012.

PAULUS, D. *et al.* Crescimento, produção e qualidade de frutos de pimenta (*Capsicum annuum*) em diferentes espaçamentos. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 1, p. 91-100, 2015.

PINTO, C. M. F.; PINTO, C. L. O.; DONZELES, S. M. L. Pimenta *Capsicum*: propriedades químicas, nutricionais, farmacológicas e medicinais e seu potencial para o agronegócio. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 3, n. 2, p. 108-120, 2013.

REIFSCHNEIDER, F. J. B.; NASS, L. L.; HENZ, G. P. (Orgs.). **Uma pitada de biodiversidade na mesa dos brasileiros**. 1. ed. Brasília, DF, 2015. 156 p.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **The Indian Journal of Genetics and Plant Breeding**, v. 41, n. 2, p. 237-245, 1981.

SUDRÉ, C. P. *et al.* Divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão utilizando técnicas multivariadas. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 1, p. 22-27, 2005.

SUDRÉ, C. P. *et al.* Variáveis multicatóricas na determinação da divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 1, 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, n. 1, p. 283-294, 2010.

CAPÍTULO IV

CORRELAÇÃO E ANÁLISE DE TRILHA EM COMPONENTES DE PRODUÇÃO DE FRUTOS DE PIMENTA

Correlação e análise de trilha em componentes de produção de frutos de pimenta

Herla Ferreira de Aquino¹, Valderez Pontes Matos¹, José Luiz Sandes de Carvalho Filho¹ e

Júlio Carlos Polimeni de Mesquita²

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia, Av. Dom Manoel de Medeiros, s/n, CEP: 52171-900, Recife, PE. E-mail: herlabio@gmail.com, matosjb15@gmail.com, jose.luiz@depa.ufrpe.br.

² Instituto Agronômico de Pernambuco, Av. General San Martin, n.1371, CEP: 50761-000, Recife, PE. E-mail: jpmesquita@yahoo.com.br.

Resumo – Para o melhoramento genético de plantas, a correlação e a análise de trilha permitem ao melhorista selecionar e identificar características que contribuem para a produtividade. Esse trabalho teve como objetivo verificar a contribuição relativa de componentes na produção de frutos de acessos de pimenteira. Durante os meses de dezembro de 2014 a junho de 2015 foram avaliados em casa de vegetação dez componentes de produção de 13 acessos de pimenta, em Recife-PE. As correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais foram estimadas para as dez características agronômicas e desdobradas em efeitos diretos e indiretos sobre a produção de frutos de pimenta a partir da análise de trilha. Foi observada alta correlação genotípica para muitos dos caracteres avaliados, indicando a possibilidade de seleção de um caráter principal com base em caracteres secundários. A seleção indireta de plantas mais altas pode ser eficaz na obtenção de frutos mais largos e pesados. O comprimento do fruto, a largura do fruto e o número de frutos por planta são os componentes que apresentaram maiores efeitos diretos sobre a produção, podendo ser indicados para seleção de acessos mais produtivos.

Termos para indexação: *Capsicum*, correlação genética, efeitos diretos e indiretos, seleção indireta.

Correlation and path analysis in components of fruits yield of pepper

Abstract – For plant breeding, correlation and path analysis allow the breeder to select and identify characteristics that contribute to productivity. This study aimed to verify the relative contribution of components in the production of accessions of pepper fruits. During the months of December 2014 to June 2015 were evaluated in a greenhouse ten components of 13 pepper accessions, in Recife-PE. The phenotypic, genotypic and environmental correlations were estimated for ten agronomic characteristics and outspread in direct and indirect effects on pepper production based on the path analysis. High correlation was observed for many of genotypic traits, indicating the possibility of selecting a main character based on secondary characters. Indirect selection of taller plants can be effective in getting wider and heavy fruit. The length of the fruit, the width of the fruit and the number of fruits per plant are the components with highest direct effects on production and can be recommended for selection of higher yielding accessions.

Index terms: *Capsicum*, genetic correlation, direct and indirect effects, indirect selection.

Introdução

O gênero *Capsicum* pode ser caracterizado pela ampla diversidade de pimentas e pimentões e são consumidos por cerca de um quarto da população mundial, principalmente na forma de condimentos (Moreira et al., 2006; Costa et al., 2015). Dessa forma, as pimentas podem se tornar uma alternativa de consumo como fonte de nutrientes, já que possuem capacidade antioxidante em seus tecidos, contendo carotenoides, vitaminas, compostos fenólicos, capsaicinoides e ácidos graxos (Castro-Concha et al., 2012, 2014; Borges et al., 2015). Além disso, as pimentas são um tempero popular e estão sendo visadas em muitas opções da culinária, associada a inúmeros tipos disponíveis no mercado, resgatando e dando uma nova leitura à culinária tradicional e regional brasileira (Reifschneider et al., 2015).

De acordo com Silva et al. (2013), a crescente demanda de mercado para pimentas tem impulsionado o aumento da área cultivada e o estabelecimento de agroindústrias no Brasil, levando o agronegócio de pimentas e pimentões a alcançar um patamar de grande produção no país. Dessa forma, para obter maiores rendimentos em características de importância industrial, é essencial desenvolver novas variedades de pimenta através do melhoramento genético de plantas (Silva et al., 2013).

Os programas de melhoramento de pimentas no Brasil já buscam aprimorar características como pungência, coloração do fruto, espessura da parede do fruto, teor de sólidos solúveis e resistência a doenças (Moreira et al., 2006), além de plantas com potencial ornamental (Melo et al., 2014) e mais produtivas (Domenico et al., 2012) para atender a demanda de um mercado em expansão e mais exigente.

Nos programas de melhoramento genético, a correlação entre variáveis é importante, principalmente quando a seleção de um deles apresenta dificuldades em virtude da baixa herdabilidade, ou tenha problemas de medição e identificação (Rêgo et al., 2011). Hoogerheide et al. (2007) citam que a produtividade é uma característica complexa e resultante da ação de diferentes fatores, portanto, de acordo com os autores, o estudo de correlações constitui uma possibilidade para identificar caracteres que possam ser usados como critérios de seleção indireta para a produtividade.

A análise de trilha vem ainda complementar a correlação possibilitando a manipulação de variáveis independentes, de forma a demonstrar como essas variáveis afetam a variável dependente (Wright, 1921), dessa forma propiciando um exame crítico de fatores específicos que possam ser utilizados com sucesso na formulação de uma estratégia de seleção (Hartwig et al., 2007). A presença de efeitos negativos na análise de trilha demonstra a dificuldade que se tem em selecionar apenas com base no comportamento da variável principal (Hoogerheide et al., 2007), daí a necessidade de se avaliar vários caracteres influentes na produção, para

selecionar com maior segurança acessos com características morfológicas e agronômicas favoráveis.

Dessa forma, os objetivos da presente pesquisa foram estimar as correlações entre dez caracteres agronômicos e seus efeitos diretos e indiretos, por meio da análise de trilha, sobre a produção de frutos em 13 acessos de pimenta, visando subsidiar programas de melhoramento nos processos de seleção de acessos promissores.

Material e Métodos

Nesse estudo, foram avaliados os acessos: JM 9909, JM 9910, JM 9911, JM 9912, JM 9913, JM 9914, JM 9915, JM 9916, JM 9917, JM 9918, JM 9919, JM 9920, JM 9921, provenientes de coleção particular. Exsiccatas foram preparadas com o material e encontram-se no Herbário Dárdano de Andrade Lima, pertencente ao Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA), sob os números de tombo 90305 a 90317.

A condução do experimento foi entre os meses de dezembro de 2014 a junho de 2015, em casa de vegetação da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Sede Recife, PE, nas coordenadas: 08°01'01"S, 34°56'45"O, 10,3 m acima do nível do mar.

A produção de mudas foi realizada em bandejas de 200 células, utilizando pó de coco peneirado e autoclavado a 120 °C por 2 horas. Foi realizada a semeadura dos 13 acessos em quatro repetições de 25 sementes, colocando-se apenas uma semente por célula. As bandejas foram colocadas em bancadas na casa de vegetação recoberta com filme agrícola e as laterais cobertas com sombrite 50%.

O transplântio foi realizado quando as mudas apresentaram três pares de folhas verdadeiras, sendo as mudas mais vigorosas transplantadas para vasos com capacidade de cinco litros, utilizando-se o substrato pó de coco. Os vasos foram dispostos em blocos casualizados, com 13 tratamentos e seis repetições, sendo a parcela experimental composta

por três vasos. Os vasos foram dispostos em seis linhas com espaçamento de 1 m entre as linhas e 0,5 m entre os vasos.

Foram mensurados os seguintes caracteres: altura da planta (m) (AP), diâmetro do caule (cm) (DC), comprimento (cm) (CFO) e largura da folha (cm) (LFO), avaliados em 30 folhas, comprimento do fruto (cm) (CFR), largura do fruto (cm) (LFR), peso do fruto (g) (PF) e espessura da polpa (mm) (EP), avaliados em 30 frutos, número de frutos por planta (NFP) e produção (kg/planta) (PRO), avaliada em 18 plantas.

As estimativas de correlações fenotípicas (r_f), genotípicas (r_g) e ambientais (r_a) foram obtidas para todas as combinações de caracteres, conforme Mode & Robinson (1959), sendo testadas a 1 e 5% de probabilidade pelo teste t com $n-2$ graus de liberdade e a significância dada pelo método *bootstrap* com cinco mil simulações. Realizou-se o desdobramento dessas correlações em efeitos diretos e indiretos das nove características agronômicas sobre a produção de frutos por meio da análise de trilha (Wright, 1921). Os dados de correlação e análise de trilha foram processados utilizando o programa Genes (Cruz, 2006).

Resultados e Discussão

Houve correlação genotípica significativa pelo teste t entre alguns caracteres agronômicos (Tabela 1), onde a maior correlação genotípica positiva para a produção de pimentas foi da variável altura da planta (0,83), significativa a 1%. No entanto, a análise de trilha apontou que a altura da planta possui baixo efeito sobre a produção (-0,018) (Tabela 2). Provavelmente, a influência da altura da planta na largura do fruto (0,690) é responsável pela correlação positiva entre altura da planta e produção, posto que a largura do fruto é a variável com maior influência direta sobre a produção.

Ajjapplavara et al. (2005), baseados em estudos de correlação e de análise de trilha entre 18 características quantitativas em pimenta, verificaram que as mais influentes no

rendimento foram peso do fruto, número de frutos por planta e florescimento precoce. Enquanto Islam & Singh (2009), avaliando o efeito de diferentes características quantitativas no rendimento em pimentão (*Capsicum annuum* L.), perceberam correlação genotípica positiva expressiva (0,52) entre a altura da planta e a produção. No entanto, a análise de trilha destes autores apontou alta influência da altura da planta na produção (0,519), o que não foi observado no presente trabalho.

Através da correlação genética, percebe-se que o segundo caráter com maior influência na produção foi o peso do fruto (0,81), seguido da largura do fruto (0,70) e da espessura da polpa (0,56) (Tabela 1). Essas variáveis estão interligadas, posto que a espessura da polpa influencia positivamente no peso do fruto que, por sua vez, tem associação positiva alta com a largura do fruto que afeta diretamente a variável principal, produção, como pode ser visto tanto na correlação (Tabela 1), quanto na análise de trilha (Tabela 2).

De forma coincidente, Sharma et al. (2010) verificaram que o peso médio de frutos está intimamente correlacionado à produção de pimentão (0,68), juntamente com a largura do fruto (0,78) e a espessura da polpa (0,61). Em um trabalho envolvendo pimentas da espécie *C. annuum*, Moreira et al. (2013) também observaram alta correlação positiva entre o peso e o diâmetro do fruto (0,99).

O diâmetro do caule possui correlação positiva com o número de frutos por planta (0,87) e estão relacionados, como mostra a análise de trilha (0,532). Dessa forma, provavelmente, selecionar plantas com maior diâmetro do caule é uma forma de escolher indiretamente plantas mais produtivas, visto que o número de frutos é uma das variáveis que está mais fortemente ligadas à produção.

Para o pimentão (*Capsicum annuum*) foi verificado resultado semelhante a esta pesquisa, em que o maior diâmetro do caule se correlacionou positivamente com a produção de frutos (Lúcio et al., 2006), podendo ser sugerida a seleção indireta de plantas mais

produtivas através do diâmetro do caule. No entanto, para Rêgo et al. (2015), avaliando pimentas ornamentais, não houve correlação genética significativa entre essas duas variáveis.

Percebe-se, pela correlação genética (Tabela 1) e pela análise de trilha (Tabela 2), que o comprimento da folha e a largura da folha possuem alto efeito negativo sobre o número de frutos por planta, o que pode vir a prejudicar a produção. Esse acontecimento pode ser esclarecido observando-se a análise de trilha, em que o aumento do comprimento e da largura das folhas decorre no acréscimo do comprimento e da largura dos frutos, ocasionando redução do número de frutos por planta.

No entanto, a menor quantidade de frutos, permite que a planta possa produzir frutos mais pesados e com polpa mais espessa, ou seja, o peso dos frutos é inversamente proporcional ao número de frutos produzidos pela planta. Observações semelhantes foram discutidas por Batista & Silva Filho (2014) avaliando pimentas não pungentes da Amazônia. Islam & Singh (2009) revelaram, em seu estudo com *C. annuum*, que a seleção do caráter número de frutos por planta pode ser indicada para escolha de plantas mais produtivas.

Verifica-se que, apesar de a correlação entre peso do fruto e produção ser alta e positiva (0,81), foi constatado efeito direto negativo deste sobre a produção (-0,431) (Tabela 2), confirmando que, quanto maior o peso dos frutos, menos frutos por planta. A correlação genotípica, porém, entre peso do fruto e produção por ser altamente significativa, sugere que o uso dessa característica secundária não deve ser descartado em seleções indiretas, tomando precauções apenas quanto à variável número de frutos por planta, no sentido de diminuir o peso do fruto por planta, já que maior número de frutos por planta resulta em maior competição entre frutos e, conseqüentemente, frutos de menor peso (Tavares et al., 1999).

A alta correlação ambiental positiva entre número de frutos por planta e produção (0,82) indica que ambos os caracteres foram prejudicados pelas mesmas causas de variações

ambientais (Cruz et al., 2012). Da mesma forma ocorreu para comprimento da folha e largura da folha (0,77) e largura do fruto e peso do fruto (0,53) (Tabela 1).

O coeficiente da análise de trilha obtido demonstra que 97,4% da produção de frutos de pimenteiras puderam ser explicados pelo efeito das variáveis estudadas, confirmado também pela baixa magnitude do efeito da variância residual (0,162) (Tabela 2).

A característica comprimento do fruto possui efeito direto muito alto (1,251) (Tabela 2) sobre a produção, podendo ser uma das características de seleção direta para tal. Krishnamurthy et al. (2013) constataram altos efeitos diretos entre número de frutos por planta (0,82) e comprimento do fruto (0,31) sobre o rendimento de frutos de pimenta. Portanto, entendendo-se que o maior número de frutos por planta refere-se a menores comprimentos de frutos, pode-se selecionar frutos menores para conseguir maior número de frutos por planta, ou frutos maiores para conseguir frutos mais pesados (0,449), dependendo qual o interesse haverá nessas variedades.

Conclusões

1. A maior correlação genética encontrada para a produção foi com a altura da planta, que pode ser selecionada indiretamente para obtenção de frutos mais largos e, assim, plantas mais produtivas.

2. Os principais efeitos diretos sobre a produção são exercidos pelo comprimento do fruto, largura do fruto e pelo número de frutos por planta.

Agradecimentos

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa. Ao Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) pela identificação das plantas.

Referências

AJJAPPLAVARA, P. S.; PATIL, S. S.; HOSAMANI, R. M.; PATIL, A. A.; GANGAPRASAD, S. Correlation and path coefficient analysis in chilli. **Karnataka Journal of Agriculture Sciences**, v.18, p.748-751, 2005.

BATISTA, M. R. A.; SILVA FILHO, D. F. da. Caracterização morfoagronômica de pimentas não pungentes do gênero *Capsicum* spp., da Amazônia. **Revista Agro@ambiente On-line**, v.8, p.204-211, 2014.

BORGES, K. M.; VILARINHO, L. B. O.; MELO FILHO, A. A.; MORAIS, B. S.; RODRIGUES, R. N. S. Caracterização morfoagronômica e físico-química de pimentas em Roraima. **Revista Agro@ambiente On-line**, v.9, p.292-299, 2015.

CASTRO-CONCHA, L. A.; CANCHE-CHUC, I.; MIRANDA-HAM, M. D. L. Determination of antioxidants in fruit tissues from three accessions of habanero pepper (*Capsicum chinense* Jacq.). **Journal of the Mexican Chemical Society**, v.56, p.15-18, 2012.

CASTRO-CONCHA, L. A.; TUYUB-CHE, J.; MOO-MUKUL, A.; VAZQUEZ-FLOTA, F. A.; MIRANDA-HAM, M. D. L. Antioxidant capacity and total phenolic content in fruit tissues from accessions of *Capsicum chinense* Jacq. (Habanero Pepper) at different stages of ripening. **The Scientific World Journal**, v.2014, p.1-5, 2014.

COSTA, L. V.; BENTES, J. L. S.; LOPES, M. T. G.; ALVES, S. R. M.; VIANA JÚNIOR, J. M. Caracterização de acessos de pimentas do Amazonas. **Horticultura Brasileira**, v.33, p.290-298, 2015.

CRUZ, C. D. **Programa genes: Biometria**. Viçosa: UFV, 2006. 382p.

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

DOMENICO, A. C.; COUTINHO, J. P.; GODOY, H. T.; MELO, A. M. T. Caracterização agronômica e pungência em pimenta de cheiro. **Horticultura Brasileira**, v.30, p.466-472, 2012.

HARTWIG, I.; CARVALHO, F. I. F. de; OLIVEIRA, A. C. de; VIEIRA, E. A.; SILVA, J. A. G. da; BERTAN, I.; RIBEIRO, G.; FINATTO, T.; REIS, C. E. S. dos; BUSATO, C. C. Estimativa de coeficientes de correlação e trilha em gerações segregantes de trigo hexaplóide. **Bragantia**, v.66, p.203-218, 2007.

HOOGERHEIDE, E. S. S.; VENCovsky, R.; FARIAS, F. J. C.; FREIRE, E. C.; ARANTES, E. M. Correlações e análise de trilha de caracteres tecnológicos e a produtividade de fibra de algodão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.1401-1405, 2007.

ISLAM, S.; SINGH, R. V. Correlation and path analysis in sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). **Journal of Vegetation Science**, v.36, p.128-130, 2009.

KRISHNAMURTHY, S. L.; REDDY, K. M. ; RAO, A. M. Genetic variation, path and correlation analysis in crosses among Indian and Taiwan parents in chilli. **Vegetable Science**, v.40, p.210-213, 2013.

LÚCIO, A. D. C.; LORENTZ, L. H.; BOLIGON, A. A.; LOPES, S. J.; STORCK, L.; CARPES, R. H. Variação temporal da produção de pimentão influenciada pela posição e características morfológicas das plantas em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.24, p.31-35, 2006.

MELO, L. F. de; GOMES, R. L. F.; SILVA, V. B. da; MONTEIRO, E. R.; LOPES, A. C. A.; PERON, A. P. Potencial ornamental de acessos de pimenta. **Ciência Rural**, v.44, p.2010-2015, 2014.

MODE, J. C.; ROBINSON, H. F. Pleiotropism and genetic variance and covariance. **Biometrics**, v.15, p.518-537, 1959.

MOREIRA, G. R.; CALIMAN, F. R. B.; SILVA, D. J. H. da; RIBEIRO, C. S. C. Espécies e variedades de pimenta. **Informe Agropecuário**, v.27, p.16-29, 2006.

MOREIRA, S. O.; GONÇALVES, L. S. A.; RODRIGUES, R.; SUDRÉ, C. P.; AMARAL JÚNIO, A. T. do; MEDEIROS, A. M. Correlações e análise de trilha sob multicolinearidade em linhas recombinadas de pimenta (*Capsicum annuum* L.). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.8, p.15-20, 2013.

RÊGO, E. R. do; FINGER, F. L.; NASCIMENTO, N. F. F.; ARAÚJO, E. R.; SAPUCAY, M. J. L. C. Genética e melhoramento de pimenteiros. In: RÊGO, E. R. do; FINGER, F. L.; RÊGO, M. M. do. (Orgs.). **Produção, genética e melhoramento de pimentas (*Capsicum* spp.)**. Recife: Imprima, 2011. p.117-136.

RÊGO, M. M. do; SAPUCAY, M. J. L. C.; RÊGO, E. R. do; ARAÚJO, E. R. Analysis of divergence and correlation of quantitative traits in ornamental pepper (*Capsicum* spp.). **Acta Horticulturae**, v.1087, p.389-394, 2015.

REIFSCHNEIDER, F. J. B.; NASS, L. L.; HENZ, G. P. (Orgs.). **Uma pitada de biodiversidade na mesa dos brasileiros**. Brasília, 2015. 156p.

SHARMA, V. K.; SEMWAL, C. S.; UNİYAL, S. P. Genetic variability and character association analysis in bell pepper (*Capsicum annuum* L.). **Journal of Horticulture and Forestry**, v.2, p.58-65, 2010.

SILVA, A. R. da; NASCIMENTO, M.; CECON, P. R.; SAPUCAY, M. J. L. C.; RÊGO, E. R. do; BARBOSA, L. A. Path analysis in multicollinearity for fruit traits of pepper. **IDESIA**, v.31, p.55-60, 2013.

TAVARES, M.; MELO, A. M. T. de; SCIVITTARO, W. B. Efeitos diretos e indiretos e correlações canônicas para caracteres relacionados com a produção de pimentão. **Bragantia**, v.58, p.41-47, 1999.

WRIGHT, S. Correlation and causation. **Journal of Agricultural Research**, v.20, p.557-585, 1921.

Tabela 1. Estimativas dos coeficientes de correlações fenotípicas (rf), genotípicas (rg) e ambientais (ra) entre dez caracteres agrônômicos em treze acessos de pimenta (*Capsicum* spp.). Recife, UFRPE, 2015.

	Correlação	DC	CFO	LFO	CFR	LFR	PF	EP	NFP	PRO
AP	rf	0,17 ^{ns}	0,60*	0,52 ^{ns}	0,37 ^{ns}	0,39 ^{ns}	0,54 ^{ns}	0,69**	-0,24 ^{ns}	0,69**
	rg	0,23 ^{ns}	0,63*	0,54 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,55*	0,75**	-0,26 ^{ns}	0,83**
	ra	0,01 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	0,05 ^{ns}	-0,001 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,17 ^{ns}	-0,14 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	0,15 ^{ns}
DC	rf	-	-0,50 ^{ns}	-0,54 ^{ns}	-0,39 ^{ns}	-0,27 ^{ns}	-0,39 ^{ns}	-0,22 ^{ns}	0,65*	0,10 ^{ns}
	rg	-	-0,69**	-0,73**	-0,51 ^{ns}	-0,37 ^{ns}	-0,51 ^{ns}	-0,31 ^{ns}	0,87**	-0,04 ^{ns}
	ra	-	-0,03 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	-0,22 ^{ns}	0,02 ^{ns}	-0,12 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,33 ^{ns}
CFO	rf	-	-	0,83**	0,48 ^{ns}	0,45 ^{ns}	0,69**	0,67*	-0,71**	0,29 ^{ns}
	rg	-	-	0,84**	0,49 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,72**	0,71**	-0,78**	0,35 ^{ns}
	ra	-	-	0,77**	0,17 ^{ns}	-0,29 ^{ns}	-0,21 ^{ns}	0,13 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,07 ^{ns}
LFO	rf	-	-	-	0,49 ^{ns}	0,68*	0,86**	0,68*	-0,71**	0,43 ^{ns}
	rg	-	-	-	0,50 ^{ns}	0,70**	0,89**	0,71**	-0,77**	0,52 ^{ns}
	ra	-	-	-	0,18 ^{ns}	-0,20 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	0,10 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	0,04 ^{ns}
CFR	rf	-	-	-	-	-0,09 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,001 ^{ns}	-0,45 ^{ns}	0,32 ^{ns}
	rg	-	-	-	-	-0,09 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,003 ^{ns}	-0,48 ^{ns}	0,40 ^{ns}
	ra	-	-	-	-	-0,11 ^{ns}	0,36 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	-0,12 ^{ns}
LFR	rf	-	-	-	-	-	0,88**	0,72**	-0,50 ^{ns}	0,57*
	rg	-	-	-	-	-	0,88**	0,75**	-0,53 ^{ns}	0,70**
	ra	-	-	-	-	-	0,53*	-0,16 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	-0,13 ^{ns}
PF	rf	-	-	-	-	-	-	0,67*	-0,69**	0,65*
	rg	-	-	-	-	-	-	0,71**	-0,73**	0,81**
	ra	-	-	-	-	-	-	-0,03 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	-0,28 ^{ns}
EP	rf	-	-	-	-	-	-	-	-0,45 ^{ns}	0,44 ^{ns}
	rg	-	-	-	-	-	-	-	-0,49 ^{ns}	0,56*
	ra	-	-	-	-	-	-	-	-0,05 ^{ns}	-0,04 ^{ns}
NFP	rf	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,02 ^{ns}
	rg	-	-	-	-	-	-	-	-	-0,22 ^{ns}
	ra	-	-	-	-	-	-	-	-	0,82**

^{ns}: Não significativo; ** e *: Significativo a 1 e 5%, pelo teste t, respectivamente.

AP: altura da planta; DC: diâmetro do caule; CFO: comprimento da folha; LFO: largura da folha; CFR: comprimento do fruto; LFR: largura do fruto; PF: peso do fruto; EP: espessura da polpa; NFP: número de frutos por planta; PRO: produção.

Tabela 2. Estimativa dos efeitos diretos e indiretos sobre a produção de pimentas (*Capsicum* spp.). Recife, UFRPE, 2015.

Vias de associação	AP	DC	CFO	LFO	CFR	LFR	PF	EP	NFP
Efeito direto sobre PRO	-0,018	0,222	0,416	-0,715	1,251	1,755	-0,431	0,108	0,814
Efeito indireto via AP	-	-0,003	-0,011	-0,009	-0,007	-0,07	-0,010	-0,013	0,004
Efeito indireto via DC	0,036	-	-0,112	-0,120	-0,087	-0,061	-0,086	-0,050	0,145
Efeito indireto via CFO	0,251	-0,210	-	0,347	0,200	0,188	0,287	0,279	-0,297
Efeito indireto via LFO	-0,372	0,386	-0,597	-	-0,352	-0,485	-0,617	-0,485	0,511
Efeito indireto via CFR	0,460	-0,491	0,602	0,616	-	-0,117	0,449	0,001	-0,568
Efeito indireto via LFR	0,690	-0,481	0,795	1,190	-0,164	-	1,540	1,257	-0,873
Efeito indireto via PF	-0,234	0,167	-0,297	-0,372	-0,155	-0,379	-	-0,290	0,296
Efeito indireto via EP	0,075	-0,024	0,072	0,073	0,0001	0,077	0,073	-	-0,048
Efeito indireto via NFP	-0,196	0,532	-0,580	-0,581	-0,369	-0,405	-0,558	-0,365	-
Efeito Total (correlação)	0,691	0,097	0,288	0,428	0,318	0,568	0,646	0,442	-0,016
Coefficiente de determinação									0,974
Efeito da variável residual									0,162

AP: altura da planta; DC: diâmetro do caule; CFO: comprimento da folha; LFO: largura da folha; CFR: comprimento do fruto; LFR: largura do fruto; PF: peso do fruto; EP: espessura da polpa; NFP: número de frutos por planta; PRO: produção.