

MAYANA FERREIRA NASCIMENTO

DIVERSIDADE GENÉTICA E ESTUDO DE GERAÇÃO EM
CARACTERÍSTICAS MORFOAGRONÔMICAS DE PIMENTEIRAS
ORNAMENTAIS (*Capsicum annuum*)

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, para obtenção do título de Magister Scientiae.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2014

**Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa**

T

N244d
2014 Nascimento, Mayana Ferreira, 1989-
Diversidade genética e estudo de geração em características morfoagronômicas de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum*) / Mayana Ferreira Nascimento. – Viçosa, MG, 2014. x, 83f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Cláudio Horst Bruckner.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Pimentas. 2. *Capsicum annuum*. 3. Genética. 4. Plantas ornamentais. I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Fitotecnia. Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento. II. Título.

CDD 22. ed. 583.952

MAYANA FERREIRA NASCIMENTO

DIVERSIDADE GENÉTICA E ESTUDO DE GERAÇÃO EM
CARACTERÍSTICAS MORFOAGRONÔMICAS DE PIMENTEIRAS
ORNAMENTAIS (*Capsicum annuum*)

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, para obtenção do título de Magister Scientiae.

APROVADA: 26 de fevereiro de 2014.

Mailson Monteiro do Rêgo

Elizanilda Ramalho do Rêgo
(Coorientadora)

Cláudio Horst Bruckner
(Presidente da Banca)

À Deus pelo privilégio a vida, sabedoria, saúde para cumprir minhas metas e obrigações e força nos momentos difíceis.

Aos meus pais Maria José e Severino da Luz.

As minhas irmãs Mayra e Moniky.

Dedico e ofereço

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por estar sempre comigo, nos momentos em que mais precisei, pela saúde e proteção oferecida, por não ter me deixado fraquejar nos momentos difíceis de insegurança e por guiar sempre meu caminho da melhor forma;

A minha mãe Maria José da Luz Ferreira a pessoa mais importante e que mais amo na vida, pelo amor, carinho, amizade, cuidados, educação e ensinamentos oferecido, por suas orações, pelo incentivo, por me ajudar a construir minha personalidade;

A meu pai Severino da Luz Nascimento pelo amor oferecido, força e esforço com o intuito de proporcionar-me a realização dos meus sonhos;

As minhas irmãs Mayra e Moniky que tanto amo, pela paciência, por me aguentarem nos momentos de estresse, pelo carinho, companhia, por sempre me apoiarem, por serem minhas primeiras e verdadeiras amigas, pelas brincadeiras e alegrias;

Ao meu namorado Édimo pelo companheirismo, amizade, amor, paciência, compreensão, por acreditar no meu potencial e me incentivar sempre a ir mais além e por todos os momentos juntos;

A toda minha família (tias, avó, primas, madrinha) pelo carinho, ensinamentos, ajuda e força nos momentos difíceis, por acreditar que sou capaz de realizar meus sonhos e pelos momentos de alegria em família;

Aos meus primos irmãos (Wylde, Douglas e Gledson) pelo apoio, pelas horas de lazer, diversão, cumplicidade, companheirismo e carinho;

À minha amiga/irmã inseparável e companheira Naysa (B1) sempre presente nos bons e maus momentos enfrentados em minha vida, por todos os anos de estudos e ensinamentos compartilhados, pelos anos de convivência, alegria e risadas, carinho, paciência, pelos conselhos e pela amizade verdadeira;

Aos amigos (as) Giceli, Raissa, Samara, Cayo, Nayla e Mirele pelos momentos juntos, amizade, carinho, por está sempre presente mesmo distante nos bons e maus momentos da minha vida, pelos conselhos, paciência em me ouvir, pelos momentos de alegria e risadas compartilhadas, em especial a Moryb, Diego e Rusthon pelos momentos vividos em Viçosa e Areia e sempre me ajudarem tanto nas disciplinas como nos trabalhos acadêmicos;

A minha orientadora Elizanilda Ramalho do Rêgo pela amizade, conselhos, pelos momentos de diversão e alegria, pela orientação, por sempre me incentivar e acreditar no meu potencial, pela confiança e oportunidade oferecida para meu crescimento profissional e auxílio no desenvolvimento dos trabalhos científicos;

Ao Professor Mailson Monteiro de Rêgo pelos ensinamentos, confiança, apoio, pelas longas conversas e pelas grandes contribuições para desenvolvimento dos meus trabalhos acadêmicos;

Ao professor Cláudio Horst Bruckner, pela orientação, confiança, ajuda sempre que necessária e por me acolher;

Ao professor Fernando Luíz Finger, pela orientação, confiança e ajuda nos trabalhos acadêmicos e pelas valiosas sugestões;

As minhas companheiras de república Naysa, Camilla, Glenda, Emily, Helen, Fernanda e Priscila pelo companheirismo, amizade, confiança e por todos momentos felizes que passamos juntas;

Aos Amigos (as) do laboratório de pós-colheita, Tânia, Fernanda, Teresa, Ariana, Wellington, Christiane, Aline, Janielle, Aquidauana, Seu Geraldo, pela acolhida

e carinho; em especial a Ana Paula por está sempre disposta a ajudar, pela amizade, confiança, preocupação, por sempre me ouvir e pelos momentos de alegria vividos;

Aos amigos (as) do Laboratório de Biotecnologia da Universidade Federal da Paraíba, Marx, Beto, Manu, Polly, Lidyane, Wellington, Kaline, Thainá, Lindamara, Cristinne, Michele, Leonardo, Lais, Ana Paula, Vital, Jânio, Neto e Priscilla Alves, agradeço a todos de todo coração pelos anos passados junto, pelos ensinamentos, carinho, atenção, amizade e por toda ajuda oferecida;

Aos amigos (as) feitos em Viçosa que espero tê-los para sempre Thais Corrêa, Karla, Fabiene, Emilly, Tiago, Karine, Michele, Ana Paula e Daniel, tornando meus dias mais divertidos;

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de me tornar uma profissional e da realização desse trabalho;

À Universidade Federal da Paraíba, pela oportunidade da realização de demais trabalhos científicos;

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

BIOGRAFIA

MAYANA FERREIRA NASCIMENTO, filha de Maria José da Luz Ferreira Nascimento e Severino da Luz Nascimento, nasceu na cidade de Alagoa Grande, Paraíba, em 06 de maio de 1989.

Em janeiro de 2011, graduou-se em Ciências Biológicas – Licenciatura Plena, pela Universidade Federal da Paraíba, Areia-PB.

Em fevereiro de 2012, ingressou no curso de Pós-Graduação, em nível de mestrado, em Genética e Melhoramento de Plantas pela Universidade Federal de Viçosa.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Origem das pimentas	3
2.2. Características das pimentas	4
2.3. Importância econômica e nutricional das pimentas	5
2.4. Melhoramento de Pimentas	7
2.5. Diversidade genética	8
2.6. Análise genética de gerações	10
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	11
CAPÍTULO I	18
Divergência genética para descritores multicategóricos e quantitativos em pimenteiras ornamentais <i>Capsicum annuum</i>	18
1. INTRODUÇÃO	18
2. MATERIAL E MÉTODOS	20
2.1. Obtenção das gerações	20
2.2. Variáveis analisadas	21
2.3. Estudo de variabilidade Genética	22
3. RESULTADOS	23
4. DISCUSSÃO	35
5. CONCLUSÕES	39
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39
CAPITULO II	44
Estudo de herança de caracteres morfoagronômicas de pimenteiras ornamentais (<i>Capsicum annuum</i>)	44
1. INTRODUÇÃO	44
2. MATERIAL E MÉTODOS	45
2.1. Obtenção das gerações	46
2.2. Variáveis analisadas	47
2.3. Estudos de Geração para caracteres quantitativos	47
3. RESULTADOS	49
3.1. Médias das seis gerações	49
3.2. Estimativas de parâmetros genéticos	52
3.3. Análise de geração	58
4. DISCUSSÃO	62
4.1. Médias das seis gerações	62
4.2. Estimativas de parâmetros	66
4.3. Análise de geração	75
5. CONCLUSÕES	77
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78

RESUMO

NASCIMENTO, Mayana Ferreira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2014. **Diversidade genética e estudo de geração em características morfoagronômicas de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum*)**. Orientador: Cláudio Horst Bruckner. Coorientadores: Fernando Luiz Finger e Elizanilda Ramalho do Rêgo.

As pimentas do gênero *Capsicum* são cultivadas em uma imensa variedade de tipos, tamanhos, cores, sabores e pungências para diversos fins. Mais recentemente, a grande diversidade existente no gênero *Capsicum* tem fomentado o comércio de pimenteiras como plantas ornamentais, porém há poucas variedades comerciais para ornamentação. O conhecimento do tipo de herança envolvida no controle das características que irão passar por contínuas seleções e a diversidade gerada a partir dos cruzamentos são de suma importância para o sucesso de um programa de melhoramento de pimenteiras ornamentais. Os objetivos do trabalho foram analisar a diversidade genética de uma família estruturada em seis gerações, utilizando dados quantitativos e qualitativos separadamente e integrados em uma mesma análise e realizar estudo de gerações em caracteres quantitativos de pimenteiras ornamentais, identificando os tipos de interação alélica envolvida no controle genético das características, estimar as variâncias aditivas, dominância, fenotípica, genética e ambiental, as herdabilidades no sentido amplo e restrito e os efeitos genéticos aditivo, dominantes e epistáticos (aditivo x aditivo, aditivo x dominante e dominante x dominante), bem como dar continuidade ao programa de melhoramento de *Capsicum* da Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal de Viçosa. Para tanto, foram utilizados primeiramente dois acessos de pimenteiras ornamentais pertencentes ao banco de germoplasma de Hortaliças da UFPB (01 e 132) com base em trabalhos anteriores de dialelo. Foram realizados cruzamentos entre os parentais (01 e 132) para gerar os híbridos (F_1) e entre os F_1 's e seus parentais para gerar os retrocruzamentos (RC_1 e RC_2). Para obtenção das sementes da geração segregante F_2 foi realizada autofecundação da geração F_1 . Foram utilizadas 10 plantas de cada genitor e F_1 , 72 plantas de Retrocruzamento 1 (RC_1), 75 plantas de Retrocruzamento 2 (RC_2) e 147 plantas da geração segregante F_2 . Para a análise de diversidade genética foram utilizadas todas as gerações, inicialmente foi gerada uma matriz apenas dos 22 caracteres quantitativos conforme o método de agrupamento de Tocher, em seguida uma outra matriz apenas com os 19 caracteres multicategóricos com

base no complemento aritmético do índice de coincidência simples e para integração dos dados foi realizado a soma das duas matrizes. Todas as gerações foram utilizadas para os estudos variâncias, médias e interações alélicas para os 22 caracteres quantitativos avaliados. O cruzamento entre os genitores 01 e 132 gerou variabilidade nas gerações segregantes (F_2) e nos retrocruzamentos (RC_1 e RC_2) quando foram realizadas análises individuais dos caracteres quantitativos, multicategóricos e quando foi feito a integração dos dados de diferente natureza. As características que mais contribuíram para divergência genética foram número de sementes por fruto, número de frutos por planta, dias para floração e dias para frutificação, descartando as demais variáveis. São passíveis de seleção os indivíduos 5 da geração F_1 , 1, 35, 37, 39, 43, 44, 47 e 49 da geração segregante F_2 com intuito de obter maiores número de sementes por fruto. Os indivíduos 2, 7, 8, 16, 17, 20, 23, 27 e 44, da geração segregante F_2 são adequados para obter maior número de frutos por planta. E os indivíduos 28 da geração F_2 , plantas 18, 20, 21 e 22 do Retrocruzamento 1 e as plantas 1, 5, 14 e 16 do Retrocruzamento 2 ($F_1 \times 132$) são úteis para obter plantas mais precoces em relação ao florescimento e frutificação. A parte da variância aditiva observada na variação fenotípica encontrada para as características altura da planta, diâmetro da pétala, comprimento da antera, número de frutos por planta, dias para floração e dias para frutificação levam a concluir que a seleção de indivíduos nas gerações F_2 por meio da seleção fenotípica deve ser eficiente, possibilitando a obtenção de ganhos genéticos. A adequação do modelo reduzido para explicar as características diâmetro da copa, diâmetro do fruto e número de sementes por fruto, permite concluir que os efeitos epistáticos não influenciaram no controle destes caracteres, apenas os aditivos e dominantes, podendo-se selecionar indivíduos superiores em gerações segregantes ou praticar a hibridação, respectivamente.

ABSTRACT

NASCIMENTO, Mayana Ferreira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, february, 2014. **Genetic diversity and generation study on morphologic and horticultural traits of ornamental pepper (*Capsicum annuum*)**. Adviser: Cláudio Host Bruckner. Co-advisers: Fernando Luiz Finger and Elizanilda Ramalho do Rêgo.

The *Capsicum* peppers are grown in a wide variety of types, sizes, colors, flavors and pungencies for various purposes. In addition, more recently, the great diversity of *Capsicum* has fostered its trade as ornamental plants, but there are few commercial varieties for ornamental purposes. The knowledge about the inheritance of the traits that will be submitted to continuous selections and the diversity generated from crosses are very important for the success of a breeding program of ornamental pepper. This study aimed to analyze the genetic diversity and a generation study in ornamental pepper. The genetic diversity were studied in a family structured in six generations, based on quantitative and qualitative data, separately and integrated in the same analysis. The generations study was done on quantitative traits, identifying the allelic interactions involved in the genetic control of traits. There were estimated the additive, dominance, phenotypic, genetic and environmental variance, the heritability in broad and narrow sense and genetic effects additive, dominant and epistatic (additive x additive, additive x dominance and dominance x dominance). The studies are part of the *Capsicum* breeding program of Federal University of Paraíba (UFPB) and Federal University of Viçosa (UFV). Two accessions of ornamental pepper plants belonging to the germplasm bank of vegetables UFPB (01, 132) were chosen based on earlier diallel study. Plants of the accessions 01 and 132 were crossed to generate the hybrids (F_1). The F_1 's hybrids were backcrossed to the parental's to generate the backcross progenies (BC_1 and BC_2) and self pollinated to generate the F_2 generation. There were studied 10 plants of each parent and F_1 , 72 plants of backcross 1 (BC_1), 75 plants of backcross 2 (BC_2) and 147 plants of the segregating F_2 generation. All generations were applied for the analysis of genetic diversity. First a matrix was generated about the 22 quantitative characters according to the clustering method of Tocher, and then another matrix with only 19 multicategoric characters based on the arithmetic complement of the index of coincidence simple. The data integration was performed by the sum of the two matrices. The data of all generations were used to study the variances, means and allelic interactions of the 22 quantitative traits evaluated. The crosses between the parents and 01 132 generated

variability in the segregating generations (F_2) and backcrosses (BC_1 and BC_2) according to the individual analyzes of quantitative multicategorical and also according to the study based on data integration of different kinds of characters. The traits that more contributed to genetic divergence were number of seeds per fruit, number of fruits per plant, days to flowering and days to fruiting, discarding the other variables. The following individuals are liable to selection: 5 of generation F_1 ; 1, 35, 37, 39, 43, 44, 47 and 49 of the segregating F_2 generation in order to obtain higher number of seeds per fruit. The individuals 2, 7, 8, 16, 17, 20, 23, 27 and 44, of the generation F_2 can be selected aiming higher number of fruits per plant. The individuals 28 of F_2 , the plants 18, 20, 21 and 22 of BC_1 and 1, 5, 14 and 16 of the BC_2 ($F_1 \times 132$) are useful for the selection for early flowering and early fruit set. The additive part of the phenotypic variance found for plant height, diameter of the petal, anther length, number of fruits per plant and days to flowering and to fruiting lead to the conclusion that the phenotypic selection in the F_2 generation should be efficient to obtain genetic gains. According to the reduced model, the traits crown diameter, fruit diameter and number of seeds per fruit were not influenced by epistatic effects, but only the additive and dominant, what make possible to select superior individuals in segregating generations or improve these traits by means of hybridization, respectively.

1. INTRODUÇÃO

O género *Capsicum* originou-se nas Américas e se espalhou ao longo dos trópicos americanos, africanos e asiáticos (Pickersgill, 1997) dominando o comércio das especiarias picantes (Bosland e Voltava, 1999). No Brasil, são cultivadas pimentas de vários tipos, nomes, tamanhos, cores, sabores e ardumes. As pimentas de cheiro (*Capsicum chinense*) são as mais cultivadas no Norte do país, enquanto a pimenta-de-bode (*Capsicum chinense*) é cultivada principalmente na região Centro-Oeste e a pimenta malagueta (*Capsicum frutescens*) é produzida em maior escala nos estados de Minas Gerais, da Bahia e do Ceará (Pinto et al., 2011).

Nos dias atuais, as pimentas fazem parte de uma importante parte do mercado de hortaliças frescas do Brasil, e mundialmente falando, do segmento de condimentos, temperos e conservas (Dutra et al., 2010; Valverde, 2011), além de possuir um alto valor nutricional e um excelente potencial para ornamental, devido a sua capacidade de crescer em vasos como planta perene (Neitzke et al., 2010), ao seu pequeno porte, frutos eretos e vistosos, flores e folhas que podem apresentar colorações e tamanho variados (Stommel e Bosland, 2006; Rêgo et al., 2012a; Nascimento et al., 2013a; Santos et al., 2013). Devido a todos esses atributos a procura pela pimenta tanto no mercado interno como no externo vem crescendo e seu cultivo vem aumentando no Brasil, principalmente pela agricultura familiar, tornando uma atividade bastante rentável, inclusive para pequenas indústrias de conservas (Valverde, 2011).

No mercado de plantas ornamentais, a diversidade de oferta de novos tipos abre novos mercados (Casali e Couto, 1984; Rêgo et al., 2003; Rêgo et al., 2009a; Rêgo et al., 2011a), aumentando consideravelmente o cultivo e procura de pimentas em vaso, visto que elas possuem dupla finalidade, o uso das plantas ornamentais para decoração e para consumo agrega valor ao produto, aumentando o retorno financeiro para o produtor (Finger et al., 2012a).

A variabilidade existente no género *Capsicum* tem estimulado os programas de melhoramento a usarem as pimentas em seus programas, tendo como objetivos melhorar a produção, resistência a doenças e pragas, qualidade dos frutos e surgimento de novas variedades com potencial para ornamentação. Para que esta variabilidade não seja perdida, é de suma importância que haja manutenção e conservação dos acessos em bancos de germoplasma, no entanto, esses acessos devem ser caracterizados e avaliados com o intuito de determinar a diversidade genética para identificar os acessos úteis para

condução em programas de melhoramento (Sudré et al., 2007; Moura et al., 2010; Rêgo et al., 2011a; Rêgo et al., 2012b; Rêgo et al., 2013).

Em plantas autógamas como as pimenteiras, os métodos de melhoramento empregados utilizados são geralmente a hibridação para promover variabilidade, no entanto, em populações com alta variabilidade podem-se utilizar métodos baseados em seleção (Allard, 1971; Rêgo et al., 2006; Rêgo et al., 2011b). A Universidade Federal da Paraíba (UFPB) em parceria com a Universidade Federal de Viçosa (UFV) vem desenvolvendo trabalhos com pimenteiras ornamentais com o intuito de selecionar linhagens de pimentas com caracteres desejáveis, promover a hibridação intra e interespecífica entre as linhagens, avançar gerações através de populações segregantes e realizar análises de pós-produção, para isso, alguns métodos de melhoramento estão sendo empregados, como seleção massal, SSD (Single Seed Descent) e o método genealógico, com objetivo de obter informações úteis para o programa de melhoramento de pimenteiras ornamentais.

A viabilidade de prever ganhos é uma das maiores contribuições da genética quantitativa para o melhoramento (Paula et al., 2002; Monteiro, 2009). As informações genéticas sobre a herança de caracteres quantitativos de várias características são necessárias, pois vai direcionar o melhorista para preparação de programas de melhoramento eficazes (Nahar et al., 2010). Para tanto, é importante o estudo de médias e variâncias que irão identificar que proporção da estimativa obtida tem causas genéticas e não genéticas (Conceição et al., 2010). As estimativas de parâmetros genéticos com base nos componentes das variâncias permitem estimar a herdabilidade (proporção da variância fenotípica que é atribuída a causa genética) e conhecer a natureza da ação dos genes envolvidos no controle dos caracteres quantitativos (Rezende et al., 2011) se estes são de natureza aditiva (a), dominante (d) ou epistáticas (aditiva x aditiva, aditiva x dominante, dominante x dominante) (Bnejdi et al., 2009).

Dentro deste contexto, os objetivos do trabalho foram analisar a diversidade genética de uma família estruturada em seis gerações, utilizando dados quantitativos e qualitativos separadamente e integrados em uma mesma análise e realizar estudo de gerações em caracteres quantitativos de pimenteiras ornamentais, identificando os tipos de interação alélica envolvida no controle genético das características, estimar as variâncias aditivas, dominância, fenotípica, genética e ambiental, as herdabilidades no sentido amplo e restrito e os efeitos genéticos aditivo, dominantes e epistáticos (aditivo x aditivo, aditivo x dominante e dominante x dominante), bem como dar continuidade

ao programa de melhoramento de *Capsicum* da Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal de Viçosa.

A dissertação foi dividida em dois capítulos, sendo o primeiro capítulo referente à análise de diversidade genética e o segundo capítulo relacionado ao estudo de herança dos caracteres quantitativos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Origem das pimentas

O gênero *Capsicum* pertence à família Solanaceae, tribo Solaneae, subtribo Solaneneae, é constituído de cinco espécies domesticadas, dez semidomesticadas e 20 a 30 silvestres (Casali e Couto, 1984). Entre os táxons domesticados estão *C. annum*, *C. chinense* e *C. baccatum* (Heiser, 1979).

Dentre estas, *C. annum* é a mais cultivada, tendo sido domesticada nas terras altas do México (Pickersgill, 1997) e apresenta maior variabilidade genética em relação às demais espécies domesticadas, nela se encontram a maioria das pimentas mexicanas, pimentas quentes da África e da Ásia, e também muitas das cultivares doce encontradas em países temperados, pimentas ornamentais e pimentões. As flores são bastante semelhantes entre si, mas os frutos apresentam grande diversidade de cores, tamanhos e formatos (Heiser, 1979).

O descobrimento do gênero *Capsicum* deu-se na época da chegada dos primeiros europeus às Américas, onde foram encontradas pimentas sendo cultivadas pelos índios, frequentemente estas ocupavam o segundo lugar em importância entre as plantas cultivadas, perdendo apenas para o milho ou para a mandioca (Heiser 1979). A variabilidade de pimenta encontradas nesta época era imensa, o que indica que diferentes tribos cultivavam e realizavam a própria seleção das plantas. Os espanhóis e os portugueses foram os primeiros europeus a ter contato com a pimenta, disseminando-a para vários lugares do mundo (Rufino e Penteadó, 2006).

Evidências arqueológicas apontam que as pimentas foram domesticadas a mais de 6.000 anos atrás, sendo uma das primeiras culturas cultivadas nas Américas pelos indígenas, antes mesmo da chegada dos espanhóis em 1492. No Brasil os índios Caetés foram os primeiros brasileiros a usar a pimenta como arma, sem imaginar que séculos depois a oleorresina de pimenta em aerossol ou em espuma, os famosos ‘pepper spray’ e

‘pepperfoam’, seriam utilizados pela polícia moderna (Bosland e Votava, 1999; Rêgo et al., 2012c). Cinco séculos depois do descobrimento das Américas, as pimentas passaram a dominar o comércio das especiarias picantes, sendo de relevância tanto em países de clima tropical como temperado (Ribeiro et al., 2008).

Segundo Bianchetti (1996), a distribuição das espécies silvestres do gênero *Capsicum* abrange desde a zona andina (Argentina-Venezuela) até a América Central e também a zona litorânea brasileira, tendo o Brasil como detentor de um grande número de espécies.

Existem coleções de germoplasma de pimentas do gênero *Capsicum* L. no país, porém estas necessitam de caracterização e organização dos dados para aumentar o seu uso em programas de melhoramento (Trajano, 2009).

2.2. Características das pimentas

As pimentas do gênero *Capsicum* fazem parte do patrimônio da biodiversidade brasileira, apresentando diversas variedades que diferem quanto ao tipo, cor, tamanho, sabor e pungência (Pereira e Rodrigues, 2005; Neitzke et al., 2008; Nascimento et al., 2012a). Estas constituem um grupo de espécies botânicas com características próprias, que produzem frutos geralmente com sabor picante, embora também existam pimentas doces, de baixo ardor. A planta é arbustiva, sua altura varia de acordo com a espécie e variedade avaliada, a altura das pimenteiras ornamentais varia em média entre 12 e 50 cm (Rêgo et al., 2009b; Nascimento et al., 2012b Barroso et al., 2012), enquanto as pimentas cultivadas em campo podem atingir até 120 cm de altura. Normalmente é autopolinizada, porém a polinização cruzada pode ocorrer (Camargo, 1984; Bosland e Votava, 1999; Cruz e Campos, 2007; Domenico, 2011). As hastes podem apresentar antocianina ao longo de seu comprimento e/ou nos nós, bem como presença ou ausência de pelos (Bosland e Votava, 1999). O hábito de crescimento das pimentas varia dependendo da espécie e do genótipo, podendo ser prostrado, intermediário (compacto) ou ereto (IPGRI, 1995).

Características exclusivas são atribuídas ao gênero *Capsicum*, a coloração do fruto maduro é geralmente vermelha, podendo variar desde amarelo-leitoso ao roxo ou preto. O formato varia com as espécies, existindo frutos alongados, arredondados, triangulares, cônicos, quadrados, campanulados (Carvalho e Bianchetti, 2004; Beduhn,

2010). Suas folhas apresentam tamanho, coloração, formato e pilosidade variáveis, com coloração geralmente verde, podendo ser ainda violetas e variegadas (IPGRI, 1995).

As espécies de *Capsicum* apresentam flores perfeitas e se reproduzem predominantemente por autofecundação espontânea. Suas anteras variam de cores podendo ser verdes, azuladas e violetas. São encontradas flores com coloração branca, com manchas amareladas ou esverdeadas na corola, flores branco-esverdeadas e flores púrpuras (Casali e Couto, 1984).

Os aspectos morfológicos devem ser observados por meio de descritores, que são características utilizadas para descrever um acesso. A caracterização, do gênero *Capsicum*, baseia-se na lista de descritores recomendada pelo International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI, 1995), que sugere o uso de descritores de caracterização essenciais, entre qualitativos e quantitativos.

2.3. Importância econômica e nutricional das pimentas

O consumo e o volume de comercialização de pimentas no Brasil sempre foram considerados baixos, sendo uma hortaliça pouco explorada em relação às demais. Porém, esta situação vem se modificando devido a exploração de novas variedades de pimentas e os diversos fins empregados, como sua utilização em conservas, geleias especiais e outras formas processadas (Nascimento et al., 2006). Além destes, o seu uso na indústria de cosméticos, farmacêuticas e para fins medicinais vem aumentando sua importância, gerando renda para o pequeno produtor, que pratica a agricultura familiar (Nascimento et al., 2006). Segundo Ohara e Pinto (2012) as Centrais de Abastecimento de Minas Gerais (Ceara Minas) no ano de 2010 comercializaram aproximadamente 620t de pimenta fresca. Do total comercializado, 97.8% foram procedentes de Minas Gerais e o restante de Goiás e São Paulo.

De toda a área cultivada com pimentas no mundo, o continente Asiático se destaca, com 89% da área cultivada, com as principais áreas de cultivo localizadas na Índia, Coreia, Tailândia, China, Vietnã, Sirilanka e Indonésia. Atualmente, a China e a Índia possuem mais de 1.000.000 hectares apenas para o seu cultivo. Nesse âmbito, os Estados Unidos e o México são responsáveis por cerca de 7% e Europa, África e Oriente Médio com 4% da área cultivada em todo mundo. No Brasil, as principais regiões brasileiras produtoras de pimenta são Sudeste e Centro-Oeste (Rufino e Pentead, 2006; Pinto et al., 2011).

As pimentas são utilizadas de diversas formas, como processadas, in natura e ornamentais, devido à diversidade de variedades encontradas no gênero. Os produtos a base de pimentas incluem molhos, conservas, pápricas, pimenta calabresa, frutos desidratados, geleias, pasta de pimenta, além de serem utilizadas como ingrediente ativo na formulação de produtos farmacêuticos e cosméticos. A significativa popularidade das pimentas reside na grande diversidade de formatos, tamanhos e atributos sensoriais, tais como pungência e aroma que as tornam mais atraente ao paladar (Govindarajan et al., 1987; Henz e Ribeiro, 2008; Valverde, 2011).

De maneira geral, a diversidade e a pungência dos frutos de pimenta, seus atributos sensoriais, a composição química e o crescimento da aceitação e da preferência por várias populações, aumentaram o interesse na pesquisa científica relacionada com os diferentes aspectos desta cultura (Surh et al., 2002; Domenico, 2011).

Em revisões sobre o gênero *Capsicum*, Luz (2007) e Rêgo et al., (2011c), relataram que as pimentas deste gênero são excelentes fontes de β -caroteno, vitaminas A, C e E, além da sua utilização na alimentação, as pimentas ainda podem ser utilizadas associado à medicina tradicional humana e no controle de enfermidades em criações domésticas, sendo essas utilizações possíveis devido aos alcalóides (capsaicinóides) que são seu princípio ativo. Segundo Karlheinz, (1991); Bontempo, (2007) e Rêgo et al (2011c), nos frutos encontram-se compostos como capsaicinóies, carotenóides e flavonóides que são os principais constituintes responsáveis pelas propriedades farmacológicas das pimentas, os alcalóides chamados capsaicinóides são os responsáveis pela pungência encontrada nas pimentas com predomínio da capsaicina (8-metil-N-vanilil 1-6 nonamida) e dihidrocapsaicina.

Além de possuírem grande potencial nutricional, as pimentas estão recentemente sendo utilizadas como plantas ornamentais (Rêgo et al., 2011a). Porém, esta ainda carece de cultivares adaptadas às condições limitantes de substrato, como ocorre no cultivo em vasos de reduzido volume (Finger et al., 2012b).

A princípio, qualquer espécie de pimenta poderia ser utilizada como planta ornamental, porém as espécies de menor porte são mais indicadas para o plantio em vasos, principalmente na decoração de ambientes internos (Rêgo et al., 2012b; Finger et al., 2012a). No Brasil, a agricultura familiar tem sido a principal responsável pela expansão da área cultivada com pimentas em vários estados do Brasil (Ferrão et al.,

2011; Pinto et al., 2011; Rego et al., 2011c) constituindo uma fonte de renda alternativa para pequenos produtores.

2.4. Melhoramento de Pimentas

A grande diversidade existente no gênero *Capsicum* tem sido utilizado por programas de melhoramento genético. Esses programas consistem, principalmente, da seleção dentro de populações já existentes, permitindo melhorias na produção, resistência a doenças e pragas, qualidade dos frutos para comercialização como: aparência, resistência ao armazenamento prolongado, processamento e qualidade nutricional (Casali e Stringheta, 1984; Rêgo et al., 2011c).

Em pimenteiras, assim como em outras culturas, o melhoramento busca a seleção e a recomendação dos genótipos mais produtivos, sendo importante a seleção de genótipos que apresentem estabilidade na qualidade e na quantidade do produto comercial (Carvalho et al. 2002; Rêgo, et al. 2011b).

O melhoramento de pimenteiras tem sido feito por meio de seleção massal em raças crioulas e, nos últimos tempos, os programas de melhoramento têm dado ênfase ao uso de hibridação. O grande desafio de hoje é selecionar cultivares com alta produção, selecionar plantas resistentes a estresses bióticos e abióticos como temperatura e seca, e melhorar a qualidade do fruto, de acordo com a finalidade para a indústria ou para o consumo in natura (Bosland e Votava, 2000; Rêgo et al., 2011b).

Nos dias atuais, são poucos os Bancos Ativos de Germoplasma de *Capsicum* existentes no Brasil sendo encontrado apenas de espécies domesticadas, no entanto, as espécies silvestres são grandes fontes de genes de resistência, desta forma, passam a ser de grande utilidade em programas de melhoramento (Bianchetti e Carvalho, 2005). Os maiores Bancos Ativos de Germoplasma de pimenta do Brasil são BAG-IAC (Campinas-SP), BAG-UFV (Viçosa-MG), BAG-Embrapa Hortaliças (Brasília-DF) (Domenico, 2011) e o BAG-UFPB (Rêgo et al., 2009b; Nascimento et al., 2012b).

A prática de avaliação e conservação de germoplasma é fundamental para a conservação dos recursos genéticos e para o processo de melhoramento que é altamente dependente da amplitude da base genética disponível, a qual, por sua vez, é influenciada pelo acervo disponível (Queiroz e Lopes, 2007).

Poucas variedades com potencial ornamental são encontradas no Brasil, embora os bancos de germoplasma de *Capsicum* possuam acessos que podem ser utilizados com objetivo de criar novas variedades de pimenteiras ornamentais (Neitzke et al., 2010). As cultivares ornamentais de pimenta merecem destaque entre as plantas cultivadas para este propósito, pois são plantas de fácil propagação e cultivo, com a fase vegetativa relativamente curta e com grande valor estético. Isto é um incentivo ao desenvolvimento de novos tipos por meio do melhoramento genético (Moreira et al., 2006; Rêgo et al., 2011b). Nem todo cultivar de pimenta se adapta bem em vaso, havendo variação até mesmo dentro de uma mesma espécie, apenas aquelas que apresentam porte reduzido e harmonia da planta no vaso são as que mais se adaptam para o cultivo com finalidades ornamentais (Rêgo et al., 2011b, c).

A Universidade Federal da Paraíba (UFPB) vem desenvolvendo juntamente com a Universidade Federal de Viçosa (UFV), um programa de melhoramento de pimenteiras para fins ornamentais com o objetivo de selecionar linhagens de pimentas, desenvolver híbridos intra e interespecífica entre as linhagens selecionadas, avançar gerações através de populações segregantes, realizar análises moleculares e pós-produção, cujos estudos genéticos geraram informações úteis para o programa. Para isso, alguns métodos de melhoramento são utilizados, como seleção massal com teste de progênie, SSD (Single Seed Descent) e o método genealógico. Foram obtidos vários resultados positivos, tal como a seleção de linhas com mais tempo de pós-produção (Rêgo et al., 2010), a seleção de linhas resistentes ao etileno (Santos et al., 2012), estudo de diversidade genética em populações segregantes de *Capsicum annuum* (Rêgo et al., 2012a; Silva Neto et al., 2014), análise dialélica, avaliando capacidade geral e capacidade específica de combinação e seus efeitos recíprocos para produtividade e qualidade de frutos de pimentas (Nascimento et al., 2013b), bem como estudo de herança e valores genéticos dos genitores para precocidade de pimenteiras *Capsicum* (Rêgo et al., 2012d).

2.5. Diversidade genética

Em programas de melhoramento por hibridação, que tem por finalidade o desenvolvimento de uma nova variedade, é necessário que os progenitores envolvidos apresentem variabilidade genética para melhor selecioná-lo. (Pedrozo et al., 2009; Dutra Filho et al., 2011). Dessa forma, é de suma importância avaliar a divergência genética

contida entre os genitores envolvidos, para que através dos cruzamentos realizados aumente-se a possibilidade de obtenção de indivíduos com elevado efeito heterótico (Oliveira et al., 1998; Sudré et al., 2005; Rêgo et al., 2010), maior variabilidade genética em gerações segregantes (Barroso et al., 2012; Rêgo et al., 2012a; Rêgo et al., 2013; Silva Neto et al., 2013) e sendo útil para criação de cultivares de pimenteiras melhoradas (Rêgo et al., 2003). Assim, a ocorrência da grande diversidade de materiais genéticos dentro do gênero *Capsicum* possibilita a utilização desse germoplasma em programas de melhoramento (Deshpande et al., 1988; Rêgo et al., 2003).

As informações obtidas em relação à diversidade de uma coleção de germoplasma servem para aumentar a eficiência dos trabalhos de melhoramento de espécies cultivadas (Geleta et al., 2005). Essa divergência genética pode ser analisada por meio de métodos preditivos que levam em consideração caracteres agronômicos, fisiológicos, morfológicos e moleculares (Rao et al., 1981; Shimoya et al., 2002; Costa et al., 2009; Rêgo et al., 2011a), o importante é que os resultados diferenciem os genótipos e permitam identificar acessos com características relevantes de interesse aos programas de melhoramento (Costa et al., 2009).

Para estimar a divergência genética, algumas metodologias são utilizadas como as técnicas de análise multivariada, ou associações entre elas, como as variáveis canônicas e distâncias multivariadas (Cruz e Carneiro, 2003). Essas técnicas permitem ao melhoristas fazer avaliação do material genético com um conjunto de características que combinam as múltiplas informações contidas na unidade experimental, sendo assim, possibilita a seleção de materiais mais promissores e avaliação da sua divergência, levando em consideração a contribuição e a importância relativa dos caracteres para a variância total existente entre as populações (Oliveira, 1989; Nascimento et al., 2011; Rêgo et al., 2011a; Rêgo et al., 2013).

Vários métodos multivariados podem ser utilizados para prever a diversidade genética, medidas de dissimilaridade como distância Euclidiana, distância generalizada de Mahalanobis, métodos hierárquicos de agrupamento, como UPGMA, vizinho mais próximo e o método de otimização de Tocher, além de técnicas de dispersão gráfica envolvendo análises por componentes principais e por variáveis canônicas (Oliveira et al., 2003; Oliveira et al., 2004; Sudré et al., 2005; Silva et al., 2011). As características analisadas podem ser classificadas, de acordo com a variação apresentada em quantitativa, multicategórica ou binária (Rêgo et al., 2012a).

2.6. Análise genética de gerações

O conhecimento da variância genética e fenotípica, bem como as associações entre os componentes e suas herdabilidades são de grande interesse, não só em função da teoria da herança quantitativa de caracteres analisados, mas também para valores práticos, visando a seleção simultânea de dois ou mais caracteres e o desenvolvimento de estratégias de seleção adequadas (Kenga et al., 2006).

Nos estudos genéticos de gerações têm sido adotadas duas linhas básicas de investigação: a primeira relacionada com a quantificação da magnitude e natureza da variabilidade genética disponível na população segregante, e a segunda com a avaliação da importância relativa dos efeitos gênicos que constituem as médias das populações estudadas. O estudo combinado das variâncias e das médias de populações possibilita realizar ensaios de gerações envolvendo progenitores (P_1 e P_2) e gerações F_1 , F_2 e de retrocruzamentos RC_1 ($F_1 \times P_1$) e RC_2 ($F_1 \times P_2$) (Cruz et al., 2004).

Tanto nas variâncias quanto nas médias, é importante identificar que proporção da estimativa obtida tem causa genética e que proporção tem influência de outros fatores (Ramalho et al., 1993). O estudo genético das variâncias baseia-se na estimativa de parâmetros genéticos como herdabilidade, variâncias fenotípica, genotípica e ambiental, entre outros, o que visa quantificar a magnitude e a natureza da variabilidade genética disponível na população segregante (Cruz et al., 2004; Moreira, 2006). De acordo com Adams (1982), para obter um ideotipo de uma cultura, é importante o conhecimento da herança dos caracteres, como manifestações de dominância, sobredominância e aditividade.

O conhecimento do tipo de interação não-alélica envolvida em uma população é importante para tomar uma decisão apropriada no melhoramento de planta (Malhotra e Singh 1989). Essas informações genéticas podem ser obtidas por estimativa dos parâmetros genéticos aditivos, dominantes e epistáticos (aditivo x aditivo, aditivo x dominância e dominante x dominante) (Marame et al., 2009).

A existência da variabilidade genética nas espécies de *Capsicum*, tanto no formato (frutos e folhas) quanto em cores (frutos, folhas e flores), são condições básicas para o melhoramento genético desse gênero (Ferrão et al., 2011) e, mais ainda, quanto dessa variabilidade é devida a diferenças genéticas, pois permite estimar parâmetros genéticos de muita utilidade para os melhoristas (Matos Filho, 2006).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adams MW. 1982. Plant architecture and yield breeding. Iowa State Journal of Research: 225-254.

Allard RW. 1971. Princípios do melhoramento genético das plantas. São Paulo: Edgard Blüchner, 381 p.

Barroso PA; Rêgo ER; Rêgo MM; Nascimento KS; Nascimento NFF; Nascimento MF; Soares WS; Ferreira KTC; Otoni WC. 2012. Analysis of Segregating Generation for Components of Seedling and Plant Height of Pepper (*Capsicum annuum* L.) for Medicinal and Ornamental Purposes, *Acta Horticulturae*, 953: 269-276.

Beduhn FA. 2010. Crescimento e fotossíntese em *Capsicum baccatum* L. e *Capsicum frutescens* L. 67f.: Tese (doutorado) Universidade Federal de Pelotas, RS.

Bianchetti LB. 1996. Aspectos morfológicos, ecológicos e biogeográficos de dez táxons de *Capsicum* (Solanaceae) ocorrentes no Brasil. Tese (Mestrado) Universidade de Brasília, Brasília, DF. p. 325-331.

Bianchetti L; Carvalho SIC. 2005. Subsídios à coleta de germoplasma de pimentas e pimentões do gênero *Capsicum* (Solanaceae). In: Walter, BMT; Cavalcanti, TB. Fundamentos para coleta de germoplasma vegetal. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, p. 355-385.

Bnejdi F; Saadoun M; Allagui MB; Gazzah Mel. 2009. Epistasis and heritability of resistance to *Phytophthora nicotianae* in pepper (*Capsicum annuum* L.). *Euphytica*. DOI 10.1007/s10681-008-9857-4, 167:39-44.

Bontempo M. 2007. Pimenta e seus benefícios à saúde. Alaúde Editorial, São Paulo. 101p.

Bosland PW; Votava EJ. 1999. Peppers: vegetable and spice Capsicums. Wallingford: Cabi, 204p.

Bosland PW; Votava EJ. 2000. Peppers: vegetable and Spice Capsicums. CABI Publishing, 204p.

Camargo LS. 1984. As hortaliças e seu cultivo. 2 ed. Campinas: Fundação Cargill, 448p.

Carvalho CGP; Arias CAA; Toledo JFF; Almeida LA; Kiihl RAS; Oliveira MF. 2002. Interação genótipo x ambiente no desempenho produtivo da soja no Paraná. *Pesq. Agro. Bras.* 37(7): 989-1000.

Carvalho SIC; Bianchetti LB. 2004. Botânica. Embrapa hortaliças: versão eletrônica. Disponível em: <www.cnph.embrapa.br/sistprod/pimenta/botanica.htm>. Acesso em: 10 jun. 2007.

- Casali VWD; Couto FAA. 1984. Origem e botânica de Capsicum. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 10: p113.
- Casali VWD; Stringheta PC. 1984. Melhoramento de pimentão e pimenta para fins industriais. Informe agropecuário, 10(113):23-25.
- Conceição LDHC; Doerr LMW; Barbosa Neto JF. 2010. Seleção para tolerância ao alumínio em milho com base em parâmetros genéticos e análise multivariada. *Bragantia*, 69 (4): 807-814.
- Costa FR; Pereira TNS; Sudré CP; Rodrigues R. 2009. Marcadores RAPD e caracteres morfoagronômicos na determinação da diversidade genética entre acessos de pimentas e pimentões. *Ciência Rural*, 39(3): 696-704.
- Cruz CD; Carneiro PCS. 2003. Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético. Editora da UFV, Viçosa.
- Cruz CD; Regazzi AJ; Carneiro PCS. 2004. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 3ª ed. Viçosa, UFV, 480p.
- Cruz DO; Campos LAO. 2007. Biologia floral e polinização de pimenta malagueta (*Capsicum frutescens* L., Solanaceae): um estudo de caso. *Acta Sci. Biol. Sci*, Maringá, 29(4): 375-379.
- Deshpande AA; Anand N; Ramachander PR. 1988. Ideotype differentiation of horticultural groups in *Capsicum* spp. *Genetica Agraria*, Roma, v.42, n.4, p.357-364.
- Domenico CI. 2011. Caracterização agrônômica e pungência em pimenta (*Capsicum chinense* Jacq.). 48f.: il. Tese (mestrado) – IAC (Instituto Agrônômico).
- Dutra Filho JÁ; Melo LJOT; Resende LV; Anunciação Filho CJ; Bastos GQ. 2011. Aplicação de técnicas multivariadas no estudo da divergência genética em cana-de-açúcar. *Revista Ciência Agrônômica*, v. 42, n. 1, p. 185-192.
- Ferrão LFV; Cecon PR; Finger FL; Silva FF; Puiatti M. 2011. Divergência genética entre genótipos de pimenta com base em caracteres morfo-agrônomicos. *Horticultura Brasileira* 29: 354-358.
- Finger FL; Rêgo ER; Segatto FB; Nascimento NFF; Rêgo MM 2012a. Produção e potencial de mercado para pimenta ornamental. *Inf. Agro*. 33(267): 14-20.
- Finger FL; Segatto, FB; Barbosa, JG; Pires, T; Pinto, CMF (2012b). Effects of ethylene on the post-production of potted ornamental peppers (*Capsicum annuum* L.). *Acta Hort.* (In press).
- Geleta LF; Labuschagne MT; Viljoen CD. 2005. Genetic variability in pepper (*Capsicum annuum* L.) estimated by morphological data and amplified fragment length polymorphism markers. *Biodiversity and Conservation*, 14, p.2361-2375.

Govindarajan VS; Rajalakshmi D; Chand N. 1987. Capsicum production, technology, chemistry, and quality. Party IV. Evaluation of quality. CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 25, p. 185-282.

Heiser CBJr. 1979. Peppers – Capsicum (Solanaceae). In: Simmonds, NW. Evolution of crop plants. Longman, p. 265-273.

Henz GP; Ribeiro, CSC. 2008. Pimentas Capsicum: Mercado e comercialização. Brasília: Embrapa Hortaliças.

IPGRI. 1995, Descritores para Capsicum (Capsicum spp). Roma: IPGRI, p. 51.

Kenga R; Tenkouano A; Gupta SC; Alabi SO. 2006. Genetic and phenotypic association between yield components in hybrid sorghum (sorghum bicolor (L.) Moench) populations. Euphytica, Dordrecht, v.150, p.319-326.

Luz FJF. 2007. Caracterizações morfológica e molecular de acessos de pimenta (Capsicum chinense Jacq.). 70 f.. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista.

Malhotra RS; Singh KB. 1989. Detection of epistasis in chickpea. Euphytica, wageningen: 162p.

Marame F; Desalegne L; Fininsa C; Sigvald R. 2009. Genetic analysis for some plant and fruit traits, and its implication for a breeding program of hot pepper (Capsicum annum var. annum L.).Hereditas. DOI: 10.1111/j.1601-5223.2009.02101.x. 146: 131–140.

Matos Filho CHA. 2006. Análise genética de caracteres relacionados a arquitetura de plantas em feijão-caupi (Vigna unguiculata (L.) Walp.). 56f.: Tese (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Teresina.

Monteiro CES. 2009. Estudos genéticos em população segregante oriunda de cruzamento interespecífico em Capsicum. 84f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes – Rio de Janeiro.

Moreira GR. 2006. Herança da resistência por antixenose de Lycopersicon pennellii (LA 716) e L. hirsutum f. typicum (LA 1777) a tuta absoluta. 101f.: Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – Minas Gerais.

Moreira GR; Caliman FRB; Silva DJH; Ribeiro CSC. 2006. Espécies e Variedade de pimentas. Informe Agropecuário 27 (235): 16-29.

Moura MCCL; Gonçalves LSA; Sudré CP; Rodrigues R; Amaral Júnior AT; Pereira TNS. 2010. Algoritmo de Gower na estimativa da divergência genética em germoplasma de pimenta. Horticultura Brasileira 28: 155-161.

Nahar K; Deb AC; Samad MA; Khaleque MA. 2010. Genetic study of some agronomical traits through single cross analysis in blackgram [Vigna mungo (L.) Hepper]. Int. J. Sustain. Crop Prod. ISSN-1991-3036, 5(3):22-28.

Nascimento WM. 2006. Produção de sementes de pimentas. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.27, p.30-39.

Nascimento NFF; Nascimento MF; Rêgo ER; Sapucy MJLC; Santos RMC; Rêgo MM. 2011. Divergência genética e importância relativa para caracteres de porte, produção e qualidade de frutos em híbridos interespecíficos de pimentas ornamentais. In: Congresso Brasileiro de Olericultura, 51. Anais... Viçosa: ABH. 2924-2931.

Nascimento NFF; Rêgo ER; Rêgo MM; Nascimento MF; Alves LI. 2012a. Compatibilidade em cruzamentos intra e interespecíficos em pimentas ornamentais. Revista Brasileira de Horticultura Ornamental, v.18, n.º. 1 p. 58 – 61.

Nascimento NFF; Rêgo ER; Nascimento MF; Finger FL, et al. 2012b. Heritability and variability for port traits in a segregating generation of ornamental pepper. Acta Horticulturae. 953: 299 – 304.

Nascimento NFF; Nascimento MF; Rêgo ER; Santos RMC; Bruckner CH; Finger FL; Rêgo MM. 2013a. Flower Color Variability in Double and Three-Way Hybrids of Ornamental Peppers. Acta Horticulturae. 1000, p. 457 – 464.

Nascimento NFF; Rêgo ER; Nascimento MF; Finger FL; Bruckner CH; Rêgo MM. 2013b. Combination ability for yield and fruit quality in pepper (*Capsicum annuum*). Genetics and Molecular Research. Genetics and Molecular Research (in press).

Neitzke RS; Barbieri RL; Heiden G; Castro CM. 2008. Divergência genética entre variedades locais de *Capsicum baccatum* utilizando caracteres multicategóricos. Magistra, Cruz das Almas-BA, v.20, n.3, p. 249-255.

Neitzke RS; Barbieri RL; Rodrigues WF; Corrêa IV; Carvalho FIF. 2010. Dissimilaridade genética entre acessos de pimenta com potencial ornamental. Hort. Bras. 28: 47-53.

Ohara R; Pinto CMF. 2012. Mercado de pimenta processadas. Informe Agropecuário. 33(267): 8-13.

Oliveira EJ de. 1989. Análise multivariada no estudo da divergência genética entre cultivares de feijão (*Phaseolus vulagris* L.). p. 91. Dissertação – (Mestrado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

Oliveira VR; Scapim CA; Casali VWD. 1998. Diversidade genética e eficiência da predição do comportamento. Acta Scientiarum. 20(3):263-267, ISSN 1415-6814.

Oliveira FJ; Anunciação Filho CJ; Bastos GQ; Reis OV. 2003. Divergência genética entre cultivares de caupi. Pesquisa Agropecuária Brasileira 38: 605-611.

Oliveira ACB; Sediya MAN; Pedrosa MW; Garcia NCP; Garcia SLR. 2004. Divergência genética e descarte de variáveis em alface cultivada sob sistema hidropônico. Acta Scientiarum Agronomy 26: 211-217.

- Paula RC; Pires IE; Borges RCG; Cruz CD. 2002. Predição de ganhos genéticos em melhoramento florestal. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 37 (2): 159-165.
- Pedrozo CA; Benites FRG; Barbosa MHP; Resende MDV. 2009. Eficiência de Índices de seleção utilizando a metodologia REML/BLUP no melhoramento da cana-de-açúcar. *Scientia Agrária*, v. 10, n. 01, p. 031-036.
- Pereira TNS; Rodrigues R. 2005. Recursos genéticos em *Capsicum*: situação atual e perspectivas. In: Lima MC. (org) Recursos genéticos de hortaliças: riquezas naturais. São Luís: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, 137-159p.
- Pickersgill B. 1997. Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. *Euphytica*. v. 96: p.129-133.
- Pinto CMF; Santos IC; Pinto FA. 2011. Cultivo da Pimenta (*Capsicum* spp.) In: Rêgo, ER; Finger, FL; Rêgo, MM (Org.). Produção, Genética e Melhoramento de Pimentas (*Capsicum* spp.). 1 ed. Recife - PE: Imprima, v. 1, p. 117-136.
- Queiroz MA; Lopes MA. 2007. Importância dos recursos genéticos para o agronegócio. In: NASS, L.L. (ed.) Recursos genéticos vegetais. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. p.281-305.
- Ramalho MAP; Santos JB; Zimmerman MJ. 1993. Genética quantitativa em plantas autógamas. Goiânia, UFG, 271p.
- Rao NKS; Swamy RD; Chaco EK. 1981. Differentiation of plantlets in hybrid embryo callus of pineapple. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v. 15, p. 235-238.
- Rêgo ER; Rêgo MM; Cruz CD; Finger FL; Amaral DSSL. 2003. Genetic Diversity analysis of peppers: a comparison of discarding variables methods. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, Londrina, v. 3, n. 1, p. 19-26.
- Rêgo ER; Finger FL; Cruz CD; Rêgo MM. 2006. Caracterização, diversidade e estimação de parâmetros genéticos em pimenteiras (*Capsicum* spp.). In: Encontro Nacional do Agronegócio Pimentas (*Capsicum* spp.), 2., Brasília, Anais...2006.
- Rêgo ER; Rêgo MM; Finger FL; Cruz CD; Casali VWD 2009a. A diallel study of yield components and fruit quality in chilli pepper (*Capsicum baccatum*). *Euphytica* 168: 275-287.
- Rêgo ER; Rêgo MM; Silva DF; Cortez RM; Sapucay MJLC; Silva DR; Silva Junior SJ. 2009b. Selection for leaf and plant size and longevity of ornamental peppers (*Capsicum* spp.) grown in greenhouse condition. *Acta Horticulturae*, v. 829, p. 371-375.
- Rêgo ER; Silva DF; Rêgo MM; Santos RMC; Sapucay MJLC; Silva DR; Silva Júnior SJ. 2010. Diversidade entre linhagens e importância de caracteres relacionados à longevidade em vaso de linhagens de pimenteiras ornamentais. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental* 16: 165-168.

Rêgo ER; Rêgo MM; Cruz CD; Finger FL; Casali VWD 2011a. Phenotypic diversity, correlation and importance of variables for fruit quality and yield traits in Brazilian peppers (*Capsicum baccatum*). *Genet. Resour. Crop. Evol.* 58: 909-918.

Rêgo ER; Finger FL; Nascimento NFF; Araújo ER; Sapucay MJLC. 2011b Genética e melhoramento de pimenteiras. In: Rêgo; E.R. Finger, F.L. Rêgo, M.M. (Org.). *Produção, Genética e Melhoramento de Pimentas (Capsicum spp.)*. 1 ed. Recife - PE: Imprima, v. 1, p. 117-136.

Rêgo ER; Finger FL; Nascimento MF; Barbosa LAB; Santos RMC. 2011c Pimenteiras Ornamentais. In: Rêgo; ER; Finger FL; Rêgo MM. (Org.). *Produção, Genética e Melhoramento de Pimentas (Capsicum spp.)*. 1 ed. Recife - PE: Imprima, v. 1, p. 205-223.

Rêgo ER; Santos RMC; Rêgo MM; Nascimento NFF; Nascimento MF; Bairral MA. 2012a. Quantitative and Multicategorical Descriptors for Phenotypic Variability in a Segregating Generation of Ornamental Peppers. *Acta Horticulturae*. 93: 289-296.

Rêgo ER; Finger FL; Rêgo MM. 2012b. Consumption of Pepper in Brazil and its Implications on Nutrition and Health of Humans and Animals. In: Salazar, MA; Ortega, JM.. (Org.). *Pepper: Nutrition, Consumption and Health*. Pepper: Nutrition, Consumption and Health. 1ed .New York: Nova Science Publishers Inc., v. 1, p. 159-170.

Rêgo ER; Finger FL; Rêgo MM. 2012c. Types, uses and fruit quality of brazilian chili peppers. In: *Spices: Types, Uses and Health Benefits*: Nova Science Publishers, Inc, ISBN 978-1-61470-820-9.

Rêgo ER; Fortunato FLG; Nascimento MF; Nascimento NFF; Rêgo MM; Finger FL. 2012d. Inheritance for earliness in ornamental peppers (*Capsicum annuum*). *Acta Horticulturae*, v. 961, p. 405-410.

Rego ER; Rêgo MM; Finger FL; Nascimento NFF; Nascimento MF; Santos RMC. 2013. Phenotypic Variability and Importance of Characters in a F₂ Segregating Generation of Ornamental Chili (*Capsicum annuum*). *Acta Horticulturae*. 1000, p: 493-498.

Rezende RM; Pasqualotto AT; Velloso JA; Ferreira AD; Lara JMRA; Rezende JC. 2011. Estimativa de parâmetros genéticos em características agrônomicas de progênies de *Coffea arábica*. VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Araxá –MG.

Ribeiro CS da C; Lopes CA; Carvalho SI de; Henz GP; Reifschneider FJB. 2008. *Pimentas Capsicum*. EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária.

Rufino JLS; Penteado DCS. 2006. Importância econômica, perspectivas e potencialidades do mercado para pimenta. *Informe Agropecuário*, v. 27, n. 235, p. 7-15.

Santos RMC; Rêgo ER; Nascimento MF; Nascimento NFF; Rêgo MM; Borém A; Finger FL; Costa DS. 2012. Ethylene Resistance in a F₂ Population of Ornamental Chili Pepper (*Capsicum annuum*) *Acta Horticulturae*, p. 433-438.

Santos RMC; Nascimento NFF; Borém A; Rêgo ER; Rêgo MM; Finger FL; Carvalho GC; Nascimento MF; Lemos RC. 2013. Ornamental pepper breeding: could a chili be a flower ornamental plant? *Acta Horticulturae*, p. 451-456.

Shimoya A; Cruz CD; Ferreira RP; Pereira AV; Carneiro PCS. 2002. Divergência genética entre acessos de um banco de germoplasma de capim-elefante. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 37, n. 07, p. 971-980.

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(1): 084-089.

Silva GC; Oliveira FJ; Anunciação Filho CJ; Neto DES; Melo LJOT. 2011. Divergência genética entre genótipos de cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 06: 52-58.

Sudré CP; Rodrigues R; Riva EM; Karasawa M; Amaral Júnior AT. 2005. Divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão utilizando técnicas multivariadas. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 23, n. 1, p. 22-27.

Sudré CP; Leonardecz E; Rodrigues R; Amaral Junior AT; Moura MCL; Gonçalves LSA. 2007. Genetic resources of vegetable crops: a survey in the Brazilian germplasm collections pictured through papers published in the journals of the Brazilian Society for Horticultural Science. *Horticultura Brasileira* 25: 496-503.

Surh YJ; Lee E; Lee JM. 2002. The capsaicin study. *Mutation Research*, v.41, p.259-267.

Stommel JR; Bosland PW. 2006. Ornamental pepper, *Capsicum annum*. In: Anderson N. (Ed.). *Flower Breeding and Genetics: Issues, Challenges and opportunities for the 21 st Century*. Dordrecht, The Netherlands: Springer, p. 561-599.

Trajano HMR. 2009. Produção de pimenta (*Capsicum* spp.) e aspectos sócio econômicos das hortas comunitárias de Teresina. 101 f. Tese (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí.

Valverde RMV. 2011. Composição bromatológica da pimenta malagueta in natura e processada em conserva. 54 f. Dissertação (Mestrado Engenharia de Alimentos) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, Bahia.

CAPÍTULO I

Divergência genética para descritores multicategóricos e quantitativos em pimenteiras ornamentais *Capsicum annum*

1. INTRODUÇÃO

As pimentas do gênero *Capsicum* estão intimamente relacionadas à riqueza cultural brasileira e são parte valiosa do patrimônio da biodiversidade, sendo cultivadas em uma imensa variedade de tipos, tamanhos, cores, sabores e pungências (Neitzke et al., 2008; Nascimento et al., 2012). O Brasil é um importante centro de diversidade para este gênero, pois abriga tanto espécies domesticadas quanto semidomesticadas e silvestres (Carvalho et al., 2003). Cinco espécies são domesticadas, *Capsicum annum* L., *C. chinense* Jacq., *C. frutescens* L., *C. baccatum* L. e *C. pubescens* (Heiser, 1979).

As pimentas são utilizadas na indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética (Bomtempo, 2007; Lutz e Freitas, 2008; Bastos et al., 2009; Rêgo et al., 2012a) e mais recentemente, o cultivo de pimentas em vaso como planta ornamental tem aumentado consideravelmente em nível mundial. Dentre as plantas ornamentais tropicais cultivadas em vaso, as pimentas (*Capsicum* spp.) têm se destacado pela sua crescente e contínua aceitação pelo mercado consumidor nacional (Junqueira e Peetz, 2011). A diversidade de oferta de novos tipos de pimentas vem abrindo novos mercados (Finger et al., 2012a).

A espécie *C. annum* é a mais cultivada (Pickersgill, 1997; Rêgo et al., 2012a) e a que apresenta maior variabilidade genética em relação às demais espécies domesticadas. Nesta espécie se encontram a maioria das pimentas mexicanas, pimentas quentes da África e da Ásia, e também muitas das cultivares doces encontradas em países temperados, pimentas ornamentais e pimentões (Pickersgill, 1971). O agronegócio envolvendo a espécie *C. annum* vem exercendo grande importância tanto na agricultura familiar como na integração do pequeno agricultor com a agroindústria (Ribeiro e Cruz, 2004; Moreira, 2012), sendo de grande valor socioeconômico para a agricultura brasileira devido à alta capacidade de geração de emprego e renda e o baixo custo de produção por hectare (Costa e Henz, 2007).

A grande diversidade existente no gênero *Capsicum* tem fomentado os programas de melhoramento genético (Casali e Couto, 1984; Rêgo et al., 2011a). A tendência atual no melhoramento genético enfatiza a necessidade de identificação, transferência e conservação de novas fontes de variação genética (Neitzke et al., 2010; Rêgo et al., 2011a). Desta forma, a caracterização de germoplama vem como auxílio no conhecimento e no uso dessa variação genética, permitindo aos melhoristas selecionar acessos para obtenção de populações e linhagens (Carvalho et al., 2003).

A diversidade genética existente numa população possibilita a seleção de progenitores geneticamente distantes para cruzamentos, que ao serem cruzados serão os mais convenientes para produzir elevado efeito heterótico na progênie e obter maior variabilidade genética em gerações segregantes (Oliveira et al., 1998; Sudré et al., 2005; Rêgo et al., 2011b). O estudo de diversidade genética por meio de técnicas de agrupamento de genótipos permite identificar o grau de similaridade ou dissimilaridade entre os mesmos, sendo muito útil para promover cruzamentos capazes de gerar maior variabilidade (Alvares, 2011), além de possibilitar a utilização desse germoplasma em programas de melhoramento (Deshpande et al., 1988; Rêgo et al., 2003).

A diversidade genética tem sido expressa em medidas de dissimilaridade obtidas por meio das variáveis quantitativas e multicategóricas. O cálculo das medidas de dissimilaridade pode ser obtido pelo método da Distância Euclidiana, Distância Euclidiana Média, Distância de Mahalanobis ou Distância de Manhattan, quando utilizados os descritores quantitativos (Sudré et al., 2005; Rocha et al., 2009; Gonçalves et al., 2009; Neitzke et al., 2010; Moreira, 2012). Quando os descritores são qualitativos, a análise da divergência é feita por meio da moda de cada genótipo para cada descritor, sendo calculado um índice de dissimilaridade (Cruz e Carneiro, 2003).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi estudar a variabilidade genética por meio de técnicas multivariadas de uma população estruturada em seis gerações de pimenteira ornamental pertencentes ao banco de germoplasma de hortaliças da Universidade Federal da Paraíba, visando utilizá-las no programa de melhoramento de pimenteiras para fins ornamentais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Obtenção das gerações

Foram utilizados, para realização dos cruzamentos, dois acessos (01 e 132) de pimenteira ornamental *Capsicum annum* L. pertencentes ao BGH-UFPB (Banco Ativo de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal da Paraíba), selecionado com base em um estudo de dialelo (Nascimento et al., 2014) realizado em casa de vegetação no laboratório de biotecnologia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB). Foram avaliadas seis gerações: P₁ (01), P₂ (132), F₁ (primeira geração híbrida), F₂ (primeira geração de autofecundação) e os RC₁ (retrocruzamento 1 = F₁ x P₁) e RC₂ (retrocruzamento 2 = F₁ x P₂) (Tabela 1).

Tabela 1 - Descrição de algumas características qualitativas dos genitores e híbridos de pimenta (*Capsicum annum*) utilizados neste estudo.

Genótipos	CARACTERÍSTICAS						
	HC	CFL	CC	CFRI	CFRM	FFR	PFP
01	Intermediário	Verde escuro	Branca	Preto	Vermelho	Redondo	Intermediário
132	Ereto	Verde claro	Roxo com base branca	Laranja com marrom	Vermelho	Alongado	Leve
01x132	Intermediário	Verde escuro	Roxo	Marrom	Vermelho	Triangular	Intermediário

HC – Hábito de crescimento; CFL – cor da folha; CC – cor da corola; CFRI – cor do fruto intermediário; CFRM – cor do fruto maduro; FFR – forma do fruto; PFP – persistência fruto pedicelo.

Os cruzamentos entre os parentais para gerar os híbridos (F₁) e entre os híbridos e os parentais para geração dos retrocruzamentos (RC₁ e RC₂) foram realizados manualmente em botões florais emasculados antes da antese. Imediatamente após a emasculação, as flores foram polinizadas por meio da condução do pólen de uma planta para o estigma da flor receptora. Após a polinização a flor foi coberta com papel alumínio para evitar contaminação e etiquetada. A coleta do fruto maduro foi realizada, em média, de um a dois meses após a polinização. Após a colheita dos frutos, foram feitas a retirada e a contagem das sementes por fruto (Nascimento et al., 2012).

Para obtenção da geração F_2 , os híbridos confeccionados foram autofecundados a partir da metodologia proposta por Rêgo et al. (2012b) para evitar a polinização cruzada, assim que os frutos ficaram maduros, foram feitas a retirada e a contagem das sementes por fruto.

A semeadura dos genitores (P_1 e P_2), suas progênies (F_1), geração segregante (F_2) e retrocruzamentos (RC_1 e RC_2) foi realizada em bandejas de isopor com 200 células, contendo substrato comercial. Foram utilizadas duas sementes por célula sendo feito desbaste após a germinação. Quando as plantas atingiram o estágio de seis pares de folhas definitivas, foram transplantadas para vasos de 900 ml, sendo uma planta por vaso. Foram realizados, sempre que necessário os tratos culturais recomendados a cultura.

Foram caracterizadas no experimento 10 plantas de cada genitor (P_1 e P_2), 10 plantas F_1 , 72 plantas de Retrocruzamento 1 (RC_1), 75 plantas de Retrocruzamento 2 (RC_2), e 147 plantas na geração segregante F_2 .

2.2. Variáveis analisadas

A caracterização morfoagronômica quanto a caracteres de planta, inflorescência e fruto de *Capsicum* foram baseadas na lista de descritores quantitativos e qualitativos sugerida pelo IPGRI (1995). Para tanto foram utilizados 22 descritores quantitativos e 19 qualitativos. Todos os caracteres foram obtidos a partir de três observações tomadas por planta.

Os caracteres quantitativos avaliados foram: altura da planta = AP (cm), diâmetro da copa = DDC (cm), altura da primeira bifurcação = APB (cm), diâmetro do caule = DCL (cm), comprimento da folha = CFL (cm), largura da folha = LDF (cm), comprimento da corola = CC (cm), diâmetro da pétala = DPE (cm), comprimento da antera = CANT (cm), comprimento do filete = CFI (cm), dias para floração = DPFL, peso do fruto = PFR (g), comprimento do fruto = CFR (cm), diâmetro do fruto = DFR (cm), comprimento do pedúnculo = CP (cm), espessura do pericarpo = EP (cm), comprimento da placenta = CPL (cm), massa da matéria seca do fruto = MSF (g), Teor de matéria seca = TMS, número sementes por fruto = NSF, número de frutos por planta = NFP, dias para frutificação = DPFRR.

Os descritores qualitativos avaliados foram: cor do caule (CDC), pubescência do caule (PCL), presença de antocianina no nó (CAN), cor da folha (CDF), forma da folha

(FFL), densidade de ramificação (DR), habito de crescimento (HC), cor da corola (CCRL), posição da flor (PF), números de flores por axila (NFA), cor das anteras (CA), cor do filete (CF), cor do fruto em estágio intermediário (CFRI), cor do fruto maduro (CFRM), manchas antocianinicas (MA), forma do fruto (FFR), forma do ápice de fruto (FAPF), persistência fruto no pedicelo (PFP), persistência pedicelo raque (PPR).

As medidas referentes a dimensões foram tomadas utilizando-se paquímetro. Os dados de peso foram tomados em balança analítica, e valores referentes à quantidade, como número de sementes por fruto foram realizados contagem. Todos os caracteres qualitativos foram obtidos a partir da moda de três observações tomadas por planta.

2.3. Estudo de variabilidade Genética

Para análise de variabilidade genética entre as plantas foram utilizados todos os descritores avaliados, sendo 22 descritores quantitativos e 19 qualitativos para as seis gerações (P₁, P₂, F₁, F₂, RC₁ e RC₂) simultaneamente.

Para análise de diversidade dos 19 caracteres multicategóricos, foi gerada uma matriz de dissimilaridade com base no complemento aritmético do índice de coincidência simples.

A dissimilaridade é dada por:

$$d_{ii'} = \frac{D}{C + D}$$

Em que:

C: Concordância de categoria;

D: Discordância de categoria.

Para os 22 descritores quantitativos, foi gerada uma matriz como medida de dissimilaridade para os 297 genótipos correspondentes às seis gerações estudadas, para tanto, utilizou-se a distancia Euclidiana média padronizada.

Padronização:

$$y_j = \frac{Y_j}{\sigma_j}$$

Em que o σ_j é o desvio padrão associado a j-ésima característica.

Distância Euclidiana média:

$$d_{ii'}^2 = \frac{1}{v} \sum_j (Y_{ij} - Y_{i'j})^2$$

Em que:

v = o número de características estudadas.

Y_{ij} = Valor da variável j para o indivíduo i

$Y_{i'j}$ = Valor da variável j para o indivíduo i'

Foram geradas três matrizes de dissimilaridade. A primeira apenas para os dados quantitativos, uma segunda apenas para os descritores multicategóricos e a terceira matriz foi a soma de matrizes de dissimilaridade de ambos os descritores.

A partir das informações dessas matrizes de dissimilaridade geradas, os acessos foram agrupados pelo método de otimização de Tocher. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa computacional GENES (Cruz, 2006).

3. RESULTADOS

Mediante a análise de agrupamento pelo método de Tocher, utilizando-se como medidas de dissimilaridade o índice de coincidência simples para os dados multicategóricos, os 324 genótipos referentes às seis gerações P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , RC_1 e RC_2 foram separados em noventa e três grupos distintos, onde o grupo um foi formado apenas pelo genitor 01 (P_1), o grupo dois foi formado pelo genitor 132 (P_2) e o grupo três foi formado pelo híbrido (F_1). Os demais indivíduos ficaram dispersos nos 90 grupos restantes. O grupo 52 foi composto de um maior número de indivíduos, nove no total (187, 188, 189, 235, 236, 237, 190, 191, 192), todos do Retrocruzamento 1 (F_1 x 01) (Tabela 1).

Tabela 1 – Agrupamento de 324 genótipos de *Capsicum annum* para 19 caracteres multicategóricos, utilizando dados originais pelo método de otimização de Tocher.

GRUPOS	ÍNDICE DE COINCIDÊNCIA SIMPLES
	Dados originais dos genótipos
1	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10
2	11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20
3	21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30
4	31, 32, 33
5	34, 35, 36
6	37, 38, 39, 94, 95, 96
7	40, 41, 42, 52, 53, 54
8	43, 44, 45
9	46, 47, 48
10	49, 50, 51
11	55, 56, 57
12	58, 59, 60
13	61, 62, 63
14	64, 65, 66
15	67, 68, 69, 88, 89, 90
16	70, 71, 72
17	73, 74, 75
18	76, 77, 78
19	79, 80, 81
20	82, 83, 84
21	85, 86, 87
22	91, 92, 93
23	97, 98, 99
24	100, 101, 102
25	103, 104, 105, 157, 158, 159
26	106, 107, 108
27	109, 110, 111
28	112, 113, 114
29	115, 116, 117
30	118, 119, 120
31	121, 122, 123
32	124, 125, 126
33	127, 128, 129
34	130, 131, 132
35	133, 134, 135

36	136, 137, 138
37	139, 140, 141
38	142, 143, 144
39	145, 146, 147
40	148, 149, 150
41	151, 152, 153
42	154, 155, 156
43	160, 161, 162
44	163, 164, 165
45	166, 167, 168
46	169, 170, 171
47	172, 173, 174
48	175, 176, 177
49	178, 179, 180
50	181, 182, 183
51	184, 185, 186
52	187, 188, 189, 235, 236, 237, 190, 191, 192
53	193, 194, 195
54	196, 197, 198
55	199, 200, 201
56	202, 203, 204
57	205, 206, 207
58	208, 209, 210
59	211, 212, 213
60	214, 215, 216,
61	217, 218, 219
62	220, 221, 222
63	223, 224, 225, 244, 245, 246
64	226, 227, 228
65	229, 230, 231
66	232, 233, 234, 271, 272, 273
67	238, 239, 240
68	241, 242, 243
69	247, 248, 249
70	250, 251, 252
71	253, 254, 255
72	256, 257, 258
73	259, 260, 261
74	262, 263, 264
75	265, 266, 267
76	268, 269, 270

77	274, 275, 276
78	277, 278, 279
79	280, 281, 282
80	283, 284, 285
81	286, 287, 288
82	289, 290, 291
83	292, 293, 294
84	295, 296, 297
85	298, 299, 300
86	301, 302, 303
87	304, 305, 306
88	307, 308, 309
89	310, 311, 312
90	313, 314, 315
91	316, 317, 318
92	320, 321, 319
93	322, 323, 324

Genitor 01 (1-10); Genitor 132 (11-20); Híbrido (21-30); Geração F₂ (31-175); Retrocruzamento 1 (F₁x01) (176-250); Retrocruzamento 2 (F₁x132) (251-324).

Com base na análise de agrupamento pelo método de Tocher, utilizando como medida de dissimilaridade a distância Euclidiana média padronizada apenas para os 22 caracteres quantitativos, os 324 genótipos referentes às seis gerações P₁, P₂, F₁, F₂, RC₁ e RC₂ foram reunidos em 50 grupos distintos (Tabela 2). O grupo um foi composto por dez indivíduos (1 à 10) referentes ao genitor 01 (P₁), o grupo dois englobou nove indivíduos (11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20) referentes ao genitor 132 (P₂), o indivíduo 13, também pertencente ao genitor 132 foi agrupado isoladamente no grupo 50, e o grupo seis foi formado pelos indivíduos 21, 29, 28, 27, 30, 24, 23, 25, 22 e 26, referentes ao híbrido 01 x 132. Os demais indivíduos ficaram dispersos nos 56 grupos formados, tendo o grupo três o maior número de indivíduos agrupados referentes as gerações segregantes F₂, RC₁ e RC₂ (274, 275, 276, 277, 279, 278, 266, 299, 298, 280, 308, 282, 312, 263, 281, 259, 265, 317, 311, 260, 304, 262, 314, 253, 269, 310, 316, 267, 318, 290, 255, 216, 300, 229, 305, 203, 288, 287, 286, 231, 270, 230, 214, 322, 227, 309, 264, 257, 184, 254, 219, 315, 179, 215, 236, 261, 180, 191, 256, 273, 152, 114, 323, 307, 291, 313, 268, 224, 292, 272, 122) (Tabela 2).

Tabela 2 - Agrupamento de 324 genótipos de *Capsicum annum* para 22 caracteres quantitativos, utilizando dados originais pelo método de otimização de Tocher.

DISTÂNCIA EUCLIDIANA MÉDIA

GRUPOSDados originais dos genótipos

1	2, 10, 8, 7, 1, 9, 6, 3, 5, 4
2	16, 18, 15, 17, 20, 19, 14, 11, 12
3	274, 275, 276, 277, 279, 278, 266, 299, 298, 280, 308, 282, 312, 263, 281, 259, 265, 317, 311, 260, 304, 262, 314, 253, 269, 310, 316, 267, 318, 290, 255, 216, 300, 229, 305, 203, 288, 287, 286, 231, 270, 230, 214, 322, 227, 309, 264, 257, 184, 254, 219, 315, 179, 215, 236, 261, 180, 191, 256, 273, 152, 114, 323, 307, 291, 313, 268, 224, 292, 272, 122
4	295, 297, 296, 148, 149, 150, 146, 293, 294, 198, 46
5	106, 107, 50, 98, 43, 97, 45, 99, 41, 42, 57, 79, 82, 40, 53, 56, 94, 52, 54, 104, 84, 83, 111, 117, 95, 31, 73, 85, 105, 103, 32, 35, 34, 89, 90, 36, 33, 65, 110, 76, 86, 87, 55, 116, 88, 78, 70, 108, 168, 66, 64
6	21, 29, 28, 27, 30, 24, 23, 25, 22, 26
7	301, 303, 197, 218, 196, 217, 248, 302, 247
8	154, 156, 158, 155, 127, 151, 135, 128, 165, 164, 121, 131, 139, 137, 120, 118, 119, 221, 129, 124, 134, 159, 222
9	37, 38, 115, 101, 67, 81, 39, 80, 100, 102
10	58, 59, 60
11	62, 63, 61
12	74, 75, 49, 109, 48, 47
13	163, 174, 173, 172, 141, 176, 175, 123, 133
14	182, 183, 181, 194, 235, 188, 187, 193, 190
15	147, 170, 169, 171, 138
16	125, 126, 145
17	202, 204, 200, 271, 211, 199, 201
18	166, 167, 96
19	238, 239
20	226, 249, 225, 250, 252, 208, 189
21	71, 72, 113
22	284, 285, 258, 246, 244, 245
23	161, 162, 132, 177
24	185, 243, 186, 223, 195, 205
25	142, 144, 143
26	320, 321, 324, 319
27	91, 93, 92
28	206, 207
29	220, 241
30	192, 210
31	140, 153, 136
32	289, 306, 283

33	232, 233, 234
34	112, 209
35	51, 69
36	44
37	77
38	68
39	130
40	242
41	237
42	228
43	160
44	212
45	251
46	213
47	178
48	240
49	157
50	13

Genitor 01 (1-10); Genitor 132 (11-20); Híbrido (21-30); Geração F₂ (31-175); Retrocruzamento 1 (F₁ x 01) (176-250); Retrocruzamento 2 (F₁x132) (251-324).

Mediante a análise de agrupamento pelo método de Tocher, quando foi realizada a soma das matrizes dos dados quantitativos (utilizando como medida de dissimilaridade a distância Euclidiana média) e multicategóricos (utilizando-se como medidas de dissimilaridade o índice de coincidência simples) dos 324 genótipos referentes às seis gerações P₁, P₂, F₁, F₂, RC₁ e RC₂, foram formados setenta e cinco grupos diferentes (Tabela 3). O resultado encontrado nesta análise foi similar ao encontrado na análise individual para os caracteres multicategóricos e quantitativos, onde os genitores 01 e 132 e o híbrido (F₁) foram aglomerados em grupos distintos, sendo grupo 1, 2 e 7, respectivamente. Os demais indivíduos ficaram dispersos nos outros 72 grupos formados, tendo o grupo seis o maior número de indivíduos aglomerados (106, 107, 108, 40, 41, 42, 52, 53, 54, 104, 105, 103, 94, 82, 84, 83), todos pertencentes a geração F₂.

Tabela 3 - Agrupamento de 324 genótipos de *Capsicum annum* a partir da soma da matriz dos 22 caracteres quantitativos e 19 multicategóricos, utilizando dados originais pelo método de otimização de Tocher.

SOMA DE MATRIZES

GRUPOS**Dados originais dos genótipos**

1	2, 10, 8, 7, 1, 9, 6, 3, 5, 4
2	16, 18, 15, 17, 20, 19, 14, 11, 12, 13
3	274, 275, 276, 114, 112, 113, 299, 298, 300
4	280, 282, 281, 278, 277, 279, 266, 265, 267, 317, 316, 318, 269
5	295, 297, 296
6	106, 107, 108, 40, 41, 42, 52, 53, 54, 104, 105, 103, 94, 82, 84, 83
7	21, 29, 28, 27, 30, 24, 23, 25, 22, 26
8	86, 87, 85, 43, 45, 44, 97, 98, 99
9	89, 90, 88, 67, 69, 68
10	229, 230, 231, 191, 237, 236, 190, 189, 235, 187, 188, 192, 250, 252
11	31, 33, 32, 39, 38, 37, 95
12	34, 35, 36, 76, 78, 77
13	314, 315, 313, 272, 273, 271, 288, 287, 286, 219, 253, 254, 255
14	56, 57, 55, 117, 116, 115
15	256, 257, 258, 308, 309, 307, 322, 323, 324
16	301, 303, 302
17	292, 293, 294, 291, 290, 311, 310, 312
18	154, 156, 155, 158
19	148, 149, 150, 142, 144
20	262, 263, 264
21	58, 59, 60
22	128, 129, 127, 259, 260, 261
23	62, 63, 61
24	119, 120, 118
25	100, 102, 101, 111, 110
26	247, 248, 249
27	80, 81, 79
28	197, 198, 196
29	74, 75, 73
30	70, 71, 72
31	173, 174, 172, 176, 175, 177
32	164, 165, 163, 152, 151, 153
33	217, 218
34	182, 183, 181, 246
35	214, 216, 215
36	178, 179, 180
37	125, 126, 124
38	47, 48, 46

39	202, 204, 203, 200, 199, 201, 268
40	304, 305, 306
41	166, 167, 168
42	64, 65, 66
43	238, 239, 240
44	221, 222, 220
45	284, 285, 283
46	184, 186, 185
47	121, 122, 123
48	161, 162, 160
49	50, 51, 49
50	136, 137, 138
51	169, 171, 170
52	208, 209, 210
53	244, 245
54	146, 147, 145
55	226, 227, 228
56	320, 321, 319
57	131, 132, 130
58	91, 93, 92
59	206, 207, 205
60	139, 140, 141
61	232, 233, 234, 225, 224, 223
62	134, 135
63	193, 194, 195
64	211, 212, 213
65	241, 242
66	243
67	270
68	159
69	251
70	133
71	289
72	96
73	143
74	157
75	109

Genitor 01 (1-10); Genitor 132 (11-20); Híbrido (21-30); Geração F₂ (31-175); Retrocruzamento 1 (F₁ x 01) (176-250); Retrocruzamento 2 (F₁ x 132) (251-324).

Segundo o método de Singh (1981), utilizado para avaliar a importância relativa dos 22 caracteres quantitativos, observa-se que quatro destas características contribuíram com 92,66% da divergência genética, enquanto as dezoito restantes contribuíram com apenas 7,34%. As variáveis que mais contribuíram para divergência genética foram número de sementes por fruto (13,44%), número de frutos por planta (47,34%), dias para floração (13,90%) e dias para frutificação (17,97%) e a que menos contribuiu foi espessura do pericarpo com (0,0001%) (Tabela 5).

Tabela 5 - Contribuição relativa dos 22 caracteres quantitativos para divergência genética em pimenteiros ornamentais (*Capsicum annuum*) pelo método de Singh (1981).

Características	Importância Relativa (%)
Altura da planta	1.9191
Diâmetro da copa	1.8764
Altura da primeira bifurcação	0.7471
Diâmetro do caule	0.0011
Comprimento da folha	0.1337
Largura da folha	0.0153
Comprimento da corola	0.0021
Diâmetro da pétala	0.001
Comprimento da antera	0.0002
Comprimento do estilete	0.0003
Peso do fruto	0.0185
Comprimento do fruto	0.0403
Diâmetro do fruto	0.002
Comprimento do pedúnculo	0.0055
Espessura do pericarpo	0.0001
Comprimento da placenta	0.0176
Teor da matéria seca do fruto	2.5579
Massa da matéria seca do fruto	0.0003
Número de sementes por fruto	13.4412
Número de frutos por planta	47.3427
Dias para floração	13.9054
Dias para frutificação	17.9721

Levando em consideração apenas as características que mais contribuíram para divergência genética, as plantas com maior número de sementes por fruto foram planta 5 pertencente a geração F₁, plantas 1, 35, 44, 47, 43, 37, 49, 48 e 39 da geração segregante F₂, uma vez que o número de sementes variou entre 60 e 70 (Figura 1).

As plantas 2, 5, 7, 8, 16, 17, 20, 23, 27 e 44, todas pertencentes a geração segregante F₂ apresentaram maior número de frutos por planta, variando entre 95 e 149 frutos por planta (Figura 2).

Para as características dias para floração e dias para frutificação as plantas que foram mais precoces para floração e frutificação foram planta 28 pertencente a geração F₂, plantas 18, 20, 21 e 22 referentes ao Retrocruzamento 1 (F₁ x 01) e as plantas 1, 5, 14, 16 e 24 pertencentes ao Retrocruzamento 2 (F₁ x 132) (Figura 3).

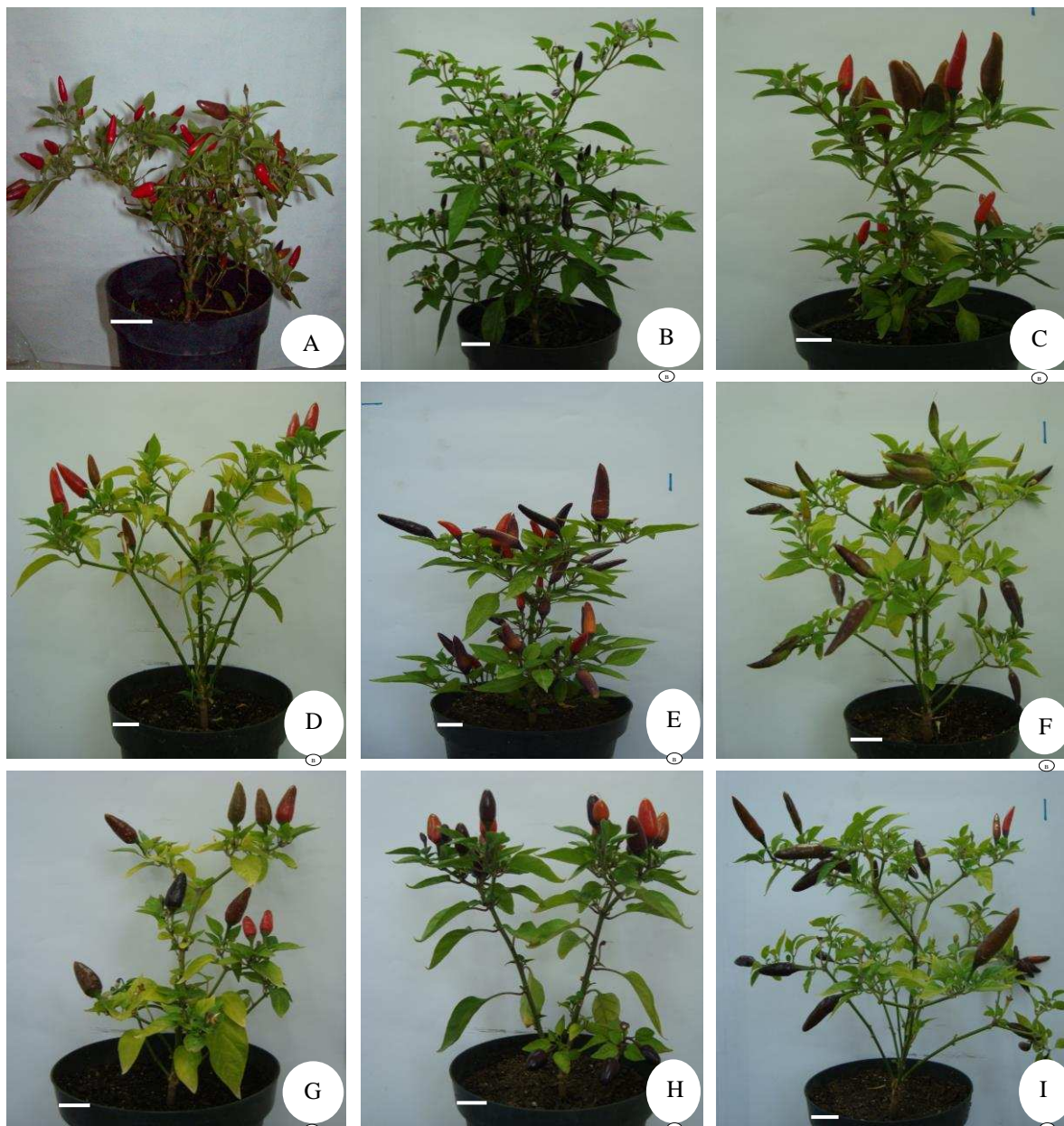


Figura 1 – Diferentes classes fenotípicas observadas em pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum*). A = (Híbrido 01 x 132); B = Genótipo 1 (F₂); C = Genótipo 35 (F₂); D = Genótipo 37 (F₂); E = Genótipo 39 (F₂); F = Genótipo 43 (F₂); G = Genótipo 44 (F₂); H = Genótipo 47 (F₂); I = Genótipo 49 (F₂), Barras = 1cm.



Figura 2 – Diferentes classes fenotípicas observadas em pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum*). A = Genótipo 2 (F_2); B = Genótipo 7 (F_2); C = Genótipo 8 (F_2); D = Genótipo 16 (F_2); E = Genótipo 17 (F_2); F = Genótipo 20 (F_2); G = Genótipo 23 (F_2); H = Genótipo 27 (F_2); I = Genótipo 44 (F_2); Barras = 1cm.



Figura 3 – Diferentes classes fenotípicas observadas em pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum*). A = Genótipo 28 (F_2); B = Genótipo 18 (RC_1); C = Genótipo 20 (RC_1); D = Genótipo 21 (RC_1); E = Genótipo 22 (RC_1); F = Genótipo 1 (RC_2); G = Genótipo 5 (RC_2); H = Genótipo 14 (RC_2); I = Genótipo 16 (RC_2); Barras = 1cm.

4. DISCUSSÃO

Com base nas três análises realizadas, para dados multicategóricos, dados quantitativos e para ambos, pode-se afirmar de acordo com a quantidade de grupos formado em cada análise, que os genitores 01 e 132 são geneticamente divergentes e que o cruzamento realizado foi eficiente em gerar variabilidade nas gerações subsequentes como F_2 , RC_1 e RC_2 .

Rêgo et al. (2012c), em análise de diversidade para dados multicategóricos em 15 genótipos pertencentes a uma população segregante F_2 de *C. annuum*, apresentaram a formação de cinco grupos distintos com base em 11 caracteres qualitativos afirmando ter ocorrido variabilidade genética na geração F_2 sendo útil para continuação do programa de melhoramento de pimenteiros ornamentais que visam obter novas linhagens.

Para o programa de melhoramento de pimenteiros ornamentais, a variabilidade encontrada é importante para o sucesso do programa, pois pode realizar-se a seleção de indivíduos com base neste resultado e estes serem usados para avanço de gerações em características de interesse. As variáveis multicategóricas tem uma grande vantagem em relação às variáveis quantitativas por serem de fácil observação e requererem menos tempo e mão-de-obra facilitando o trabalho do melhorista (Bento et al., 2007).

Com base em 22 caracteres qualitativos, Neitzke et al. (2010), estudando a divergência fenotípica em 17 acessos de pimenteiros com potencial ornamental (*C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense* e *C. frutescens*), obtiveram formação de seis grupos, utilizando como metodologia, o agrupamento de Tocher, demonstrando haver variabilidade entre os acessos de espécies diferentes. Características qualitativas como cor, formato e persistência do fruto ao pedúnculo ou ao talo são de grande importância na produção de pimenteiros ornamentais, uma vez que pimenteiros que apresentam frutos, folhas e flores de cores variadas favorecem a escolha do consumidor. Rêgo et al. (2011b) afirmam que a cor da folha, dos frutos nos estágios intermediário e maduro e o hábito de crescimento são características determinante para o consumidor ao escolher e comprar uma pimenteira ornamental. Neitzke et al. (2010) afirmam ainda que estas mesmas características são as mais importantes em relação ao aspecto estético da planta com potencial ornamental.

De acordo com Pickersgill (1997), a caracterização morfológica de acessos tem sido utilizada, por anos, como a forma mais usual de estudar a variabilidade genética

das pimentas. A utilização de variáveis multicatóricas para análise de diversidade é uma medida bastante prática, econômica, importante para caracterização de acessos, e um bom conhecimento e manejo dos bancos de germoplasma (Neitzke et al., 2009), sendo de grande utilidade para os programas de melhoramento de pimenteiros que visam rapidez e sucesso nos seus trabalhos, pois o mercado consumidor, seja para fins ornamentais ou industriais esperam novidades e melhorias em seus produtos cada vez mais rápido.

A variabilidade encontrada dentro de uma espécie e entre espécies diferentes é importante para o desenvolvimento de novas variedades de pimenta bem como no enriquecimento dos recursos genéticos deste gênero (Rêgo et al., 2011a) e sua utilização nos programas de melhoramento.

Barroso et al. (2012) e Silva Neto et al. (2014), trabalhando com diferentes gerações segregantes de *Capsicum annum* e Rego et al. (2011b) avaliando 40 acessos de *Capsicum baccatum*, todos analisando a diversidade genética, utilizando como metodologia o agrupamento de Tocher apresentaram formação de 10, 8 e 8 grupos, respectivamente, demonstrando que existe considerável variabilidade entre os mesmos. Essa variabilidade encontrada entre esses acessos e até mesmo dentro de uma única população é de suma importância para o programa de melhoramento de pimenteiros ornamentais que podem utilizá-las para diversos fins, uma vez que as pimenteiros ornamentais podem ter dupla finalidade, ou seja, além de serem utilizadas na decoração de ambientes internos e jardins, seus frutos podem e devem ser consumidos ou utilizados na confecção de temperos ou consumo in natura (Finger et al., 2012b), desta forma, a variabilidade encontrada nestas espécies vem a atender a necessidade e exigências do mercado consumidor.

Em estudos de diversidade genética para dados multicatóricos e quantitativos, Santos (2012), trabalhando com dois genitores pertencentes a espécie *Capsicum annum*, híbrido (F_1) e geração segregante F_2 , a partir de 20 descritores quantitativos e 14 multicatóricos pelo método de agrupamento de Tocher agrupou os genitores e híbridos em grupos diferentes, assemelhando-se aos resultados encontrados no presente estudo, mostrando haver divergência entre os genitores escolhidos e variabilidade nas gerações produzidas. Para o programa de melhoramento de pimenteiros ornamentais, essa variabilidade observada é de suma importância, uma vez que, pais divergentes quando cruzados apresentam geralmente progênies com alto vigor híbrido, e em

gerações segregantes, se detectado alta herdabilidade para as características apresentadas, seus alelos serão selecionados para as próximas gerações.

Segundo Gonçalves et al. (2008) e Tsivelikas et al. (2009), a análise conjunta dos dados quantitativos e qualitativos pode fornecer uma melhor compreensão da diversidade genética contida no banco de germoplasma e uma caracterização mais completa dos genótipos, contribuindo na determinação de estratégias futuras para o melhoramento. Tendo em vista a importância das características quantitativas e qualitativas em pimenteiras ornamentais, pode-se afirmar que no presente trabalho este tipo de análise trouxe maior suporte e compreensão da diversidade existente entre os genótipos estudados. Para o melhoramento genético de pimenteiras ornamentais os dados quantitativos são muito importantes, pois envolvem características indispensáveis para variedades de planta ornamental como altura da planta, diâmetro da copa e relacionadas ao tamanho do fruto, porém as características qualitativas também são essenciais para pimenteiras ornamentais, pois características como cor do fruto, folhas e flores variegadas são características que atraem a atenção do consumidor (Rêgo et al., 2009; Rêgo et al., 2011c; Barroso et al., 2012). Tanto as características quantitativas como multicatóricas apresentam sua importância, sendo preferível que uma coleção de germoplasma seja mais amplamente estudada para dar maior suporte as pesquisas e ao banco de dados da coleção (Sudré et al., 2006).

Moura et al. (2010), trabalhando com 56 acessos de *Capsicum chinense* apresentaram a formação de seis grupos distintos pelo agrupamento UPGMA, utilizando a distância de Gower para análises das variáveis quantitativas e qualitativas conjuntamente. Estes mesmos autores afirmaram que os resultados obtidos a partir da análise conjunta de dados representam um estímulo para realização de trabalhos de caracterização de coleções de germoplasma da forma mais completa possível para gerar informações mais seguras sobre a variabilidade genética contida entre os acessos estudados. A utilização de caracteres multicatóricos é prática econômica e demanda menor tempo, quando comparada a caracteres quantitativos e moleculares (Marim et al., 2009). Em muitas culturas, apesar de os caracteres quantitativos serem de difícil mensuração, esses têm sido preferidos em estudos de diversidade por apresentarem importância comercial (Gomes, 2007).

Portanto, a análise conjunta das variáveis, torna-se uma alternativa interessante, para uma melhor quantificação da variabilidade genética dos genótipos (Gonçalves et al., 2009; Moreira, 2012). No presente estudo foi possível observar divergência genética

entre os indivíduos, quando utilizado essa metodologia. Esse tipo de análise está sendo usada por diversas culturas com intuito de obter maior eficiência no conhecimento da divergência entre os acessos.

A análise de um grande número de dados qualitativos e quantitativos pode ser um fato que dificulta a análise e a interpretação dos resultados de caracterização e avaliação de germoplasma, (Rocha et al., 2010), porém é a melhor análise, por possibilitar uma caracterização mais completa e fidedigna dos genótipos (Moreira, 2012).

As quatro últimas variáveis relacionadas a fruto e precocidade contribuíram com 92,66% da variabilidade total entre os indivíduos. Rêgo et al. (2011b), trabalhando com a espécie *C. baccatum*, observaram que as características de fruto foram as que mais contribuíram para a divergência genética, enquanto as variáveis relacionadas a porte foram as que menos contribuíram para a diversidade da espécie em estudo. Evidenciando para estes autores grande variabilidade na população base, o que as torna útil para programas de seleção.

Rêgo et al. (2013) e Silva Neto et al. (2014) em trabalhos com pimenteiros ornamentais *C. annuum*, observaram que as variáveis relacionadas ao porte da planta contribuíram mais para divergência que as características relacionadas a flor. No presente estudo as características relacionadas a porte da planta e flor apresentaram baixas contribuições para diversidade genética. Tais resultados podem ser explicados por se trabalhar com genitores diferentes que quando cruzados não apresentaram divergência para as características relacionadas a planta e flor.

Segundo Rêgo et al. (2003) as variáveis que contribuíram com um percentual muito baixo ou não contribuíram para a variabilidade detectada, podem ser descartadas em estudos posteriores de diversidade genética da população analisada. Portanto, as características altura da planta, diâmetro da copa, altura da primeira bifurcação, diâmetro do caule, comprimento da folha, largura da folha, comprimento da corola, diâmetro da pétala, comprimento da antera, comprimento do estilete, peso do fruto, comprimento do fruto, diâmetro do fruto, comprimento do pedúnculo, espessura do pericarpo, comprimento da placenta, teor da matéria seca do fruto e massa da matéria seca do fruto podem ser descartadas.

A variabilidade existente dentro de família, aliada a altos valores de herdabilidade, permitem a obtenção de ganhos ao se praticar a seleção em geração precoce (Silva Neto et al., 2014). Portanto, para as características número de frutos por

planta, dias para floração e dias para frutificação que apresentaram uma maior contribuição para diversidade e altos valores de herdabilidade no sentido amplo e restrito, de acordo com os resultados observados no capítulo dois (Tabela 2), pode-se praticar seleção de indivíduos em gerações precoces e avançar geração através de métodos de melhoramento apropriados como método descendente de uma única semente (SSD) e método genealógico, com o intuito de obter linhagens com caracteres de interesse para o programa de melhoramento de pimenteiras ornamentais.

5. CONCLUSÕES

O cruzamento entre os genitores 01 e 132 gerou variabilidade nas gerações segregantes (F_2) e nos retrocruzamentos (RC_1 e RC_2) quando foram realizadas análises individuais dos caracteres quantitativos, multicategóricos e quando foi feita a integração dos dados de diferente natureza.

As características que mais contribuíram para divergência genética foram número de sementes por fruto, número de frutos por planta, dias para floração e dias para frutificação, descartando as demais variáveis. Podendo praticar seleção de indivíduos dentro desta família a partir do uso dos genitores trabalhados com intuito de gerar variabilidade genética em gerações posteriores, bem como dar continuidade ao Programa de Melhoramento de Pimenteiras Ornamentais.

Os indivíduos 5 da geração F_1 , 1, 35, 44, 47, 43, 37, 49, 48 e 39 da geração segregante F_2 foram selecionadas com intuito de obter maiores número de sementes por fruto. Os indivíduos 2, 5, 7, 8, 16, 17, 20, 23, 27 e 44, da geração segregante F_2 para obter maior número de frutos por planta. E os indivíduos 28 da geração F_2 , plantas 18, 20, 21 e 22 do Retrocruzamento 1 e as plantas 1, 5, 14, 16 e 24 do Retrocruzamento 2 ($F_1 \times 132$) para obter plantas mais precoces em relação ao florescimento e frutificação.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvares RC. 2011. Divergência genética entre acessos de *Capsicum chinense* Jacq. coletados no sudoeste goiano. p.59. Dissertação – Mestrado em Agronomia (Produção vegetal) - Universidade Federal do Goiás.

Barroso PA, Rêgo ER, Rêgo MM, Nascimento KS; Nascimento NFF; Nascimento MF, Soares WS; Ferreira KTC; Otoni WC. 2012. Analysis of segregating generation for

components of seedling and plant height of pepper (*Capsicum annuum*) for medicinal and ornamental purposes. *Acta Horticulturae*. 953: 269-275.

Bastos DHM; Rogero MM; Arêas JG. 2009. Effects of dietary bioactive compounds on obesity induced inflammation. *Arq. Bras. Endoc. Met.* 53(5): 646 – 656.

Bento CS; Sudre CP; Rodrigues R; Riva EM; Pereira MG. 2007. Descritores qualitativos e multicategóricos na estimativa da variabilidade fenotípica entre acessos de pimentas. *Scientia Agraria*, v.8, n.2, p.149-156.

Bontempo M. 2007. Pimenta e seus benefícios à saúde. Alaúde Editorial, São Paulo. 101p.

Carvalho SIC et al. 2003. Catálogo de germoplasma de pimentas e pimentões (*Capsicum* spp.) da Embrapa Hortaliças. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 49p.

Casali, VWD; Couto, FAA .1984. Origem e botânica de *Capsicum*. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 10. p.113.

Costa CSR; Henz GP. 2007. Pimenta (*Capsicum* spp.). Embrapa Hortaliças.

Cruz CD; Carneiro PCS. 2003. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento de plantas. v.2. Viçosa: UFV, 585p.

Cruz, CD. 2006. Programa genes: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 648 p.

Deshpande AA; Anand N; Ramachander PR. 1988. Ideotype differentiation of horticultural groups in *Capsicum* spp. *Genetica Agraria*, Roma, v.42, n.4, p.357-364.

Finger FL; Segatto, FB; Barbosa, JG; Pires, T; Pinto, CMF. 2012a. Effects of ethylene on the post-production of potted ornamental peppers (*Capsicum annuum* L.). *Acta Hort.* (In press).

Finger FL; Rêgo ER; Segatto FB; Nascimento NFF; Rêgo MM. 2012b. Produção e potencial de mercado para pimenta ornamental. *Informe Agropecuário*. 33(267): 14-20.

Gomes CN. 2007. Caracterização morfo-agronômica e diversidade genética em mandioca *Manihote sculenta* Crantz. 72p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

Gonçalves LSA; Rodrigues R; Amaral Júnior AT; Karasawa M; Sudré CP. 2008. Comparison of multivariate statistical algorithms to cluster tomato heirloom accessions. *Genetics and Molecular Research*, v. 7, n. 4, p. 1289-1297.

Gonçalves LSA; Rodrigues R; Amaral Júnior AT; Karasawa M; Sudré CP. 2009. Heirloom tomato gene bank: assessing genetic divergence based on morphological, agronomic and molecular data using a Ward-modified location model. *Genetics and Molecular Research* 8 (1):364-374.

Heiser CBJr. 1979. Peppers – Capsicum (Solanaceae). In: Simmonds NW. Evolution of crop plants. Longman: 265-273.

IPGRI. 1995. Descritores para Capsicum (Capsicum spp). Roma: IPGRI, p. 51.

Junqueira AH; Peetz MS. 2011. Balanço do comércio exterior da floricultura Brasileira. Hórtica: Boletim Técnico.

Lutz DL; Freitas SC. 2008. Valor Nutricional. In: Ribeiro CSC; Lopes CA; Carvalho SIC; Henz GP; Reifschneider, FJB (eds). Pimentas Capsicum. Embrapa Hortaliças, Brasília: 31-39.

Marim BG; Silva DJH da; Carneiro PCS; Miranda GV; Mattedi AP; Caliman FRB. 2009 Variabilidade genética e importância relativa de caracteres em acessos de germoplasma de tomateiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.44, p.1283-1290.

Moreira SO. 2012. Caracterização morfológica e molecular de pré- cultivares de Capsicum annum L. com resistência à mancha-bacteriana. p.138. Tese (Doutorado) Genética e melhoramento de plantas - Universidade Federal do Norte Fluminense - RJ.

Moura MCCL; Gonçalves LSA; Sudré CP; Rodrigues R; Amaral Júnior AT; Pereira TNS. 2010. Algoritmo de Gower na estimativa da divergência genética em germoplasma de pimenta. Horticultura Brasileira 28: 155-161.

Nascimento NFF; Rêgo ER; Rêgo MM; Nascimento MF; Alves LIF. 2012. Compatibilidade em cruzamentos intra e interespecíficos em pimenteiros ornamentais. Revista Brasileira de Horticultura Ornamental. v. 18, nº.1, p.58-62.

Nascimento NFF; Rêgo ER; Nascimento MF; Finger FL; Bruckner CH; Rêgo MM. 2014. Combination ability for yield and fruit quality in pepper (Capsicum annum). Genetics and Molecular Research. Genetics and Molecular Research. 13(2): 3237-3249.

Neitzke RS; Barbieri RL; Heiden G; Castro CM. 2008. Divergência genética entre variedades locais de Capsicum baccatum utilizando caracteres multicategóricos. Magistra, Cruz das Almas-BA, v.20, n.3, p.249-255.

Neitzke RS; Barbieri RL; Heiden G; Büttow MV; Oliveira CS; Corrêa LB; Schwengber JE; Carvalho FI. 2009. Caracterização morfológica e dissimilaridade genética entre variedades crioulas de melão. Horticultura Brasileira 27: 534-538.

Neitzke RS, Barbieri RL, Rodrigues WF, Corrêa IV; Carvalho FIF. 2010. Dissimilaridade genética entre acessos de pimenta com potencial ornamental. Hort. Bras. 28: 47-53.

Oliveira, VR; Scapim, CA; Casali, VWD. 1998. Diversidade genética e eficiência da predição do comportamento. Acta Scient. 20(3): 263-267.

Pickersgill B. 1971. Relationships between weedy and cultivated forms in some species of chili peppers (Genus Capsicum). Evolution 25:683-691.

- Pickersgill B. 1997. Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. *Euphytica*. 96: 129-133.
- Rêgo ER; Rêgo MM; Cruz CD; Finger FL; Amaral DSSL. 2003. Genetic Diversity analysis of peppers: a comparison of discarding variables methods. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, Londrina, v. 3, n. 1, p. 19-26.
- Rêgo ER; Rêgo MM; Silva DF; Santos RMC; Sapucay MJLC; Silva DR; Silva Junior SJ. 2009. Selection for leaf and plant size and longevity of ornamental peppers (*Capsicum* spp.) grown in greenhouse condition. *Acta Horticulturae* 829:371-375.
- Rêgo, ER; Finger, FL; Nascimento, NFF; Araújo, ER e Sapucay, MJLC. 2011a. Genética e melhoramento de pimenteiras. In: Rêgo, ER; Finger, FL; Rêgo, MM. (Org.). *Produção, Genética e Melhoramento de Pimentas (Capsicum spp.)*. 1 ed. Imprima. Recife, 117-136.
- Rêgo, ER; Rêgo, MM; Cruz, CD; Finger, FL; Casali, VWD. 2011b. Phenotypic diversity, correlation and importance of variables for fruit quality and yield traits in Brazilian peppers (*Capsicum baccatum*). *Gen. Resour. Crop Evol.* 58: 909-918.
- Rêgo ER, Finger FL, Nascimento MF, Barbosa LAB, Santos RMC. 2011c. Pimenteiras Ornamentais. In: Rêgo; E.R. Finger, F.L. Rêgo, M.M. (Org.). *Produção, Genética e Melhoramento de Pimentas (Capsicum spp.)*. 1 ed. Recife - PE: Imprima, v. 1, p. 117-136.
- Rêgo ER; Finger FL; Rêgo MM. 2012a. Consumption of Pepper in Brazil and its Implications on Nutrition and Health of Humans and Animals. In: Salazar MA; Ortega JM (eds). *Pepper: Nutrition, Consumption and Health*. Nova Sci. Pub. Inc. 1: 159-170.
- Rêgo, ER; Nascimento, MF; Nascimento, NFF; Santos, RMC; Fortunato, FLG; Rêgo, MM. 2012b. Testing methods for producing self-pollinated fruits in ornamental peppers. *Horticultura Brasileira* 30: 708 - 711.
- Rêgo ER; Santos RMC; Rêgo MM; Nascimento NFF; Nascimento MF; Bairral MA. 2012c. Quantitative and Multicategorical Descriptors for Phenotypic Variability in a Segregating Generation of Ornamental Peppers. *Acta Horticulturae*, 937:289-296.
- Rêgo ER; Rêgo MM; Finger FL; Nascimento NFF; Nascimento MF; Santos RMC. 2013. Phenotypic Variability and Importance of Characters in a F2 Segregating Generation of Ornamental Chili (*Capsicum annuum*). *Acta Horticulturae*, 1000:493-498.
- Ribeiro CS da C; Cruz, DMR. 2004. Pimentão: tendência de mercado. *Cultivar hortalças e frutas*, Rio Grande do Sul, 14(3):16-19.
- Rocha MC; Gonçalves LSA; Corrêa FM; Rodrigues R; Silva SL; Abboud ACS; Carmo MGF. 2009. Descritores quantitativos na determinação da divergência genética entre acessos de tomateiro do grupo cereja. *Ciência Rural*, 39(3):664-670.

Rocha MC; Gonçalves LSA; Rodrigues R; Silva PRA da; Carmo MGF do; Abboud ACS. 2010. Uso do algoritmo de Gower na determinação da divergência genética entre acessos de tomateiro do grupo cereja. *Acta Scientiarum. Agronomy*. 32: 423-431.

Santos, RMC. Variabilidade genética, controle genético e avaliação de características de pimentas ornamentais (*Capsicum annuum*). 2012. 70p. Tese (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2012.

Sudré, CP; Rodrigues, R; Riva, EM; Karasawa, M; Amaral Júnior, AT. 2005. Divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão utilizando técnicas multivariadas. *Horticultura Brasileira*. 23: 22-27.

Sudré CP; Cruz CD; Rodrigues R; Riva EM; Amaral Júnior AT; Silva DJH; Pereira TNS. 2006. Variáveis multicategóricas na determinação da divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão. *Horticultura Brasileira*, 24: 88-93.

Tsivelikas AL; Koutita O; Anastasiadou A; Skaracis GN; Traka-Mavrona E; Koutsika-Sotiriou M. 2009. Description and analysis of genetic diversity among squash accessions. *Brazilian Archives of Biology and Technology, Botucatu*, v. 52, n. 2, p. 271-283.

Vasconcelos CS; Barbieri RL; Neitzke RS; D Priori; Fischer SZ; Mistura CC. 2012. Determinação da dissimilaridade genética entre acessos de *Capsicum chinense* com base em características de flores. *Rev. Ceres, Viçosa*, v. 59, n.4, p. 493-498.

CAPITULO II

Estudo de herança de caracteres morfoagronômicas de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum*)

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Capsicum* apresenta cinco espécies domesticadas: *Capsicum annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* e *C. pubescens*, sendo a espécie *Capsicum annuum* de maior importância econômica entre as cultivadas do gênero (Pickersgill, 1971), por incluir as pimentas doces e grande parte das pimentas desidratadas para o preparo de pimenta em pó e páprica (Hernández-Verdugo et al., 2001).

A espécie *Capsicum annuum* também são muito comercializadas em vaso. O cultivo de pimenteiras em vaso com finalidade ornamental tem aumentado consideravelmente em todo o mundo (Sudré et al., 2006; Rêgo et al., 2011a; Finger et al., 2012). As variedades envasadas podem ser de qualquer espécie do gênero *Capsicum* (Finger et al., 2012), entretanto *C. annuum* é a mais cultivada e a que apresenta a maior variabilidade, sendo a mesma de interesse ornamental, principalmente por possuir caracteres que conferem valor estético, como folhagem variegada, frutos de coloração intensa, que contrastam com a folhagem e também por apresentar grande durabilidade (Carvalho et al., 2006). As pimenteiras ornamentais são usadas principalmente para decoração, mas os seus frutos podem ser usados para feitura de conservas ou desidratados (Witt, 1999; Neitzke et al., 2010).

Cultivares que apresentam porte reduzido, com frutos eretos, coloridos e vistosos, precocidade, e produção são os principais objetivos de um programa de melhoramento para fins ornamentais (Rêgo et al., 2011b; Nascimento et al., 2012a). Os programas de melhoramento de *Capsicum* podem ser iniciados a partir da hibridação ou podem ser desenvolvidos a partir de seleção de plantas dentro de populações preexistentes. O desenvolvimento de uma nova variedade que possua todas as características desejáveis para uma pimenteira ornamental como uma copa harmônica frutos coloridos, eretos e com alto rendimento, é um dos principais objetivos de qualquer programa de melhoramento de pimenteiras ornamentais (Rêgo et al., 2009a).

Para condução de um programa de melhoramento genético bem sucedido, o primeiro passo é a seleção dos genitores, sendo a diversidade genética um dos critérios

para seleção dos pais na produção de um híbrido (Geleta e Labuschagne, 2004a). O estudo do controle genético de características quantitativas também é de grande importância para condução eficiente de um programa de melhoramento, pois orienta na escolha dos procedimentos de seleção e dos métodos mais eficientes na condução das populações segregantes, permitindo o conhecimento do tipo de ação gênica existente nos genótipos em estudo (Silva et al., 2004; Khan et al., 2009; Schuelter et al., 2010; Rêgo et al., 2012a; Nascimento et al., 2013a).

O estudo de herança para caracteres de *Capsicum*, de acordo com revisão de literatura realizada por Wang e Bosland, (2006) foi iniciado por volta de 1912 por Webber, desde então estudos sobre herança em pimentas tem adquirido mais interesse e importância. Uma das maneiras de avaliar a magnitude e natureza dos efeitos gênicos que controlam determinado caráter quantitativo é por meio da análise de geração, esta permite avaliar simultaneamente várias gerações ou populações, incluindo genitores, híbridos (F1) e gerações segregantes como as populações F2 e as derivadas de retrocruzamentos. Esta metodologia permite avaliar a adequação do modelo aditivo-dominante a um determinado caráter (Cruz, 2012; Cruz e Regazzi, 2001) e estimar parâmetros genéticos baseados nas médias e variâncias, e é de grande importância pela complementaridade das informações, provendo conhecimentos mais profundos do fenômeno estudado (Faria, 2012). O conhecimento da natureza e magnitude genética dos efeitos genéticos que governa uma característica é de suma importância no processo de seleção e predição do comportamento de gerações híbridas e segregantes (Cruz e Regazzi, 2001; Rêgo et al., 2009a, Rêgo et al., 2012b; Nascimento et al., 2013a).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi estimar os parâmetros genéticos e os efeitos gênicos envolvidos na herança com base em 22 descritores quantitativos, em seis geração (P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , RC_1 e RC_2) de pimenteira ornamental, pertencentes ao banco de germoplasma de hortaliças da Universidade Federal da Paraíba.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido em casa de vegetação no laboratório de Biotecnologia Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB), Areia – PB. Este se localiza na Região do Brejo Paraibano, na latitude 6°58' S e longitude 35°41' W, a uma altitude de 618 m, sendo o clima tropical úmido, com estação chuvosa no período de outono-inverno, apresentando temperatura

média de 23° C, umidade relativa em torno de 80% e precipitação média anual de 1.400 mm.

2.1. Obtenção das gerações

Foram utilizados, para realização dos cruzamentos, dois acessos (01 e 132) de pimenteira ornamental *Capsicum annum* L. pertencentes ao BGH-UFPB (Banco Ativo de Germoplasma de Hortaliças da Universidade Federal da Paraíba). Esse cruzamento foi selecionado com base em um estudo de dialelo (Nascimento et al., 2011; Nascimento et al., 2014) realizado em estufa no setor de biotecnologia da Universidade Federal da Paraíba. Foram avaliadas seis gerações: P₁ (01), P₂ (132), F₁ (primeira geração híbrida), F₂ (primeira geração de autofecundação) e os RC₁ (retrocruzamento 1 = F₁x P₁) e RC₂ (retrocruzamento 2 = F₁x P₂).

Os cruzamentos entre os parentais para gerar os híbridos (F₁) e entre os híbridos e os parentais para geração dos retrocruzamentos (RC₁ e RC₂) foram realizados manualmente em botões florais emasculados antes da antese. Imediatamente após a emasculação, as flores foram polinizadas por meio da condução do pólen de uma planta para o estigma da flor receptora. Após a polinização a flor foi coberta com papel alumínio, para evitar contaminação, e etiquetada. A coleta do fruto maduro foi realizada, em média, de um a dois meses após a polinização. Após a colheita dos frutos, foram feitas a retirada e contagem das sementes por fruto (Nascimento et al., 2012b).

Para obtenção da geração F₂, os híbridos confeccionados foram autofecundados a partir da metodologia proposta por Rêgo et al., (2012c) para evitar a polinização cruzada. Assim que os frutos atingiram o ponto de colheita, foram feitas a retirada e a contagem das sementes por fruto.

A semeadura dos genitores (P₁ e P₂), (F₁) e gerações segregantes (F₂, RC₁ e RC₂), foi realizada em bandejas de isopor com 200 células, contendo substrato comercial (Plantmax). Foram semeadas duas sementes por célula, sendo feito desbaste após a germinação. Quando as plantas atingiram o estágio de seis pares de folhas definitivas, foram transplantadas para vasos de 900 ml (13cm de altura e 16cm de diâmetro), sendo uma planta por vaso. Foram realizados, sempre que necessário os tratos culturais recomendados a cultura.

Foram caracterizadas no experimento 10 plantas de cada genitor (P_1 e P_2), 10 plantas F_1 , 72 plantas de Retrocruzamento 1 (RC_1), 75 plantas de Retrocruzamento 2 (RC_2), e 147 plantas da Geração segregante F_2 .

2.2. Variáveis analisadas

A caracterização morfoagronômica quanto a caracteres de planta, inflorescência e fruto de *Capsicum* foram baseadas na lista de descritores quantitativos sugerida pelo IPGRI (1995). Para tanto foram utilizados 22 descritores quantitativos. Todos os caracteres foram obtidos a partir de três observações tomadas por planta.

Os caracteres quantitativos avaliados foram: altura da planta = AP (cm), diâmetro da copa = DDC (cm), altura da primeira bifurcação = APB (cm), diâmetro do caule = DCL (cm), comprimento da folha = CFL (cm), largura da folha = LDF (cm), comprimento da corola = CC (cm), diâmetro da pétala = DPE (cm), comprimento da antera = CANT (cm), comprimento do filete = CFI (cm), dias para floração = DPFL, peso do fruto = PFR (g), comprimento do fruto = CFR (cm), diâmetro do fruto = DFR (cm), comprimento do pedúnculo = CP (cm), espessura do pericarpo = EP (cm), comprimento da placenta = CPL (cm), massa da matéria seca do fruto = MSF (g), Teor de matéria seca = TMS, número sementes por fruto = NSF, número de frutos por planta = NFP, dias para frutificação = DPFR.

As medidas referentes as dimensões foram tomadas utilizando-se paquímetro. Os dados de peso foram tomados em balança analítica. Os valores referentes à quantidade, como número de lóculos e de sementes por fruto foram obtidos por contagem.

2.3. Estudos de Geração para caracteres quantitativos

Cada uma das 22 características quantitativas avaliadas descritas anteriormente foi submetida à análise de geração, onde foram estimadas as médias e variâncias aditiva (σ_a^2), desvios da dominância (σ_d^2), fenotípica (σ_f^2), genética (σ_g^2) e ambiental (σ_m^2). Foram utilizadas as seguintes formulas para obtenção desses resultados:

Variância fenotípica em F_2 :

$$\hat{\sigma}_{f(F_2)}^2 = \hat{\sigma}_{F_2}^2$$

Variâncias do meio:

$$\hat{\sigma}_{m(F2)}^2 = \frac{2\hat{\sigma}_{F1}^2 + \hat{\sigma}_{P1}^2 + \hat{\sigma}_{P2}^2}{4},$$

$$\hat{\sigma}_{m(RC1)}^2 = \frac{\hat{\sigma}_{F1}^2 + \hat{\sigma}_{P1}^2}{2}$$

$$\hat{\sigma}_{m(RC2)}^2 = \frac{\hat{\sigma}_{F1}^2 + \hat{\sigma}_{P2}^2}{2}$$

Variância genética em F2:

$$\hat{\sigma}_{g(F2)}^2 = \hat{\sigma}_{f(F2)}^2 - \hat{\sigma}_{m(F2)}^2$$

Variância aditiva:

$$\hat{\sigma}_a^2 = 2\hat{\sigma}_{f(F2)}^2 - [\hat{\sigma}_{f(RC1)}^2 + \hat{\sigma}_{f(RC2)}^2]$$

Onde:

$$\hat{\sigma}_{g(RC1)}^2 = \hat{\sigma}_{f(RC1)}^2 - \hat{\sigma}_{m(RC1)}^2$$

$$\hat{\sigma}_{g(RC2)}^2 = \hat{\sigma}_{f(RC2)}^2 - \hat{\sigma}_{m(RC2)}^2$$

Variância devido aos desvios da dominância:

$$\hat{\sigma}_d^2 = \hat{\sigma}_{g(F2)}^2 - \hat{\sigma}_a^2$$

Foram calculadas as estimativas da herdabilidade no sentido amplo (h_a^2) e restrito (h_r^2) e grau médio de dominância (GMD).

Dados por:

Herdabilidade no sentido amplo:

$$h_a^2 = \frac{\hat{\sigma}_{g(F2)}^2}{\hat{\sigma}_{f(F2)}^2}$$

Herdabilidade no sentido restrito:

$$h_r^2 = \frac{\hat{\sigma}_a^2}{\hat{\sigma}_{f(F2)}^2}$$

Grau médio de dominância (GMD) baseado na média:

$$\text{GMD} = \frac{2\bar{F}_1 - (\bar{P}_1 + \bar{P}_2)}{\bar{P}_1 - \bar{P}_2}$$

Para o modelo completo (Hayman, 1958) foram estimados os efeitos das médias de todos os possíveis homozigotos (m) aditivos (a), dominantes (d) e epistáticos: aditivo x aditivo (aa), aditivo x dominante (ad) e dominante x dominante (dd). Para o modelo Aditivo-dominante foram estimados os efeitos aditivos (a), dominantes (d) e da média (m).

Análise das médias das gerações, modelo completo:

$$\hat{m} = \frac{1}{2}\bar{P}_1 + \frac{1}{2}\bar{P}_2 + 4\bar{F}_2 - 2\overline{RC}_1 - 2\overline{RC}_2$$

$$\hat{a} = \frac{1}{2}\bar{P}_1 - \frac{1}{2}\bar{P}_2$$

$$\hat{d} = -\frac{3}{2}\bar{P}_1 - \frac{3}{2}\bar{P}_2 - \bar{F}_1 - 8\bar{F}_2 + 6\overline{RC}_1 + 6\overline{RC}_2$$

$$aa = -4\bar{F}_2 + 2\overline{RC}_1 + 2\overline{RC}_2$$

$$ad = -\bar{P}_1 + \bar{P}_2 + 2\overline{RC}_1 - 2\overline{RC}_2$$

$$dd = \bar{P}_1 + \bar{P}_2 + 2\bar{F}_1 + 4\bar{F}_2 - 4\overline{RC}_1 - 4\overline{RC}_2$$

Todos os efeitos dos dois modelos foram submetidos ao teste de significância t em nível de 5% de probabilidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa computacional Genes (Cruz, 2006).

3. RESULTADOS

3.1. Médias das seis gerações

As características altura da planta (AP), comprimento do estilete (CE), peso do fruto (PFR), diâmetro do fruto (DFR), comprimento da placenta (CPL), massa da matéria seca do fruto (MSF), número de sementes por fruto (NSF) e número de frutos por planta (NFP) apresentaram valores médios na geração F₁ superiores a média dos seus genitores (Tabela 1).

Valores médios na geração F_1 inferiores aos dos genitores foram encontradas para as características altura da primeira bifurcação (APB), comprimento da folha (CFL), largura da folha (LDF), teor de matéria seca do fruto (TMS) e dias para frutificação (DPFR) (Tabela 1).

Em relação às características diâmetro da copa (DDC), altura da primeira bifurcação (APB), diâmetro do caule (DCL), diâmetro da pétala (DPE), comprimento da antera (CANT), comprimento do fruto (CFR), comprimento do pedúnculo (CP), espessura do pericarpo (EP) e dias para floração (DPFL), estes apresentaram médias na geração F_1 dentro do intervalo entre as médias dos genitores (Tabela 1).

Para as características altura da planta (AP), altura da primeira bifurcação (APB), diâmetro do caule (DCL), largura da folha (LDF), diâmetro da pétala (DPE), comprimento da antera (CANT), comprimento do estilete (CE), peso do fruto (PFR), comprimento do fruto (CFR), diâmetro do fruto (DFR), comprimento do pedicelo (CP), massa da matéria seca do fruto (MSF), número de sementes por fruto (NSF), dias para floração (DPFL) e dias para frutificação (DPFR) a média da geração F_2 foi inferior à média dos híbridos (Tabela 1). Porém, de acordo com os desvios padrão apresentados na Tabela 1 para as F_1 e F_2 , pode-se afirmar que existem indivíduos tanto na geração F_1 quanto na geração segregante com valores inferiores ou superiores as médias apresentadas.

Quanto as variáveis diâmetro da copa (DDC), comprimento da folha (CFL), comprimento da corola (CC), comprimento da placenta (CPL), espessura do pericarpo (EP), teor da matéria seca do fruto (TMS) e número de frutos por planta (NFP), estes apresentaram médias da geração F_2 superiores à média dos híbridos (Tabela 1). É importante atentar para discrepância dos dados em relação à média dada pelo desvio padrão, assim existem indivíduos na geração F_2 inferiores a média dos híbridos.

Indivíduos transgressivos foram encontrados em todas as características avaliadas. As variáveis altura da planta (AP), altura da primeira bifurcação (APB), comprimento da folha (CFL), comprimento da corola (CC), diâmetro da pétala (DPE), comprimento da antera (CANT), comprimento do estilete (CE), comprimento do pedúnculo (CP), espessura do pericarpo (EP), teor da matéria seca do fruto (TMS) e número de sementes por fruto (NSF) apresentaram indivíduos transgressivos na geração F_2 para valores máximos e mínimos.

Tabela 1: Valores médios e desvio padrão de 22 características quantitativas de planta, flores e frutos nos parentais, F₁, F₂, e Retrocruzamentos RC₁ e RC₂ obtidas a partir do cruzamento entre os acessos de *Capsicum annum* 01 e 132.

GERAÇÃO		P1		P2		F1		F2		RC1		RC2	
		Médi	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
P	AP	28.033	0.0578	26.3333	1.1546	29.0	3.1622	23.9312	5.0425	17.66	4.1485	17.8819	3.8851
L	DDC	30.2	0.3464	12.6666	2.0816	27.8	6.3403	28.0983	5.7483	25.072	4.8293	23.7736	5.7786
A	APB	14.366	0.3214	12.6666	0.5773	12.1	3.8144	10.2959	3.6759	8.504	3.3350	8.4	3.2254
N	DCL	0.5266	0.0070	0.6233	0.0809	0.586	0.0390	0.4677	0.0989	0.6345	0.1025	0.5654	0.0915
T	CFL	6.61	0.1053	7.3333	0.2887	5.66	0.8384	6.0462	1.3179	7.6813	1.4904	6.4111	0.8183
A	LDF	3.12	0.0458	3.6666	0.2887	2.56	0.1341	1.9272	0.3165	2.1661	0.3211	2.0238	0.2883
F L O R	CC	1.5366	0.0212	1.9	0.0871	1.538	0.2466	1.7410	0.2025	1.5809	0.6319	1.5891	0.1875
	DPE	0.7666	0.0122	0.95	0.0435	0.818	0.0229	0.5032	0.0776	0.4314	0.0640	0.4361	0.0547
	CANT	0.2933	0.0324	0.2566	0.0070	0.278	0.0132	0.2063	0.0375	0.2689	0.0429	0.2516	0.0230
	CE	0.5766	0.0406	0.54	0.0173	0.666	0.0772	0.4578	0.0611	0.4292	0.0685	0.4229	0.0501
	DPFL	89.0	1.0	95.0	1.0	91.0	1.5811	50.9183	7.8045	38.6533	6.1347	39.7916	6.2707
F R U T O	PFR	0.22	0.07	1.3766	0.7003	1.554	0.3493	1.1650	0.4645	0.8117	0.5416	0.6986	0.3634
	CFR	0.8733	0.0851	3.84	0.9260	3.564	0.2662	2.9919	0.8015	1.9785	0.8335	2.2737	0.7059
	DFR	0.6666	0.0851	0.66	0.2615	0.924	0.0572	0.9019	0.1894	0.842	0.1616	0.7220	0.1931
	CP	1.5933	0.2237	2.3033	0.0158	2.168	0.2641	1.9721	0.2411	1.8258	0.2987	1.68	0.1413
	EP	0.1133	0.0158	0.15	0.02	0.122	0.025	0.1267	0.0266	0.0977	0.0339	0.0725	0.0161
	CPL	0.5266	0.0552	0.7733	0.0667	0.986	0.5991	1.4446	0.4405	1.7352	0.5066	1.9734	0.3531
	TMS	19.733	1.0969	22.84	5.7504	15.838	0.6334	17.3520	4.4585	19.8934	3.0504	15.6719	5.4371
	MSF	0.0333	0.0212	0.1866	0.1002	0.192	0.0536	0.1651	0.0826	0.1242	0.1025	0.0775	0.0486
	NSF	17.666	8.0829	16.3333	10.5987	54.0	12.5099	29.4013	17.1095	23.6533	15.1153	30.8055	13.9986
	NFP	20.0	1.0	15.0	1.0	28.2	4.4944	69.9183	24.3593	36.84	18.6431	49.0416	16.5762
	DPFR	135.0	1.0	132.0	1.0	124.4	1.5165	97.0204	10.3503	73.3866	9.1058	79.4444	5.2912

AP (cm) - altura da planta; DDC (cm) - diâmetro da copa; APB (cm) – altura da primeira bifurcação; DCL (cm) – diâmetro do caule; CFL (cm) - comprimento da folha; LDF (cm) - largura da folha; CC (cm) - comprimento da corola; DPE (cm) – diâmetro da pétala; CANT (cm) – comprimento da antera; CFI (cm) – comprimento do filete; PFR (g) - peso do fruto; CFR (cm) - comprimento do fruto; DDF (cm) - diâmetro do fruto; CP (cm) – comprimento do pedúnculo; EP (cm) – espessura do pericarpo; CPL (cm) – comprimento da placenta; TMS (cm) – Teor de matéria seca; MSF (g) - massa da matéria seca do fruto; NSF – número de sementes por fruto; NFP - número de frutos por planta; DPFL - dias para floração; DPFR - dias da frutificação. DP - Desvio-Padrão.

Indivíduos transgressivos na geração F_2 apenas para valores máximos foram encontrados para as características diâmetro da copa (DDC), peso do fruto (PFR), comprimento do fruto (CFR), diâmetro do fruto (DFR), comprimento da placenta (CPL), massa da matéria seca do fruto (MSF) e número de frutos por planta (NFP). E apenas para valores mínimos na F_2 para as características diâmetro do caule (DCL), largura da folha (LDF), dias para floração (DPFL) e dias para frutificação (DPFR).

As médias dos retrocruzamentos (RC_1 e RC_2) para as características altura da planta (AP), altura da primeira bifurcação (APB), largura da folha (LDF), diâmetro da pétala (DPE), comprimento do estilete (CE), espessura do pericarpo (EP), dias para floração (DPFL) e dias para frutificação (DPFR) foram inferiores a média dos genitores (P_1 e P_2) e dos híbridos (F_1), além de apresentarem baixos desvios padrão (Tabela 1).

Para as características número de frutos por planta (NFP) e comprimento da placenta (CPL), as médias dos retrocruzamentos (RC_1 e RC_2) foram superiores as médias dos genitores (P_1 e P_2) e dos híbridos (F_1), apresentando baixos desvios padrão (Tabela 1).

Nas características comprimento da corola (CC), peso do fruto (PFR), comprimento do fruto (CFR), comprimento do pedúnculo (CP), massa da matéria seca do fruto (MSF), número de sementes por fruto (NSF) e diâmetro do fruto (DFR), as médias dos retrocruzamentos não se aproximaram das médias do P_1 , P_2 e F_1 (Tabela 1).

A variável diâmetro da copa (DDC) obteve média no retrocruzamento 1 (RC_1) semelhante a média da F_1 (Tabela 1).

As médias dos retrocruzamentos 2 (RC_2) apresentaram valores médios aproximados aos híbridos (F_1) para as características diâmetro do caule (DCL) e teor da matéria seca do fruto (TMS) (Tabela 1).

A variável comprimento da folha (CFL) obteve um valor médio no retrocruzamento (RC_2) semelhante ao genitor 1 (P_1) (Tabela 1).

A característica comprimento da antera (CANT), apresentou média do retrocruzamento 2 (RC_2) igual ao genitor 2 (P_2) (Tabela 1).

3.2. Estimativas de parâmetros genéticos

Para a característica altura da planta, foi observado que a variância ambiental foi de 20.9% (5.334) e a variância genotípica foi responsável por 79.1% (20.092). A proporção de aditividade na constituição da variância genotípica foi de 92.3% (18.548)

e a variação devido a desvios de dominância foi responsável por apenas 7.7% (1.544) de toda a variância genotípica. A herdabilidade no sentido amplo apresentou alta magnitude para este caráter (79.0%), esta mede quanto da variação fenotípica na população F_2 é devido a causas genéticas. A herdabilidade no sentido restrito, que expressa o quanto da variação total é devido aos genes de efeitos aditivos, apresentou uma magnitude de 72.9% (Tabela 2).

Na característica diâmetro da copa, verificou-se que 64.2% (21.213) da variância fenotípica foram devido aos efeitos do ambiente e 35.8% (11.830) aos efeitos genéticos, exercendo pouca influência na expressão dos caracteres. Do total do efeito genético, 79.2% (9.371) foram devido aos efeitos aditivos e 20.8% (2.458) devido aos desvios de dominância. As herdabilidades no sentido amplo e restrito apresentaram valores abaixo de 40%, indicando que o ambiente está influenciando na expressão do fenótipo (Tabela 2).

Do total da variância fenotípica para a característica altura da primeira bifurcação, 54.6% (7.384) foram devido ao ambiente e 45.4% (6.128) devido aos efeitos genéticos. Do total do efeito genético, 89.7% (5.499) foram devido à variância aditiva e 10.3% (0.629) devido aos efeitos de dominância. Para essa característica pode-se observar baixos valores de herdabilidade no sentido amplo (45.3%) e restrito (40.6%) (Tabela 2).

Para a característica diâmetro do caule a variância ambiental foi responsável por 22.2% (0.002) de toda variância fenotípica expressa o que representa que a interferência ambiental sobre essa característica é baixa, do total da variância genotípica, 9,3% (0.0006) foram devidos os efeitos aditivos e 90.7% (0.006) devido os desvios de dominância. Pode-se observar um alto valor de herdabilidade no sentido amplo (75,37%) e um baixo valor de herdabilidade no sentido restrito (6.97%) evidenciando maior contribuição dos efeitos de dominância em relação aos de aditividade para esta característica (Tabela 2).

Em relação à característica comprimento da folha, a variância ambiental exerceu pouca influencia na expressão do caráter, sendo responsável por 21.4% (0.375) do total da variância fenotípica, os outros 78.6% (1.361) foram devido a causas genéticas. Do total da variância genética, 42.8% (0.582) foram devido aos efeitos aditivos e 57.8% (0.779) foi devido aos efeitos atribuídos a dominância. Os valores de herdabilidade no sentido amplo e restrito foram 78.40% e 33.53%, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2 - Estimativas dos parâmetros genéticos para características de planta, flor e fruto em população segregante de pimenteira ornamental (*Capsicum annuum*) obtidas a partir do cruzamento entre os acessos 01 e 132.

CARACTERÍSTICAS		PARÂMETROS							
		σ_f^2	σ_m^2	σ_g^2	σ_a^2	σ_d^2	(h_a^2) %	(h_r^2) %	GMD
P	Altura da planta	25.427	5.334	20.092	18.548	1.544	79.02	72.94	2.13
	Diâmetro da copa	33.043	21.213	11.830	9.371	2.458	35.80	28.36	0.72
A	Altura da primeira bifurcação	13.512	7.384	6.128	5.499	0.629	45.35	40.69	-1.66
N	Diâmetro do caule	0.009	0.002	0.007	0.0006	0.006	75.37	6.97	-0.22
T	Comprimento da folha	1.736	0.375	1.361	0.582	0.779	78.40	33.53	-3.62
A	Largura da folha	0.100	0.030	0.069	0.014	0.055	69.70	14.10	-3.04
F L O R	Comprimento da corola	0.041	0.032	0.008	0.006	0.001	20.93	16.82	0.99
	Diâmetro da pétala	0.006	0.0007	0.005	0.004	0.0002	87.14	82.20	0.44
	Comprimento da antera	0.001	0.0003	0.001	0.0004	0.0005	74.33	31.89	0.16
	Comprimento do estigma	0.003	0.003	0.0002	0.0002	0.00001	6.92	6.62	5.87
	Dias para floração	0.215	0.184	0.030	0.006	0.024	14.31	2.82	1.30
F R U T O	Peso do fruto	0.642	0.251	0.390	0.091	0.299	60.83	14.25	-0.81
	Comprimento do fruto	0.035	0.020	0.015	0.008	0.006	42.76	23.31	78.2
	Diâmetro do fruto	0.058	0.047	0.010	0.007	0.003	18.38	12.20	-0.61
	Comprimento do pedúnculo	0.0007	0.0004	0.0002	0.00001	0.0002	33.31	1.59	0.52
	Espessura do pericarpo	0.194	0.181	0.012	0.006	0.005	6.52	3.46	2.72
	Comprimento da placenta	19.878	8.768	11.110	0.889	10.220	55.89	4.47	-3.50
	Teor de matéria seca do fruto	0.006	0.004	0.002	0.0007	0.001	40.47	11.31	1.06
	Massa da matéria seca do fruto	292.735	122.666	170.068	161.035	9.032	58.09	55.01	55.5
	Número de sementes por fruto	593.376	10.6	582.776	564.412	18.364	98.21	95.11	4.28
	Número de frutos por planta	60.911	1.75	59.161	44.865	14.296	97.12	73.65	0.33
Dias para frutificação	107.129	1.65	105.479	103.346	2.133	98.45	96.46	-6.06	

σ_f^2 - Variância fenotípica; σ_m^2 - Variância do meio; σ_g^2 - Variância genotípica; σ_a^2 - Variância aditiva; σ_d^2 - Variância de dominância; h_a^2 - Herdabilidade no sentido amplo; h_r^2 - Herdabilidade no sentido restrito; GMD – Grau médio de dominância.

Na variável largura da folha, de toda a variância fenotípica expressa, 30.3% (0.030) foram devido à variância ambiental e 69.7% (0.069) devido a variâncias genéticas, da qual 20.2% (0.014) foram devido aos efeitos de aditividade e 79.8 % (0.055) devido aos efeitos atribuídos a dominância. As estimativas da herdabilidade no sentido amplo foram altas (69.7%), no entanto, os valores relacionados a herdabilidade no sentido restrito foram baixos (14.1%) (Tabela 2).

Quanto às características comprimento da corola e comprimento do estigma, os resultados mostraram que o ambiente exerceu forte influência na expressão das características, mais de 80% (0.032 e 0.003, respectivamente) de toda variância fenotípica foi devido a variância ambiental e 20% (0.008 e 0.0002) devido a variância genotípica. Do total da variância genotípica, mais de 80% (0.006 e 0.0002, respectivamente) foram devido aos efeitos aditivos e valores abaixo de 20% (0.001 e 0.00001) devido aos efeitos de dominância. As estimativas de herdabilidades no sentido amplo e restrito para as duas características foram menores que 25%, para estes caracteres os fatores ambientais têm um grande efeito sobre o fenótipo (Tabela 2).

Para o caráter diâmetro da pétala, a variância ambiental foi responsável por 12.8% (0.0007) do total da variância fenotípica, e 87.2% (0.005) foi devido à variância genética, do total da variância genética 94.3% (0.004) foram devido a variância aditiva e os outros 5.7% (0.0002) devido a variância de dominância. As estimativas de herdabilidade no sentido amplo e restrito apresentaram valores superiores a 80%, evidenciando maior contribuição dos efeitos de aditividade em relação aos desvios devido à dominância para esta característica (Tabela 2).

Do total da variância fenotípica obtida pela variável comprimento da antera, a variância ambiental foi responsável por 25.7% (0.0003) e 74.3% (0.001) foram devido a causas genéticas. Do total da variância genética, 42.9% (0.0004) foi devido aos efeitos de aditividade e 57.1% (0.0005) devido aos efeitos atribuídos a dominância. Pode-se observar um alto valor de herdabilidade no sentido amplo (74.33%) e um baixo valor de herdabilidade no sentido restrito (31.89%) (Tabela 2).

Para a característica dias para floração, os efeitos ambientais exerceram pouca influência na expressão do caráter, 2.9% (1.75) de toda variância fenotípica foi devido ao ambiente e 97.1% (59.161) devido a causas genéticas. Do total da variância genética, 75.8% (44.865) foram influenciadas pela variância aditiva e 24.2% (14.296) foram devido aos efeitos de dominância. As estimativas de herdabilidade no sentido amplo e restrito apresentaram valores acima de 70% (Tabela 2).

Na característica peso do fruto verificou-se que a variância ambiental contribuiu com 85.7% (0.184) do total da variância fenotípica, enquanto que 14.3% (0.030) foram devido a causas genéticas. Do total da variância genética, 19.7% (0.006) foi devido a variância aditiva e 80.3% (0.024) foi referente ao componente genético atribuído a dominância. As estimativas de herdabilidade no sentido amplo e restrito foram consideradas baixas com valores de 14.3% e 2.8%, respectivamente (Tabela 2).

Para a variável comprimento do fruto, de toda a variância fenotípica analisada, 29.1% (0.251) foi devido a variância ambiental e 60.9% (0.390) devido a variância genética. Do total da variância genética, 23.4% (0.091) foram devido aos efeitos de aditividade e 76.6% (0.299) estão relacionados aos efeitos de dominância. A herdabilidade no sentido amplo foi 60.8% e no sentido restrito de 14.2% (Tabela 2).

Em relação à característica diâmetro do fruto, a variância ambiental foi responsável por 57.2% (0.020) do total da variância fenotípica, e 42.8% (0.015) foram devido a causas genéticas. Do total da variância genética, 54.5% (0.008) foram devido aos efeitos aditivos e 45.5% (0.006) foi devido aos efeitos atribuídos a dominância. Os valores de herdabilidade no sentido amplo e restrito foram baixos, 42.7% e 23.3%, respectivamente (Tabela 2).

Na característica comprimento do pedúnculo, verificou-se que 81.6% (0.047) da variância fenotípica foram devido aos efeitos do ambiente e 18.4% (0.010) aos efeitos genéticos. Do total da variância genética, 66.4% (0.007) estão relacionados a variância aditiva e 33.6% (0.003) ao componente genético atribuído a dominância. A herdabilidade no sentido amplo apresentou baixa magnitude para este caráter (18.3%), assim como a herdabilidade no sentido restrito (12.2%) (Tabela 2).

Para a característica espessura do pericarpo, foi observado que a variância ambiental foi de 66.7% (0.0004) e a variância genotípica foi responsável por 33.3% (0.0002). A proporção de aditividade na constituição da variância genotípica foi de 4.6% (0.00001) e a variação devido a desvios de dominância foi responsável por apenas 95.4% (0.0002) de toda a variância genotípica. A herdabilidade no sentido amplo e restrito apresentaram valores de baixas magnitudes 33.31% e 1.59%, respectivamente (Tabela 2).

Na característica comprimento da placenta, verificou-se que 93.5% (0.181) da variância fenotípica foram devido aos efeitos do ambiente e 6.5% (0.012) aos efeitos genéticos. Do total do efeito genético, 53.2% (0.006) foram devido aos efeitos aditivos e 46.8% (0.005) devido aos desvios de dominância. As herdabilidades no sentido amplo e

restrito apresentaram valores abaixo de 10%, indicando que o ambiente está influenciando na expressão do fenótipo (Tabela 2).

Do total da variância fenotípica para a característica teor da matéria seca do fruto, 44.1% (8.768) foram devido aos efeitos do ambiente e 55.9% (11.110) devido aos efeitos genéticos. Do total do efeito genético, 8.0% (0.889) foram devido à variância aditiva e 92.0% (10.220) devido aos efeitos de dominância. Para essa característica pode-se observar baixos valores de herdabilidade no sentido amplo (55.89%) e restrito (4.47%) (Tabela 2).

Para a característica massa da matéria seca do fruto, verificou-se que a variância ambiental contribuiu com 59.5% (0.004) do total da variância fenotípica, enquanto que 40.5% (0.002) foram devido a causas genéticas. A proporção de aditividade na constituição da variância genotípica foi de 27.9% (0.0007). A variação devido a desvios de dominância foi responsável por 72.1% (0.001) de toda a variância genotípica. As estimativas de herdabilidade no sentido amplo e restrito foram abaixo de 50% (Tabela 2).

Verificou-se para o caráter número de sementes por fruto, que 41.9% (122.666) da variância fenotípica total foi devida a causas ambientais e 58.1% (170.068) foi devido às causas genéticas. Do total da variância genética, 94.7% (161.035) foi devido aos efeitos aditivos e 5.3% (9.032) devido à variância atribuída aos desvios de dominância. Os valores de herdabilidade no sentido amplo e restrito foram baixos 58.09% e 55.01%, respectivamente (Tabela 2).

Em relação as características número de frutos por planta e dias para frutificação, menos de 2.0% (10.6 e 1.65, respectivamente) de toda variância fenotípica foi devido a variância ambiental e mais de 90% (582.776 e 105.479) devido a causas genéticas. Do total da variância genética, mais de 90% (564.412 e 103.346, respectivamente) foram influenciadas pela variância aditiva e valores abaixo de 10% (18.364 e 2.133) foram devido aos efeitos de dominância. As estimativas de herdabilidades no sentido amplo e restrito para as duas características foram maiores que 70%, indicando uma considerável participação dos efeitos genéticos sobre a expressão fenotípica das características (Tabela 2).

Em relação ao grau médio de dominância, os valores obtidos indicaram interação do tipo sobredominância para as características altura da planta, altura da primeira bifurcação, comprimento e largura da folha, comprimento do filete, peso do fruto, diâmetro do fruto, comprimento da placenta, teor de matéria seca do fruto, massa

da matéria seca do fruto, número de sementes por fruto, número de frutos por planta e dias para frutificação. Para as demais características, os valores obtidos indicaram a interação do tipo dominância incompleta (Tabela 2).

3.3. Análise de geração

O modelo com três parâmetros (m, a, d) aditivo-dominante foi suficiente para explicar apenas 3 das 22 características avaliadas de planta, flor e fruto, são eles: diâmetro da copa – DDC (81.7%), diâmetro do fruto – DFR (71.1%) e número de sementes por fruto – NSF (84.1%), estes apresentaram estimativas do R^2 superiores a 70% (Tabela 3).

As características altura da planta, altura da primeira bifurcação, diâmetro do caule, comprimento da folha, largura da folha, comprimento da corola, diâmetro da pétala, comprimento da antera, comprimento do estilete, dias para floração, peso do fruto, comprimento do fruto, comprimento do pedúnculo, espessura do pericarpo, comprimento da placenta, teor de matéria seca do fruto, massa seca do fruto, número de frutos por planta e dias para frutificação foram explicadas pelo modelo completo composto de seis parâmetros (m, d, a, aa, ad, dd), pois as estimativas do R^2 variaram entre 1.01% a 53.8% (Tabela 3).

De acordo com o teste t a 1% e 5% de probabilidade, para ambos os modelos, o parâmetro genético m (média de todos os possíveis homozigotos que se encontram entre os vários genótipos, considerando todos os genes da população) apresentou significância para todas as características, exceto diâmetro do caule (DCL), para o modelo completo, e peso do fruto (PFR) e massa seca do fruto (MSF), para o modelo aditivo-dominante (Tabela 3 e 4).

Todos os caracteres avaliados para o modelo reduzido foram significativos de acordo com o teste t a 1% e 5% de probabilidade para o efeito gênico aditivo a (medida dos efeitos aditivos de todos os genes que controlam o caráter), exceto comprimento do estilete e peso do fruto (Tabela 3). Para o modelo completo, das 22 características avaliadas, apenas 13 foram significativas, sendo diâmetro da copa, altura da primeira bifurcação, comprimento da folha, largura da folha, comprimento da corola, diâmetro da pétala, dias para floração, peso do fruto, comprimento do fruto, comprimento do pedúnculo, comprimento da placenta, número de frutos por planta e dias para frutificação (Tabela 4).

Tabela 3 - Efeito gênicos para o modelo aditivo-dominante em 22 características de planta, flores e frutos em pimenteira ornamental.

MODELO ADITIVO-DOMINANTE								
Efeitos	AP (R²)	DDC (R²)	APB (R²)	DCL (R²)	CFL (R²)	LDF (R²)	CC (R²)	DPE (R²)
m	26.73**(97.06)	23.95**(93.21)	13.47**(95.49)	0.49**(98.98)	6.82**(99.72)	2.56**(94.47)	1.65**(99.47)	0.55**(94.57)
a	1.29**(0.22)	6.10**(6.32)	0.80**(0.37)	0.02**(0.36)	-0.16*(0.05)	0.43**(3.0)	-0.11**(0.52)	0.12**(5.40)
d	-11.29**(2.70)	3.75**(0.45)	-8.03**(4.12)	0.07**(0.65)	-0.82**(0.21)	-0.80**(2.51)	-0.007 ^{ns} (0.0003)	-0.01 ^{ns} (0.01)
Total	1.01	81.7	21.1	2.31	30.43	9.5	53.8	4.74
Efeitos	CANT (R²)	CFI (R²)	PFR (R²)	CFR (R²)	DFR (R²)	CP (R²)	EP (R²)	CPL (R²)
m	0.23**(99.47)	0.52**(97.62)	0.12 ^{ns} (2.67)	1.38**(52.57)	0.70**(95.07)	2.39**(93.50)	0.10**(73.38)	0.66**(46.83)
a	-0.01**(0.36)	0.008 ^{ns} (0.04)	0.12 ^{ns} (2.97)	-0.48**(6.63)	0.06*(0.93)	0.10**(0.18)	0.03**(26.43)	-0.15**(2.83)
d	0.01 ^{ns} (0.15)	-0.16**(2.33)	1.61**(94.35)	2.25**(40.79)	0.24**(3.99)	-1.10**(6.31)	-0.01 ^{ns} (0.18)	1.94**(50.33)
Total	17.8	2.8	16.7	38.3	71.1	8.7	4.4	20.7
Efeitos	TMS (R²)	MSF (R²)	NSF (R²)	NFP (R²)	DPFL(R²)	DPFR (R²)		
m	18.72**(97.10)	0.005 ^{ns} (0.21)	13.81**(40.94)	18.52**(81.53)	79.83**(97.40)	123.19**(98.61)		
a	2.72**(1.78)	0.04**(26.10)	-4.48*(10.45)	2.18**(1.13)	-3.06**(0.14)	4.56**(0.13)		
d	-2.59**(1.11)	0.23**(73.67)	29.84**(48.59)	34.41**(17.32)	-25.32**(2.45)	-27.23**(1.25)		
Total	6.8	3.1	84.1	14.6	6.8	11.0		

AP (cm) - altura da planta; DDC (cm) - diâmetro da copa; APB (cm) – altura da primeira bifurcação; DCL (cm) – diâmetro do caule; CFL (cm) - comprimento da folha; LDF (cm) - largura da folha; CC (cm) - comprimento da corola; DPE (cm) – diâmetro da pétala; CANT (cm) – comprimento da antera; CFI (cm) – comprimento do filete; PFR (g) - peso do fruto; CFR (cm) - comprimento do fruto; DFR (cm) - diâmetro do fruto; CP (cm) – comprimento do pedúnculo; EP (cm) – espessura do pericarpo; CPL (cm) – comprimento da placenta; TMS (cm) – Teor de matéria seca; MSF (g) - massa da matéria seca do fruto; NSF – número de sementes por fruto; NFP - número de frutos por planta; DPFL - dias para floração; DPFR - dias da frutificação.

m = média de homozigotos, a = aditivo, d=dominante.

** significativo, a 1% de probabilidade, * significativo a 5% de probabilidade, pelo teste t e ns - não significativo.

Tabela 4 - Efeito gênicos para o modelo completo em 22 características de planta, flores e frutos em pimenteira ornamental.

MODELO COMPLETO							
	Características / Efeitos	m (R ²)	a (R ²)	d (R ²)	aa (R ²)	ad (R ²)	dd (R ²)
P L A N T A	Altura da planta	51.82** ⁽⁹⁴⁷⁾	0.85 ^{ns} ^(0.52)	-88.74** ^(21.53)	-24.64** ^(10.96)	-2.14 ^{ns} ^(0.17)	65.92** ^(19.46)
	Diâmetro da copa	36.13** ^(37.84)	8.76** ^(42.41)	-23.81* ^(2.16)	-14.70** ^(6.61)	-14.93** ^(9.96)	15.47 ^{ns} ^(0.98)
	Altura da primeira bifurcação	20.89** ^(54.91)	0.85* ^(6.68)	-33.59** ^(19.33)	-7.37** ^(6.93)	-1.49 ^{ns} ^(0.56)	24.80** ^(11.55)
	Diâmetro do caule	0.04 ^{ns} ^(0.29)	-0.04 ^{ns} ^(1.58)	1.14** ^(26.07)	0.52** ^(49.73)	0.23* ^(6.36)	-0.60** ^(15.94)
	Comprimento da folha	2.97** ^(11.48)	-0.36* ^(7.62)	9.60** ^(17.87)	3.99** ^(21.28)	3.26** ^(26.10)	-6.92** ^(15.62)
	Largura da folha	2.72** ^(59.21)	-0.27* ^(2.36)	-3.01** ^(10.12)	0.67** ^(4.81)	0.83* ^(4.02)	2.85** ^(19.45)
F L O R	Comprimento da corola	2.34** ^(79.17)	-0.18** ^(6.54)	-1.60** ^(4.68)	-0.62** ^(6.05)	0.34* ^(2.36)	0.79* ^(1.16)
	Diâmetro da pétala	1.13** ^(36.24)	-0.09** ^(1.67)	-2.21** ^(21.55)	-0.27** ^(2.52)	0.17** ^(0.96)	1.89** ^(37.03)
	Comprimento da antera	0.05* ^(3.74)	0.01 ^{ns} ^(1.46)	0.36** ^(20.83)	0.21** ^(66.16)	-0.002 ^{ns} ^(0.003)	-0.15* ^(7.78)
	Comprimento do estilete	0.68** ^(68.29)	0.018 ^{ns} ^(0.28)	-0.89** ^(14.19)	-0.12* ^(2.82)	-0.02 ^{ns} ^(0.07)	0.87** ^(14.31)
	Dias para floração	138.78** ^(29.62)	-3.0** ^(0.91)	-303.67** ^(23.52)	-46.78** ^(3.41)	3.72 ^{ns} ^(0.04)	255.89** ^(42.46)
F R U T O	Peso do fruto	2.43** ^(34.12)	-0.57* ^(4.08)	-4.20** ^(12.80)	-1.63** ^(29.14)	1.38* ^(5.12)	3.32** ^(14.71)
	Comprimento do fruto	5.81** ^(38.84)	-1.48** ^(7.23)	-9.05** ^(12.74)	-3.46** ^(21.11)	2.37* ^(3.79)	6.79** ^(16.26)
	Diâmetro do fruto	1.14** ^(68.21)	0.003 ^{ns} ^(0.001)	-0.74 ^{ns} ^(3.80)	-0.47** ^(22.28)	0.23 ^{ns} ^(1.35)	0.52 ^{ns} ^(4.33)
	Comprimento do pedúnculo	2.82** ^(67.09)	-0.35** ^(4.14)	-2.75** ^(8.05)	-0.87** ^(8.68)	1.00** ^(6.10)	2.09** ^(5.92)
	Espessura do pericarpo	0.29** ^(47.37)	-0.01 ^{ns} ^(0.68)	-0.50** ^(17.88)	-0.16** ^(19.98)	0.08** ^(2.87)	0.33** ^(11.19)
	Comprimento da placenta	-0.98** ^(6.19)	-0.12** ^(6.53)	7.75** ^(46.52)	1.63** ^(17.28)	-0.22 ^{ns} ^(0.61)	-5.78** ^(22.84)
	Teor da matéria seca do fruto	19.56** ^(81.73)	-1.55 ^{ns} ^(1.29)	-5.12 ^{ns} ^(0.74)	1.72 ^{ns} ^(1.05)	11.54* ^(15.03)	1.39 ^{ns} ^(0.13)
	Massa da matéria seca do fruto	0.36** ^(34.15)	-0.07 ^{ns} ^(3.93)	-0.63** ^(13.27)	-0.25** ^(26.96)	0.24* ^(8.50)	0.45** ^(13.16)
	Número de sementes por fruto	25.68* ^(47.65)	0.66 ^{ns} ^(0.15)	-13.45 ^{ns} ^(1.82)	-8.68 ^{ns} ^(6.92)	-15.63 ^{ns} ^(14.96)	41.76 ^{ns} ^(28.47)
	Número de frutos por planta	125.41** ^(42.96)	2.5** ^(42.96)	-124.75** ^(7.37)	-107.91** ^(31.86)	-29.40** ^(6.75)	27.54 ^{ns} ^(0.94)
Dias para frutificação	215.91** ^(38.85)	1.5* ^(0.20)	-384.07** ^(21.37)	-82.41** ^(5.71)	-15.11** ^(0.51)	292.55** ^(33.35)	

m = média de homozigotos, a = aditivo, d=dominante, aa=aditivo x aditivo, ad=aditivo x dominante e ad=aditivo x dominante.

** significativo, a 1% de probabilidade, * significativo a 5% de probabilidade, pelo teste t e ns - não significativo.

Para o modelo reduzido, das 22 características avaliadas, 4 não foram significativamente diferentes de acordo com o teste t a 1% e 5% de probabilidade para o efeito devidos a dominância d (medida dos desvios da dominância de todos os genes que controlam o caráter), sendo comprimento da corola, diâmetro da pétala, comprimento da antera e espessura do pericarpo (Tabela 3). Para o modelo completo apenas três caracteres apresentaram efeitos não significativos, sendo eles diâmetro do fruto, teor da matéria seca do fruto e número de sementes por fruto (Tabela 4).

No modelo epistático digênico aa (medida de todas as interações aditiva x aditiva entre dois genes, considerando todos os genes que controlam o caráter), ad (medida de todas as interações aditiva x dominante entre dois genes, considerando todos os genes que controlam o caráter) e dd (medida de todas as interações dominante x dominante entre dois genes, considerando todos os genes que controlam o caráter), apenas onze das vinte e duas características avaliadas apresentaram significância de acordo com o teste t a 1% e 5% de probabilidade para os três efeitos (aa, ad e dd) sendo diâmetro do caule, comprimento da folha, largura da folha, comprimento da corola, diâmetro da pétala, peso do fruto, comprimento do fruto, comprimento do pedúnculo, espessura do pericarpo, massa seca do fruto e dias para frutificação (Tabela 4).

Levando em consideração as variáveis explicadas pelos seis parâmetros genéticos, as características altura da planta, altura da primeira bifurcação, comprimento da folha, largura da folha, comprimento da corola, diâmetro da pétala, comprimento do estigma, dias para floração, peso do fruto, comprimento do fruto, comprimento do pedúnculo, espessura do pericarpo, comprimento da placenta, massa seca do fruto e dias para frutificação apresentaram uma maior contribuição para os efeitos de dominância (d) e os epistáticos dominância x dominância (dd) controlando os caracteres, todas as características apresentaram valores negativos para esses efeitos (Tabela 4).

Para as características diâmetro do caule, comprimento da antera e número de frutos por planta o efeito gênico dominante (d) e o epistático (aa) apresentaram uma contribuição de maior magnitude em relação as demais características (Tabela 4).

O caráter teor de matéria seca apresentou o efeito gênico aditivo x dominante (ad) com uma contribuição de maior magnitude envolvido no controle deste caráter, sendo ainda o único efeito significativo do modelo, desconsiderando a m (Tabela 4).

Em relação às variáveis diâmetro da copa, diâmetro do fruto e número de sementes por fruto onde o modelo reduzido aditivo-dominante foi suficiente para

explicá-las, o caráter diâmetro da copa foi controlado por efeitos aditivos (a) que apresentaram valores positivos com uma maior contribuição (Tabela 3).

Os efeitos de dominância (d) apresentaram uma maior magnitude com valores positivos para as características diâmetro do fruto e número de sementes por fruto (Tabela 3). Vale salientar que os efeitos gênicos aditivos também atuam nessa característica, pois são significativos, no entanto os efeitos gênicos de dominância apresentam uma maior magnitude.

4. DISCUSSÃO

4.1. Médias das seis gerações

As características altura da planta, comprimento do estilete, peso do fruto, diâmetro do fruto, comprimento da placenta, massa da matéria seca do fruto, número de sementes por fruto e número de frutos por planta obtiveram médias dos híbridos superiores a média dos genitores, indicando a ocorrência de heterose positiva ou vigor híbrido. A ocorrência da heterose pode ser explicada pela hipótese da dominância (Davenport, 1908), sobredominância (Shull, 1908) ou epistasia (Geiger, 1988). Resultados semelhantes foram encontrados por Rêgo et al., (2012b) e Nascimento et al., (2014) em trabalhos com *Capsicum annuum* onde demonstraram efeito de natureza não aditiva no controle dos caracteres comprimento do estilete, comprimento da placenta, número de sementes por fruto e número de frutos por planta. Rêgo et al., (2009a) em estudos com *Capsicum baccatum* também apresentaram genes de efeitos não aditivos controlando o caráter altura da planta, diâmetro do fruto e massa da matéria seca do fruto.

As características comprimento da folha, largura da folha, teor de matéria seca do fruto e dias para frutificação apresentaram heterose negativa, os valores médios na geração F_1 foram inferiores as médias dos genitores. Dados discordantes foram relatados por Patel et al., (1998) e Geleta e Labuschagne (2004b) ambos em trabalhos realizados com *Capsicum annuum* L. onde relataram maior predominância dos efeitos de natureza aditiva no controle do caráter dias para frutificação. Nascimento et al., (2014) analisando componentes de produção e qualidade de frutos em um dialelo (*Capsicum annuum*) apresentaram efeitos de natureza não aditiva para a variável teor de matéria seca do fruto.

Interações alélicas do tipo aditivas foram encontradas neste trabalho para às características diâmetro da copa, altura da primeira bifurcação, diâmetro do caule, diâmetro da pétala, comprimento da antera, comprimento do fruto, comprimento do pedúnculo, espessura do pericarpo e dias para floração, pois apresentaram médias na geração F_1 dentro do intervalo entre as médias dos genitores. De acordo com Marame et al. (2009a), quando ocorre a fixação de alelos favoráveis aditivos dentro de um locus pode-se realizar a seleção de genótipos em gerações precoces. Resultados semelhantes foram encontrados por Geleta e Labuschagne (2004b) e Rêgo et al., (2009a) trabalhando com *Capsicum annum* L. e *Capsicum baccatum*, respectivamente, para a característica espessura do pericarpo onde os efeitos de natureza gênica aditiva controlaram o caráter.

Vale ressaltar que a média é um valor em torno do qual os dados tendem a se concentrar, existindo uma flutuação em torno desse valor medido pelo desvio padrão. Em relação ao desvio padrão observado nos genitores e híbridos, estes foram relativamente baixo, o que era de se esperar, uma vez que a variação desses valores é apenas ambiental, não existindo variação genética dentro do P_1 , P_2 e F_1 .

Quando se tem interações do tipo sobredominante, dominante ou aditiva, espera-se que a média da geração F_2 seja inferior à média da F_1 para interações do tipo sobredominância e dominância, e médias iguais na F_1 e F_2 para interações aditivas. No presente estudo este fato não ocorreu para todas as características, valores médios na geração F_2 superiores a geração F_1 foram observados, tal resultado pode ser explicado devido o número de indivíduos transgressivos encontrados na geração F_2 para valores máximos, aumentando a média de algumas características. De acordo com Wesp et al. (2008) a segregação transgressiva é o surgimento de indivíduos em gerações segregantes que estão fora do intervalo dos genitores para cada característica avaliada.

As características altura da planta e altura da primeira bifurcação obtiveram indivíduos transgressivos na geração F_2 para valores máximos e mínimos. Indivíduos com valores mínimos são de grande interesse para o melhoramento de pimenteiros ornamentais para esses dois caracteres, podendo selecionar esses indivíduos na geração segregante e dar continuidade ao programa de melhoramento, até obter plantas com altura adequada para vaso, pois, bifurcações mais altas aumentam o porte da planta (Rêgo et al., 2009a), e esta deve estar em conformidade com o tamanho do vaso (Barroso et al., 2012).

O caráter diâmetro da copa é uma característica muito importante para a estética de uma pimenteira ornamental. Indivíduos transgressivos para valores máximos foram

obtidos na geração segregante, porém nem sempre um diâmetro grande é favorável, um diâmetro da copa ideal irá depender da altura da planta e do vaso. Segundo Barbosa (2003) e Barroso (2012) a relação entre o diâmetro da copa e altura da planta no vaso é importante para formar um todo harmonioso, sendo sugerido que o diâmetro da copa seja de uma e meia a duas vezes o tamanho da planta no vaso. Nesse estudo, os vasos de pimenta ornamental apresentavam, 13cm de diâmetro e 16cm de comprimento, assim o diâmetro da copa ideal teria que apresentar de 19,5 a 26cm de diâmetro com uma altura da planta de 24 a 32cm de altura.

Apenas indivíduos transgressivos para valores mínimos foram obtidos na geração segregante para a característica diâmetro do caule, não sendo apropriada a seleção de indivíduos na F_2 , pois um diâmetro do caule menor facilita o tombamento da planta no vaso (Nascimento, 2013).

Indivíduos transgressivos para valores máximos e mínimos foram observados para a variável comprimento da folha e apenas para valores mínimos para o caráter largura da folha. Indivíduos com valores mínimos são importantes em programas de melhoramento de pimenteiros ornamentais (Rêgo et al., 2009a; Nascimento et al., 2012b), pois os frutos podem se destacar mais entre as folhagens quando estas são menores (Nascimento, 2013).

Para as características comprimento da corola, comprimento da antera e diâmetros da pétala que apresentaram indivíduos transgressivos para valores máximos e mínimos, é de interesse a seleção de indivíduos com valores máximos em gerações segregantes para obtenção de flores maiores, proporcionando mais beleza a planta, atraindo o consumidor para sua compra e aumentando o valor de mercado (Santos et al., 2013).

A variável comprimento do estilete também apresentou indivíduos transgressivos para valores máximos e mínimos. Em espécies domesticadas, o estilete se encontra no mesmo nível das anteras, aumentando a possibilidade de autopolinização, enquanto, nas espécies selvagens o filete está acima das anteras facilitando a fecundação cruzada (Casali e Couto, 1984; Rêgo et al., 2012d). Um filete menor auxiliaria o sucesso do pegamento dos cruzamentos, diminuindo o contato com o mesmo no momento da realização dos cruzamentos, uma vez que o contato excessivo com estilete resulta em um fruto deformado com conseqüente redução na produção de sementes (Nascimento, 2013).

Apenas indivíduos transgressivos para valores máximos foram obtidos para as características peso do fruto, comprimento do fruto, diâmetro do fruto e número de frutos por planta. Em plantas ornamentais, as características de dimensão dos frutos são negativamente correlacionadas com o número de frutos por planta (Rêgo et al., 2011b). Sendo de interesse plantas com frutos menores para que se mantenha o equilíbrio entre a arquitetura da planta, tamanho dos frutos no vaso (Neitzke et al., 2010; Rêgo et al., 2011a) e uma maior quantidade de frutos por planta.

A variável comprimento do pedúnculo apresentou indivíduos transgressivos para valores máximos e mínimos. Dados semelhantes foram reportados por Bein-Chain e Paran, (2000), em estudos com *C. annum* em diferentes épocas de plantio onde as características comprimento pedúnculo, apresentou segregação transgressiva.

Indivíduos transgressivos para valores máximos apresentados nas características comprimento da placenta e espessura do pericarpo devem ser selecionados em gerações segregantes, levando em consideração que frutos com paredes mais espessas são mais resistentes a danos causados no manuseio pós-colheita e no transporte (Lannes et al., 2007; Rêgo et al., 2009a). Na placenta são encontradas as maiores quantidades de capsacinóides (Zewdie e Bosland, 2001), substância responsável pela pungência característica dos frutos e rica em agentes antioxidantes (Rêgo et al., 2012d).

Santos (2012) obteve indivíduos transgressivos para valores máximos para característica número de sementes por fruto em estudos de herança com pimenteiros ornamentais *Capsicum annum*, corroborando com os resultados obtidos neste trabalho.

As características massa da matéria seca do fruto e teor da matéria seca do fruto apresentaram indivíduos transgressivos para valores máximos. Frutos de pimenteiros ornamentais também podem ser utilizados na culinária, na fabricação de conservas frescas e em pó, portanto a seleção de indivíduos com valores máximos na geração segregante para estas características é de interesse para o melhoramento de pimenteiros seja para fins ornamentais ou industriais.

Os caracteres dias para floração e frutificação é uma medida de precocidade e como tal, é de interesse que as mesmas apresentem valores mínimos (Nascimento, 2013). No presente estudo foram obtidos segregantes transgressivos para valores mínimos para estas características, podendo-se fazer a seleção desses indivíduos na geração segregante para obtenção de indivíduos mais precoces em gerações mais avançadas. Bein-Chain e Paran, (2000), em estudos com diferentes genótipos de

Capsicum annuum também apresentaram indivíduos transgressivos para valores mínimos em geração segregante F_3 .

Em relação às médias dos retrocruzamentos (RC_1 e RC_2), as características altura da planta, altura da primeira bifurcação, largura da folha, comprimento da corola, diâmetro da pétala, comprimento do estilete, peso do fruto, comprimento do fruto, diâmetro do fruto, comprimento do pedúnculo, espessura do pericarpo, comprimento da placenta, massa da matéria seca do fruto, número de sementes por fruto, número de frutos por planta, dias para floração e dias para frutificação apresentaram valores médios distantes dos seus parentais e híbridos. Essa discrepância na média pode ser atribuída a uma maior quantidade de genes com efeitos diferentes envolvidos na expressão das características, quando os gametas se unem aleatoriamente há uma formação de genótipos segregantes que podem apresentar valores maiores ou menores, alterando a média dos retrocruzamentos.

Em relação aos desvios padrão observados na F_2 e nos retrocruzamentos (RC_1 e RC_2), estes foram maiores que nos genitores e híbridos, essa dispersão dos dados já era esperado, uma vez que essas gerações não são homogêneas e sua variação deve-se a fatores ambientais e genéticos influenciando os caracteres.

4.2. Estimativas de parâmetros

Para a característica altura da planta a constituição genética forneceu maior contribuição para a expressão da característica, tendo o componente genético aditivo com uma maior representação da variância genotípica. Tal resultado pode ser comprovado pelo alto valor da herdabilidade no sentido amplo e restrito, acima de 70%, visto que, quanto maior a herdabilidade no sentido amplo, menor a influencia do ambiente na expressão da característica (Fekadu et al. 2003). Sugerindo a possibilidade de obtenção de ganhos genéticos mediante a seleção fenotípica em gerações segregantes (Schuelter et al., 2003). Resultado semelhantes foram relatados por Marame et al. (2009a e 2009b), Nascimento et al. (2012c) e Santos (2012) em análise biométrica de pimenteiras (*C. annuum*) onde encontraram altos valores de herdabilidade no sentido amplo e restrito. O grau médio de dominância (GMD), posição relativa do heterozigoto em relação a média dos homozigotos, indicando o tipo de interação alélica envolvida na expressão do caráter, apresentou interação do tipo sobredominância controlando a característica altura da planta, contrariando com o resultado obtido pela herdabilidade

no sentido restrito que mostra uma alta variância aditiva. Está incoerência nos resultados pode ser explicado pelo fato da variação genotípica entre progênes de irmãos completos contemplar $\frac{1}{2}$ da variância genética aditiva e $\frac{1}{4}$ da variância genética de dominância (Alves e Resende, 2008), sobressaindo a dominância nesse caso.

A característica diâmetro da copa apresentou alta influência do ambiente na expressão do caráter, para diminuir a variância ambiental de uma característica, uma das alternativas seria aumentar a variância genética, portanto, cruzamento entre indivíduos mais divergentes proporcionaria uma variância genética maior, diminuindo assim o efeito do ambiente. O alto valor da variância ambiental refletiu nas herdabilidades no sentido amplo e restrito, apresentando valores abaixo de 40%. De acordo com Passos et al. (2010) baixos valores de herdabilidade indicam que o ambiente está exercendo forte influencia na expressão fenotípica dos caracteres. Dados discordantes para herdabilidade no sentido amplo foram relatados por Maramba et al. (2009b) em estudos com *Capsicum annum* L. var. *annuum* e Rêgo et al. (2011b) com *Capsicum baccatum*, ambos apresentaram valores acima de 70%, o que pode ser explicado por se trabalhar com variedades de *C. annum* diferentes ou espécies de *Capsicum* diferente.

Pode-se observar para a característica altura da primeira bifurcação que os efeitos genéticos contribuíram com menos de 50%, sendo altamente influenciada pelo ambiente a expressão do caráter. O Grau médio de dominância indicou uma sobredominância negativa, sendo a média do híbrido inferior à média dos pais, confirmando os resultados encontrados na Tabela 1. Plantas com porte compacto, e menor altura da primeira bifurcação sem a necessidade de utilização de reguladores de crescimento, como é comum para algumas variedades de pimenteiras, são de interesse para fins ornamentais (Grossi et al., 2005; Morales-Payan, 2006; Stommel e Bosland, 2006; Rêgo et al., 2009b), assim, a produção de híbrido neste caso com o intuito de diminuir a altura da primeira bifurcação seria a melhor alternativa. Os valores das herdabilidades no sentido amplo e restrito foram menores que 50%, não sendo o fenótipo uma medida confiável para expressar o genótipo, a seleção de indivíduos neste caso é uma medida ineficiente. Resultados discordantes foram relatados por Nascimento et al., (2012c) e Santos (2012) em estudos de herdabilidade em pimenteiras ornamentais *Capsicum annum*, os mesmos relataram altos valores para herdabilidade no sentido amplo para a característica altura da primeira bifurcação. Diferentes resultados podem ser explicados por se trabalhar em condições ambientais diferentes com genitores

diferentes e mais divergentes, aumentando a variância genotípica e consequentemente a herdabilidade.

Em relação à característica diâmetro do caule, a variância genética forneceu maior contribuição na expressão da característica, sendo os efeitos gênicos devido à dominância superiores aos da aditividade, justificando o alto valor de herdabilidade no sentido amplo e baixa herdabilidade no sentido restrito. Santos (2012) em estudos com *Capsicum annum*, apresentou alta herdabilidade no sentido amplo e baixa herdabilidade no sentido restrito para o mesmo caráter, corroborando com os resultados do presente estudo. O que pode ser explicado por se trabalhar com a mesma espécie e os genitores trabalhados serem divergentes para esse caráter. O grau médio de dominância indicando dominância incompleta deve-se a proporção da variância aditiva apresentada em famílias de irmãos completos, sobressaindo aos efeitos de dominância.

Para as características comprimento e largura da folha, grande parte da variação fenotípica observada foi de natureza genética, tendo uma maior contribuição da variância devido à dominância. Sendo justificados pelos altos valores de herdabilidade no sentido amplo e baixo para herdabilidade no sentido restrito, denotando a dificuldade na seleção de genes de interesse nas primeiras gerações segregantes. Stommel e Griesbach (2008) relataram em seus estudos com *Capsicum annum* resultados semelhantes para a característica largura da folha, provavelmente por se trabalhar com a mesma espécie. O grau médio de dominância indicando uma sobredominância negativa confirma os resultados encontrados na Tabela 1 para heterose negativa em ambas as características. Para essas características, a produção de híbridos seria a melhor alternativa para diminuir o comprimento e largura das folhas. Tamanho de folhas, colorações e formatos variáveis, além do número de folhas atraem a atenção em pimenteiros ornamentais (Stommel e Bosland, 2006), uma vez que as folhas representam um importante papel estético no preenchimento dos espaços para cobertura dos vasos (Lima et al., 2013).

As características comprimento da corola e comprimento do estigma apresentaram uma variância ambiental de mais de 80%, para estas características o ambiente exerceu forte influência na expressão do fenótipo. Tais resultados refletiram nos valores para herdabilidade no sentido amplo e restrito onde apresentaram valores abaixo de 25%. Para essas características com alta influência do ambiente, uma possível solução seria realizar cruzamentos com genitores mais divergentes para tentar maximizar a variância genética, diminuindo os efeitos do ambiente. Nascimento et al.,

(2012c) trabalhando também com *Capsicum annum*, descreveram valores para herdabilidade no sentido amplo de mais de 60% para ambas as características, discordando com os dados encontrados, o que pode ser explicado por se trabalhar em ambientes diferentes, com acessos diferentes e mais divergentes.

Os efeitos do ambiente exerceram pouca influência na expressão da característica comprimento da antera, tendo se expressado com maior superioridade os efeitos de dominância, evidenciada pela alta variância de dominância e baixa herdabilidade no sentido restrito, porém alta herdabilidade no sentido amplo. Resultados semelhantes foram reportados por Nascimento et al., (2012c) onde descreveram altos valores para herdabilidade no sentido amplo para a característica comprimento da antera, o que pode ser explicado por se trabalhar com a mesma espécie. O grau médio de dominância indicou interação do tipo aditiva (média do híbrido no intervalo de médias dos genitores), convém ressaltar que a variância genética de irmãos completos é $\frac{1}{2}$ da variância aditiva mais $\frac{1}{4}$ de dominância, predominando neste caso, a fração aditiva. Para este caráter, primeiramente deve-se explorar a heterobeltiose, média do híbrido superior à média do genitor de maior valor, para aumentar o comprimento das anteras, uma vez que anteras maiores são mais fáceis de serem removidas, sem causar maiores danos ao botão floral no momento da realização dos cruzamentos, após a produção do híbrido, devem-se realizar sucessivas autofecundações para fixação dos alelos dominantes até se obter uma linhagem com todos os alelos dominantes para o caráter.

O ambiente exerceu pouca influência sobre o caráter diâmetro da pétala, sendo seu genótipo bem expresso pelo seu fenótipo. Os efeitos aditivos obtiveram maior expressividade em relação aos dominantes, refletindo nos altos valores para herdabilidade no sentido amplo e restrito, uma vez que para obter-se altos valores para herdabilidade no sentido amplo e restrito, é necessária uma alta variância genotípica e aditiva. Como a influência do ambiente para esta característica é baixa e os efeitos gênicos aditivos apresentaram um alto valor, a seleção de indivíduos superiores em gerações precoces é o método mais eficiente para melhoria da característica, pois seus descendentes também produzirão indivíduos superiores. O que é de grande interesse no melhoramento de plantas ornamentais, pois flores grandes e vistosas são um atrativo para o consumidor.

Para a característica dias para floração, a constituição genética forneceu maior contribuição que a ambiental, neste caso as características sofrem pouca influência do

ambiente. As contribuições dos efeitos de aditividade foram superiores em relação aos desvios devido à dominância, justificando os mais de 70% da herdabilidade no sentido amplo e restrito, sugerindo a possibilidade de obtenção de ganhos genéticos mediante a seleção fenotípica em gerações segregantes precoces. A interação alélica envolvida no controle do caráter foi dominância incompleta, ou seja, a média do híbrido se encontra entre o intervalo dos genitores. Resultados discordantes foram relatados por Rêgo et al. (2012a) em estudos de herança para precocidade em *Capsicum annuum* onde demonstraram que os efeitos aditivos foram não significativos, e a interação alélica envolvida no controle do caráter foi do tipo sobredominância. Por outro lado, Monteiro (2009) e Bento (2012), em seus trabalhos com diferentes espécies de *Capsicum* observaram valores acima de 60% para herdabilidade no sentido amplo e restrito para o mesmo caráter, podendo ser explicadas pelo fato dos genitores serem bastante divergentes, aumentando a variabilidade genotípica.

Para característica peso do fruto, mais de 80% da variação ocorrida na população foi devido a fatores ambientais, refletindo nos baixos valores de herdabilidade no sentido amplo e restrito, a seleção de indivíduos com base no fenótipo é ineficiente devido a pouca confiabilidade do genótipo em transmitir o fenótipo desejável aos descendentes. Ben-Chaim e Paran (2000) e Marame et al. (2009a e 2009b) em estudos também com *Capsicum annuum*, reportaram estimativas de herdabilidade no sentido amplo acima de 60%, podendo-se atribuir essa diferença de resultados aos acessos utilizados inicialmente que possivelmente eram mais divergentes, aumentando a variância genética e diminuindo os efeitos ambientais. Rêgo et al. (2011b) em estudos com *Capsicum baccatum*, relataram estimativa de herdabilidade no sentido amplo de mais de 90%, podendo ser explicado por trabalhar com espécies diferentes.

A característica comprimento do fruto apresentou maiores contribuições genética no controle do caráter, com os efeitos da dominância se sobressaindo em relação aos aditivos, justificando o alto valor da herdabilidade no sentido amplo e baixa herdabilidade no sentido restrito. Diante do alto valor dos efeitos devido a dominância, a produção de híbridos explorando a heterose ou heterobeltiose é a melhor alternativa para o programa de melhoramento, embora o grau médio de dominância tenha indicado dominância incompleta no controlando o caráter, podendo ser explicado pelo fato da covariância genética entre irmãos completos ser desmembrada em $\frac{1}{2}$ da variância aditiva e $\frac{1}{4}$ da variância de dominância, explicando o resultado encontrado para o grau médio de dominância. De acordo com Faleiro et al. (2005) quando se obtém valores

baixos para herdabilidade no sentido restrito, não se pode concluir que esta terá pequeno ganho com a seleção, pois estimativas de valores altos de herdabilidade no sentido amplo podem ocorrer para caracteres de pequena variância genética aditiva, desde que o caráter tenha pouca influência ambiental. Dados discordantes foram relatados por Marame et al. (2009a, 2009b) em estudos com *C. annuum* var. *annuum* L. estes apresentaram altos valores para herdabilidade no sentido amplo e restrito, o que pode ser explicado pelas diferentes variedades de *C. annuum* utilizadas como genitores na realização dos cruzamentos. Em plantas ornamentais, as características de dimensão dos frutos são negativamente correlacionadas com o número de frutos por planta (Rêgo et al., 2011b). Sendo de interesse plantas com frutos menores para manter o equilíbrio entre a arquitetura da planta e o tamanho dos frutos no vaso (Neitzke et al., 2010; Rêgo et al., 2011b) e uma maior quantidade de frutos por planta.

Mais de 50% da variância fenotípica foram devido à variação ambiental para a característica diâmetro do fruto, os fatores ambientais neste caso estão exercendo um grande efeito sobre o genótipo. Mais de 50% da variação genética obtida foi devido aos efeitos de dominância, refletindo no tipo de interação alélica sobredominância controlando o caráter, que apresentou um valor do grau médio de dominância de 78.2, este alto valor pode ser explicado pela baixa divergência dos genitores utilizados nos cruzamentos. Os baixos valores para herdabilidades no sentido amplo e restrito comprovam a baixa variância genética e a alta influência do ambiente sobre o caráter, não sendo confiável a seleção do genótipo com base no fenótipo. Uma medida para diminuir o valor do grau médio de dominância e aumentar a herdabilidade deste caráter, seria a realização de cruzamentos com genitores mais divergentes, assim aumentaria a variabilidade genética da população. Ben-Chaim e Paran (2000) em estudos com *Capsicum annuum* encontraram valores acima de 90% para herdabilidade no sentido amplo e restrito, tais diferenças de resultados podem ser explicadas por se trabalhar com genitores diferentes, mais contrastantes para o caráter. Para manter o equilíbrio entre a arquitetura da planta e o tamanho dos frutos no vaso, é necessário que o comprimento e diâmetro do fruto seja proporcional a altura da planta (Nascimento, 2013).

A característica comprimento do pedúnculo foi altamente influenciada pelo ambiente, apresentando apenas 18.4% de variância genética, justificando os valores abaixo de 20% para herdabilidade no sentido amplo e restrito. Mesmo a característica obtendo uma alta variância aditiva e sendo controlada por interação do tipo dominância incompleta, quando a expressão do caráter é altamente influenciada pelo ambiente a

seleção de indivíduos superiores em gerações precoces ou avançadas é ineficiente, uma vez que a variação ambiental será sempre alta já que a variância genética baixa. O cruzamento entre genitores divergentes seria uma das alternativas para aumentar a variância genética da geração segregante e conseqüentemente a herdabilidade. A obtenção de plantas com maior comprimento do pedúnculo é a melhor opção para o programa de pimenteiros ornamentais, pois pedúnculos maiores podem levar a uma redução nas perdas durante o transporte, além de facilitar na hora da colheita (Heiden et al., 2007).

Mais de 60% da variância fenotípica foi devido ao ambiente para a característica espessura do pericarpo, a seleção do genótipo com base no fenótipo não é confiável, uma vez que o ambiente é responsável por grande parte da produção do genótipo. Da proporção da variância genética obtida, os efeitos de dominância se sobressaíram em relação aos da aditividade. A alta influência do ambiente sobre o caráter reflete nos baixos valores de herdabilidades no sentido amplo e restrito, a baixa contribuição dos efeitos aditivos contribui para a diminuição ainda mais acentuada da herdabilidade no sentido restrito. Para maximizar as estimativas de herdabilidade é necessário o aumento do nível de expressão da variabilidade genética em relação ao ambiente (Miranda et al., 1988). O valor do grau médio de dominância evidenciou uma interação do tipo dominância incompleta, prevalecendo neste caso, à proporção da variância aditiva da covariância genética entre irmãos completos. Bento (2012), em estudos com *Capsicum baccatum* var. *pendulum* observou baixos valores para herdabilidade no sentido amplo e restrito corroborando com os relatados no presente estudo, possivelmente por trabalhar com acessos pouco divergentes para o caráter avaliado. Por outro lado, Ben-Chaim e Paran (2000), Santos (2012) e Wagner (2003) todos em trabalhos com *Capsicum annum*, mesma espécie trabalhada, apresentaram altos valores para herdabilidade no sentido amplo e restrito, o que pode ser explicada por se trabalhar com acessos diferentes, mais divergentes e em condições ambientais diferentes.

O ambiente exerceu forte influência no controle da característica comprimento da placenta, menos de 10% da variância fenotípica foram devido a causas genéticas, com maior contribuição dos efeitos devido à dominância e interação alélica do tipo sobredominância controlando o caráter, o que confirma a baixa herdabilidade no sentido amplo e restrito. Cruzamentos realizados entre acessos mais divergentes aumentaria a variabilidade genética na população, ocasionando maiores valores para herdabilidade no sentido amplo. A quantificação do comprimento da placenta é uma medida importante,

uma vez que na placenta são encontradas as maiores quantidades de capsaicinóides (Zewdie e Bosland, 2001; Rêgo et al., 2012d) substância responsável pela pungência característica dos frutos e rica em agentes antioxidantes (Rêgo et al., 2012d).

De acordo com as variâncias observadas para as características teor da matéria seca do fruto e massa da matéria seca do fruto, pode-se afirmar que o ambiente exerceu forte influência na expressão dessas características, e que mais de 70% da variância genética foi controlado por efeitos dominantes. A superioridade dos efeitos ambientais e dominantes controlando as características justifica os baixos valores de herdabilidade no sentido amplo e restrito. Para minimizar os efeitos ambientais nesses caracteres é necessário maximizar a variância genética através da realização de cruzamentos entre genitores mais divergentes para gerar variabilidade genética. Bento (2012) em estudos com *Capsicum baccatum* var. *pendulum* apresentou baixos valores para herdabilidade no sentido amplo e restrito para as características teor da matéria seca do fruto e massa da matéria seca do fruto, uma possível explicação para semelhança desses resultados é o trabalho com acessos pouco divergentes, gerando pouca variabilidade genética. Por outro lado, Rêgo et al. (2011b) também trabalhando com *C. baccatum*, comprovaram valores para herdabilidade no sentido amplo acima de 81.7% para ambas as características, podendo ser explicado por se trabalhar com espécies diferentes e genitores com alta variância genética. Os frutos de pimenteiros ornamentais também podem ser utilizados na culinária, na fabricação de conservas frescas e em pó, a seleção de indivíduos de maior grandeza para os caracteres citados são de maior interesse para o melhoramento de pimenteiros seja para fins ornamentais ou industriais.

Os fatores ambientais apresentaram um grande efeito sobre a característica número de sementes por fruto, levando a um baixo valor para herdabilidade no sentido amplo e restrito, impedindo o progresso na seleção para progênies contendo genes favoráveis para este efeito. Embora os efeitos aditivos tenham contribuído mais que os dominantes do total da fração genética obtida, o grau médio de dominância indicou uma interação alélica do tipo sobredominância controlando o caráter, com valor de 55.5, isso porque a covariância de irmãos completos é $\frac{1}{2}$ variância aditiva + $\frac{1}{4}$ variância de dominância, sobressaindo neste caso os efeitos dominantes. Uma possível explicação para o alto valor do grau médio de dominância é o alto grau de similaridade entre os genitores para este caráter. Santos (2012) em estudos com pimenteiros ornamentais *Capsicum annum* apresentou valores para herdabilidade no sentido amplo e restrito acima de 85%, podendo ser explicado pelo fato de se trabalhar com acessos de

pimenteiras ornamentais diferentes e mais dissimilares geneticamente. O número elevado de sementes por fruto é de grande interesse para o comércio de sementes, pois mesmo plantas com poucos frutos poderão produzir uma quantidade de sementes satisfatória.

Para o caráter número de frutos por planta, grande parte da variação fenotípica observada no caráter é de natureza genética, confirmando o alto valor de herdabilidade no sentido amplo, neste caso, o genótipo está sendo bem expresso pelo fenótipo. A alta estimativa dos efeitos aditivos indicou grande participação da variância aditiva na variação fenotípica, elevando o valor de herdabilidade no sentido restrito, havendo grande possibilidade de ganhos genéticos por meio da seleção fenotípica. Resultados semelhantes foram relatados por Wagner (2003) em trabalhos com *C. annuum* L. onde reportaram valores altos para herdabilidade no sentido amplo e restrito, o que pode ser explicado por se trabalhar com a mesma espécie. Rêgo et al. (2011b) em estudos *C. baccatum*, relataram uma herdabilidade no sentido amplo de 93.8%, revelando sofrer pouca influência do ambiente e seus genitores serem altamente contrastantes. Por outro lado, Bento (2012) também trabalhando com *C. baccatum* relatou baixos valores para herdabilidade no sentido amplo e restrito, o que provavelmente pode ser atribuído à utilização de acessos diferentes muito influenciados pelo ambiente. O grau médio de dominância indicando sobredominância positiva pode ser explicado pelo fato de se trabalhar com irmãos completos, onde sua covariância corresponde a $\frac{1}{2}$ da aditiva e $\frac{1}{4}$ da dominância. As estimativas positivas no grau médio de dominância indicam que a dominância ocorre em direção à manifestação fenotípica de maior grandeza dos caracteres, ou seja, a ocorrência de maior número de frutos por planta (Matos Filho et al., 2014). Para o caráter número de frutos por planta é de interesse que o mesmo apresente valores de maior grandeza do caráter, pois um maior número de frutos em uma pimenteira ornamental proporcionará beleza à planta, e as deixarão mais chamativas para o consumidor.

O caráter dias para frutificação também sofreu pouca influência do ambiente, mais de 98% da variância fenotípica foram devido a causas genéticas, seu genótipo foi bem expresso pelo fenótipo e os efeitos aditivos sobressaíram em relação aos dominantes, refletindo nos altos valores de herdabilidade no sentido amplo e restrito. Segundo Miranda et al. (1988) quanto maior o nível de expressão da variabilidade genética em relação ao ambiente, e se está variabilidade genética for devido a sua maior parte a efeitos aditivos, maiores serão os ganhos estimados para a geração seguinte. Dados

discordantes foram reportados por Ben-Chaim e Paran (2000) trabalhando com *C. annum*, Monteiro (2009) com população segregante obtidas através de cruzamentos interespecíficos e Bento (2012) com *C. baccatum*, todos apresentaram valores baixos para herdabilidade no sentido amplo e restrito, o que pode ser explicado por se trabalhar com acessos diferentes ou espécies diferentes pouco divergentes que são altamente influenciados pelo ambiente. O grau médio de dominância indicando sobredominância negativa pode ser explicado pelo fato da média da F_1 ser bem inferior a média dos seus genitores. Em pimenteiros ornamentais, o caráter dias para frutificação é uma medida de precocidade e como tal, é de interesse que as mesmas apresentem valores de menor grandeza.

4.3. Análise de geração

Das 22 características avaliadas, apenas três foram explicadas pelo modelo reduzido aditivo-dominante, diâmetro da copa, diâmetro do fruto e número de sementes por fruto. Bnejdi et al. (2009) em trabalhos com geração segregante em *Capsicum annum*, também relatou falha no modelo aditivo-dominante, acreditando eles que o fracasso do modelo teria sido devido a interação ou ligação entre os genes que regulam as características envolvidas. Santos (2012) em estudos com *C. annum* e Bento (2012) com *C. baccatum* relataram a adequação do modelo aditivo-dominante controlando as características diâmetro da copa e diâmetro do fruto, respectivamente. De acordo com Cruz e Regazzi, (1997), estimativas altas de R^2 expressa o grau de similaridade entre os valores estimados e observados, indicando a acurácia do modelo utilizado.

Embora a característica diâmetro da copa tenha obtido valores significativos para os três parâmetros do modelo reduzido (m , a , d), o caráter diâmetro da copa apresentou maiores contribuições para os efeitos aditivos (a). Esse fato possibilita a obtenção de genótipos homozigotos superiores por meio da seleção a partir da geração F_2 . Resultados discordantes foram relatados por Zambrano et al. (2005) em *C. annum* L., por Marame et al. (2009a) em por Rego et al. (2009a) em *C. baccatum*, por Gonçalves et al. (2011) em *C. baccatum* e por Santos (2012) em *C. annum* para a característica diâmetro da copa onde o efeitos não- aditivos prevaleceram no controle do caráter, o que pode ser explicado por se trabalhar com acessos diferentes de *C. annum* ou espécies diferentes do presente estudo.

O valor positivo com maiores magnitudes para o efeito de dominância (a) indica que a produção de híbridos no sentido de aumentar a sua magnitude seria a melhor

alternativa para condução do programa de melhoramento, no entanto, para que se mantenha o equilíbrio entre a arquitetura da planta e o tamanho do fruto, é necessário que o diâmetro do fruto seja proporcional a altura da planta (Nascimento, 2013). Devendo-se após a produção de híbridos, selecionar genótipos com menores valores para o diâmetro do fruto, fazer sucessivas autofecundações até obter linhagens homozigóticas com tamanhos reduzidos para este caráter. Relatos anteriores mostraram que esta característica pode ser governada por efeitos aditivos (Bem-Chaim & Paran 2000, Geleta e Labuschagner, 2004a, Gomide et al. 2008 e Rêgo et al., 2009a, Nascimento et al., 2014), e também por efeitos não aditivos (Hasanuzzaman et al., 2012). Essas diferenças de resultados podem ser devido à diferença genética dos genitores e dos diferentes ambientes trabalhados (Hasanuzzaman et al., 2012).

As maiores contribuições dos efeitos de dominância com valores positivos indicam que a exploração do vigor híbrido com intuito de obter frutos com uma maior quantidade de sementes é a melhor alternativa para o programa de melhoramento que tem por finalidade a produção de sementes para comercialização e armazenamento para conservação de bancos de germoplasma. Resultados semelhantes foram relatados por Reddy et al. (2008), Kamble et al. (2009) e Hasanuzzaman et al. (2012), todos em estudos com *Capsicum annum*, o que pode ser explicado por se trabalhar com a mesma espécie.

Para as características explicadas pelos seis parâmetros genéticos, pode-se afirmar que os efeitos epistáticos exercem influência no controle da expressão dos caracteres. As características altura da planta, altura da primeira bifurcação, comprimento da folha, largura da folha, comprimento da corola, diâmetro da pétala, comprimento do estilete, peso do fruto, comprimento do fruto, comprimento do pedúnculo, espessura do pericarpo, comprimento da placenta, massa da matéria seca do fruto, dias para floração e dias para frutificação apresentaram uma maior contribuição com valores negativos para os efeitos de dominância (d) e os epistáticos dominância x dominância (dd) controlando os caracteres. Resultados semelhantes foram relatados por Somashekhar et al., (2008), Maramba et al., (2009a) e Anandhi e Abdul khader (2011) em estudos com *Capsicum*, onde os parâmetros genéticos d e dd apresentaram sinais negativos para as características altura da planta, número de frutos por planta, comprimento do fruto e peso do fruto.

Os valores negativos para os efeitos de dominância e dominância x dominância leva a concluir que a produção de híbridos no sentido de diminuir a magnitude das

características seria o método mais eficiente para uma boa condução do programa de melhoramento de pimenteiros. No entanto, para as características comprimento da corola, diâmetro da pétala, comprimento do pedúnculo, espessura do pericarpo, comprimento da placenta e massa seca do fruto, o intuito do programa de melhoramento é aumentar a magnitude das mesmas, neste caso, a prática da seleção indireta seria melhor alternativa para adquirir bons resultados no programa. Rêgo et al. (2011b), trabalhando com *C. baccatum* apresentaram correlação negativa entre dias para frutificação e espessura do pericarpo, peso do fruto e matéria seca do fruto, assim, diminuindo o número de dias, aumentaria a espessura do pericarpo, peso do fruto e matéria seca do fruto.

Para as características diâmetro do caule, comprimento da antera e número de frutos por planta que apresentaram uma maior contribuição para os efeitos gênicos de dominância (d) e o epistático aditivo x aditivo (aa), primeiramente, deve-se praticar a seleção dos indivíduos superiores em gerações segregantes e fazer sucessivas autofecundações até de obter genótipos superiores e homocigotos. A partir da obtenção das linhagens, o próximo passo é a produção de híbridos utilizando-se estas linhagens.

Para o caráter teor da matéria seca do fruto que obteve uma maior contribuição do efeito gênico aditivo x dominante, deve-se explorar o vigor híbrido para heterobeltiose para valores maiores para melhoria das características. Essa característica é importante para a indústria, uma vez que uma grande proporção da pimenta produzida no mundo é utilizada na forma de pó (Souza e Maluf, 2003).

5. CONCLUSÕES

- Segregantes transgressivos foram obtidos para todas as características avaliadas, sendo de grande importância para o programa de melhoramento de pimenteiros ornamentais que visam adquirir novas linhagens com as características de interesse.

- A parte da variância aditiva observada na variação fenotípica encontrada para as características altura da planta, diâmetro da pétala, comprimento da antera, número de frutos por planta, dias para floração e dias para frutificação levam a concluir que a seleção de indivíduos nas gerações F₂ por meio da seleção fenotípica deve ser eficiente, possibilitando a obtenção de ganhos genéticos.

- A adequação do modelo reduzido para explicar as características diâmetro da copa, diâmetro do fruto e número de sementes por fruto, permite concluir que os efeitos epistáticos não influenciaram no controle destes caracteres, apenas os aditivos e dominantes, podendo-se selecionar indivíduos superiores em gerações segregantes ou praticar a hibridação, respectivamente.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alves RM; Resende MDV. 2008. Avaliação genética de indivíduos e progênes de cupuaçuzeiro no estado do Pará e estimativas de parâmetros genéticos. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 30(3): 696-701.

Anandhi K; Abdul Khader KM. 2011. Gene effects of fruit yield and leaf curl vírus resistance in interspecific crosses of chilli (*Capsicum annum* L. and *C. frutescens* L.). *Journal of tropical agriculture*, 49 (1-2): 107-109.

Barbosa JG. 2003. Crisântemo: produção de mudas, cultivo para corte de flor, cultivo em vaso, cultivo hidropônico. 232p.

Barroso, PA; Rêgo ER; Rêgo MM; Nascimento KS; Nascimento NFF; Nascimento MF; Soares WS; Ferreira KTC; Otoni WC. 2012. Analysis of Segregating Generation for Components of Seedling and Plant Height of Pepper (*Capsicum annum* L.) for Medicinal and Ornamental Purposes, *Acta Horticulturae*, 953: 269-276.

Barroso PA. 2012. Diversidade genética e indução in vitro de embriões somáticos em pimentas ornamentais (*Capsicum annum* L.). p.89. Dissertação – (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Paraíba.

Ben-Chaim A; Paran IJ. 2000. Genetic Analysis of Quantitative Traits in Pepper (*Capsicum annum*). *Journal of the American Society for Horticultural Science*. 125(1):66–70.

Bento CS. 2012. Melhoramento de *Capsicum baccatum* var. *pendulum*: Herança de caracteres agrônômicos e resistência ao Pepper yellow mosaic vírus. p. 159. Tese – (Doutorado em Genética e melhoramento de plantas) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro.

Bnejdi F; Saadoun M; Allagui MB; Gazzah Mel. 2009. Epistasis and heritability of resistance to *Phytophthora nicotianae* in pepper (*Capsicum annum* L.). *Euphytica*. DOI 10.1007/s10681-008-9857-4, 167:39–44.

Carvalho SIC, Bianchetti LB, Ribeiro CSC, Lopes CA. 2006. Pimentas do gênero *Capsicum* no Brasil. *Embrapa Hortaliças*, Brasília: 11-14.

Cruz CD; Regazzi AJ; Carneiro PCS. 1997. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 1. ed. Viçosa: UFV, p.480.

Cruz, CD; Regazzi, AJ. 2001. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 2.ed.rev. Viçosa: UFV, 390 p.

Cruz, CD. 2006. Programa genes: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 648 p.

Cruz, CD. 2012. Princípio da genética quantitativa. Editora UFV. Viçosa (MG). 2ª reimpressão. 394p.

Davenport CG. 1908. Degeneration, albinism and inbreeding. *Science*, 28:454-455, 1908.

Faleiro F; Junqueira NTV; Braga MF. 2005. Germoplasma e melhoramento genético do maracujazeiro – desafios da pesquisa In: Faleiro FG; Junqueira NTV; Braga MF. (Eds.) Maracujá: germoplasma e melhoramento genético. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados. p. 187-210.

Faria, GMP de. 2012. Controle genético do teor de óleo em sementes de algodão (*Gossypium* spp). 73f.: il. Tese (mestrado) – Universidade federal de Viçosa (UFV).

Finger FL; Rêgo ER; Segatto FB; Nascimento NFF; Rêgo MM. 2012. Produção e potencial de mercado para pimenta ornamental. *Informe Agropecuário*. 33(267): 14-20.

Fekadu, M.; Ravishankar, H.; Lemma, D. 2003. Study on variability in tomato germplasm under conditions of central Ethiopia. – *Veg. Crops Res. Bull.* 58: 41–50.

Geiger NN. 1988. Epistasis and heterosis. In: *Proceedings of the Second International Conference on Quantitative Genetics*. Weir BS; Eisen EJ; Goodman MM; Namkoog G. (Ed.). Sunderland: Sinauer Associates. p. 395-399.

Geleta LF, Labuschagne MT 2004a. Comparative performance and heterosis in single, three-way and double cross pepper hybrids. *Journal Agric Science* 142:659–663. doi: 10.1017/S0021 859605004934X.

Geleta LF, Labuschagne MT. 2004b. Hybrid performance for yield and other characteristics in peppers (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Agricultural Science*, 142: 411–419.

Gomide ML, Maluf WR, Gomes LAA. 2008. Capacidade de combinação em linhagens elites de pimentão (*Capsicum annuum* L.). *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 32(3):740-748.

Gonçalves LSA; Rodrigues R; Bento CS; Robaina RR; Amaral Júnior AT. 2011. Herança de caracteres relacionados à produção de frutos em *Capsicum baccatum* var. pendulum com base em análise dialélica de Hayman. *Revista Ciência Agronômica*, v. 42, n. 3, p. 662-669.

Grossi S, Moraes JÁ, Moraes PJ, Araújo TS, et al. 2005. Effects of paclobutrazol on growth and fruiting of Pitanga ornamental pepper. *Acta Hort.* 683: 333-336.

Hasanuzzaman, M; Hakim, MA; Fersdous, J; Islam, MM; Rahman, L. 2012. Combining ability and heritability analysis for yield and yield contributing characters in chilli (*Capsicum annuum*) landraces. *Plant Omics Journal*. 337-344.

Hayman BI. 1958. The separation of epistatic from additive and dominance variation in generation means. *Heredity*, Edinburgh, 12:271-290.

Heiden G, Barbieri RL, Couto MEO, Medeiros ARM, Sinigaglia C. 2007. Pimentas e pimentões do sul do Brasil: variedades crioulas mantidas pela Embrapa Clima Temperado. In: Congresso Brasileiro de Agroecologia, 2., 2007, Porto Alegre. Anais ... Porto Alegre: EMATER/RS. 1 CD-ROM.

Hernández-Verdugo S, Reyes RL, Oyama K. 2001. Genetic structure and differentiation of wild and domesticated populations of *Capsicum annuum* (Solanaceae) from Mexico. *Plant Systematics Evolution*, 226: 129 – 142.

IPGRI (1995) *Descritores for Capsicum (Capsicum spp.)*. Roma: International Plant Genetic Resources Institute, Rome, p. 51.

Kamble C, Mulge RM, Madalageri B. 2009. Combining ability for earliness and productivity in sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Karnataka J. Agric. Sci.*, 22(1): (151-154).

Khan NU; Hassan G; Marwat KB; Tullah F; Farhatullah; Kumbhar MB; Parveen A; Aiman UE; Khan MZ; Soomro ZA. 2009. Diallel analysis of some quantitative traits in *Gossypium hirsutum* L. *Pakistan Journal of Botanic*, v.41, n. 06, p. 3009-3022.

Lannes, SD; Finger, FL; Schuelter, AR; Casali, VWD. 2007. Growth and quality of Brazilian accessions of *Capsicum chinense* fruits. *Scientia Horticulturae*, 112: 266–270.

Lima IB; Santos AB; Fonseca JJS; Takane RJ; Lacerda CF. 2013. Pimenteira ornamental submetida a tratamentos com daminozide em vasos com fibra de coco ou areia. *Ciências Agrárias, Londrina*, 34(6): 3597-3610.

Marame F; Desalegne L; Fininsa C; Sigvald R. 2009a. Genetic analysis for some plant and fruit traits, and its implication for a breeding program of hot pepper (*Capsicum annuum* var. *annuum* L.). *Hereditas*. DOI: 10.1111/j.1601-5223.2009.02101.x. 146: 131–140.

Marame F; Desalegne L; Fininsa C; Sigvald R. 2009b. Heterosis and heritability in crosses among Asian and Ethiopian parents of hot pepper genotypes. *Euphytica*. DOI 10.1007/s10681-009-9912-9. 168:235–247.

Matos Filho C H A; Gomes RLF; Freire Filho FR; Rocha MM; Lopes ACA; Nunes JAR. 2014. Herança de caracteres relacionados à arquitetura da planta em feijão-caupi. *Ciencia Rural*, 44(4): 599-604.

Monteiro CES. 2009. Estudos genéticos em população segregante oriunda de cruzamento interespecífico em *Capsicum*. p. 84. Dissertação – (Mestrado em Genética e

melhoramento de plantas) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Rio de Janeiro.

Morales-Payan JP. 2006. Exogenous amino levulinic acid effects on ornamental peppers. Annual Meeting, Canada.

Miranda JE; Costa CP; Cruz CD. 1988. Correlações genotípica, fenotípica e de ambiente entre caracteres de fruto e planta de pimentão (*Capsicum annuum* L.). Revista Brasileira de Genética, Ribeirão Preto, 11(2): 457- 468.

Nascimento MF; Nascimento NFF; Rêgo ER; Sapucay MJLC; Fortunato FLG; Rêgo MM. 2011. Heterose em cruzamentos dialélicos para qualidade de frutos em pimenteiras ornamentais. In: 51 Congresso Brasileiro de Olericultura, 2011, Viçosa. 51 Congresso Brasileiro de Olericultura. Viçosa: UFV, 1: 2948-2955.

Nascimento, NFF; Rêgo, ER; Rêgo, MM; Nascimento, MF; Alves, LI. 2012b. Compatibilidade em cruzamentos intra e interespecíficos em pimenteiras ornamentais. Revista Brasileira de Horticultura Ornamental, v.18, nº. 1 p. 58 – 61.

Nascimento NFF, Rêgo ER, Nascimento MF, Finger FL, et al. 2012c. Heritability and variability for port traits in a segregating generation of ornamental pepper. Acta Hort. 953: 299 – 304.

Nascimento NFF; Rêgo ER; Nascimento MF; Finger FL; Bruckner CH; Rêgo MM. 2014. Combination ability for yield and fruit quality in pepper (*Capsicum annuum*). Genetics and Molecular Research. Genetics and Molecular Research, 13(2): 3237-3249.

Nascimento NFF. Heterose e diversidade genética em híbridos intra e interespecíficos de pimenteiras ornamentais (*Capsicum* spp.). 2013. p. 117. Dissertação – (Mestrado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

Neitzke RS, Barbieri RL, Rodrigues WF, Corrêa IV; Carvalho FIF. 2010. Dissimilaridade genética entre acessos de pimenta com potencial ornamental. Hort. Bras. 28: 47-53.

Passos AR; Silva AS; Souza CS; Souza; CMM; Fernandes LS. 2010. Parâmetros genéticos de caracteres agrônômicos em genótipos de mamoneira. Pesquisa agropecuária brasileira, Brasília, p.709-714.

Patel JA, Shukla MR, Doshi KN, Patel BR, Patel AS (1998) Combining ability for green fruit and components in chilli (*Capsicum annuum* L.). Capsicum and Eggplant Newsletter 17: 34 – 37.

Pickersgill B. 1971. Relationships between weedy and cultivated forms in some species of peppers (genus *Capsicum*). Evolution, 25: 683 – 691.

Reddy MG, Kumar HDM, Salimatha PM. 2008. Combining ability analysis in chilli (*Capsicum annuum* L.).Karnataka Journal Agric. Science, 21(4): 494-497.

Rêgo ER, Rêgo MM, Finger FL, Cruz CD, and Casali VWD. 2009a. A diallel study of yield components and fruit quality in chilli pepper (*Capsicum baccatum*). *Euphytica*, v. 168, p. 275-287.

Rêgo ER, Rêgo MM, Silva DF, Cortez RM, et al. 2009b. Selection for leaf and plant size and longevity of ornamental peppers (*Capsicum* spp.) grown in greenhouse condition. *Acta Hort.* 829: 371-375.

Rêgo ER, Finger FL, Nascimento MF, Barbosa LAB, Santos RMC. 2011a. Pimenteiras Ornamentais. In: Rêgo; E.R. Finger, F.L. Rêgo, M.M. (Org.). *Produção, Genética e Melhoramento de Pimentas (Capsicum spp.)*. 1 ed. Recife - PE: Imprima, v. 1, p. 117-136.

Rêgo ER, Rêgo MM, Cruz CD, Finger FL, Casali VWD. 2011b. Phenotypic diversity, correlation and importance of variables for fruit quality and yield traits in Brazilian peppers (*Capsicum baccatum*). *Genet Resour Crop Evol.* DOI 10.1007/s10722-010-9628-7.58:909–918.

Rêgo ER; Fortunato FLG; Nascimento MF; Nascimento NFF; Rêgo MM; Finger FL. 2012a. Inheritance for earliness in ornamental peppers (*Capsicum annuum*). *Acta Horticulturae*, v. 961, p. 405-410.

Rêgo ER, Rêgo MM, Costa FR, Nascimento NFF, Nascimento MF, Barbosa LA, Fortunato FLG, Santos RMC 2012b. Analysis of diallel cross for some vegetative traits in pepper. *Acta Horticulture*. p. 297 – 304.

Rêgo, ER; Nascimento, MF; Nascimento, NFF; Santos, RMC; Fortunato, FLG; Rêgo, MM. 2012c. Testing methods for producing self-pollinated fruits in ornamental peppers. *Horticultura Brasileira* 30: 708 – 711.

Rêgo, ER; Finger, FL; Rêgo, MM. 2012d. Consumption of Pepper in Brazil and its Implications on Nutrition and Health of Humans and Animals. In: Salazar, MA; Ortega, JM. (Org.). *Pepper: Nutrition, Consumption and Health*. Pepper: Nutrition, Consumption and Health. 1ed . New York: Nova Sci. Publishers Inc. 1: 159-170

Santos RMC, Rêgo ER, Borém A, Nascimento NFF; Nascimento MF; Lemos RC; Finger FL; Rêgo MM. 2013. Ornamental Pepper Breeding: Could a Chili be a Flower Ornamental Plant?. *Acta Horticulturae*, 1000:451-456.

Santos RMC. Variabilidade genética, controle genético e avaliação de características de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum*). 2012. 70p. Tese (Mestrado em Genética e Melhoramento de Planatas) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2012.

Schuelter AR; Souza IRP; Tavares FF; Santos MX; Oliveira E; Guimarães CT. 2003. Controle genético da resistência do milho à mancha por *phaeosphaeria*. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 2(1):80-86.

Schuelter, AR; Pereira, MG; Amaral Júnior, AT; Casali, VWD; Scapim, CA; Barros, WS; Finger, FL. (2010). Genetic control of agronomically importante traits of pepper

fruits analyzed by Hayman's partial diallel cross scheme. *Genetics and Molecular Research*. 9:113-127.

Shull GH. 1908. The composition of a field of maize. Report "Americam Breeders Association", Washington, 4:296-301.

Silva MP; Amaral Júnior AT; Rodrigues R; Pereira MG; Viana AP. 2004. Genetic control n morphoagronomic traits in snap bean. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 47, n. 06, p. 855-862.

Somashekhar SAP; Salimath PM. 2008. Estimation of gene effects for fruits yield and its componentes in chilli (*Capsicum annum L.*). *J. Agric. Sci*, 21(2): 181-183.

Souza JA and Maluf WR. 2003. Diallel analyses and estimation of genetic parameters of hot pepper (*Capsicum chinense Jacq*). *Sci. Agric.* 60: 105–113.

Stommel JR, Bosland P. 2006. Ornamental pepper: *Capsicum annum*. In: *Flower Breeding and Genetics: Issues, Challenges and Opportunities for the 21st Century* (Anderson NO ed.).Springer, London 564-570.

Stommel JR, Griesbach. 2008. Inheritance of fruit, foliar, and plant habit atributes in *Capsicum*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 133(3): 396-407.

Sudré CP, Cruz CD, Rodrigues R, Riva EM, Amaral Júnior AT, Silva DJH and Pereira TNS. 2006. Variáveis multicategóricas na determinação da divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 24 n. 1, p. 88-93.

Zambrano GM, Gonzalez JRA, Meraz MR, Loera AR, Campodonico OP. 2005. Efectos geneticos y heterosis em La vida de anaquel Del Chile serrano.Ver *Fitotec Mex* 28(4):327–332.

Zewdie Y and Bosland P. 2001. Combining ability and heterosis for capsaicinoids in *Capsicum pubescens*. *Hort. Science*. 36(7): 1315-1317.

Wagner CM. 2003. Variabilidade e base genética da pungência e de caracteres do fruto: Implicações no melhoramento de uma população de *Capsicum annum L.* p. 123. Tese – (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ-USP), Piracicaba - SP.

Wang D; Bosland PW (2006). The Genes of *Capsicum*. *HortScience* 41(5):1169–1187.

Wesp CL; Martinelli JÁ; Chaves MS; Graichen FAZ; Federizzi LC. (2008). Herança da resistência quantitativa à ferrugem da folha em linhagens recombinantes de aveia branca. *Tropical Plant Pathology*. 33,2: 138-147.

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