

NAYSA FLÁVIA FERREIRA DO NASCIMENTO

HETEROSE E DIVERSIDADE GENÉTICA EM HÍBRIDOS INTRA E
INTERESPECÍFICOS DE PIMENTEIRAS ORNAMENTAIS (*Capsicum* spp.)

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
2013

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV

T

N244h
2013

Nascimento, Naysa Flávia Ferreira do, 1989-
Heterose e diversidade genética em híbridos intra e
interespecíficos de pimenteiras ornamentais (*Capsicum* spp.) /
Naysa Flávia Ferreira do Nascimento. – Viçosa, MG, 2013.
xi, 105 f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

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

1. Pimenta - Melhoramento genético. 2. *Capsicum*.
3. Heterose. 4. Hibridação. 5. Diversidade genética.
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Fitotecnia.
Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento.
II. Título.

CDD 22. ed. 635.643

NAYSA FLÁVIA FERREIRA DO NASCIMENTO

HETEROSE E DIVERSIDADE GENÉTICA EM HÍBRIDOS INTRA E
INTERESPECÍFICOS DE PIMENTEIRAS ORNAMENTAIS (*Capsicum* spp.)

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: 20 de março de 2013.

Mailson Monteiro do Rêgo

Elizanilda Ramalho do Rêgo
(Coorientadora)

Fernando Luiz Finger
(Presidente da Banca)

À Deus por dar-me uma família (seja biológica ou por consideração) onde encontro a sabedoria, força de vontade, alegria e suporte em todos os momentos.

Ao anjo Ely (in memoriam), que tanto contribuiu para o meu saber, sua saudade só alimenta o amor que me tornou uma pessoa capaz de chegar até aqui, minhas eternas saudades.

Dedico e ofereço

AGRADECIMENTOS

Agradeço, a Deus por estar comigo nos momentos em que me senti sozinha, por ter acalmado meu coração nos momentos em que pensei em desistir, por ter me protegido e guardado, por mostrar-me os caminhos certos pelos quais percorri até chegar aqui;

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade da realização desse trabalho;

À Universidade Federal da Paraíba, pela acolhida e oportunidade para realização deste e outros trabalhos;

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

Ao professor Cláudio Horst Bruckner, pela acolhida, confiança, orientação estando sempre disposto a ajudar;

Ao professor Fernando Luíz Finger, pelo generoso acolhimento, pela orientação, sugestões e confiança depositadas em mim neste e demais trabalhos acadêmicos, me auxiliando sempre que necessário;

A professora Elizanilda Ramalho do Rêgo que me adotou não só cientificamente, pela orientação, convivência, amizade, preocupação, carinho, brincadeiras, pelos seus ensinamentos e oportunidades dadas para meu crescimento pessoal e profissional, pela confiança depositada e auxílio no desenvolver dos trabalhos acadêmicos;

Ao professor Mailson Monteiro do Rêgo pelos ensinamentos dados, pelas grandes e valiosas idéias, pela confiança incentivo e apoio, diante deste e demais trabalhos acadêmicos;

Ao professor Vicente Wagner Dias Casali, por sempre estar disposto a me ouvir auxiliando nas receitas que tanto me acalmaram;

A minha amada tia, mãe, madrinha, Ely (in memoriam) pelo amor, carinho, pelos ensinamentos, pelo seu esforço, por acreditar no meu melhor sempre, pelo incentivo e apoio, por ser meu porto seguro, exemplo de determinação, humildade e vitória.

A minha mãe Maria de Fátima por seu amor, pela educação, carinho, cumplicidade, zelo e preocupação, superando a distância e a saudade, por suas orações, pelo incentivo, por me ajudar a construir minha personalidade e por ser um exemplo a ser seguido em meio às adversidades, por sempre se preocupar com meu bem-estar.

Ao meu pai Nilson do Nascimento, pelo incentivo, apesar das incansáveis tentativas de me convencer a mudar de curso.

Aos meus avôs e avós por suas orações e pela simples sabedoria que ajudou a formar o meu caráter. Aos meus tios, tias e primas, que sempre torceram pela minha realização profissional, pela união que temos. Em especial ao meu tio do coração e padrinho Alfredo, pela torcida por meu sucesso, pelo incentivo e carinho.

Ao meu amor Wylde, pela sua dedicação, paciência, amor e compreensão, se esforçando para está sempre perto, por não me deixar desistir incentivando-me a ir sempre mais longe, por me fazer rir nos momentos tristes, me contagiando com o seu jeito de ser;

A minha irmã Nayla pela amizade, cumplicidade, carinho, por sempre me apoiar, me entusiasmar, pelos conselhos dados, pelos momentos de farras, diversão e gargalhadas compartilhadas, enfim por ser essa pessoa especial;

A minha irmã/amiga Mayana pelos anos de convivência, pelos bons momentos de cumplicidade, conversa e brincadeiras, pelo carinho, pela compreensão, pelos

conselhos, ensinamentos compartilhados, pelas horas de estudo juntas, enfim pela amizade verdadeira e incondicional dedicada a mim estando sempre presente nos bons e maus momentos;

A minha querida prima e irmã Adriana, por ser essa pessoa especial que me acha o máximo, estando sempre disposta a me ajudar pelas horas de lazer, carinho e amor incondicional para comigo. A minha irmã e prima Andréia, grande confiante e incentivadora do meu crescimento profissional, pelo amor, ajuda, amizade e carinho para comigo.

Aos amigos (as) Jullyeth, Rayssa, Samara, Cayo, Ítalo, Mônica, Leia, Ewerton, pelos momentos juntos, torcida e carinho para comigo, em especial Mayra pela calma, compreensão, conselhos, por estar sempre disposta a me ouvir, pelos momentos de diversão, pelo carinho e amizade que construímos;

Aos amigos/irmãos Moryb, Diego e Rusthon, pela acolhida e momentos de descontração, pelo carinho. Em especial ao agrônomo pela amizade, cumplicidade e pelo auxílio nas disciplinas e ajuda no desenvolvimento dos trabalhos acadêmicos;

Às companheiras de república Mayana, Glenda e Camilla pelos inúmeros momentos de alegria, pela amizade e companheirismo amenizando a saudade de casa, nos tornando uma família. Em especial a Camilla pela convivência e carinho. Sentirei falta das suas inúteis tentativas de consertar meu jeito desastrado de ser;

Aos Amigos do laboratório de pós-colheita, Tânia, Teresa, Ariana, Leandro, Aline, Janielle, Seu Geraldo, pela amizade e carinho; em especial a Ana Paula pela ajuda, preocupação, e palavras amigas nos momentos de desespero, além da companhia nos momentos de descontração;

Aos amigos da minha segunda casa, o Laboratório de Biotecnologia da Universidade Federal da Paraíba, Manu, Polly, Lidyane, Wellington, Kaline, Thainá, Lindamara, Cristinne, Michele, Leonardo, Lais, Ana Paula, Vital, Jânio, Neto e Priscilla Alves, onde toda a minha jornada científica começou. Em especial aos dois últimos pelo carinho, atenção amizade e disponibilidade em ajudar sempre;

Aos amigos que fiz em Viçosa, Karla, Fabiene, Natalia, Tânia, Emily, Thiago, Ana Paula, Êdimo, tornando as disciplinas e o período da realização dos trabalhos mais amenos;

Enfim, a todos aqueles que direta ou indiretamente participaram e contribuíram para a minha formação, em especial aos que não foram aqui mencionados, perdoem-me.

BIOGRAFIA

NAYSA FLÁVIA FERREIRA DO NASCIMENTO, filha de Maria de Fátima Ferreira Lima do Nascimento e Nilson do Nascimento, nasceu na cidade de Alagoa Grande, Paraíba, em 23 de julho de 1989.

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

Em agosto de 2011, ingressou no curso de Mestrado em Melhoramento de Plantas pela Universidade Federal de Viçosa.

Sumário

RESUMO	viii
ABSTRACT	x
1. REVISÃO DE LITERATURA	1
1.1 Origem	1
1.2 Importância econômica e nutricional	2
1.3 Hibridação	4
1.4 Melhoramento genético	5
2. OBJETIVOS	7
2.1 Objetivos específicos	7
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	7
CAPÍTULO I	13
Flower Color Variability in Double and Three-way Hybrids of Ornamental Peppers	13
1. INTRODUCTION	13
2. MATERIALS AND METHODS	14
3. RESULTS AND DISCUSSION	14
4. CONCLUSIONS	15
5. Literature Cited	15
CAPÍTULO II	21
Variabilidade Fenotípica em híbridos intra e interespecífica de pimenteira ornamental (<i>Capsicum</i> ssp.)	21
1. INTRODUÇÃO	21
2. MATERIAL E MÉTODOS	22
2.1 Obtenção dos híbridos intraespecíficos	22
2.2 Obtenção de híbridos interespecíficos	22
2.3 Caracterização Morfológica	23
2.4 Análises estatísticas	24
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	24
3.1 Híbridos intraespecíficos	24
3.2 Híbridos interespecíficos	36
4. CONCLUSÃO	44
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	44
CAPÍTULO III	47
Heterose e diversidade genética em híbridos simples, duplos e triplos de pimenteiras ornamentais (<i>Capsicum annuum</i>)	47
1. INTRODUÇÃO	47

2.	MATERIAL E MÉTODOS	48
2.1	Obtenção dos híbridos.....	48
2.2	Caracterização Morfológica	50
2.3	Descritores Quantitativos	50
2.3.1	Caracterização Química	51
2.4	Análises estatísticas.....	52
2.4.1	Heterose	52
2.4.2	Desempenho médio dos tipos de híbridos.....	53
2.4.3	Divergência Genética.....	53
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
3.1	Dados Quantitativos	53
3.2	Heterose	60
3.3	Desempenhos médios dos tipos de híbridos	70
3.4	Divergência Genética.....	74
4.	CONCLUSÃO	78
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	79
	CAPÍTULO IV.....	83
	Divergência genética, caracterização e importância relativa para caracteres de porte, produção e qualidade de frutos em híbridos interespecíficos de pimenteiras ornamentais	83
1.	INTRODUÇÃO	83
2.	MATERIAL E MÉTODOS	84
2.1	Obtenção dos híbridos.....	84
2.2	Caracterização Morfológica	85
2.3	Descritores Quantitativos.....	85
2.3.1	Caracterização Química	85
2.4	Análises estatísticas	88
2.4.1	Dados Quantitativos.....	88
2.4.2	Divergência Genética.....	88
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	88
3.1	Dados Quantitativos.....	88
3.2	Divergência Genética.....	97
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	102

RESUMO

NASCIMENTO, Naysa Flávia Ferreira do, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, março de 2013. **Heterose e diversidade genética em híbridos intra e interespecíficos de pimentas ornamentais (*Capsicum spp.*)**. Orientador: Cláudio Horst Bruckner. Coorientadores: Fernando Luiz Finger e Elizanilda Ramalho do Rêgo.

O cultivo de pimentas em vaso tem aumentado consideravelmente em todo o planeta. Além do destaque comercial, a grande diversidade existente no gênero *Capsicum* tem fomentado o comércio como plantas ornamentais. Porém há poucas variedades comerciais para ornamentação, o que requer o desenvolvimento de programas de melhoramento. Nos últimos anos, tem se dado ênfase à obtenção de híbridos, em *Capsicum*, pois, para a maioria das características estudadas, os híbridos mostram-se, de maneira geral, mais estáveis e mais produtivos que as cultivares de polinização aberta. Dessa forma, esse trabalho teve como objetivo, caracterizar, avaliar o comportamento e estimar a heterose em híbridos intra e interespecíficos de pimentas ornamentais, para fins de seleção dando continuidade ao programa de melhoramento de *Capsicum* da Universidade Federal da Paraíba e da Universidade Federal de Viçosa. Para tanto, nove genótipos pertencentes ao banco de germoplasma de hortaliças (UFPB/UFV) foram utilizados. Estes foram cruzados obtendo-se quinze híbridos intraespecíficos, dentre estes, seis híbridos simples, um híbrido duplo e oito híbridos triplos, além de sete híbridos interespecíficos. Foram avaliadas vinte e sete características, sendo utilizado o delineamento inteiramente casualizado. Os dados quantitativos foram submetidos à análise de variância com posterior agrupamento de médias pelo método de Skott-Knott, a 1% de probabilidade. Para análise de divergência genética foi utilizado o método de agrupamento de Tocher com base na distância generalizada de Mahalanobis. Além disso, foi calculada a importância relativa das características avaliadas. Para os híbridos intraespecíficos calculou-se também o ganho de seleção com base no índice de seleção de 20%, a heterose e a heterobeltiose. Observou-se grande variabilidade para os caracteres qualitativos analisados. Foram identificados acessos de plantas compactas, com coloração variada de flores, frutos eretos e que se destacam com a folhagem, além de frutos que passam por diversas cores durante o processo de maturação, com finalidade ornamental. Para os híbridos intraespecíficos, os ganhos de seleção variaram conforme a característica em estudo. Observaram-se ganhos entre 0,14% a 33,13% para as características espessura do pericarpo e teor de matéria seca do fruto. Foram obtidos valores de heterose e

heterobeltiose significativos positivos e negativos para todas as características. Na análise do desempenho médio dos genitores e dos tipos híbridos ficou evidente a variabilidade genética encontrada nas três categorias de híbridos. Dessa forma pode-se afirmar que não é possível generalizar na recomendação do tipo de híbrido. Devendo os mesmos, serem selecionados de acordo com o interesse para cada característica em estudo. Os híbridos triplos foram superiores para algumas características de porte, inflorescência, precocidade e qualidade dos frutos. Já os híbridos simples são recomendados para as características de dimensões do fruto. Na análise dos híbridos interespecíficos também houve variabilidade, apesar da extrema dificuldade na obtenção de bons híbridos quanto a caracteres de grande importância, como altura da planta, diâmetro da copa, comprimento da corola, tamanho de frutos, produção, precocidade, vitamina C, e que possua também bom desempenho quanto a outros caracteres de interesse agrônomico tendo as combinações avaliadas, correspondido a tais requisitos.

ABSTRACT

NASCIMENTO, Naysa Flávia Ferreira do, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, March, 2013. **Heterosis and genetic diversity in intraspecific and interspecific hybrids of ornamental pepper (*Capsicum spp.*)**. Adviser: Cláudio Horst Bruckner. Co-advisers: Fernando Luiz Finger and Elizanilda Ramalho do Rêgo.

Growing peppers in pots as ornamental plant has increased considerably across the planet. In addition to commercial prominence, the great diversity of *Capsicum* has fostered the breeding programs, allowing its use in these programs. In recent years, emphasis was given to obtaining hybrids because, for most traits, hybrids show up, in general, more stable and more productive than the open pollinated cultivars. Therefore, this study aimed to characterize, evaluate the conduct and estimate the heterosis in intraspecific and interspecific hybrids of ornamental pepper, for selection purposes continuing the breeding program *Capsicum* University Federal of Paraíba and the University Federal of Viçosa. For this the nine genotypes belonging to the germplasm bank of vegetables (UFPB / UFV) were used. These were crossed yielding fifteen intraspecific hybrids among these six hybrids, a hybrid double and triple eight hybrids and seven interspecific hybrids. We evaluated twenty-seven characteristics being used completely randomized design. Quantitative data were subjected to analysis of variance with subsequent grouping of means by Skott-Knott method to 1% probability. For analysis of genetic divergence, was used clustering method Tocher based on Mahalanobis distance. In addition, we calculated the relative importance of those characteristics. For intraspecific hybrids, was also calculated the gain selection based on the selection index of 20%, heterosis and heterosis. We observed high variability for the characters qualitative analysis. Accessions were identified compact plants, with varied coloration of flowers, fruits and that stand erect with the foliage of fruit over that pass through various colors during maturation and can be used in breeding programs with ornamental purpose. For intraspecific hybrids gains selection varied according to the trait under study. It was observed gains from 0,10% to 33,13% to the characteristics for pericarp thickness and dry matter content of the fruit respectively. Estimated values of heterosis and heterosis were significant positive and negative for all traits. In the analysis of the average performance of the parents and hybrid types was evident genetic variability found in the three categories of hybrids. Thus being able to assert that, it is not possible to generalize the hybrid recommendation type. Comments should be selected according to the interest for each trait in the study. The triple hybrids were

superior to some characteristics of size, inflorescence, precocity and fruit quality. Since the hybrids are recommended for the characteristics of the fruit dimensions. In the analysis of interspecific hybrids also observed variability despite the extreme difficulty in obtaining good as the hybrid character of great importance, such as plant height, crown diameter, corolla length, fruit size, yield, earliness, vitamin C, and who has also performed well as other agronomically important traits and combinations evaluated responded to these requirements.

1. REVISÃO DE LITERATURA

1.1 Origem

O gênero *Capsicum* é de origem americana pertence à família Solanaceae, tribo Solaneae, subtribo Solaneneae, é constituído de cinco espécies domesticadas e incerto o número de espécies silvestres (Pickersgill, 1971; Eshbaugh, 1980; Casali e Couto, 1984; Bosland, 1993, Heiser 1995; Rêgo et al., 2011a; Rêgo et al., 2011b). As espécies domesticadas são, *Capsicum annuum* L., *C. chinense* Jacq., *C. frutescens* L., *C. baccatum* L. e *C. pubescens* (Pickersgill, 1969; Heiser, 1979; Bianchetti e Carvalho, 2005; Rêgo et al., 2009; Mapeli et al., 2011).

Dentre estas, *C. annuum* é a mais cultivada e a que apresenta maior variabilidade genética, tendo sido domesticada nas terras altas do México (Pickersgill, 1997; Rêgo et al., 2012a). 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; Martin et al., 1979; Reifschneider, 2008).

A espécie *C. baccatum* é representada pelas pimentas dedo-de-moça e chapéu-de-frade, que são os tipos mais comuns e cultivados no Brasil. *C. chinense* tem como tipos mais conhecidos a pimenta-de-cheiro, pimenta-bode e murici. *C. frutescens* inclui as famosas pimentas malaguetas, que são extremamente picantes. *C. pubescens* não é cultivada no Brasil e é pouco conhecida no país (Pickersgill, 1971; Heiser, 1979; Reifschneider, 2008).

O descobrimento de tal gênero 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 (Maistre, 1964; Heiser, 1979; Andrews, 1984; Bosland, 1993; Rêgo et al., 2012a). 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 (Casali e Couto, 1984; Bosland, 1993; Poulos, 1994; Rufino e Penteado, 2006).

As rotas de navegação no período 1492-1600 permitiram que as espécies picantes e doces se espalhassem pelo mundo. As pimentas foram então, introduzidas na África, Europa e posteriormente na Ásia (Pickersgill, 1969). A contribuição histórica

brasileira na dispersão destas plantas pelo mundo foi realizada pelos navegadores portugueses e pelos povos que eram transportados em suas embarcações. 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 ‘pepper foam’, seriam utilizados pela polícia moderna. (Bosland e Voltata, 1999; Reifschneider, 2000; Rêgo et al., 2012a).

Apesar de o Brasil ser reconhecido como centro de origem e diversidade de várias espécies silvestres de pimentas deste gênero, as quais se encontram principalmente em áreas da Mata Atlântica e da Amazônia, pouco se conhece sobre elas (Casali e Couto, 1984; Bosland, 1993; Luz, 2007; Costa et al., 2009; Rêgo et al., 2011c).

1.2 Importância econômica e nutricional

Cinco séculos após o descobrimento das Américas, as pimentas passaram a dominar o comércio das especiarias picantes, tendo relevância tanto em países de clima tropical como temperado (Martin et al., 1979; Andrews 1984; Bosland e Voltava, 1999; Henz 2004; Rêgo et al., 2011a). De toda a área cultivada com pimentas no mundo, aproximadamente 89% está no Continente Asiático, sendo as principais áreas de cultivo localizadas na Índia, Coreia, Tailândia, China, Vietnã, Srilanka e Indonésia. Atualmente, a China e a Índia possuem mais de 1.000.000hec apenas para o cultivo. Sendo, Estados Unidos e México responsáveis por cerca de 7% do total mundial (Rufino e Penteado, 2006; Pinto et al., 2011).

O agronegócio das pimentas tem ganhado espaço cada vez maior no mercado, principalmente por sua versatilidade, em razão da grande variedade de produtos e subprodutos, usos e formas de consumo. O mercado mais comum das pimentas é a comercialização na forma in natura, em pequenas quantidades, no atacado e varejo, o que pode ser observado em todos os estados brasileiros. Além disso, merece destaque o mercado para as pimentas processadas /industrializadas como as conservas, os molhos e pimentas desidratadas (Casali e Stringheta, 1984; Pickersgill, 1971; Oyama et al., 2006; Henz e Ribeiro, 2008; Rêgo et al., 2012) e, mais recentemente, a possibilidade de comercialização como planta ornamental de vaso (Rêgo et al., 2011c).

No Brasil a comercialização interna e externa de pimentas ornamentais pode ser considerada como uma importante fonte alternativa de geração de divisas para as populações agrícolas, devido ao potencial de tipos diferentes serem pouco conhecidos

e/ou explorados de forma organizada (Reifschneider, 2008; Rêgo et al., 2011d). 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; Rêgo et al., 2011d).

Considerando os primeiros cinco meses de 2011, as exportações brasileiras de flores e plantas ornamentais atingiram US\$ 7,60 milhões e as importações quase US\$ 15 milhões. 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).

O cultivo de pimentas em vaso como planta ornamental tem aumentado consideravelmente em todo o planeta. No Brasil, esse cultivo é mais recente e ainda carece de cultivares adaptadas às condições limitantes de substrato, como ocorre no cultivo em vasos de reduzido volume (Finger et al., 2012a).

Em 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., 2011b; Finger et al., 2012b). No mercado de plantas ornamentais, a diversidade de oferta de novos tipos abre novos mercados. Inicialmente não havia interesse na utilização das pimenteiras ornamentais como fonte de alimento, chás e temperos, porém, mais recentemente, houve um aumento na utilização de plantas com dupla finalidade (Finger et al., 2012b).

As pimentas são utilizadas na indústria alimentícia, farmacêutica e cosmética, e o mercado para as mesmas apresenta um futuro promissor com grandes perspectivas e potencialidades. Os frutos são fonte de vitaminas A, C e E, além de possuir boa quantidade de magnésio, ferro e aminoácidos. Possuem também efeito emagrecedor ao acelerar o metabolismo do organismo de quem a consome (Moore, 1970; Bomtempo, 2007; Luz e Freitas, 2008; Bastos et al., 2009; Rêgo et al., 2012).

As pimentas também apresentam potencialidade para uso medicinal. Nos frutos encontram-se compostos como capsaicinóides, 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 (Karlheinz, 1991; Bomtempo, 2007; Rêgo et al., 2011e).

Atualmente os estudos científicos apontam que a capsaicina, responsável pela sensação de ardor, possui três efeitos farmacológicos importantes: como antiinflamatório atua como cicatrizante de feridas, como antioxidante age na dissolução

de coágulos sanguíneos e, promove a liberação de endorfina, que é responsável pela sensação de bem-estar e pela variação do humor, previne a arteriosclerose. Os capsaicinoides controlam o colesterol, evitam hemorragias e aumentam a resistência física, e podem reduzir o risco de doenças crônicas como câncer de próstata, diabetes e doenças respiratórias (Middleton et al., 2000; Maoka et al., 2001; Mori et al., 2006; Bontempo, 2007; Bastos et al., 2009; Rêgo et al., 2012).

1.3 Hibridação

A hibridação é fator importante na evolução das plantas como fonte de novas combinações genéticas e como mecanismo de especiação, sendo útil no cultivo de plantas como forma de inserir um atributo desejável, resultando em um novo cultivar de interesse agrônomo (Allard, 1971; Cruz e Regazzi, 1994; Léo et al., 2001; Gonçalves et al., 2011). A hibridação em pimentas, entre tipos ou cultivares visando o aumento da variabilidade genética dentro e a combinação gênica entre populações tem sido pouco explorado (Legg e Lippert, 1966; Pickersgill, 1997; Rêgo et al., 2009).

Recentes pesquisas com *Capsicum* afirmam que os fatores que contribuem para restrição de trabalhos de hibridação com pimentas advém da dificuldade de se manusear as pequenas flores para a execução dos cruzamentos e multiplicação das sementes; a produção escassa de sementes por frutos, uma vez que estes normalmente são muito pequenos e possuem pungência extrema dificultando a extração das sementes (Rêgo et al., 2011a) o controle da polinização também é um agravante, pois dependendo da forma realizada pode danificar o fruto prejudicando assim a produção de sementes (Rêgo et al., 2012b).

Entretanto, nos últimos anos, tem sido dada ênfase à obtenção de híbridos F1 em *Capsicum* spp. (Tavares, 1993; Geleta e Labuschagne, 2004; Patil, 2008; Rêgo et al., 2009; Schuelter et al., 2010; Rêgo et al., 2011b), pois, para a maioria das características estudadas, os híbridos mostram-se, de maneira geral, mais estáveis e mais produtivos que as cultivares de polinização aberta (Nascimento et al., 2012).

O sucesso do desempenho de um híbrido está na sua heterose, que é a manifestação do vigor para caracteres de interesse na geração F1, em comparação com os genitores. Dentre os caracteres nos quais ocorre maior expressão de vigor híbrido, os componentes de rendimento têm sido os mais estudados (Blat et al., 2007; Rêgo et al. 2009).

A presença e a magnitude da heterose manifestada nos híbridos F1 fornecem uma perspectiva de viabilidade de se obter cultivares híbrida. O uso dos híbridos é vantajoso, pois, podem combinar no híbrido F1 caracteres importantes presentes em duas linhagens contrastantes. Essa vantagem é ampliada pelo benefício da heterose em características importantes como produtividade, qualidade e uniformidade (Ghaderi et al., 1984; Geleta e Labuschagne, 2004; Marame et al., 2009).

A heterose se manifesta quando o caráter avaliado no híbrido é maior (heterose positiva) ou menor (heterose negativa) do que a média dos genitores. A quantidade de heterose produzida em um cruzamento entre dois genitores depende da diferença da frequência gênica entre os mesmos para os locos envolvidos na expressão de uma determinada característica. Não havendo diferença, não ocorrerá heterose. Se esta diferença existir em mais de um loco, os valores individuais de cada um destes locos se combinarão aditivamente e a heterose produzida poderá ser representada pelo efeito conjunto de todos os locos como a soma de suas contribuições separadas (Falconer, 1987; Silva, 2002).

1.4 Melhoramento genético

Além do destaque comercial, a grande diversidade existente no gênero *Capsicum* tem fomentado os programas de melhoramento genético, permitindo seu uso nesses programas. Os programas de melhoramento consistem, principalmente, da seleção dentro de populações já existentes. E tem por principais objetivos melhorar a produção, resistência a doenças e pragas, qualidade dos frutos e como planta ornamental (Legg e Lippert, 1966; Casali e Couto, 1984; Rêgo et al., 2003; Rêgo et al., 2009; Rêgo et al., 2011a). Mesmo assim, pode-se dizer que em nosso país poucos estudos têm sido realizados com pimenteiros ornamentais no que se refere à geração e seleção de variabilidade para fatores de produção em vaso, como porte e precocidade (Blat et al., 2007; Rêgo et al., 2011b).

De acordo com Rêgo et al. (2011e), as estratégias de melhoramento no início do programa de melhoramento tipicamente envolvem maior demanda de tempo e esforço na hibridação e avaliação. A quantidade de diversidade incorporada nessa base pode refletir a quantidade de fontes disponíveis aos objetivos a serem alcançados em longo prazo.

A tendência atual no melhoramento genético enfatiza a necessidade de identificação, transferência e conservação de novas fontes de variação genética, e

especialmente, as encontradas em populações silvestres das espécies cultivadas, entretanto, estes devem ser primeiro coletados, preservados e catalogados e, essa catalogação de germoplasma exótico é difícil, uma vez que muitas coleções contêm variação redundante (Neitzke et al., 2010; Rêgo et al., 2011a).

Em revisão de literatura sobre o gênero *Capsicum*, Rêgo et al. (2011a, b), afirmam que o grande desafio é selecionar cultivares com alta produção, proteger contra estresses abióticos e bióticos, com alto vigor, produtividade, precocidade de produção, uniformidade, além de melhorar a qualidade do fruto (estando de acordo com a finalidade para indústria, para o consumo in natura, bem como atendendo as necessidades do consumidor. Dessa forma, deve-se dar atenção aos estudos genéticos dos caracteres morfoagronômicos, como forma de avaliar o potencial genético dos genitores, de produzir descendentes melhores e de aumentar a eficiência dos métodos de melhoramento (Allard, 1971; Fehr, 1987; Cruz e Regazzi, 1994; Tavares et al., 1999; Marchesan, 2009; Gonçalves et al., 2011)

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, embora não sejam muitas as opções de cultivares encontradas no mercado. Isto é um incentivo ao desenvolvimento de novos tipos por meio do melhoramento genético (Moreira et al., 2006; Rêgo et al., 2011a). 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., 2011a, b).

Dentro desse contexto, a Universidade Federal da Paraíba (UFPB) vem desenvolvendo juntamente com a Universidade Federal de Viçosa (UFV), programa de melhoramento de pimentas ornamentais com o objetivo de avaliarem e selecionarem linhagens de pimentas além de promover a hibridação entre as linhagens selecionadas, para avaliação e seleção das melhores combinações híbridas com potencial ornamental e com maior tempo de prateleira ou exposição, para disponibilização aos agricultores familiares do estado da Paraíba.

2. OBJETIVOS

Avaliar o comportamento ornamental, a diversidade genética e estimar a heterose em híbridos intra e interespecíficos de pimenteiras ornamentais, para dar continuidade ao programa de melhoramento de *Capsicum*.

2.1 Objetivos específicos

Avaliar fatores de produção como porte, precocidade, crescimento quantitativo e qualidade dos híbridos simples duplos e triplos de pimenteiras ornamentais, obtidas a partir de seleção de genitores mais resistentes a fatores de pós-produção e com boa longevidade em vaso;

Estimar a heterose em relação à média dos progenitores, bem como do progenitor superior e do híbrido padrão;

Avaliar a diversidade genética e a importância relativa de caracteres em parentais e híbridos intra e interespecífica de pimenteiras por meio de procedimentos multivariados;

Caracterizar morfologicamente parentais e híbridos intra e interespecíficos baseados em 66 caracteres quanti e qualitativos de plântula, planta, inflorescência e qualidade de fruto, baseadas na lista sugerida pelo IPGRI - International Plant Genetic Resources Institute (1995).

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

Andrews J (1984). Peppers: The domesticated *Capsicum*. Austin: University of Texas Press, 170p.

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

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

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

- Blat SF; Braz LT; Arruda AS (2007). Avaliação de híbridos duplos de pimentão. Hort. Bras. 25: 350-354.
- Bontempo M. 2007. Pimenta e seus benefícios à saúde. Alaúde Editorial, São Paulo. 101p.
- Bosland PW (1993) Breeding for quality in Capsicum. Capsicum Eggpl. Newl. 12: 25-31.
- Bosland PW; Voltava EJ (1999). Peppers: Vegetable and Spice Capsicums. CABI Publishing 104p.
- 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.
- Casali VWD; Couto FAA (1984). Origem e botânica de Capsicum. Inf. Agro. 10: 100 - 113.
- Casali VWD; Stringheta PC (1984) Melhoramento de pimentão e pimenta para fins industriais Inf. Agro. 113: 23-25.
- Costa LV; Lopes R; Lopes MTG; Barros WS; Alves SFM. (2009). Cross compatibility of domesticated hot pepper and cultivated sweet pepper. Crop Breed. Appl. Biot. 9: 181-186.
- Cruz CD; Regazzi AJ (1994). Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: Imprensa Universitária, 378p.
- Eshbaugh WH (1980). The taxonomy of the genus Capsicum (Solanacea). Phytology 47(3): 153-166.
- Fabri EG (2008). Pimenta, Revista Globo Rural, Editora Globo.
- Falconer, DS (1987). Introdução a genética quantitativa. Viçosa UFV: Imprensa Universitária, 279p.
- Fehr, WR (1987). Principles of cultivar development: Theor and technique. New York: Macmillian Publication, 736p.
- Ferrão LFV; Cecon PR; Finger FL; Silva FF; Puiatti M (2011). Divergência genética entre genótipos de pimenta com base em caracteres morfo-agrônomicos. Hort. Bras. 29: 354-358.
- Finger FL; Segatto, FB; Barbosa, JG; Pires, T; Pinto, CMF (2012a). Effects of ethylene on the post-production of potted ornamental peppers (*Capsicum annum* L.). Acta Hort. (In press).
- Finger FL; Rêgo ER; Segatto FB; Nascimento NFF; Rêgo MM (2012b). Produção e potencial de mercado para pimenta ornamental. Inf. Agro. 33(267): 14-20.

- Geleta LF; Labuschagne MT (2004). Comparative performance and heterosis in single, three-way and double cross pepper hybrids. *J Agric Sci* 142:659–663.
- Ghaderi A; Adams MW; Nassib AM (1984). Relationship between genetic distance and heterosis for yield and morphological traits in dry edible bean and faba bean. *Crop Sci.* 24: 24-27.
- 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. *Rev. Cienc. Agron.* 42(3): 662-669.
- Henz GP; Ribeiro CSC (2008). Pimentas *Capsicum*: Mercado e comercialização. In: Ribeiro CSC; Lopes CA; Carvalho SIC; Henz GP; Reifschneider, FJB (eds). *Pimentas Capsicum*. Embrapa Hortaliças, Brasília: 15-24.
- Heiser CB. 1995. Peppers: *Capsicum* (Solanaceae). In: Smart J; Simmonds NW. *Evolution of crop plants* 1: 449-451.
- Heiser CB (1979). Peppers – *Capsicum* (Solanaceae). In: Simmonds NW. *Evolution of crop plants*. Longman: 2: 265-273.
- IBPGR (1983). International Board for Plant Genetic Resources. Genetic resources of *Capsicum* – a global plan of action. Rome, 108p.
- Judd WS; Campbell CS; Kellogg EA; Stevens PF; Donoghue MJ (2009). *Sistemática Vegetal. Um enfoque filogenético*. Porto Alegre, Artmed, 719p.
- Junqueira AH; Peetz MS (2011). Balanço do comércio exterior da floricultura Brasileira. *Hortica: Boletim Técnico*.
- Karlheinz S (1991) Vitaminas Antioxidantes e B carotene: efeitos na incompetência imunológica. *Am.J. Clin. Nutr.*; 53: 35 - 55.
- Lédo FJS; Casali VWD; Cruz CD; Lédo CAS (2001). Análise genética em um dialelo de alface. *Pesq. Agro. Bras.* 36(3): 493-499.
- Legg PD; Lippert LF (1966). Estimates of genetic and environmental variability in a cross between two strains of pepper (*Capsicum annuum* L.). *Am. Soc. Hort. Sci. Proc.* 89: 443-448.
- Luz FJF (2007). Caracterizações morfológica e molecular de acessos de pimenta (*Capsicum chinense* jacq.). Tese (doutorado), Universidade Estadual Paulista, São Paulo.
- 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.

Maoka T; Mochida K; Kozuca M; Yko Y; Fujiwarab Y; Hashimoto K; Enjo B; Ogat M (2001). Cancer chemo preventive activity of carotenoids in the fruits of red paprika. *Capsicum annum* L. *Canc. Let.* 172: 103 – 109.

Maistre J (1964). *Les plantes a épices*. Maisonneuve e Larose, 289p.

Mapeli AM; Moreira MA; Finger FL (2011). Fisiologia e Conservação Pós-colheita de pimentas. In: Rêgo ER; Finger FL; Rêgo MM (eds). *Produção, Genética e Melhoramento de Pimentas (Capsicum spp.)*. Imprima, Recife, 71-92.

Maramé F; Dessalegne Lema; Fininsa C; Sigvald R (2009). Heterosis and heritability in crosses among Asian and Ethiopian parents of hot pepper genotypes *Euphytica* 168: 235–247.

Marchesan CB; Melo AMT; Paterniani MEAGZ (2009). Combining ability in sweet pepper for resistance to powdery mildew. *Hort. Bras.* 27: 189-195.

Martin FW; Santiago J; Cook AA (1979). *Vegetables for the hot humid tropics (Part 7. the Peppers, Capsicum Series)*. *Scienc. Edu. Adm. New Orleans*, 18p.

Middleton EJ; Kandaswami C; Theoharids TC (2000). The effects of plant flavanoids on mammalian cells: Implications for inflammation, heart disease, and cancer. *Pharm. Rev.* 52: 67 - 751.

Moore FW (1970). Food habits in non-industrial societies. In: Du Pont. (ed). *Dimensions of nutrition*. Boulgler: Colorado Associated University Press. 1: 181-221.

Moreira GRM; Caliman FRB; Silva DJH; Ribeiro CSC (2006). Espécies e variedades de pimenta. *Inf. Agro.* 27: 16-29.

Mori A; Lehmann S; Kelly J; Kumagai T (2006). Capsaicin, a component of red peppers, inhibits the growth of androgen-independent, p 53 mutant prostate cancer cells. *Canc. Resou.* 66: 22- 29.

Nascimento NFF; Rêgo ER; Rêgo MM; Nascimento MF; Alves LIF (2012). Compatibilidade em cruzamentos intra e interespecíficos em pimenteiras ornamentais. *Rev. Bras. Hort. Orn.* 18(1): 57-62.

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.

Oyama K; Hernandez SV; Sanchez C; Gonzalez AR; Sanchez PP; Garzon JÁT; Casas A (2006). Genetic structure of wild and domesticated populations of *Capsicum annum* (Solanaceae) from northwestern Mexico analysed by RAPDs. *Gen. Res. Crop Evol.* 53: 553-562.

Patil SSA; Salimath PM (2008). Estimation of gene effects for fruit yield and its components in chili (*Capsicum annum* L.). *J. Agric. Sci.* 21(2): 181-183.

- Pinto CMF; Santos IC; Pinto FA (2011). Cultivo da Pimenta (*Capsicum* spp.) In: Rêgo ER; Finger FL; Rêgo MM (eds). Produção, Genética e Melhoramento de Pimentas (*Capsicum* spp.). Imprima, Recife, 117-136.
- 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.
- Pickersgill B (1969). The domestication of chili peppers. In: Ucko PJ; Dimbleby GW (eds). The domestication and exploitation of plants and animals. London, 443-450.
- Poulos JM (1994). Pepper Breeding (*Capsicum* spp.): achievements, challenges and possibilities. *Plant Breed.* 64(2): 144-155.
- Reifschneider FJB (2000). *Capsicum: pimentas e pimentões no Brasil*. Embrapa Hortaliças, Brasília.
- Reifschneider FJB; Ribeiro CSC (2008). Cultivo de Pimentas. In: Ribeiro CS; Lopes CA.; Carvalho SIC; Henz GM; Reifschneider FJB. (eds). *Pimentas Capsicum*. Embrapa Hortaliças, Brasília: 11-14.
- Rêgo ER; Rêgo MM; Cruz CD; Finger FL; Amaral DSSL (2003). Genetic Diversity analysis of peppers: a comparison of discarding variables methods. *Crop. Breed. Appl. Biotechnol.* 3(1): 19-26.
- Rêgo ER; Rêgo MM; Finger FL; Cruz CD; Casali VWD (2009). A diallel study of yield components and fruit quality in chilli pepper (*Capsicum baccatum*). *Euphytica* 168: 275-287.
- Rêgo ER; Finger FL; Nascimento NFF; Araújo ER; Sapucay MJLC (2011a). Genética e melhoramento de pimenteiras. In: Rêgo ER; Finger FL; Rêgo MM (eds). Produção, Genética e Melhoramento de Pimentas (*Capsicum* spp.). Imprima, Recife, 117-136.
- Rêgo, ER; Finger, FL; Nascimento, MF; Barbosa, LAB; Santos, RMC. 2011b Pimenteiras Ornamentais. In: Rêgo ER; Finger FL; Rêgo MM (eds). Produção, Genética e Melhoramento de Pimentas (*Capsicum* spp.). Imprima, Recife, 205-223.
- Rêgo ER; Rêgo MM; Cruz CD; Finger FL; Casali VWD (2011c). 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; Santos RMC; Rêgo MM; Nascimento MF; Nascimento NFF; Silva AM (2011d). Produção de mudas e disponibilização de novas cultivares de pimenteiras: Sustentabilidade, inclusão social e geração de trabalho e renda nas comunidades de macacos e furnas no Brejo Paraibano. In: Sustentabilidade, inclusão social e geração de trabalhos e renda-perspectivas de extensão universitária. Miranda MVC; Sobrinho RGS; Rêgo ER (eds.) 1ªed.: Editora Universitária, 11-30.

Rêgo ER; Finger FL; Rêgo MM. (2011e). Types, Uses and Fruit Quality of Brazilian Chili Peppers. In: Johnathan F (ed). Spices: Types, Uses and Health Benefits. Nova Sci. Pub. 1: 1-70.

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. Hort. Bras. 30: 708-711.

Rufino JLS; Penteado DCS (2006). Importância econômica, perspectivas e potencialidades do mercado para pimenta. Inf. Agro. 27(235): 7-15.

Schuelter AR; Pereira GM; Amaral Júnior AT; Casali VWD; Scapim CA; Barros WS; Finger FL (2010). Genetic control of agronomically important traits of pepper fruits analyzed by Hayman's partial diallel cross scheme. Genet. Mol. Res. 9(1): 113-127.

Silva LL. 2002. Heterose e capacidade de combinação em cruzamentos dialélicos parciais de pimentão. Tese (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ, Piracicaba.

Tavares M. 1993. Heterose e estimativa de parâmetros genéticos em um cruzamento dialélico de pimentão (*Capsicum annuum* L.). Tese (Mestrado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – ESALQ, Piracicaba.

Tavares, M; Melo, AMT; Scivittaro, WB. 1999. Efeitos diretos e indiretos e correlações canônicas para caracteres relacionados com a produção de pimentão. Bragantia, 58(1): 41-47.

CAPÍTULO I

Flower Color Variability in Double and Three-way Hybrids of Ornamental Peppers

Artigo enviado a *Acta Horticulturae*, em Novembro de 2011, Aceito em Junho de 2012

N.F.F. Nascimento¹, E.R. Rêgo², M.F. Nascimento¹, R.M.C. Santos¹, C.H. Bruckner³, F.L. Finger³ and M.M. Rêgo².

¹Pós Graduação em Genética e Melhoramento Universidade Federal de Viçosa Viçosa Viçosa-MG, Brazil

²Centro de Ciências Agrárias Universidade Federal da Paraíba Areia Paraíba, Brazil

³Universidade Federal de Viçosa Viçosa–MG Brazil

1. INTRODUCTION

The peppers of genus *Capsicum* are widely cultivated around the world and are economically important as source of condiments, vegetable and medicinal compounds (Yamamoto and Nawata 2005; Bento et al. 2007), as well as for ornamentation (Moreira, 2006). Among the ornamental potted plants, the pepper (*Capsicum* spp.) has distinguished themselves by their increasing and continued acceptance by the consumer market (Upnimoor 2003), making a difference in the variety of products in florists. In principle, any kind of pepper could be used as an ornamental plant, but the shorter plants with variegated foliage and erected fruit are the most suitable for planting in pots, because of their aesthetic qualities, especially for indoor decoration (Vieira 2002; Nascimento et al. 2012).

The species and varieties of peppers can be discriminated by morphological traits of fruit and especially by the flowers (Moreira et al. 2006). The enormous diversity present in the *Capsicum* species has fostered several breeding programs (Rêgo et al. 2003). Qualitative characters are also used in taxonomic keys for identification of families, genus and species of plants. For *Capsicum* spp. Sudré (2003) observed a correlation higher than 0.90 between flowers color and type, confirming the importance of qualitative data to determine the characterization of germplasm.

The genus *Capsicum* has been classified according to the corolla color in two groups, the white and purple (Reifschneider 2000). In the species *C. annuum* the flowers are hermaphroditic and usually self-pollination occurs naturally, but some cross-pollination can occur between and within the same cultivar or two species, made

often by insects. Despite the predominance of natural self pollination, commercial hybrids have traditionally been developed by hybridization of varieties in the last 15 years (Maluf 2001).

The intraspecific hybridization, generally produces good quantity and quality of seeds, while the seeds originated from interspecific crosses have low viability due to incompatibility of crosses (Rêgo et al. 2011). Even so, the hybridization is very important in plant evolution as a source of new genetic combinations and as a mechanism of speciation (Judd et al. 2009).

The triple and double hybridization are still little exploited. Consistent studies are restricted, possibly due to the increase in production costs and higher non-uniformity in the double hybrids. These disadvantages could be overcome with high heterosis shown in some double hybrids, as well as the incorporation of diseases and pest resistance, precocity, fruit quality, in addition to the lower cost of sales of seeds due to the higher seed production, compared to the single hybrid (Blat et al. 2007).

The aim of this work was to describe variations in flower color in three-way and double hybrids of ornamental chili pepper.

2. MATERIALS AND METHODS

The experiment was conducted in a greenhouse at Universidade Federal da Paraíba, Campus II, Areia, Paraíba State, Brazil (6.58 S, 35.41 W).

At this site the commercial hybrid HS1 (Fig. 1) was crossed manually with four lines of *C. annuum* (L₁, L₃, L₄, L₅), one line of *C. chinense* (L₂) and the single hybrid *C. annuum* x *C. annuum* (HS₂) belonging to the Horticultural Germplasm Bank (Fig. 2).

The hybrids were sown in polystyrene trays containing commercial substrate (Brasplant, Brazil). After the appearance of the six first true leaves the plants were transplanted to 1.2 L plastic pots containing the same commercial substrate. When the flowers were wide open the corolla color, anther color and filament color were determined in each of the intra and interspecific hybrid. Each different corolla color, anther and filament were recorded and later described as a percentage of appearance of each type of flower at each crossing.

3. RESULTS AND DISCUSSION

The crosses produced were one double hybrid ($HS_2 \times HS_1$) as well as its reciprocal ($HS_1 \times HS_2$), four three-way ($L_1 \times HS_1$; $L_3 \times HS_1$; $L_4 \times HS_1$; $L_5 \times HS_1$), its reciprocal ($HS_1 \times L_1$; $HS_1 \times L_3$; $HS_1 \times L_4$; $HS_1 \times L_5$) and one interspecific three-way hybrid ($L_2 \times HS_1$). The reciprocal crosses ($HS_1 \times L_2$) showed incompatibility for all nine three-way and double hybrids.

There was great variability of morphotypes in produced hybrids and the reciprocal. Corolla color was divided into three categories white, white and purple and purple (Table 1). However, there were variations within this intermediate phenotype (white and purple) (Figs 1, 2 and 3). The anther colors varied from pale blue to deep blue, green and purple (Table 1). The filament colors were white, light purple and purple. These results indicate the importance to use reciprocal crosses in a diallel scheme, despite the difficult of manual crosses (Rêgo et al. 2012).

According to Stommel and Bosland (2006), flowers and foliage contrasting colors of fruit are important trades for any ornamental pepper, since the variability is of paramount importance in the development of new varieties of pepper, as well as the conservation of genetic resources this genus (Sapucay et al. 2009).

In this work the major variation for corolla color was found in the three-way hybrids $HS_1 \times L_1$, $L_4 \times HS_1$ and the double hybrid was more homogeneous. Geleta and Labuschagne (2004) comparing three-way and double way hybrids demonstrated that both are heterogeneous, showing promising performance for yield. Blat et al. (2007) evaluated five single hybrids and ten double hybrids obtained of *C. annuum* crosses and concluded that the doubled hybrids were more productive than the single ones.

4. CONCLUSIONS

According to the results obtained, this variability made the plants more attractive to the consumers and can be used in the *Capsicum* breeding program in underway by the Universidade Federal de Viçosa and Universidade Federal da Paraíba to develop ornamental plants. The large variation of morphotypes with different shades of color of flowers, anther and filament provides unique opportunity to develop new cultivars of ornamental peppers.

5. Literature Cited

Blat, S.F., Braz, L.T. and Arruda, A.S. 2007. Avaliação de híbridos duplos de pimentão. Hort. Bras. 25: 350-354.

- Bento, C.S., Súdre, C.P., Rodrigues, R., Riva, E.M. and Pereira, M.G. 2007. Descritores qualitativos e multicategóricos na estimativa da variabilidade fenotípica entre acessos de pimentas. *Scientia Agraria*8(2):149-156.
- Geleta, L.F. and Labuschagne, M.T. 2004. Comparative performance and heterosis in single, three-way and double cross pepper hybrids. *J. of Agr. Sci.* 142: 659-663.
- Geleta, L.F., Labuschagne, M.T. and Viljoen, C.D. 2004. Relationship between heterosis and genetic distance based on morphological traits and AFLP markers in pepper. *Plant Breed.* 123: 467-473.
- Judd, W.S., Campbell C.S., Kellogg E.A., Stevens P.F. and Donoghue M.J. 2009. *Sistemática Vegetal. Um enfoque filogenético.* Porto Alegre, Artmed, p. 719.
- Maluf, W.R. 2001. Heterose e emprego de híbridos F1 em hortaliças. In: NASS, L.L. et al. (Ed.) *Recursos genéticos e melhoramento de plantas.* Rondonópolis: Fundação MT, cap.13, p. 327-355.
- Moreira, G.R., Caliman F.R.B, Silva, D.J.H. and Ribeiro, C.S.C. 2006. Espécies e variedades de pimenta. *Informe Agropecuário*27(235): 16-29.
- Nascimento, N.F.F., Rêgo, E.R., Rêgo, M.M, Nascimento, M.F. and Alves, L.I.F. 2012. Compatibilidade em cruzamentos intra e interespecíficos em pimenteiros ornamentais. *Rev.Bras. de Hort. Orn.*. V 18(1). (in press).
- Rêgo, E.R. Rêgo, M.M. Cruz D.C. Cecon, P.R. Amaral, D.S.S.L. and Finger, F.L. 2003. Genetic diversity analysis of peppers: a comparison of discarding variable methods. *Crop Breed. and Appl. Biotech.*3, (19-26).
- Rêgo, E.R. Finger, F.L. Nascimento, N.F.F. Araújo, E.R. and Sapucay, M.J.L.C. 2011. Genética e melhoramento de pimenteiros. 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, E.R. Rêgo, M.M. Costa, F.R. Nascimento, N.F.F. Nascimento, M.F. Barbosa, L.A. Fortunato, F.L.G. Santos, R.M.C. 2012. Analysis of diallel cross for some vegetative traits in pepper. *Acta Horticulture.* (in press).
- Reifschneider, F.J.B. 2000. *Capsicum: pimentas e pimentões no Brasil.* Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. Embrapa Hortaliças, p. 113.
- Sapucay, M.J.L.C. Araujo, E.R. Rêgo, E.R. and Rêgo, M.M. 2009. Diversidade genética, importância relativa e correlação de caracteres quantitativos em pimenteiros. In: 49º Congresso Brasileiro de Olericultura, 2009, Águas de Lindóia. *Horticultura Brasileira.* Brasília: ABH, v. 27. p. S1161-S1168.
- Stommel, J.R and Bosland, P.W. 2006. Ornamental pepper. *Capsicum annum.* In: *Flower breeding and genetics: issues, challenges, and opportunities for the 21st Century—Anderson NO, ed.* Dordrecht: Springer. p.561-599.
- Sudré, C.P. 2003. Divergência genética e avaliação da resistência à mancha bacteriana em *Capsicum spp.* UENF: Campos dos Goytacazes, 112 f. (Tese de mestrado).
- Upnimoor, I. 2003. *Cultivo de Plantas Ornamentais.* Ed Agropecuáris, pag. 59.
- Vieira M.A. 2002. Uso de polímero hidroabsorvente: efeitos sobre a qualidade de substratos hortícolas e crescimento de mudas de pimentão ornamental. Pelotas: UFPel. 113 p. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal).
- Yamamoto, S. and Nawata, E. 2005. *Capsicum frutescens L.* in southeast and east Asia, and its dispersal routes into Japan. *Ec. Bot.* 59(1) 18-28.

Table 1- Percentage of flower, anther and filament colors in three way and double way hybrids of *Capsicum annum*.

	COROLLA				ANTHER				FILAMENT			
	$L_1 \times HS_1$	NFO/TNF (%)	$HS_1 \times L_1$	NFO/TNF (%)	$L_1 \times HS_1$	NFO/TNF (%)	$HS_1 \times L_1$	NFO/TNF (%)	$L_1 \times HS_1$	NFO/TNF (%)	$HS_1 \times L_1$	NFO/TNF (%)
White	26		White	18	Pale blue	0	Pale blue	32	White	59	White	42
White and Purple	74		White and Purple	82	Blue	46	Blue	18	Light purple	0	Light purple	0
Purple	0		Purple	0	Green	54	Green	50	Purple	41	Purple	58
-	-		-	-	Purple	0	Purple	0	-	-	-	-
Total	100			100		100		100		100		100
$L_2 \times HS_1$	NFO/TNF (%)	$HS_1 \times L_2$	NFO/TNF (%)	$L_2 \times HS_1$	NFO/TNF (%)	$HS_1 \times L_2$	NFO/TNF (%)	$L_2 \times HS_1$	NFO/TNF (%)	$HS_1 \times L_2$	NFO/TNF (%)	
White	35		White	-	Pale blue	0	Pale blue	-	White	23	White	-
White and Purple	53		White and Purple	-	Blue	13	Blue	-	Light purple	47	Light purple	-
Purple	12		Purple	-	Green	58	Green	-	Purple	30	Purple	-
-	-		-	-	Purple	17	Purple	-	-	-	-	-
Total	100		-	-		100		-		100		-
$L_3 \times HS_1$	NFO/TNF (%)	$HS_1 \times L_3$	NFO/TNF (%)	$L_3 \times HS_1$	NFO/TNF (%)	$HS_1 \times L_3$	NFO/TNF (%)	$L_3 \times HS_1$	NFO/TNF (%)	$HS_1 \times L_3$	NFO/TNF (%)	
White	0		White	0	Pale blue	35	Pale blue	-	White	0	White	24
White and Purple	59		White and Purple	59	Blue	65	Blue	-	Light purple	0	Light purple	-
Purple	41		Purple	41	Green	0	Green	49	Purple	100	Purple	76
-	-		-	-	Purple	0	Purple	51	-	-	-	-
Total	100			100		100		100		100		100

Table 1- continued

COROLLA				ANTHER				FILAMENT			
$L_4 \times HS_1$	$\frac{NFO}{TNF}$ (%)	$HS_1 \times L_4$	$\frac{NFO}{TNF}$ (%)	$L_4 \times HS_1$	$\frac{NFO}{TNF}$ (%)	$HS_1 \times L_4$	$\frac{NFO}{TNF}$ (%)	$L_4 \times HS_1$	$\frac{NFO}{TNF}$ (%)	$HS_1 \times L_4$	$\frac{NFO}{TNF}$ (%)
White	16	White	19	Pale blue	11	Pale blue	0	White	16	White	18
White and Purple	64	White and Purple	81	Blue	34	Blue	62	Light purple	13	Light purple	0
Purple	20	Purple	0	Green	35	Green	26	Purple	71	Purple	82
-	-	-	-	Purple	20	Purple	10	-	-	-	-
Total	100		100		100		100		100		100
$L_5 \times HS_1$	$\frac{NFO}{TNF}$ (%)	$HS_1 \times L_5$	$\frac{NFO}{TNF}$ (%)	$L_5 \times HS_1$	$\frac{NFO}{TNF}$ (%)	$HS_1 \times L_5$	$\frac{NFO}{TNF}$ (%)	$L_5 \times HS_1$	$\frac{NFO}{TNF}$ (%)	$HS_1 \times L_5$	$\frac{NFO}{TNF}$ (%)
White	100	White	-	Pale blue	0	Pale blue	-	White	100	White	100
White and Purple	0	White and Purple	100	Blue	0	Blue	100	Light purple	0	Light purple	-
Purple	0	Purple	-	Green	100	Green	-	Purple	0	Purple	-
-	-	-	-	Purple	0	Purple	-	-	-	-	-
Total	100		100		100		100		100		100
$HS_2 \times HS_1$	$\frac{NFO}{TNF}$ (%)	$HS_1 \times HS_2$	$\frac{NFO}{TNF}$ (%)	$HS_2 \times HS_1$	$\frac{NFO}{TNF}$ (%)	$HS_1 \times HS_2$	$\frac{NFO}{TNF}$ (%)	$HS_2 \times HS_1$	$\frac{NFO}{TNF}$ (%)	$HS_1 \times HS_2$	$\frac{NFO}{TNF}$ (%)
White	0	White	0	Pale blue	53	Pale blue	65	White	26	White	23
White and Purple	79	White and Purple	65	Blue	26	Blue	23	Light purple	0	Light purple	12
Purple	21	Purple	35	Green	0	Green	12	Purple	74	Purple	65
-	-	-	-	Purple	21	Purple	-	-	-	-	-
Total	100		100		100		100		100		100

Legend: NFO = Number of flowers observed; TNF = Total number of flowers.

Figures

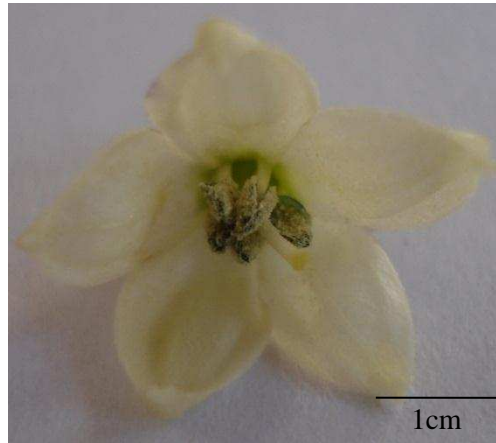


Figure 1- Flower of the commercial hybrid (HS₁) belonging to the Vegetable Germplasm Bank.

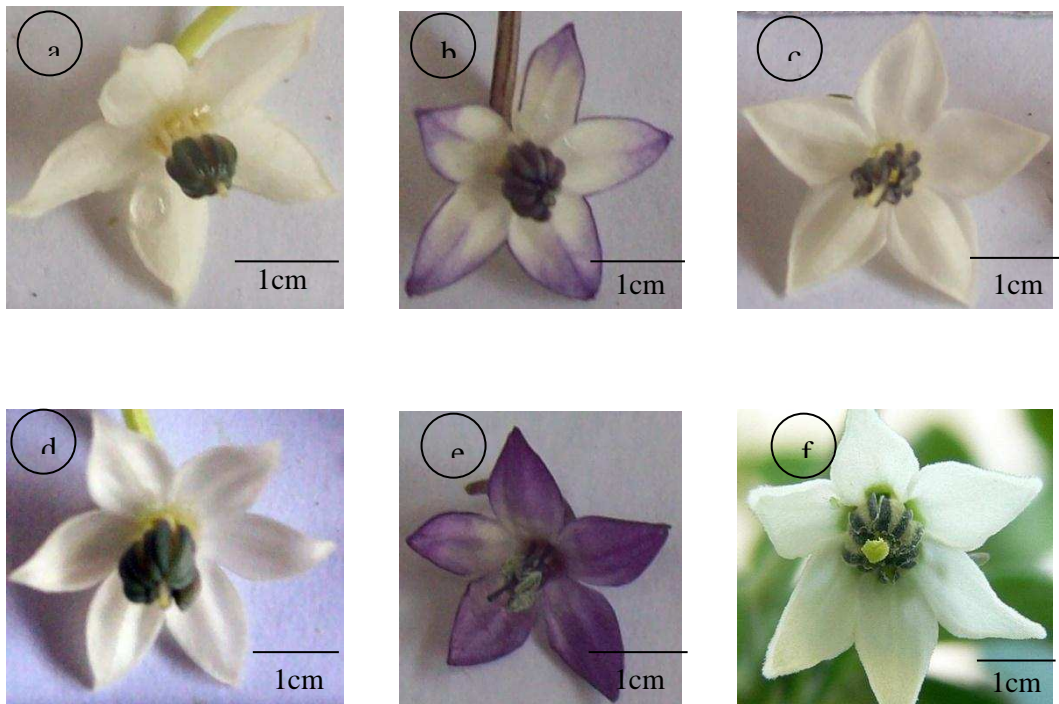


Figure 2 – Flowers of the lineages belonging to the Vegetable Germplasm Bank: (a) – L₁; (b) – HS₂; (c) – L₄; (d) – L₅; (e) – L₃; (f) – L₂.

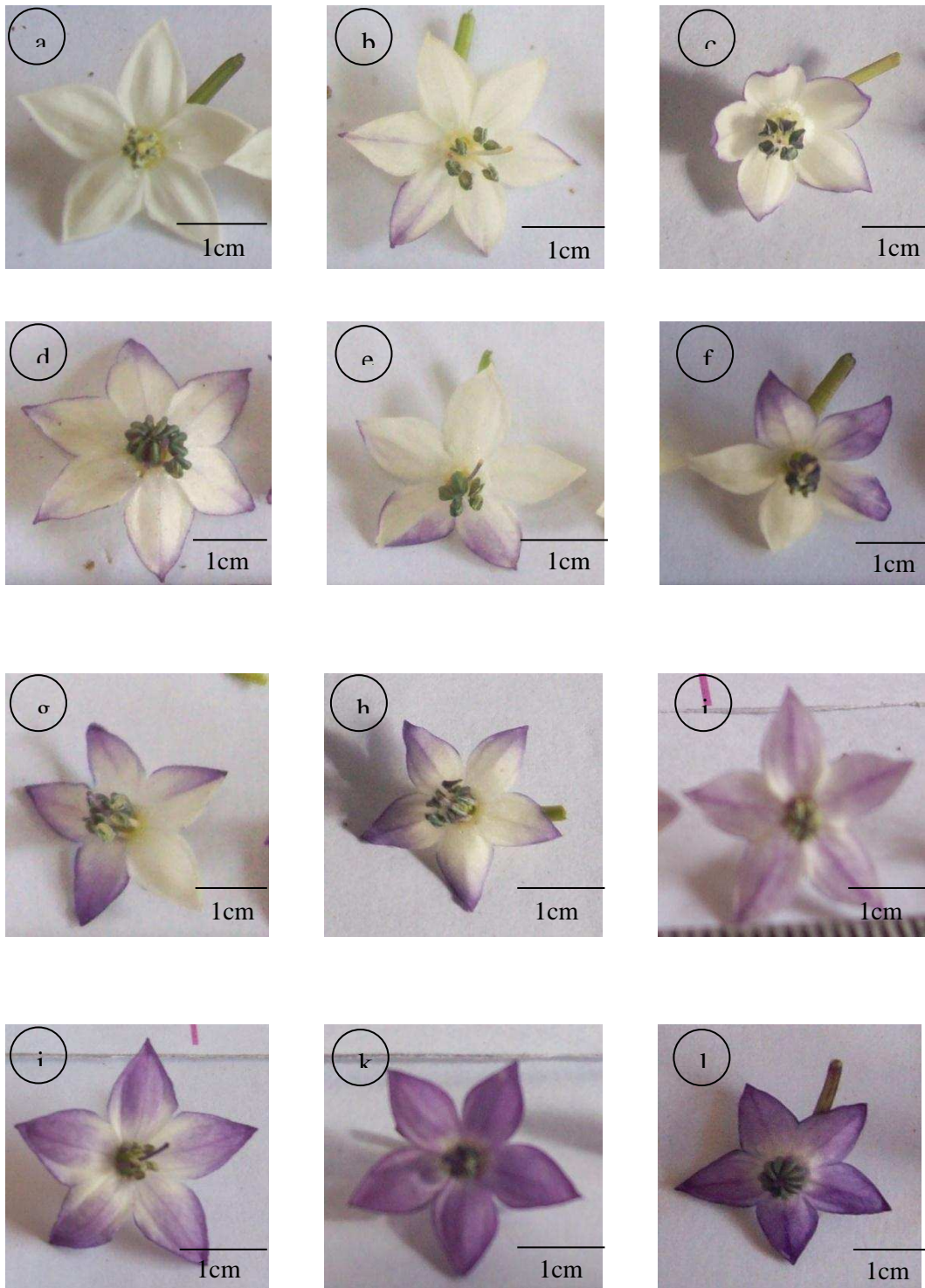


Figure 3 - Flower variability of the three-way and double way hybrid of ornamental chili pepper. (a)- HS1 x L4; (b, e, g, j) – HS1 x L1; (c,d, h) – HS1 x HS2; (f) –L4 x HS1; (i) – HS1 x L2; (k) – HS1 x L3; (l) – HS2 x HS1.

CAPÍTULO II

Variabilidade Fenotípica em híbridos intra e interespecífica de pimenteira ornamental (*Capsicum* spp.)

1. INTRODUÇÃO

A caracterização morfológica dos organismos corresponde à base de todo e qualquer estudo, uma vez que a primeira determinação de um ser começa pelo seu fenótipo (Chies e Longhi-Wagner, 2003). O uso de descritores para caracterização permite uma discriminação rápida e fácil entre fenótipos. O estudo de herança para caracteres de *Capsicum*, de acordo com revisão de literatura realizada por Bosland, (2006) foi iniciado por volta de 1912 por Webber, desde então estudos sobre herança em pimentas tem adquirido mais interesse e importância. As diferentes espécies e variedades de pimentas podem ser discriminadas por características morfológicas dos frutos e, principalmente das flores (Moreira et al., 2006; Nascimento et al., 2013).

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). Sendo as mesmas utilizadas como planta ornamental por possuírem caracteres, que conferem valor estético, por serem de fácil cultivo e apresentarem grande durabilidade. Em plantas ornamentais, caracteres qualitativos como cor da flor e da folhagem, formato do fruto, cor do fruto imaturo e maduro, textura da epiderme, são alguns dos caracteres importantes para o mercado consumidor (Poulos, 1994; Sudré et al., 2006; Rêgo et al., 2011a).

A hibridação interespecífica é importante porque genes de interesse identificados em uma espécie podem ser introduzidos em outra espécie com sucesso (Rêgo et al., 2011b). Além da introgressão de genes, a hibridação interespecífica pode criar novos tipos que, mesmo eventualmente estéreis ou de baixa adaptação, podem ter efeito ornamental interessante. Ainda assim, são poucos os registros do uso de hibridação intra e interespecífica em programas de melhoramento de *Capsicum*, provavelmente devido a baixa viabilidade das sementes híbridas obtidas (Tanksley e Iglesias-Oliva, 1984; Nascimento et al., 2012).

Diante do exposto o objetivo deste trabalho foi caracterizar fenotipicamente genitores e híbridos intra e interespecíficos de pimenteira ornamental, pertencentes ao banco de germoplasma de hortaliças da Universidade federal da Paraíba e da

Universidade Federal de Viçosa, com base em 33 descritores qualitativos proposto pelo IPGRI (1995), por meio da avaliação da variação genética para caracteres de arquitetura da planta, cor e formato de folhas, flores e frutos, para fins de seleção em programa de melhoramento de *Capsicum*.

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 uma precipitação média anual de 1.400 mm. Neste local foram realizados os cruzamentos e a avaliação dos genitores e híbridos de pimenteiras ornamentais.

2.1 Obtenção dos híbridos intraespecíficos

Dois híbridos simples: um comercial HS1 e outro experimental HS2 e quatro linhagens todas *Capsicum annum*, pertencentes ao banco de germoplasma do CCA-UFPB foram utilizados como genitores sendo obtidos: seis híbridos simples (L1 x L3, L1 x L4, L1 x L5, L3 x L4, L3 x L5, L4 x L5), um híbrido duplo (HS1 x HS2) e oito híbridos triplos (HS1 x L1, HS1 x L3, HS1 x L4, HS1 x L5, HS2 x L1, HS2 x L3, HS2 x L4, HS2 x L5).

2.2 Obtenção de híbridos interespecíficos

Foram utilizados como genitores sete acessos de pimenta pertencentes ao banco de germoplasma do CCA-UFPB: *Capsicum annum* (HS1, L1, L4 e L5), *Capsicum chinense* (L2), *Capsicum baccatum* (L6), e *Capsicum frutescens* (L7), foram cruzados entre si com o intuito de se obter todas as combinações possíveis entre estes, entretanto devido a incompatibilidade para alguns cruzamentos (Nascimento et al. 2012), foram gerados sete híbridos (HS1xL2, HS1xL7, L1xL7, L2xL5, L2xL6, L6xL4, L6xL7).

Os cruzamentos entre os parentais para obtenção dos híbridos foi realizado 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 (Nascimento et al. 2012; Rêgo et al. 2012a; Nascimento et al. 2013) . A coleta do fruto maduro foi realizada, em média, de um a dois meses após a polinização, variando de acordo com a espécie. Após a colheita dos frutos, foi feita a retirada das sementes por fruto e posteriormente as mesmas foram devidamente armazenadas.

A semeadura das linhagens e suas progênies foram realizadas em bandejas de isopor, contendo substrato comercial (Plantmax®). Foram utilizadas duas sementes por célula sendo feito desbaste após a emergência, deixando-se uma planta por célula. 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 os tratamentos culturais recomendados a cultura.

2.3 Caracterização Morfológica

A caracterização morfológica foi realizada segundo descritores para *Capsicum*, estabelecidos pelo IPGRI (1995). Os descritores utilizados, estão descritos abaixo:

Plântula: cor do hipocótilo (CH) – verde, variegado (verde e roxo), roxo; pubescência do hipocótilo (PH) – esparsa (pouca pubescência), intermediária (média pubescência), densa (muita pubescência); cor da folha cotiledonar (CFC) – verde, variegado, roxo; forma da folha cotiledonar (FFC) – ovalada, lanceolada.

Planta: ciclo de vida (CV) – anual, bianual, perene; cor do caule (CDC) – verde, verde com estrias roxas, roxo; cor da antocianina nodal (CAN) – verde, roxo claro, roxo, roxo escuro; forma do caule (FCL) – cilíndrico, anguloso, chato; pubescência do caule (PCL) - esparsa (pouca pubescência), intermediária (média pubescência), densa (muita pubescência); hábito de crescimento (HC) – prostrado, intermediário (compacto), ereto; densidade de ramificação (DR) - esparsa (pouca ramificação), intermediária (média ramificação), densa (muita ramificação); densidade de folhas abaixo da primeira bifurcação (DAPB) – ausente (nenhuma densidade), esparsa (pouca densidade), intermediária (média densidade), densa (muita densidade); densidade de folhas (DFL) - esparsa (pouca densidade), intermediária (média densidade), densa (muita densidade); cor da folha (CDF) - verde clara, verde, verde escura, roxa claro, roxa, variegado (verde e roxo), roxo escuro; forma de folha (FFL) – deltoide, ovalada, lanceolada; margem da laminar foliar (MLF) – lisa, ondulada, ciliada; pubescência da folha (PFL) - esparsa (pouca pubescência), intermediária (média pubescência), densa (muita pubescência).

Flores: posição da flor (PF) – pendente, intermediária, ereta; cor da mancha da corola (CMC) – branca, amarela, verde amarelado, verde, roxo, sem mancha; forma da

corola (FC) – redonda ou campanulada; pigmentação do cálice (PIC) – ausente ou presente; margem do cálice (MC) - inteira, intermediária, dentado; constrição anular do cálice (CAC) – ausente ou presente.

Fruto: manchas antocianínicas (MA) – ausente ou presente; cor do fruto em estágio intermediário (CFRI) – amarelo, verde, amarelo esverdeado, laranja, laranja com marrom, marrom claro, vermelho claro, vermelho, vermelho escuro, vermelho com roxo, preto; cor do fruto maduro (CFRM) – amarelo, laranja, vermelho claro, vermelho, vermelho escuro; forma do fruto (FFR) com base na secção transversal – alongado, arredondada, triangular; união fruto pedicelo (UFP) – agudo, obtuso, truncado; forma do ápice do fruto (FAPF) – pontudo, truncado, afundado; apêndice do fruto (AFR) – ausente ou presente; epiderme do fruto (EF) – lisa, semi-rugosa, rugosa; persistência fruto-pedicelo (PFP) - pouco persistente, intermediário, persistente; persistência pedicelo-talo (PPT) - pouco persistente, intermediário, persistente;

2.4 Análises estatísticas

Todos os caracteres qualitativos foram obtidos a partir da moda de três observações tomadas por planta. Os mesmos foram tratados com estatística descritiva, tendo sido calculados por meio da quantidade de variação fenotípica (porcentagem de coincidência).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Híbridos intraespecíficos

Houve grande variabilidade para os caracteres qualitativos analisados, principalmente para as variáveis referentes às cores de folha e fruto (Tabela 1). A variabilidade encontrada nestas características é importante, pois as mesmas são atrativas ao consumidor na hora da escolha da planta (Rêgo et al., 2011a,b).

Os caracteres avaliados em plântulas, tais como: cor do hipocótilo, pubescência do hipocótilo e cor da folha cotiledonar apresentaram três classes fenotípicas. A característica forma da folha cotiledonar foi monomórfica (Tabela 1), apresentando formato alongado. A maior parte das plântulas tinha hipocótilo roxo (57%), e as demais possuíam hipocótilo verde (29%) ou variegado (14%) (Figura 1A).

Tabela 1 – Descrição das 34 características qualitativas de plântula, planta, inflorescência e fruto em genitores e híbridos de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum*).

GENÓTIPOS	CH	PH	CFC	FFC	CV	CDC	CAN	FCL	PCL	HC	DR
HS1	Roxo	Intermediária	Variiegada	Alongada	Anual	Verde c/estrias roxas	Roxo	Cilíndrico	Intermediária	Intermediário	Densa
HS1xL1	Verde	Intermediária	Verde	Alongada	Anual	Verde	Verde	Cilíndrico	Esparsa	Ereto	Esparsa
HS1xHS2	Verde	Intermediária	Variiegada	Alongada	Anual	Verde c/estrias roxas	Roxo	Cilíndrico	Esparsa	Intermediário	Densa
HS1xL3	Roxo	Intermediária	Variiegada	Alongada	Anual	Verde c/estrias roxas	Roxo	Cilíndrico	Densa	Intermediário	Intermediár
HS1xL4	Variiegada	Intermediária	Verde	Alongada	Anual	Verde c/estrias roxas	Roxo	Cilíndrico	Esparsa	Intermediário	Densa
HS1xL5	Roxo	Intermediária	Verde	Alongada	Anual	Verde	Roxo claro	Cilíndrico	Intermediária	Intermediário	Intermediár
L1	Variiegado	Esparsa	Verde	Alongada	Anual	Verde c/estrias roxas	Verde	Cilíndrico	Esparsa	Ereto	Intermediár
L1xHS2	Roxo	Esparsa	Variiegada	Alongada	Anual	Verde c/estrias roxas	Roxo	Cilíndrico	Intermediária	Ereto	Densa
L1xL3	Roxo	Esparsa	Variiegada	Alongada	Anual	Verde c/estrias roxas	Roxo escuro	Cilíndrico	Densa	Ereto	Intermediár
L1xL4	Variiegado	Esparsa	Verde	Alongada	Anual	Verde c/estrias roxas	Roxo	Cilíndrico	Esparsa	Intermediário	Intermediár
L1xL5	Verde	Esparsa	Verde	Alongada	Anual	Verde c/estrias roxas	Roxo escuro	Cilíndrico	Intermediária	Ereto	Intermediár
HS2	Roxo	Intermediária	Variiegada	Alongada	Anual	Verde c/estrias roxas	Roxo	Cilíndrico	Intermediária	Ereto	Densa
HS2xL3	Roxo	Intermediária	Roxo	Alongada	Anual	Verde c/estrias roxas	Roxo claro	Cilíndrico	Intermediária	Ereto	Esparsa
HS2xL4	Roxo	Intermediária	Variiegada	Alongada	Anual	Verde c/estrias roxas	Roxo escuro	Cilíndrico	Intermediária	Ereto	Intermediár
HS2xL5	Roxo	Densa	Variiegada	Alongada	Anual	Verde c/estrias roxas	Roxo claro	Cilíndrico	Densa	Ereto	Intermediár
L3	Roxo	Intermediária	Roxo	Alongada	Anual	Verde c/estrias roxas	Roxo escuro	Cilíndrico	Intermediária	Ereto	Intermediár
L3xL4	Roxo	Esparsa	Variiegada	Alongada	Anual	Verde c/estrias roxas	Roxo	Cilíndrico	Intermediária	Ereto	Esparsa
L3xL5	Roxo	Intermediária	Variiegada	Alongada	Anual	Verde	Roxo	Cilíndrico	Intermediária	Ereto	Intermediár
L4	Verde	Esparsa	Verde	Alongada	Anual	Verde	Roxo	Cilíndrico	Intermediária	Intermediário	Densa
L4xL5	Verde	Intermediária	Verde	Alongada	Anual	Verde	Roxo	Cilíndrico	Intermediária	Intermediário	Intermediár
L5	Verde	Intermediária	Verde	Alongada	Anual	Verde	Verde	Cilíndrico	Intermediária	Ereto	Intermediár

CH - cor do hipocótilo; PH – pubescência do hipocótilo; CFC – cor da folha cotiledonar; FFC- forma da folha cotiledonar; CV – ciclo de vida; CDC – cor do caule; CAN – cor da antocianina nodal; FCL – forma do caule; PCL - pubescência do caule; HC – hábito de crescimento; DR - densidade de ramificação.

Tabela 1 – Continuação

GENÓTIPOS	DAPB	DFL	CDF	FFL	MLF	PFL	PF	CMC	FC	PIC	MC
HS1	Esparsa	Intermediário	Variegada	Lanceolada	Lisa	Intermediária	Ereto	Sem mancha	Redonda	Presente	Dentado
HS1xL1	Intermediário	Densa	Verde claro	Lanceolada	Ondulada	Esparsa	Ereto	Sem mancha	Redonda	Presente	Dentado
HS1xHS2	Intermediário	Densa	Verde	Lanceolada	Ondulada	Intermediária	Ereto	Sem mancha	Redonda	Presente	Dentado
HS1xL3	Intermediário	Densa	Variegada	Lanceolada	Ondulada	Esparsa	Ereto	Sem mancha	Redonda	Presente	Intermediário
HS1xL4	Intermediário	Densa	Verde escuro	Lanceolada	Ondulada	Esparsa	Ereto	Sem mancha	Redonda	Presente	Dentado
HS1xL5	Intermediário	Densa	Verde escuro	Lanceolada	Ondulada	Esparsa	Ereto	Sem mancha	Redonda	Presente	Intermediário
L1	Intermediário	Densa	Verde claro	Lanceolada	Ondulada	Esparsa	Ereto	Sem mancha	Redonda	Presente	Intermediário
L1xHS2	Intermediário	Densa	Verde	Lanceolada	Lisa	Intermediária	Ereto	Sem mancha	Redonda	Presente	Intermediário
L1xL3	Intermediário	Intermediário	Verde claro	Lanceolada	Ondulada	Esparsa	Ereto	Sem mancha	Redonda	Presente	Intermediário
L1xL4	Intermediário	Densa	Verde	Lanceolada	Lisa	Esparsa	Ereto	Sem mancha	Redonda	Presente	Dentado
L1xL5	Intermediário	Densa	Verde	Lanceolada	Ondulada	Esparsa	Ereto	Sem mancha	Redonda	Presente	Intermediário
HS2	Intermediário	Densa	Variegada	Lanceolada	Ondulada	Intermediária	Ereto	Sem mancha	Redonda	Presente	Intermediário
HS2xL3	Intermediário	Intermediário	Variegada	Lanceolada	Lisa	Esparsa	Ereto	Sem mancha	Redonda	Presente	Dentado
HS2xL4	Esparsa	Intermediário	Variegada	Lanceolada	Lisa	Esparsa	Ereto	Sem mancha	Redonda	Presente	Intermediário
HS2xL5	Intermediário	Densa	Verde claro	Lanceolada	Ondulada	Esparsa	Ereto	Sem mancha	Redonda	Presente	Dentado
L3	Intermediário	Intermediário	Variegada	Lanceolada	Ondulada	Esparsa	Ereto	Sem mancha	Redonda	Presente	Dentado
L3xL4	Esparsa	Intermediária	Verde	Lanceolada	Lisa	Esparsa	Ereto	Sem mancha	Redonda	Presente	Intermediário
L3xL5	Esparsa	Intermediária	Verde claro	Lanceolada	Ondulada	Esparsa	Ereto	Sem mancha	Redonda	Presente	Intermediário
L4	Intermediário	Densa	Verde	Lanceolada	Ondulada	Esparsa	Ereto	Sem mancha	Redonda	Presente	Intermediário
L4xL5	Intermediário	Intermediário	Verde	Lanceolada	Lisa	Esparsa	Ereto	Sem mancha	Redonda	Presente	Dentado
L5	Intermediário	Intermediário	Verde escuro	Lanceolada	Ondulada	Esparsa	Ereto	Sem mancha	Redonda	Presente	Intermediário

DAPB - Densidade de folhas abaixo da primeira bifurcação; DFL - densidade de folhas; CDF - cor da folha; FFL - forma de folha; MLF – margem laminar foliar; PFL - pubescência da folha; PF - posição da flor; CMC - cor da mancha da corola; FC – forma da corola; PIC – pigmentação do cálice; MC – margem do cálice.

Tabela 1 – Continuação

GENÓTIPOS	CAC	MA	CFRI	CFRM	FFR	UFP	FAPF	AFR	EF	PFP	PPT
HS1	Ausente	Presente	Preto	Vermelho	Arredondado	Truncado	Truncado	Presente	Lisa	Intermediário	Pouca
HS1xL1	Ausente	Presente	Vermelho com roxo	Vermelho escuro	Triangular	Obtuso	Truncado	Presente	Lisa	Intermediário	Intermediário
HS1xHS2	Ausente	Presente	Marrom claro	Vermelho	Triangular	Truncado	Truncado	Presente	Lisa	Intermediário	Intermediário
HS1xL3	Ausente	Ausente	Laranja com marrom	Vermelho	Alongado	Obtuso	Pontudo	Presente	Lisa	Pouca	Intermediário
HS1xL4	Ausente	Presente	Vermelho claro	Vermelho	Triangular	Obtuso	Pontudo	Presente	Lisa	Persistente	Intermediário
HS1xL5	Ausente	Presente	Marrom claro	Vermelho	Triangular	Truncado	Truncado	Presente	Lisa	Pouca	Pouca
L1	Ausente	Presente	Alaranjado	Vermelho	Triangular	Truncado	Truncado	Presente	Lisa	Pouca	Pouca
L1xHS2	Ausente	Presente	Vermelho claro	Vermelho claro	Triangular	Obtuso	Truncado	Presente	Lisa	Intermediário	Intermediário
L1xL3	Ausente	Presente	Alaranjado	Vermelho	Triangular	Obtuso	Pontudo	Presente	Lisa	Intermediário	Intermediário
L1xL4	Ausente	Ausente	Verde	Vermelho	Triangular	Obtuso	Pontudo	Presente	Lisa	Persistente	Persistente
L1xL5	Ausente	Presente	Vermelho claro	Vermelho	Triangular	Truncado	Pontudo	Presente	Lisa	Pouca	Pouca
HS2	Ausente	Presente	Vermelho claro	Vermelho	Triangular	Truncado	Truncado	Presente	Lisa	Pouca	Pouca
HS2xL3	Ausente	Presente	Alaranjado	Vermelho escuro	Alongado	Obtuso	Truncado	Presente	Lisa	Pouca	Pouca
HS2xL4	Ausente	Presente	Verde	Vermelho	Triangular	Truncado	Truncado	Presente	Lisa	Intermediário	Intermediário
HS2xL5	Ausente	Presente	Vermelho claro	Vermelho claro	Triangular	Truncado	Pontudo	Presente	Lisa	Intermediário	Pouca
L3	Ausente	Ausente	Laranja com marrom	Vermelho	Alongado	Agudo	Pontudo	Presente	Lisa	Pouca	Pouca
L3xL4	Ausente	Presente	Vermelho com roxo	Vermelho	Triangular	Obtuso	Truncado	Presente	Lisa	Persistente	Persistente
L3xL5	Ausente	Ausente	Alaranjado	Vermelho	Triangular	Obtuso	Pontudo	Presente	Lisa	Intermediário	Pouca
L4	Ausente	Presente	Amarelo	Laranja	Triangular	Obtuso	Pontudo	Presente	Lisa	Persistente	Persistente
L4xL5	Ausente	Ausente	Vermelho claro	Laranja	Triangular	Truncado	Truncado	Presente	Lisa	Intermediário	Intermediário
L5	Ausente	Presente	Marrom claro	Laranja	Triangular	Truncado	Pontudo	Presente	Lisa	Persistente	Persistente

CAC – constrição anular do cálice; MA - manchas antocianínicas; CFRI - cor do fruto estágio intermediário; CFRM - cor fruto maduro; FFR (com base na secção transversal) - forma do fruto; UFP – união fruto pedicelo; FAPF – forma do ápice do fruto; AFR – apêndice do fruto; EF – Epiderme do fruto; PFP – persistência fruto pedicelo; PPT – persistência pedicelo talo.

A pubescência observada no hipocótilo foi em grande parte dos genótipos intermediária (62%), para os demais foi esparsa (33%), apenas para o híbrido triplo HS2xL5 a pubescência foi densa (5%) (Figura 1B). Indicando que para este caráter existe uma interação alélica do tipo dominância parcial, ainda pode se afirmar que quando o genitor L1 que possui pubescência esparsa é usado como fêmea nos cruzamentos sua descendência também é esparsa, quando este mesmo genitor é usado como macho nos cruzamento o comportamento da descendência não é alterado, indicando que para este caráter existe efeito materno.

Os genitores e híbridos possuíam folhas cotiledonares verdes (43%), variegado (48%) e roxo (9%) o que pode ser observado na figura 1C. De acordo com Wang e Bosland, (2006) seis tipos de genes são responsáveis pela variedade na cor das folhas, a interação entre esses genes ainda não foi definida. O estudo de uma característica controlada por muitos genes e o não conhecimento da interação entre os mesmo é bastante complexo para o melhorista, dificultando a seleção de genótipos superiores.

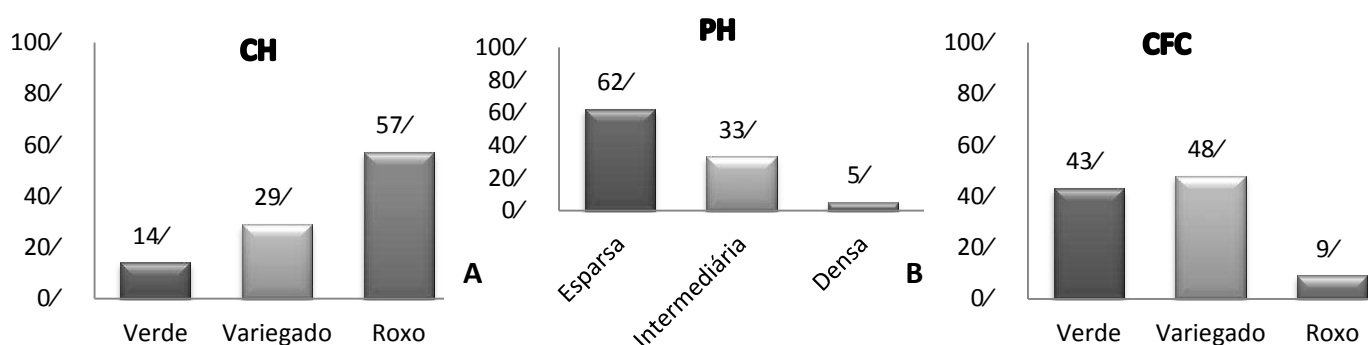


Figura 1. Caracteres qualitativos de plântula em parentais e híbridos intraespecíficos de pimenteiras ornamentais. A) CH = Cor do Hipocótilo; B) PH = Pubescência do Hipocótilo; C) CFC = Cor da Folha Cotiledonar.

Dois caracteres relacionados à arquitetura da planta foram monomórficos, o ciclo de vida que foi anual e a forma do caule que foi cilíndrica para todos os parentais e híbridos. Para as demais características foram observadas de duas a quatro classes (Figura 2). As pimenteiras com finalidade ornamental possuem fácil propagação, elevado valor estético e fases vegetativas curtas (Rêgo et al., 2012a), sendo as mesmas botanicamente classificadas como anuais, frutificando intensamente em um curto período, perdendo valor estético, enfraquecendo, tornando-se mais sensíveis a pragas e doenças além ter uma queda na produção de frutos.

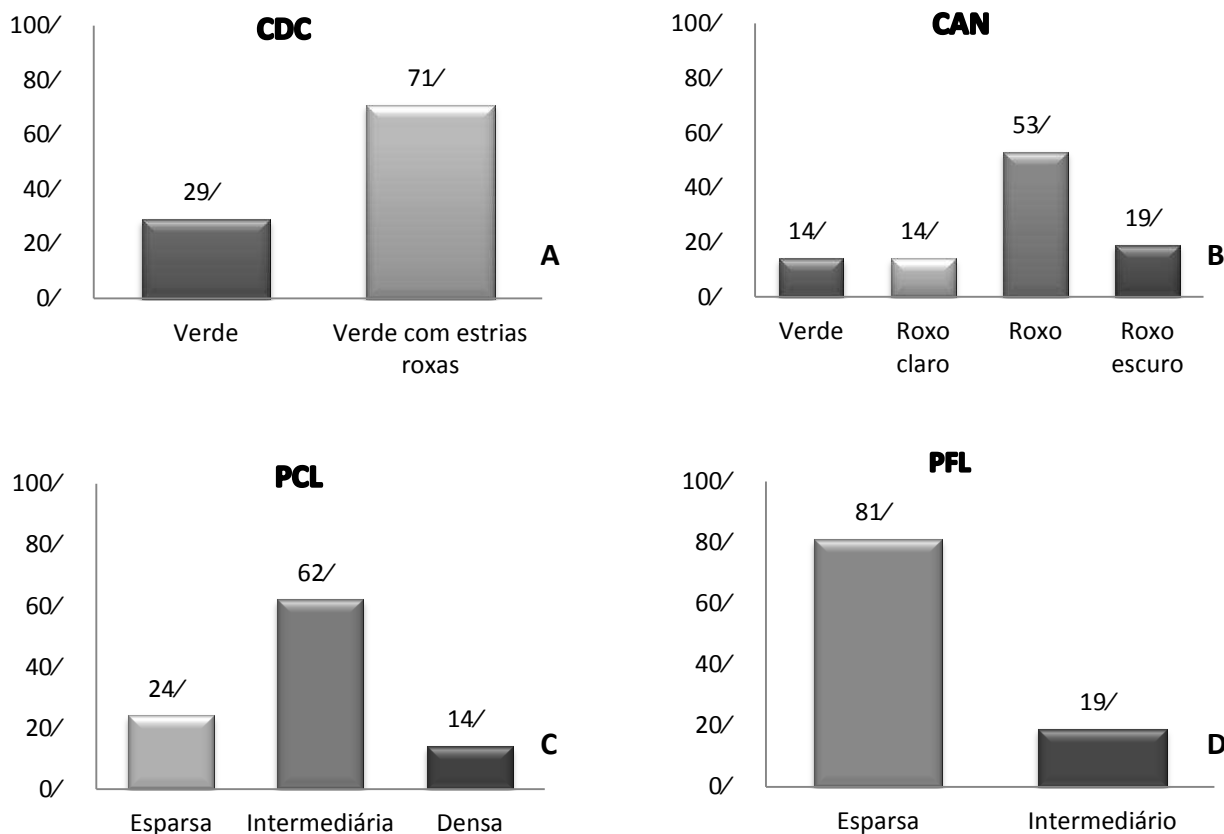


Figura 2. Caracteres qualitativos de arquitetura da planta em parentais e híbridos intraespecíficos de pimenteiras ornamentais. A) CDC = Cor do Caule; B) CAN = Antocianina nodal; C) PCL = Pubescência do caule; D) PFL = Pubescência da folha.

A cor do caule variou de verde (29%) a verde com estrias roxas (71%). Foi observada variação da cor para antocianina nodal nos genótipos (Figura 2A), sendo observadas quatro classes fenotípicas, 53% dos parentais e híbridos foram de cor roxa, 19% roxo escuro, 14% roxo claro e apenas 14% não apresentaram antocianina permanecendo com a cor nodal verde (Figura 2B). O gene A com dominância incompleta controla a cor de antocianina no caule, sua ação é intensificada por genes modificadores (Wang e Bosland, 2006). Isso explica a variação observada neste, para a tonalidade da cor da antocianina. A inexistência de antocianina é controlada por oito genes mutantes (al-1 a al-8), descritos inicialmente por Csillery (1983) e reafirmado atualmente por Wang e Bosland (2006).

Os genitores e híbridos avaliados apresentaram em sua maioria 62%, pubescência do caule intermediária, em 24% dos genótipos ocorreu pubescência esparsa e em apenas 14% foi observada uma maior densidade (Figura 2C). Pouca pubescência foi observada nas folhas já que em 81% dos genótipos a pubescência foi esparsa e nos

demais (19%) foi intermediária (Figura 2D). Dois genes foram descritos controlando este caráter (Wang e Bosland, 2006), o gene H_ epistático sobre Sm_ enquanto smsm é epistático sobre hh. A epistasia agrupa genótipos com diferentes concentrações de alelos com mesmo fenótipo (Cruz, 2005), por isto esse tipo de interação é mais uma das grandes dificuldades enfrentadas pelo melhorista.

Para fins ornamentais, pimenteiras de hábito de crescimento ereto são preferidas, por serem mais vistosas e possuírem uma arquitetura mais atrativa aos olhos do consumidor. Assim os genitores e híbridos avaliados apresentaram em sua maioria hábito de crescimento ereto (62%), apenas 38% dos genótipos apresentou hábito de crescimento intermediário (Figura 3A), correspondente aos genitores HS1 e L4 bem como sua descendência HS1xHS2, HS1xL3, HS1xL4, HS1xL5, L1xL4, e L4xL5 (Tabela 1). Com base nesses cruzamentos e os observados na Tabela 3, indica-se para este caráter uma interação do tipo dominância parcial. Facilitando o trabalho do melhorista, podendo neste caso identificar e selecionar, qualquer genótipo por meio de seu fenótipo.

A maioria das plantas apresentou densidade de ramificação intermediária (53%), 29% dos genitores e híbridos obtiveram bastante densidade e apenas 19% obteve densidade esparsa (Figura 3B). Semelhante, a densidade de ramos abaixo da primeira bifurcação foi considerável, 81% dos genitores e híbridos apresentaram uma densidade intermediária e apenas 19% dos genótipos apresentaram densidade esparsa (Figura 3C). De acordo com Neitzke et al. (2010), a densidade de folhas está entre, os descritores fenotípicos mais importantes para avaliação do potencial ornamental, em relação ao aspecto estético da planta.

Em todas as folhas foi observado formato, lanceolado (Tabela 1). Foi observada uma folhagem densa (57%) ou intermediária (43%) para todos os genitores e híbridos avaliados (Figura 3D). A característica cor da folha apresentou quatro classes fenotípicas (Figura 4), são elas: verde clara (24%); verde (33%); verde escura (14%) e variegada (29%) (Figura 3E). Rêgo et al. (2011b) afirma que, a cor da folha é uma das características determinante para o consumidor ao escolher comprar uma pimenteira ornamental, juntamente com coloração do fruto e hábito de crescimento.

Para Finger et al. (2012), os produtores utilizam plantas de pimenta com folhagem verde intensa e sem sintomas de senescência. Dessa forma o genitor L5 e os híbridos HS1xL4 e HS1xL5 apresentaram coloração da folha verde escuro. Já Rêgo et al. (2011b, 2012b) afirmaram que a folhagem variegada é mais atrativa aos olhos do consumidor gerando nova variabilidade para o mercado. Assim sendo, os genitores

HS1, HS2 e L3, bem como sua descendência HS1xL3, HS2xL4 e HS2xL3 apresentaram coloração variegada.

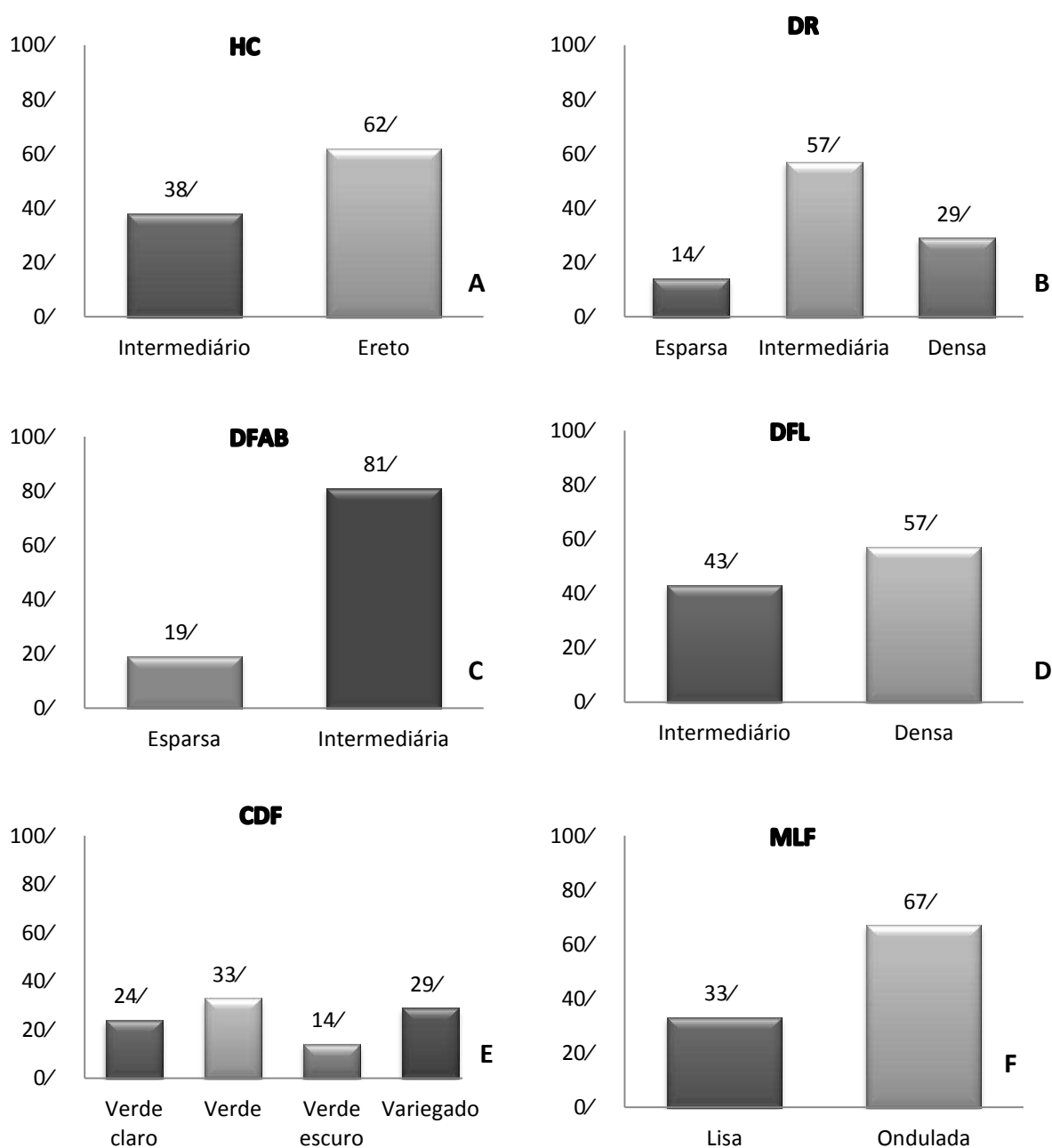


Figura 3. Caracteres qualitativos de folha em parentais e híbridos intraespecíficos de pimenteiras ornamentais. A) Hábito de Crescimento; B) Densidade de Ramificação; C) Densidade de folhas abaixo da primeira bifurcação; D) DFL = Densidade de Folhas; E) CDF = Cor da Folha; F) MLF = Margem Laminar Foliar.

A margem laminar foliar foi principalmente ondulada (67%), no restante dos genitores e híbridos a margem foi lisa (33%) (Figura 3F). Kumar et al. (2001) descreveram oito genes para as características relacionadas as formas da folha. Wang e

Bosland (2006) em revisão de literatura sobre os genes de *Capsicum* afirma que superfície da folha ondulada é determinada pelo gene recessivo *un*.

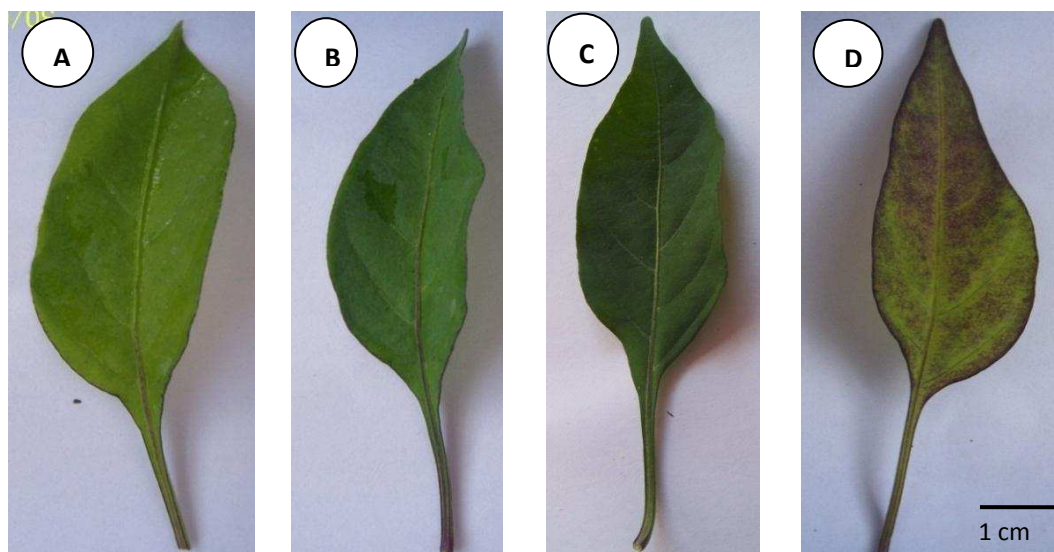


Figura 4: Coloração das folhas em genitores e híbridos de pimenteiros ornamentais (*Capsicum annuum*). – A) Folha verde claro; B) Folha verde; C) Folha verde escuro; D) Folha jaspeada.

Todas as flores possuem posição ereta, conseqüentemente todos os frutos também possuem a mesma posição na planta, o que atende as exigências do mercado. Pois, para comercialização e produção de pimenteiros ornamentais a escolha adequada do genótipo é de vital importância para o sucesso do empreendimento, sendo preferidas plantas de pequeno porte com frutos eretos, coloridos e vistosos (Finger et al., 2012).

A forma da corola apresentou-se redonda tanto nos genitores como nos híbridos (Tabela 1). A cor da mancha da corola foi ausente, resultado esperado uma vez que esta espécie não apresenta manchas (Reifschneider e Ribeiro, 2008). A pigmentação do cálice foi presente em todos os genitores e híbridos avaliados. A única característica de flor avaliada neste que não foi monomórfica foi a margem do cálice, esta foi intermediária para 57% dos genótipos e dentada em 43% (Figura 5). As características mais atrativas das flores como, cor da flor, antera e filete destes híbridos foram descritas por Nascimento et al. (2013).

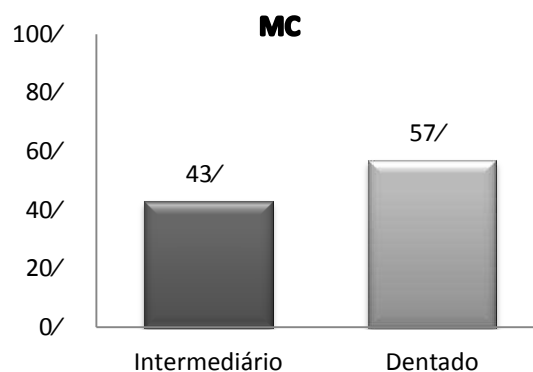


Figura 5. Margem do cálice em flores de parentais e híbridos intraespecíficos de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum*).

Três descritores utilizados na caracterização morfológica de fruto foram monomórficos: constrição anelar do cálice, ausente em todos os genótipos (Tabela 1), o apêndice do fruto, presente em todos e a epiderme do fruto que foi lisa. Büttow et al. (2010) ao analisar 36 descritores qualitativos para avaliar a divergência genética entre 20 acessos de pimentas e pimentões encontrou monomorfismo para as duas primeiras características citadas e polimorfismo para a última.

Apenas 24% dos frutos não apresentaram manchas antocianínicas. Nos demais as manchas foram presentes (76%) (Figura 6A). De acordo com Büttow et al. (2010), elevada concentração de antocianina em folhas, hastes, flores e frutos imaturos confere elevado potencial ornamental ao genótipo. A acumulação de antocianina em frutos imaturos é determinada pela ação de genes adicionais (Wang e Bosland, 2006), dificultando o trabalho do melhorista em selecionar genótipos que transmitirão essa característica para as gerações subsequentes.

As cores do fruto variaram bastante, tanto em estágio intermediário como maduro (Figura 7, 8). No estágio intermediário os mesmos apresentaram sete classes de cores (Figura 6B), amarela (5%) observada apenas no genitor L4, verde (9%), alaranjado (19%), laranja com marrom (9%), marrom claro (15%), vermelho claro (29%), vermelho com roxo (9%) e preta esta observada apenas no genitor HS1. A cor do fruto em estágio intermediário é controlada por série alélica, até então não se sabe qual a interação existente entre estes, nem quantos genes estão envolvidos na determinação deste caráter. Sabe-se apenas que alelos dominantes são responsáveis pelas várias tonalidades de verde, e que a infinidade de cores existentes até se obter a maturação completa do fruto é resultado da ação de um gene recessivo homocigoto denominado tra (transição) (Wang e Bosland, 2006).

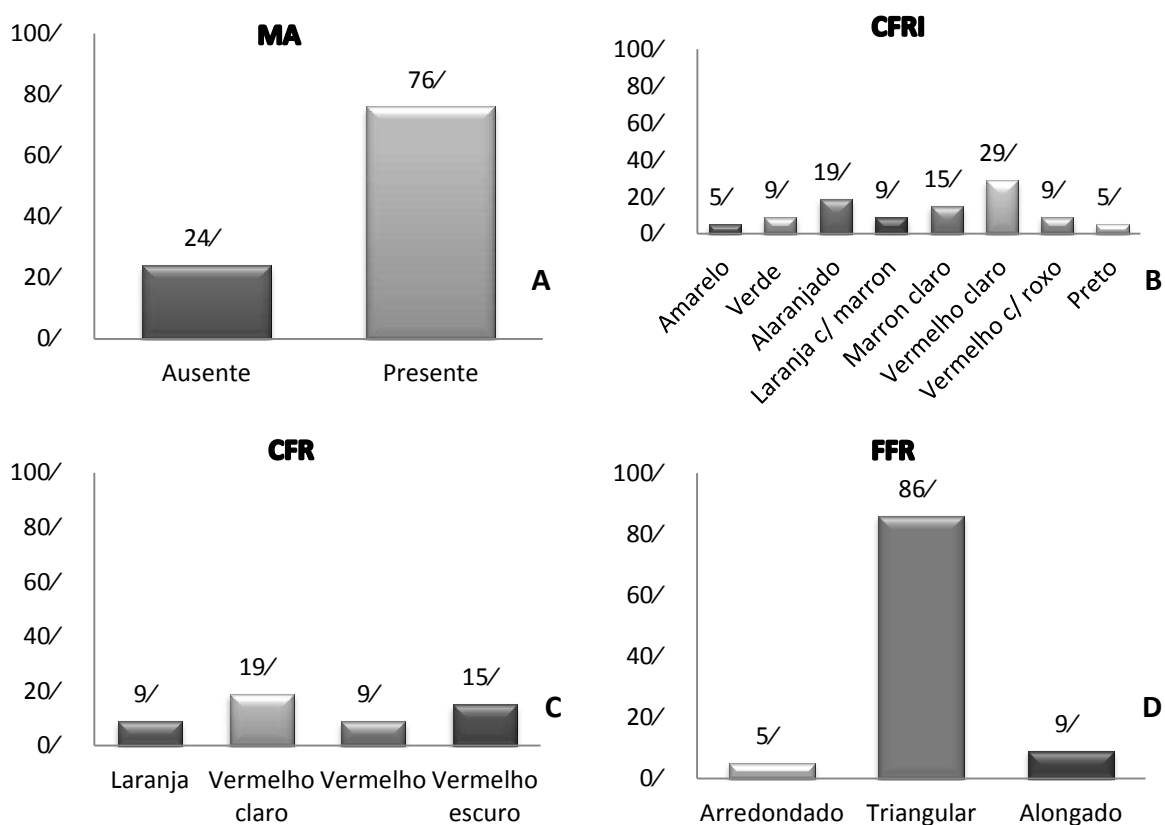


Figura 6. Caracteres qualitativos de fruto em parentais e híbridos intraespecíficos de pimenteiras ornamentais. A) MA = Manchas Antocianínicas; B) CFRI = Cor do Fruto em Estágio Intermediário; C) CFRM = Cor do Fruto em estágio Maduro; D) FFR = Forma do Fruto.

No estágio maduro observou-se uma menor variação para cor dos frutos (Figura 6C), a cor predominante foi o vermelho (67%), seguido pelas cores laranja (15%), vermelho claro (9%), vermelho escuro (9%). As variações nas tonalidades de vermelho para cor do fruto maduro são determinadas pela ação de três genes (*c-1*, *c-2* e *y*) (Bosland, 2006). Características com herança poligênica são mais trabalhosas, dificultando o trabalho do melhorista (Cruz, 2005).

Seis genes foram identificados na determinação da forma do fruto em *Capsicum*, sabe-se que o gene *O* juntamente com outros modificadores são responsáveis pela forma arredondada do fruto, o gene *P* dominante é responsável pelo ápice pontudo e genes *Ped* são responsáveis pela união aguda do fruto com o pedúnculo (Ishikawa et al., 1998; Bem-Chaim et al., 2003; Bosland, 2006). Quanto maior o número de genes envolvidos na determinação do caráter mais complexa sua herança e mais difícil a seleção de genótipos com a característica desejada.

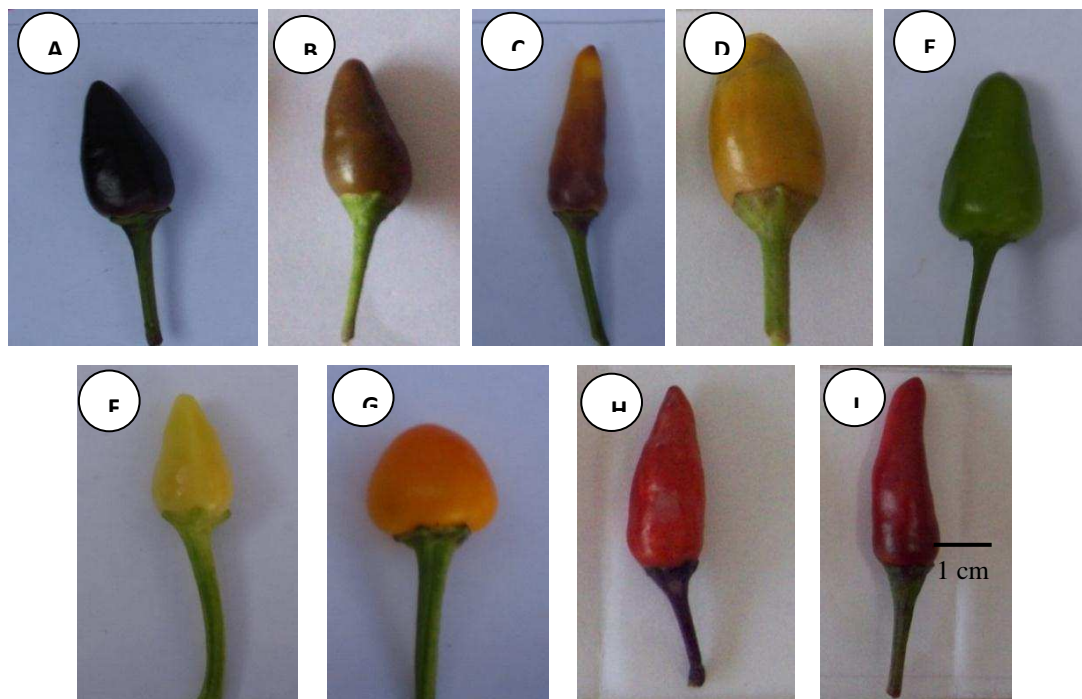


Figura 7: Cor do fruto em estágio intermediário em genitores e híbridos de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum*). – A) Fruto preto; B) Fruto marrom claro; C) Fruto laranja com marrom; D) Fruto verde com laranja; E) Fruto verde; F) Fruto amarelo; G) Fruto laranja; H) Fruto vermelho; I) Fruto vermelho escuro.

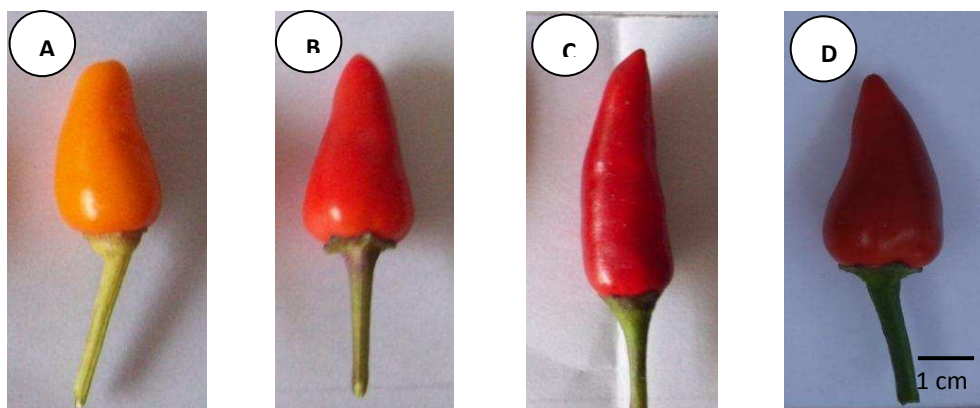


Figura 8: Cor do fruto em estágio de maturação em genitores e híbridos de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum*). – A) Fruto laranja; B) Fruto vermelho claro; C) Fruto vermelho; D) Fruto vermelho escuro.

A maioria dos frutos apresentaram secção transversal triangular (86%) exceto o híbrido HS1 que teve forma do fruto baseada na secção transversal arredondada (5%) e genitor L3, bem como um de seus descendentes o híbrido triplo HS1xL3 que apresentaram secção transversal do fruto alongado (9%) (Figura 6D). Ápices truncados foram observados em 53% dos frutos, os demais foram pontudos (47%) (Figura 9A). A

união do fruto com o pedicelo foi aguda apenas no genitor L3 (5%), os 95% restantes foram igualmente divididos na forma truncada e obtusa (Figura 9B).

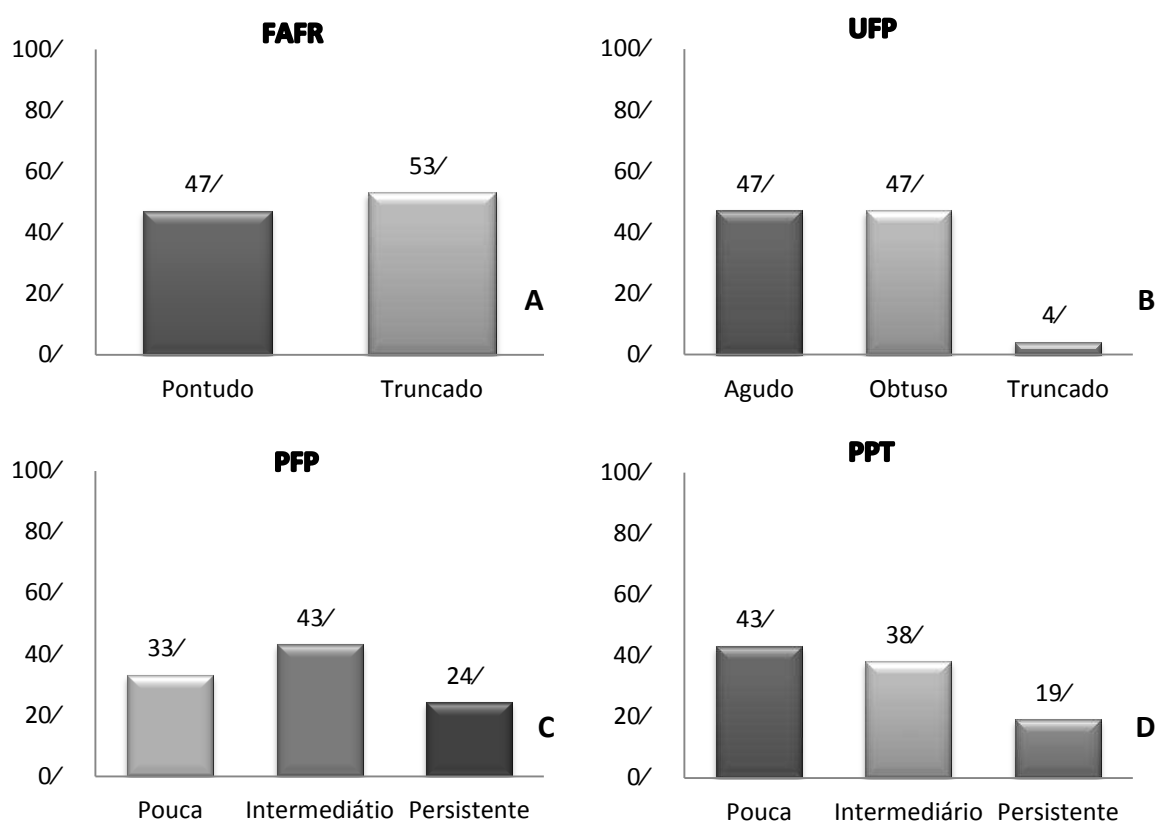


Figura 9. Caracteres qualitativos de fruto em parentais e híbridos intraespecíficos de pimenteiras ornamentais. A) FAFR = Forma do ápice do fruto; B) UFP = União Fruto Pedicelo; C) PFP = Persistência Fruto Pedicelo; D) PPT = Persistência Pedicelo Talo.

3.2 Híbridos interespecíficos

Na caracterização morfológica dos genitores e híbridos interespecíficos houve grande variabilidade para os caracteres qualitativos analisados, principalmente para as variáveis referentes a arquitetura da planta, cor e formas de folhas e frutos (Tabela 2, 3 e 4). A variabilidade é de suma importância no desenvolvimento de novas variedades de pimenta, bem como na conservação dos recursos genéticos deste gênero (Rêgo et al. 2011c).

A cor do hipocótilo foi variegada apenas no genitor L1, nos demais genitores foi observado coloração roxa (HS1, L2 e L6) e verde (L4, L5 e L7) bem como em sua descendência foi observado 43% dos híbridos (HS1xL2, L2xL5, L2xL6) com hipocótilo roxo e 57% com hipocótilo verde (HS1xL7, L1xL7, L6xL4 e L6xL7). Os genitores HS1

e L1 bem como o híbrido triplo HS1 x L6 foram os únicos a apresentaram coloração do caule verde com estrias roxas, os demais genótipos avaliados apresentaram caules de cor verde (Tabela 2). Uma explicação para herança dessas características foi discutida por Bosland (2006), o mesmo afirmou que um gene com dominância incompleta A controla a cor de antocianina no caule, a ação do mesmo só é eficaz na presença de al^+ .

Tabela 2 – Descrição das características qualitativas de plântula e planta em genitores e híbridos interespecíficos de pimenteiras ornamentais.

Genótipos	CH	PH	CFC	FFC	CV	CDC	CAN	FCL
HS1	Roxo	Intermediária	Variegada	Alongada	Anual	Verde c/estrias roxas	Roxo	Cilíndrico
L1	Variegado	Esparsa	Verde	Alongada	Anual	Verde c/estrias roxas	Verde	Cilíndrico
L2	Roxo	Densa	Variegada	Ovalada	Anual	Verde	Roxo	Cilíndrico
L4	Verde	Esparsa	Verde	Alongada	Anual	Verde	Roxo	Cilíndrico
L5	Verde	Intermediária	Verde	Alongada	Anual	Verde	Verde	Cilíndrico
L6	Roxo	Densa	Variegada	Ovalada	Anual	Verde	Roxo	Cilíndrico
L7	Verde	Intermediária	Verde	Alongada	Anual	Verde	Roxo	Cilíndrico
HS1xL2	Roxo	Intermediária	Variegada	Alongada	Anual	Verde c/estrias roxas	Roxo	Cilíndrico
HS1xL7	Verde	Intermediária	Verde	Alongada	Anual	Verde	Roxo	Cilíndrico
L1xL7	Verde	Intermediária	Verde	Alongada	Anual	Verde	Roxo	Cilíndrico
L2xL5	Roxo	Intermediária	Variegada	Ovalada	Anual	Verde	Roxo	Cilíndrico
L2xL6	Roxo	Densa	Variegada	Ovalada	Anual	Verde	Roxo	Cilíndrico
L6xL4	Verde	Intermediária	Verde	Ovalada	Anual	Verde	Roxo	Cilíndrico
L6xL7	Verde	Intermediária	Verde	Ovalada	Anual	Verde	Roxo	Cilíndrico

CH – cor do hipocótilo; PH – pubescência do hipocótilo; CFC – cor da folha cotiledonar; FFC- forma da folha cotiledonar; CV – ciclo de vida; CDC – cor do caule; CAN – cor da antocianina nodal; FCL – forma do caule.

Hipocótilo com pubescência densa foi observado apenas nos genitores L2 e L6 e na sua descendência (L2xL6) nos demais genitores e híbridos avaliados a pubescência foi intermediária exceto o genitor L1 que apresentou pubescência esparsa. De acordo com a descendência dos cruzamentos para esta característica, pode se inferir que esta possui herança poligênica, características governadas por muitos genes tornam a seleção de genótipos superiores mais complexas.

As folhas cotiledonares apresentaram formas e cores diferentes, a coloração observada foi variegada nos genitores HS1, L2 e L6 e na sua descendência HS1xL2, L2xL5, L2xL6 para os demais genótipos a coloração da folha foi verde (Tabela 2). A forma da folha cotiledonar foi alongada para todos os genótipos, exceto para os genitores L2 e L6 e nos híbridos em que os mesmos são pais a forma foi ovalada (Tabela 2), dessa forma, pode-se indicar uma interação do tipo dominância completa

para o formato ovalado em relação ao formato alongado. A dificuldade para o melhorista neste tipo de interação é a identificação do genótipo através do fenótipo do indivíduo, pois o homocigoto dominante e o heterocigoto expressam o mesmo fenótipo (Cruz et al., 2011).

Todos os genitores e híbridos interespecíficos avaliados possuem ciclo de vida anual e tem forma do caule cilíndrica. A cor roxa da antocianina nodal só não foi observada nos genitores L1 e L5 (Tabela 2). Oito genes foram identificados controlando a cor da antocianina tanto no caule, como nas folhas flores e frutos imaturos o tipo de interação entre os mesmos ainda não foi esclarecido (Bosland, 2006).

A pubescência do caule foi intermediária em 71% dos genótipos avaliados, apenas nos genitores L1 e L7 e nos híbridos L1x L7 e L2xL5, a pubescência foi esparsa (Tabela 3). O contrario ocorreu para a característica pubescência da folha, 71% dos genótipos apresentam pubescência esparsa enquanto apenas os genitores HS1 e L6 foram intermediário e os híbridos HS1xL2 e L2xL6. Dois genes foram descritos controlando a pubescência da folha (Wang e Bosland, 2006), sabe-se que genes dominantes condicionam pubescência mais não se sabe quais mecanismos determinam a intensidade desta pubescência.

Houve predominância do hábito de crescimento ereto, apenas nos genitores HS1 e L4, e no híbrido L6xL4, observou-se hábito de crescimento intermediário (Tabela 3). Os genitores HS1 e L4 também foram os únicos que apresentaram alta densidade de ramificação, nos demais genótipos observou-se densidade intermediária. Densidade intermediária também foi observada abaixo da primeira bifurcação para a maioria dos genótipos avaliados apenas o genitor HS1 e o híbrido L2xL6 apresentaram densidade esparsa e os híbridos HS1xL2, L2xL5, L6xL4 e L6xL7 não apresentaram folhas abaixo da primeira bifurcação (Tabela 3).

Wang e Bosland (2006) relatam a existência de três principais genes recessivos envolvidos nos hábitos referentes a ramificações em pimenteiras, o crescimento determinado da planta é conferido pelo gene dt, enquanto o número de ramificações laterais é condicionado pelo gene ct e ramificações fasciculadas pelo gene fa. Alelos dominantes DT e CT são responsáveis pelo crescimento indeterminado e são epistáticos um ao outro. O conhecimento da natureza de genes recessivos controlando o crescimento determinado da planta é de suma importância para o melhoramento, pois ao selecionar para este caráter sabe-se que o genótipo será homocigoto para o mesmo.

Tabela 3 – Descrição das características qualitativas de plântula e planta em genitores e híbridos interespecíficos de pimenteiras ornamentais.

Acessos	PCL	HC	DR	DAPB	DFL	CDF	FFL	MLF	PFL
HS1	Intermediária	Intermediário	Densa	Esparsa	Intermediário	Variiegada	Lanceolada	Lisa	Intermediário
L1	Esparsa	Ereto	Intermediário	Intermediário	Densa	Verde claro	Lanceolada	Ondulada	Esparsa
L2	Intermediária	Ereto	Intermediário	Intermediário	Intermediário	Variiegada	Deltoide	Lisa	Esparsa
L4	Intermediária	Intermediário	Densa	Intermediário	Densa	Verde	Lanceolada	Ondulada	Esparsa
L5	Intermediária	Ereto	Intermediário	Intermediário	Intermediário	Verde escuro	Lanceolada	Ondulada	Esparsa
L6	Intermediária	Ereto	Intermediário	Intermediário	Intermediário	Verde claro	Deltoide	Ondulada	Intermediário
L7	Esparsa	Ereto	Intermediário	Intermediário	Intermediário	Verde	Lanceolada	Lisa	Esparsa
HS1xL2	Intermediária	Ereto	Intermediário	Ausente	Intermediário	Variiegada	Ovalada	Lisa	Intermediário
HS1xL7	Intermediária	Ereto	Intermediário	Intermediário	Intermediário	Verde	Lanceolada	Lisa	Esparsa
L1xL7	Esparsa	Ereto	Intermediário	Intermediário	Intermediário	Verde claro	Lanceolada	Ondulada	Esparsa
L2xL5	Esparsa	Ereto	Intermediário	Ausente	Intermediário	Verde	Deltoide	Ondulada	Esparsa
L2xL6	Intermediária	Ereto	Intermediário	Esparsa	Intermediário	Verde claro	Deltoide	Ondulada	Intermediário
L6xL4	Intermediária	Intermediário	Intermediário	Ausente	Intermediário	Verde	Lanceolada	Ondulada	Esparsa
L6xL7	Intermediária	Ereto	Intermediário	Ausente	Intermediário	Verde claro	Ovalada	Ondulada	Esparsa

PCL - pubescência do caule; HC – hábito de crescimento; DR - densidade de ramificação; DAPB – densidade de folhas abaixo da primeira bifurcação; DFL - densidade de folhas; CDF - cor da folha; FFL - forma de folha; MLF – margem laminar foliar e PFL - pubescência da folha.

Folhagem densa foi observada apenas nos genitores L1 e L4, os demais genótipos apresentaram uma folhagem intermediária (Tabela 3). A cor da folha variou bastante, observou-se folhas variegadas nos genitores HS1 e L2 e na sua descendência (HS1xL2), folhas verde claro foram observadas nos genitores L1 e L6 e nos cruzamentos cujo um destes genitores esteve presente (L1xL7, L2xL6 e L6xL7), um tom mais escuro de verde foi observado apenas no genitor L5 e folhagem verde foi observada nos genitores L4 e L7 e nos híbridos HS1xL7, L2xL5 e L6xL4 (Tabela 3). De acordo com Rêgo et al. (2011b) e Finger et al. (2012) a cor da folha é uma das características determinante na escolha do consumidor ao comprar uma pimenteira ornamental, juntamente com coloração do fruto e hábito de crescimento.

Para as demais características de folha também se observou variação (Tabela 3). Forma deltoide foi observada nos genitores L2 e L6 e nos híbridos L2xL5, e L2xL6. O formato da folha foi ovalado nos híbridos HS1xL2 e L6xL7, os demais genótipos avaliados apresentaram forma da folha lanceolada. Diante do resultado dos cruzamentos neste realizados pode se afirmar que esta característica é de origem poligênica. Esses resultados estão de acordo com os relatados por Wang e Bosland (2006), que relatam o conhecimento de oitos genes controlando o formato da folha em *Capsicum*.

Ainda relacionado ao formato da folha uma característica que não possuem tanta relevância no que se refere a pimenteiras ornamentais é a margem laminar foliar, que foi lisa nos genitores HS1, L2 e L7 e na sua descendência HS1x L2 e HS1x L7, para os demais genótipos a margem foliar foi ondulada (Tabela 3).

Todas as corolas apresentaram forma redonda (Tabela 4). A posição da flor e consequentemente do fruto, variou conforme o esperado para cada espécie as flores apresentaram posição pendente no genitor L2 (*C. chinense*) e na descendência deste (L2xL5 e L2xL6), posição intermediária foi observada no híbrido HS1xL2 e L6xL7, para os demais genótipos a posição da flor foi ereta (Tabela 4). Observando os cruzamentos conclui-se que este caráter é governado por mais de um gene, ainda observa-se que quando o genitor L2 que possui posição pendente é utilizado como fêmea na realização do cruzamento, sua descendência apresenta flor também pendente, quando este mesmo genitor é utilizado como macho a descendência não possui a mesma herança sendo intermediária. Indicando dessa forma que o caráter apresenta efeito materno.

A cor da mancha da corola obedeceu à classificação botânica da espécie, sendo assim, mancha da corola verde amarelado foi observada apenas no genitor L6 (*C. baccatum*) e sua descendência (L2xL6, L6xL4 e L6xL7) nos demais genótipos a

mancha não foi observada (Tabela 4). Dessa forma pode-se afirmar que este caráter é dominante e não possui efeito materno. Tais inferências também foram observadas por Wang e Bosland (2006). Esse tipo de herança facilita a seleção de genótipos com mancha na corola verde amarelada, caso seja de interesse.

Tabela 4 – Descrição das características qualitativas de inflorescência em genitores e híbridos interespecíficos de pimenteiras ornamentais.

Acessos	PF	CMC	FC	PIC	MC
HS1	Ereto	Ausente	Redonda	Presente	Dentado
L1	Ereto	Ausente	Redonda	Presente	Intermediária
L2	Pendente	Ausente	Redonda	Ausente	Intermediária
L4	Ereto	Ausente	Redonda	Presente	Intermediária
L5	Ereto	Ausente	Redonda	Presente	Intermediária
L6	Ereto	Verde amarelada	Redonda	Ausente	Intermediária
L7	Ereto	Ausente	Redonda	Ausente	Intermediária
HS1xL2	Intermediária	Ausente	Redonda	Presente	Dentado
HS1xL7	Ereto	Ausente	Redonda	Presente	Intermediária
L1xL7	Ereto	Ausente	Redonda	Presente	Intermediária
L2xL5	Pendente	Ausente	Redonda	Presente	Intermediária
L2xL6	Pendente	Verde amarelada	Redonda	Ausente	Dentado
L6xL4	Ereto	Verde amarelada	Redonda	Ausente	Intermediária
L6xL7	Intermediária	Verde amarelada	Redonda	Ausente	Intermediária

PF - posição da flor; CCRL - cor da corola; CMC – cor da mancha da corola; FC – forma da corola; PIC – pigmentação do cálice; MC – margem do cálice.

A maioria das plantas apresentou pigmentação do cálice (57%), apenas os genitores L2, L6 e L7 e nos cruzamentos onde os mesmos foram utilizados (L2xL6, L6xL4 e L6xL7) não foi observada pigmentação (Tabela 4). A margem do cálice foi em sua maioria intermediária (79%), sendo dentada apenas no genitor HS1 e nos híbridos interespecíficos HS1xL2 e L2xL6 (Tabela 4). Diante desses resultados pode se concluir que vários genes devem ser responsáveis pela determinação de ambas as características. Esse tipo de herança dificulta a seleção do melhorista de genótipos de interesse conhecendo apenas o fenótipo do indivíduo.

Três descritores utilizados na caracterização morfológica do fruto foram monomórficos: o apêndice do fruto presente em todos os genótipos, a epiderme do fruto que foi lisa em todos os acessos e a constrição anelar do cálice ausente em todos os genótipos (Tabela 5), exceto no genitor L2, pois este pertence a espécie *C. chinense* e a presença da constrição anelar é característico desta espécie. Porém como pode ser

observada tal característica não é dominante uma vez que nenhum descendente apresentou constrição anelar.

Manchas antocianínicas no fruto em estágio intermediário foram observadas em 79% dos genótipos avaliados, as manchas só não estiveram presentes nos genitores L2 e L7 e nos híbridos L2xL5 e L2xL6 (Tabela 5). Mais uma vez observando o resultado dos cruzamentos realizados conclui-se que assim como para a posição da flor, quando o genitor L2 que não possui manchas antocianínicas é utilizado como fêmea na realização do cruzamento, a descendência também não apresenta manchas, quando este mesmo genitor é utilizado como macho a descendência não possui a mesma herança. Indicando dessa forma que o caráter apresenta efeito materno.

No presente trabalho observou-se ampla variabilidade para coloração dos frutos (Tabela 5). Estes quando em estágio imaturos apresentaram cores, preta (HS1, L2 e L6), marrom claro (L5, L7 e L6xL7), verde (HS1xL7), alaranjado (L1, HS1xL2, L1xL7, L2xL5, L2xL6) e amarelo (L4 e L6xL4). Nos frutos maduros houve predomínio da cor vermelha (64%) os frutos também apresentaram coloração laranja (L4 e L5) vermelho claro (L6xL7), vermelho escuro (L2 e HS1xL2). A variabilidade encontrada na coloração dos frutos nos estágios intermediários e maduro é determinante na escolha do consumidor ao comprar uma pimenteira ornamental (Rêgo et al 2011a,b).

A forma do fruto com base na secção transversal foi bastante variável, observou-se 50% dos frutos com formato triangular, 47% arredondados e apenas o genitor L7 apresentou formato alongado (Tabela 5). A união do fruto com pedicelo foi em 71% dos genótipos avaliados truncada, apenas nos genitores HS1, L4 e L7 e nos híbridos HS1xL7 e L6xL4 a união foi obtusa (Tabela 5). O ápice do fruto foi truncado para 57% dos genótipos avaliados, pontudo em 36% dos genitores e híbridos avaliados e afundados no genitor L6 (Tabela 5).

Como mencionado para os híbridos intraespecíficos, os cruzamentos realizados neste estudo comprovam as observações realizadas por Wang e Bosland (2006) de que a forma do fruto é de herança poligênica. O formato do fruto bem como sua coloração quando imaturos e maduros estão entre, os descritores mais importantes em relação ao aspecto estético da planta, com potencial ornamental (Neitzke et al., 2010). Sendo estas governadas por mais de um gene, dificulta o trabalho do melhorista para seleção de genótipos com a característica de interesse.

Alta persistência do fruto com o pedicelo foi encontrada nos genitores L4 e L5, persistência intermediária foi observada nos genitores HS1, L2, L6 e L7, para os demais genótipos a persistência foi pouca (Tabela 5).

Tabela 5 – Descrição das características qualitativas de fruto em genitores e híbridos interespecíficos de pimenteiras ornamentais.

Acessos	CAC	MA	CFRI	CFRM	FFR	UFP	FAPF	AFR	EF	PEP	PPT
HS1	Ausente	Presente	Preto	Vermelho	Arredondado	Truncado	Truncado	Presente	Lisa	Intermediário	Pouca
L1	Ausente	Presente	Alaranjado	Vermelho	Triangular	Truncado	Truncado	Presente	Lisa	Pouca	Pouca
L2	Presente	Ausente	Preto	Vermelho Escuro	Arredondado	Truncado	Truncado	Presente	Lisa	Intermediário	Intermediário
L4	Ausente	Presente	Amarelo	Laranja	Triangular	Obtuso	Pontudo	Presente	Lisa	Persistente	Persistente
L5	Ausente	Presente	Marrom claro	Laranja	Triangular	Truncado	Pontudo	Presente	Lisa	Persistente	Persistente
L6	Ausente	Presente	Preto	Vermelho	Triangular	Truncado	Afundado	Presente	Lisa	Intermediário	Intermediário
L7	Ausente	Ausente	Marrom claro	Vermelho	Alongado	Obtuso	Pontudo	Presente	Lisa	Intermediário	Intermediário
HS1xL2	Ausente	Presente	Alaranjado	Vermelho Escuro	Arredondado	Truncado	Truncado	Presente	Lisa	Pouca	Pouca
HS1xL7	Ausente	Presente	Verde	Vermelho	Triangular	Obtuso	Pontudo	Presente	Lisa	Intermediário	Intermediário
L1xL7	Ausente	Presente	Alaranjado	Vermelho	Triangular	Truncado	Pontudo	Presente	Lisa	Pouca	Pouca
L2xL5	Ausente	Ausente	Alaranjado	Vermelho	Arredondado	Truncado	Truncado	Presente	Lisa	Pouca	Pouca
L2xL6	Ausente	Ausente	Alaranjado	Vermelho	Arredondado	Truncado	Truncado	Presente	Lisa	Pouca	Pouca
L6xL4	Ausente	Presente	Amarelo	Vermelho	Arredondado	Obtuso	Truncado	Presente	Lisa	Intermediário	Persistente
L6xL7	Ausente	Presente	Marrom claro	Vermelho Claro	Triangular	Truncado	Truncado	Presente	Lisa	Pouca	Pouca

CAC – constrição anular do cálice. MA - manchas antocianínicas; CFRI - cor do fruto estágio intermediário; CFRM - cor fruto maduro; FFR (baseado na secção transversal)- forma do fruto; UFP – união fruto pedicelo; FAPF – forma do ápice do fruto; AFR – apêndice do fruto; EF – Epiderme do fruto; PEP – persistência fruto pedicelo; PPT – persistência pedicelo talo.

Houve variação também para a persistência pedicelo talo, que foi alta nos genitores L4 e L5 e no híbrido L4xL6, intermediária nos genitores L2, L6 e L7, bem como no híbrido HS1xL7, sendo escassa em 50% dos genótipos (Tabela 5). Caracteres, persistência entre cálice e pedicelo, e posição do fruto (ereto, intermediário ou pendente), são excelentes critérios para seleção de características que levem a uma redução nas perdas e maior facilidade na colheita (Rêgo et al., 2011b).

4. CONCLUSÃO

Houve grande variabilidade para os caracteres qualitativos analisados tanto nos genitores, como nos híbridos intra e interespecíficos. Tendo sido identificados acessos de plantas compactas, com frutos eretos e que se destacam com a folhagem, passando os mesmos por diversas cores durante o processo de maturação, características estas que são determinantes na escolha do consumidor ao comprar uma pimenteira ornamental.

Sendo indicados os genitores HS1, L1, L3, L4, L5 e L6, bem como os híbridos intraespecíficos HS1xL3, L3xL4, L1xL4 e HS1xHS2, e os híbridos interespecíficos HS1xL7, L1xL7 e L6xL4 para continuidade do programa de melhoramento de *Capsicum* com finalidade ornamental da Universidade Federal da Paraíba e da Universidade Federal de Viçosa.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ben Chaim, A., Y. Borovsky, W. De Jong, and I. Paran (2003). Linkage of the A locus for the presence of anthocyanin and fs10.1, a major fruit-shape QTL in pepper. *Theor. Appl. Genet.* 106: 889–894.

Büttow IMV, Barbieri RL, Neitzke RS, Heiden G and Carvalho FIF (2010). Diversidade genética entre acessos de pimentas e pimentões da Embrapa Clima Temperado. *Ciência Rural*, Santa Maria, v.40, n.6, p.1264-1269, jun, ISSN 0103-8478.

Chies TTS; Longhi-Wagner HM (2003). Polimorfismo morfológico. In: *Genética e evolução vegetal*. Organizado por Loreta Brandão Freitas e Fernanda Bered. Porto Alegre, Editora da UFRGS, 291-309.

Csillery G (1983). New *Capsicum* mutants found on seedling, growth type, leaf, flower and fruit. *Proc. 5th Eucarpia Meeting of Capsicum and Eggplant Working Group*, 4–7 Plovdiv. 127–130.

Cruz CD; Viana JMS; Carneiro PCS; Bhering LL (2011). *Genética Volume II: GBOL-software para ensino e aprendizagem de genética*. 2ª ed. Editora UFV, 61-75.

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

Ishikawa K; Janos T; Nunomura O (1998). Inheritance of the fruit shape at the apex and the peduncle attachment of pepper. *Capsicum Eggplant Nswl.* 17:30–33.

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

Kumar AO; Anitha V; Subhashini; RK; Raja Rao KG (2001). Induced morphological mutations in *Capsicum annuum* L. *Capsicum Egg. Nswl.* 20:72–75.

Moreira GR, Caliman FRB, Silva DJH and Ribeiro CSC (2006) Espécies e variedades de pimenta. *Informe Agropecuário*, v. 27, n. 235, p. 16-29.

Nascimento NFF, Rêgo ER, Rêgo MM, Nascimento MF, Alves LIF (2012) Compatibilidade em cruzamentos intra e interespecíficos em pimentas ornamentais. *Rev. Bras. de Hort. Orn.* V 18, p.57-63.

Nascimento NFF, Rêgo ER, Nascimento MF, Santos RMC, Bruckner CH, Finger FL, Rêgo MM. (2013) Flower Color Variability in Double and Three-way Hybrids of Ornamental Peppers. *Acta Horticulturae* (In press).

Neitzke RS, Barbieri RL, Rodrigues WF, Corrêa IV and Carvalho FIF (2010) Dissimilaridade genética entre acessos de pimenta com potencial ornamental. *Horticultura Brasileira* 28: 47-53.

Poulos JM (1994). Pepper Breeding (*Capsicum* spp.): achievements, challenges and possibilities. *Plant Breed.* 64(2): 144-155.

Rao GU; Paran I (2003). Polygalacturonase: A candidate gene for the soft flesh and deciduous fruit mutation in *Capsicum*. *Plant Mol. Biol.* 51:135–141.

Reifschneider FJB, Ribeiro CSC (2008) Cultivo. In: Ribeiro, C. S. C., Lopes, C. A., Carvalho, S. I. C., Henz, G. M., Reifschneider, F. J. B. (Ed.). *Pimentas Capsicum*. Brasília: Embrapa Hortaliças, p. 11-14.

Rêgo ER, Finger FL, Nascimento MF, Barbosa LAB, Santos RMC (2011a) Pimentas 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*). *Genetic Resources and Crop Evolution*, v. 58, p. 909-918.

Rêgo ER, Finger FL, Nascimento NFF, Araújo ER, Sapucay MJLC (2011c) Genética e melhoramento de pimentas. 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, Matos IWF, Barbosa LA (2011d) Morphological and chemical characterization of fruits of *Capsicum* spp. accessions. *Horticultura Brasileira* 29: 364-371.

Rêgo ER, Nascimento MF, Nascimento NFF, Santos RMC, Fortunato FLG, Rêgo MM (2012a). Testing methods for producing self-pollinated fruits in ornamental peppers. *Horticultura Brasileira* 30: 000-000.

Rêgo ER, Finger FL, Mapeli, AM, Nascimento NFF, Nascimento MF, Santos RMC, Rêgo MM (2012b). Anthocyanin Content and Total Phenolics of Flowers and Leaves in Ornamental Peppers. *Acta Hort.* 937, p. 283-288.

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

Tanksley SD, Iglesias-Olivas J.1(984) Inheritance and transfer of multiple flower character from *Capsicum chinense* to *C. annuum*. *Euphytica* 33:769-777.

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

CAPÍTULO III

Heterose e diversidade genética em híbridos simples, duplos e triplos de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum*)

1. INTRODUÇÃO

O mercado de pimenteiras é muito segmentado e diverso. Atualmente além de se destacarem no âmbito industrial e medicinal as pimenteiras têm se destacado como ornamentais em vaso ampliando a variedade de produtos nas floriculturas (Bosland e Voltava, 2000; Rêgo et al., 2011a; Rêgo et al., 2011b; Nascimento et al., 2012a), sendo considerada uma fonte de renda alternativa para as populações agrícolas e tornando-se ainda mais abrangente o campo do melhoramento.

Inicialmente não havia interesse na utilização das pimenteiras ornamentais como fonte de alimento, como material para confecção de chás ou temperos. Porém recentemente houve um aumento na utilização de plantas com dupla finalidade. Agregando valor ao produto, o que aumenta o retorno financeiro para o produtor (Finger et al., 2012).

As variedades utilizadas em vaso podem ser qualquer espécie do gênero *Capsicum* (Finger et al., 2012), entretanto a espécie *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, flores e frutos de coloração intensa em contraste com as folhas e também por apresentar grande durabilidade (Poulos, 1994; Carvalho et al., 2006; Rêgo et al., 2012a; Nascimento et al., 2013). Cultivares que apresentam porte reduzido, com frutos eretos, coloridos e vistosos, precocidade, produção e harmonia da planta no vaso são os principais objetivos de um programa de melhoramento para fins ornamentais (Poulos, 1994; Rêgo et al., 2011c; Nascimento et al., 2012b).

O melhoramento de pimenteiras tem sido feito por meio da seleção massal em raças crioulas. Recentemente alguns melhoristas têm dado ênfase ao uso de hibridação em programas de melhoramento. Os métodos de melhoramento utilizados em plantas autógamias, como as pimenteiras, geralmente envolvem a hibridação como fonte de variabilidade (Rêgo et al., 2011a). O uso dos híbridos é vantajoso, pois o F1 pode reunir caracteres importantes presentes em duas linhagens contrastantes. Esta vantagem é ampliada pelo benefício da heterose em características importantes como produtividade,

qualidade e uniformidade (Melo, 1997; Geleta e Labuschagne, 2004a; Maramé et al., 2009).

A heterose se manifesta quando o caráter avaliado no híbrido é maior (heterose positiva) ou menor (heterose negativa) do que a média dos genitores. Alto nível de heterose pode ser obtido a partir do cruzamento entre pais geneticamente diferentes. Dessa forma, o estudo da diversidade genética entre linhagens possibilita o seu arranjo em grupos que, quando inter cruzados, podem resultar em maiores valores de heterose (Falconer 1987; Silva, 2002).

Alguns estudos de pimenta mostraram que alta heterose em híbridos foi obtida a partir do cruzamento entre espécies de pimenta de *C. annuum* (Geleta e Labuschagne, 2004a; Blat et al., 2007; Reddy et al., 2008; Kamble et al., 2009b; Maramé et al., 2009; Rêgo et al., 2013).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a diversidade genética e estimar a heterose, heterobeltiose e ganho de seleção em híbridos simples, duplos e triplos de pimenteiros ornamentais.

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. Neste local foram realizados os cruzamentos e a avaliação dos genitores e híbridos de pimenteiros ornamentais.

2.1 Obtenção dos híbridos

Dois híbridos simples: um comercial HS1 e outro experimental HS2 (*C. annuum*) e quatro linhagens (*C. annuum*) pertencentes ao banco de germoplasma do CCA-UFPB foram utilizados como genitores (Tabela 1).

Os cruzamentos 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 (Nascimento et al., 2012b; Rêgo et al., 2012a; Nascimento et al., 2013). A coleta do fruto maduro foi realizada, em média, de um a dois meses após a polinização, variando

Tabela 1. Descrição qualitativa dos híbridos e linhagens utilizadas nesse estudo.

Genótipos	Origem	Características							
		HC	CF	CC	PF	CFI	CFM	FF	PPT
HS1	Híbrido comercial	Intermediário	Verde escuro	Branca com a margem roxa	Ereto	Preto	Vermelho	Quase redondo	Intermediário
HS2	Híbrido Experimental BGH – UFPB	Ereto	Verde e roxa	Roxa com a base branca	Ereto	Vermelho	Vermelho	Triangular	Intermediário
L1	BGH – UFPB	Ereto	Verde Claro	Branca	Ereto	Laranja	Vermelho	Triangular	Intermediário
L3	BGH- UFV	Ereto	Verde Claro	Roxa	Ereto	Laranja e marron	Vermelho	Alongado	Fácil
L4	BGH – UFV	Intermediário	Verde escuro	Branca	Ereto	Amarelo	Laranja	Triangular	Persistente
L5	BGH- UFPB	Ereto	Verde	Branca	Ereto	Marrom claro	Laranja	Triangular	Persistente

HC – hábito de crescimento; CF – Cor da folha; CC – Cor da corola; PF- Posição do fruto; CFI- Cor do fruto intermediário; CFM – Cor do fruto maduro; FF - forma do fruto; PPT - persistência pedúnculo com o talo.

de acordo com a espécie. Após a colheita dos frutos, foi feita a retirada e contagem das sementes por fruto.

A semeadura das linhagens e suas progênes foram realizadas em bandejas de isopor com 200 células, contendo substrato comercial (Plantmax®). 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 1200 ml, sendo uma planta por vaso. Sempre que necessário foram realizados os tratamentos culturais recomendados a cultura.

2.2 Caracterização Morfológica

A caracterização morfoagronômica dos híbridos, quanto a caracteres de plântula, planta, inflorescência e fruto de *Capsicum* foi baseada na lista de descritores quantitativos sugerida pelo IPGRI (1995). Para tanto foram utilizados 27 descritores. A caracterização qualitativa dos genitores encontra-se na Tabela 1. As características qualitativas analisadas foram, hábito de crescimento (HC); cor da folha (CF); cor da corola (CC); posição do fruto (PF); cor do fruto intermediário (CFI); cor do fruto maduro (CFM); forma do fruto (FF); persistência pedúnculo com o talo (PPT).

2.3 Descritores Quantitativos

Os caracteres quantitativos avaliados foram: longitude da folha cotiledonar (LFC), largura da folha cotiledonar (LAFC), altura da planta (AP), diâmetro da copa (DDC), altura da primeira bifurcação (APB), diâmetro do caule (DCL), comprimento da folha (CFL), largura da folha (LDF), comprimento da corola (CDC), comprimento da antera (CANT), comprimento do filete (CFI), dias para floração (DPFL), peso do fruto (PFR), comprimento do fruto (CFR), diâmetro do fruto (DDF), comprimento do pedúnculo (CP), espessura do pericarpo (EP), comprimento da placenta (CPL), massa da matéria fresca do fruto (MF), teor de matéria seca (TMS), número sementes por fruto (NSF), número de frutos por planta (NFP), produção (P), dias para frutificação (DPFR), teor de sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável (ATC) e teor de vitamina C (VITC) (IPGRI, 1995).

Para obtenção dos dados referentes às dimensões foram feitas medidas utilizando-se paquímetro. Para obtenção de dados referentes a massa fresca foi utilizada a balança, e valores referentes à quantidade, como número de lóculos e de sementes por fruto foi realizada contagem.

2.3.1 Caracterização Química

As análises químicas de fruto foram efetuadas de acordo com os métodos da Association of Official and Agricultural Chemistry - AOAC (1990).

2.3.1.1 Teor de vitamina C (VIT C)

Cerca de 1 g de tecido (pericarpo e polpa), foram adicionados 100 mL de água destilada que foram homogeneizados em homogeneizador de tecidos Turrax, modelo NT 138. Ao homogeneizado se adicionou 10 mL de ácido sulfúrico a 20%, 1 mL de iodeto de potássio a 10%, e 1 mL de solução de amido a 1% e titulou-se com iodato de potássio 0,01N, de acordo com Pergolatto e Pergolatto, (1985). O cálculo do teor de vitamina C foi realizado pela seguinte fórmula:

$$\text{mg de vitamina C por cento} = \frac{100 \times V \times F}{P}$$

em que :

V= volume de iodato de potássio gasto na titulação (mL);

F = 0,8806 mg de vitamina C;

P = peso da amostra (g).

2.3.1.2 Teor de Sólidos e Solúveis Totais (SST) e Ácidez Titulável (ACZ)

Na determinação do teor de sólidos solúveis totais, foi macerado em um almofariz com auxílio de um pistilo cerca de 1g de tecido (pericarpo e polpa). Foram retirados 50 µL do macerado que foram levados ao refractômetro (Abbe 1300-1720, 0-95% Modelo 2 Waj), onde se mediu a porcentagem de sólidos solúveis totais.

Para quantificação de ácidos, foram homogeneizados cerca de 1g de tecido (pericarpo e polpa) em 100 mL de água destilada, em um homegeneizador de tecido Turrax, modelo NT 138. Ao homogeneizado foram acrescidas três gotas de 1% de fenolftaleína e realizou-se a titulação com 0,1 de NaOH. O cálculo de acidez total foi feito pela fórmula:

$$\% \text{ de ácido cítrico} = \frac{(Vb) \times (N) \times (64) \times (0,1)}{(Va)}$$

em que:

Vb = volume da base (mL);

N = normalidade da base (eq. G. 1⁻¹);

64 = equivalente grama de ácido cítrico (g);

0,1 = fator de conversão, correspondente a $1\text{L} \times 1000 \text{mL}^{-1} \times 100$;

Va = volume da amostra (mL).

2.4 Análises estatísticas

O experimento foi analisado no delineamento inteiramente casualizado, em que as análises dos genitores e híbridos resultaram de seis repetições.

Os dados quantitativos foram submetidos à análise de variância com posterior agrupamento de médias pelo método de Skott-Knott a 1% de probabilidade.

Calculou-se também o ganho de seleção foi com base no índice de seleção de 20%, de acordo com as seguintes formulas:

$$DS = \bar{X}_s - \bar{X}_g \qquad GS = DS \times h^2 \qquad GS(\%) = \frac{GS \times 100}{\bar{X}_g}$$

Onde:

DS = Diferencial de seleção

\bar{X}_s = Média dos indivíduos selecionados

\bar{X}_g = Média da População base

GS = Ganho de seleção

h^2 = herdabilidade

2.4.1 Heterose

A estimativa da heterose foi calculada em relação à média dos genitores e heterobeliose, que é a heterose em relação ao genitor de melhor desempenho médio.

Para tanto foram utilizadas as seguintes fórmulas:

$$H(\%) = \frac{F1 - MP}{MP} \times 100 \qquad Hb(\%) = \frac{F1 - PS}{PS} \times 100$$

Onde:

H = heterose

F1 = média do híbrido

MP = média dos parentais

Hb = heterobeliose

PS = parental superior

2.4.2 Desempenho médio dos tipos de híbridos

Para comparar o desempenho médio foram calculadas as médias dos genitores e das três categorias de híbridos e estas foram submetidas ao teste de Tukey a 1% de probabilidade.

2.4.3 Divergência Genética

Para análise de divergência genética foi utilizado o método de agrupamento de Tocher com base na distância generalizada de Mahalanobis. Além disso, foi calculada a importância relativa das características avaliadas (Singh, 1981).

Todas as análises foram realizadas utilizando-se o programa computacional Genes (Cruz, 2006).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram obtidos do inter cruzamento entre os seis genitores pré- selecionados: seis híbridos simples (L1 x L3, L1 x L4, L1 x L5, L3 x L4, L3 x L5, L4 x L5), um híbrido duplo (HS1 x HS2) e oito híbridos triplos (HS1 x L1, HS1 x L3, HS1 x L4, HS1 x L5, HS2 x L1, HS2 x L3, HS2 x L4, HS2 x L5).

3.1 Dados Quantitativos

Houve diferença significativa entre as médias dos parentais e híbridos em nível de 1% e de probabilidade pelo teste F, para todas as características avaliadas, exceto para o diâmetro da copa (Tabela 2). Tais resultados indicam que existe variabilidade entre os genitores e híbridos avaliados. Nascimento et al. (2012b) avaliando uma geração segregante de *C. annum* relataram significância para o diâmetro da copa e não constatarem significância para diâmetro do caule. Rêgo et al. (2009a) avaliando híbridos simples de *C. baccatum* também encontraram significância para característica diâmetro da copa.

Os coeficientes de variação (CV%) do experimento foram entre 1,65% para a característica dias para frutificação a 40,80% para massa da matéria fresca do fruto (Tabela 2), os mesmos foram satisfatórios, uma vez que foram detectadas diferenças significativas entre os acessos. Valores semelhantes foram relatados por Rêgo et al.

Tabela 2. Resumo da Análise de variância dos híbridos simples, triplos e duplos de pimenteiros ornamentais (*Capsicum annuum*).

FV	Quadrado Médio								
	LFC	LAFC	AP	DDC	APB	DCL	CFL	LDF	CDC
Trat.	0,43**	0,07**	407,69**	143,68ns	51,56**	0,06**	11,41**	1,95**	0,04**
C.V(%)	13,25	21,86	20,17	41,47	16,66	15,44	16,56	14,94	8,62
GS	0,04	0,02	4,03	10,32	1,18	0,06	0,40	0,19	0,04
GS(%)	2,89	3,90	11,49	38,83	8,07	9,71	6,03	6,93	3,00
FV	Quadrado Médio								
	CANT	CFI	PFR	CFR	DDF	CP	EP	CPL	MF
Trat.	0,006**	0,01**	1,04**	4,26**	0,09**	0,54**	0,01**	2,07**	0,69**
C.V(%)	19,24	11,39	35,56	21,12	16,46	17,05	17,36	28,06	40,80
GS	0,01	0,05	0,09	0,75	0,09	0,03	0,0001	0,02	0,07
GS(%)	0,64	9,36	10,64	3,58	10,97	1,76	0,14	2,6	11,65
FV	Quadrado Médio								
	TMS	NSF	DPFL	NFP	DPFR	P	VITC	ACZ	SST
Trat,	169,36**	664,82**	417,23**	105,64**	106,42**	384,73**	11390,38*	0,11**	6,52**
C.V(%)	33,47	33,63	15,38	14,38	1,65	34,55	15,33	17,07	14,95
GS	5,75	8,36	9,73	0,27	0,41	3,59	1,42	0,01	1,19
GS(%)	33,13	23,17	20,10	1,18	0,46	18,67	0,72	1,98	15,63

LFC (cm) – longitude da folha cotiledonar; LAFC (cm) – largura da folha cotiledonar; 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; CDC (cm) - comprimento da corola; 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; MF (cm) – massa da matéria fresca do fruto; TMS (cm) – Teor de matéria seca; NSF – número de sementes por fruto; DPFL - dias para floração; NFP - número de frutos por planta; DPFR - dias da frutificação; P (g) – Produção; VITC (mg de ácido ascórbico/100g) – teor de vitamina C; ACZ (g de ácido cítrico/100g do fruto fresco) - acidez titulável; SST (°Brix) - sólidos solúveis totais.

ns e ** = Não significativo e significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

(2011c), em estudo com *C. baccatum* e por Finger et al. (2010) em estudos com *C. chinense*. Coeficientes de variação com menores valores foram descritos por Hasanuzzaman et al. (2012), em híbridos simples e por Blat et al. (2007) em híbridos duplos, os dois estudos foram realizados em *C. annum*. De acordo com Silva et al. (2011) a classificação dos coeficientes de variação de variáveis morfológicas de pimenteiras do gênero *Capsicum* depende do acesso e da variável em estudo.

Os ganhos de seleção variaram conforme a característica em estudo. O ganho observado foi menor que 5% para as características comprimento da antera, espessura do pericarpo, teor de vitamina C, dias para frutificação, número de frutos por planta, comprimento da placenta, acidez titulável, comprimento da placenta, comprimento da corola, comprimento do fruto, longitude e largura da folha cotiledonar (Tabela 2).

Observou-se ganhos de 6,03% para comprimento da folha, 6,93% para largura da folha, 8,07% para altura da primeira bifurcação, 9,36% para comprimento do filete, 9,71% para diâmetro do caule, 10,64% para peso do fruto, 10,97% para diâmetro do fruto, 11,49% para altura da planta, 11,65% para massa da matéria fresca do fruto, 15,63% para teor de sólidos solúveis totais, 18,67% para produção, 20,10% para dias para floração, 23,17% para número de sementes por fruto e 33,13% para teor de massa seca (Tabela 2). Como demonstrado, observou-se ganhos de seleção para todas as características avaliadas, fato muito importante para o programa de melhoramento.

Considerando-se o agrupamento de Skott-Knott, a 1% de probabilidade, a característica que apresentou a maior variabilidade foi dias para a frutificação, formando sete classes, onde os dias do transplante até a maturidade dos frutos na planta variou de 85 a 97 (Tabela 3). Marame et al. (2009) em estudo com *C. annum* relatou entre 83 e 93 dias para a frutificação, resultados estes que estão de acordo com os observados nesse estudo.

Cinco classes foram formadas para a característica comprimento do fruto. Observaram-se frutos com 0,86 até 3,83 cm (Tabela 3), sendo de interesse frutos de menor tamanho para que se mantenha o equilíbrio entre a arquitetura da planta e tamanho dos frutos no vaso. Resultados semelhantes foram relatados por, Souza et al. (2003) avaliando híbridos simples de *C. chinense* e Rêgo et al. (2011d) em estudo com diferentes acessos de *Capsicum* pertencentes ao Banco de germoplasma de Roraima, relataram para esta característica a formação de seis grupos.

As características largura da folha cotiledonar, comprimento da corola, comprimento da placenta e teor de vitamina C, formaram quatro classes (Tabela 3). A variabilidade encontrada para estas características é de suma importância para a seleção

de genótipos mais atrativos com flores que chamem atenção frente às folhagens, com frutos menores aumentando assim o número de frutos por planta (Rêgo et al., 2011c) sendo estes de boa qualidade para posterior utilização em jardins funcionais. A menor média para comprimento da corola foi de 1,14 cm correspondente ao genitor HS2, e a maior 1,90 cm correspondente ao genitor L3 (Tabela 3). Nascimento et al. (2012b), encontraram valores semelhantes para esta característica também em *C. annum* com médias variando de 1,45 – 2,29 confirmando a semelhança da espécie para esta característica.

O ácido ascórbico é um antioxidante natural e essencial para que o nosso organismo funcione adequadamente, dessa forma frutos com altos teores de vitamina C são de interesse. No presente estudo foram observados valores entre 94,81 e 252,23 mg de ácido ascórbico/100g (Tabela 3). Para consumo fresco estes valores são considerados altos, uma vez que superam os da laranja (60mg) e o da goiaba (180mg), sendo necessário cerca de 28 gramas de pimenta para fornecer a quantidade diária de vitamina C de que o ser humano adulto necessita (60mg) (Rêgo et al., 2012b), resultado este também obtido no presente estudo. Para esta característica usando o mesmo agrupamento Rêgo et al. (2011d) também observaram a formação de quatro classes.

Os genótipos foram separados em três classes para as características, altura da planta e altura da primeira bifurcação (Tabela 3). Estas duas características são importantes para o cultivo de plantas ornamentais em vaso, sendo de interesse plantas com porte baixo.

Para o caráter altura da planta as médias variaram entre 15,83 e 36,85 cm, já para altura da primeira bifurcação os genótipos obtiveram médias entre 9,83 e 19,94 cm (Tabela 3). Para fins ornamentais estes valores são de interesse, pois além da altura da planta ser baixa a altura da primeira bifurcação não deve ser grande, uma vez que, quanto mais alta a bifurcação maior será o porte da planta, o que é indesejável para plantas cultivadas em vasos (Rêgo et al., 2011b; Barroso et al., 2012). Em pimenteiros ornamentais valores semelhantes aos observados neste estudo para ambas as características foram relatados por Barroso et al. (2012), Nascimento et al. (2012b) e Santos et al. (2013).

A formação de três classes também foi observada para as características peso do fruto, comprimento de pedúnculo, espessura do pericarpo, número de frutos por planta, produção e acidez (Tabela 3). Dados semelhantes foram observados por Rêgo et al. (2011d) avaliando a variabilidade em *Capsicum* spp. Em plantas ornamentais, as características de dimensão dos frutos são negativamente correlacionadas com o número

de frutos por planta (Rêgo et al., 2011c). 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., 2011b) e uma maior quantidade de frutos por planta.

Duas classes foram formadas para longitude da folha cotiledonar, diâmetro do caule, comprimento da folha, comprimento da antera, comprimento do filete, diâmetro do fruto, teor de matéria seca, dias para floração, número de sementes por fruto e teor de sólidos solúveis totais (Tabela 3). Resultados similares em *Capsicum* foram relatados por Geleta e Labuschagner (2004a), para as características Rêgo et al. (2009a), Ferrão et al. (2011), Nascimento et al. (2012b), todos em trabalhos com *Capsicum*.

A seleção de plantas de menor porte é um dos principais objetivos no melhoramento de pimenteiras ornamentais, além da seleção de plantas com maior diâmetro do caule a qual é de suma importância para prevenir o tombamento da planta no vaso. Para esta característica as médias variaram entre 0,48 – 0,86 cm (Tabela 3). Para a característica comprimento da folha, observaram-se médias entre 3,85 – 8,68 cm (Tabela 3). Para esta característica plantas que apresentam menor tamanho têm grande potencial para programas de melhoramento de pimenteiras ornamentais (Nascimento et al., 2012b) além de maior facilidade de adaptação em vasos podendo ser mais atrativas a nível comercial (Rêgo et al., 2011b). Entretanto, vale ressaltar que as folhas, podem ser maiores ou menores, dependendo do equilíbrio destas em relação ao tamanho dos frutos e ao porte da planta no vaso (Barroso et al., 2012).

Para as características de inflorescência comprimento da antera e comprimento do filete, foram observadas médias entre 0,22 – 0,35 cm e 0,47 – 0,72 cm respectivamente (Tabela 3). Anteras maiores são de interesse para facilitar sua retirada durante a realização de cruzamentos, bem como filete menor o que diminuiria o contato com o mesmo no momento da realização dos cruzamentos o que auxiliaria o sucesso do pegamento dos frutos. Para ambas as características foram observados resultados semelhantes, por Barroso et al. (2012) e Nascimento et al. (2012b), também em *C. annuum*.

Para plantas ornamentais é de interesse frutos menores que mantenham um equilíbrio com a arquitetura da planta, e com alta produção de sementes por fruto. Sendo assim, as características diâmetro do fruto e número de sementes por fruto apresentaram médias variando entre 1,54 – 2,8 cm e 51 – 17 sementes/fruto, respectivamente (Tabela 3). Resultados similares foram observados por Ferrão et al. (2011) e Rêgo et al. (2011d), todos em trabalhos com *Capsicum* spp.

Tabela 3 –Médias de 27 características quantitativas de plântula, planta, inflorescência e fruto avaliadas em seis genitores e 15 híbridos de pimenta (*Capsicum annuum*).

Acessos	LFC	LAFC	AP	DDC	APB	DCL	CFL	LDF	CDC	CAN	CFI	PFR	CFR	DDF
HS1	0,85d	0,28c	28,01c	30,20a	14,35b	0,52b	7,15a	3,11a	1,52b	0,35a	0,57b	0,21c	0,86e	0,66b
HS2	1,35b	0,68a	36,85b	30,86a	13,83b	0,56b	3,85b	1,94c	1,14d	0,22b	0,56b	0,26c	1,04e	0,57b
L1	1,70b	0,52b	26,83c	19,66a	13,00b	0,51b	4,53b	2,08c	1,16d	0,25b	0,47b	0,35c	1,15e	0,66b
L3	1,95a	0,73a	26,33c	32,83a	12,66b	0,62b	7,33a	3,66a	1,90a	0,26b	0,54b	1,38a	3,83a	0,65b
L4	1,77b	0,69a	15,83c	12,83a	10,91c	0,48b	4,57b	2,23c	1,56b	0,32a	0,72a	1,32a	2,46c	0,98a
L5	1,29c	0,52b	29,16c	19,50a	9,83c	0,55a	6,18a	2,66b	1,60b	0,26b	0,59b	1,17a	2,16c	0,94a
L1 x L3	1,59b	0,57b	33,83c	28,41a	19,94a	0,75a	4,76b	1,85c	1,74a	0,24b	0,63a	0,74b	2,60c	0,71b
L1 x L4	1,52b	0,49b	39,83b	28,66a	13,83b	0,63b	7,15a	3,13a	1,46c	0,26b	0,60b	0,71b	1,78d	0,80b
L1 x L5	1,56b	0,58b	32,66c	24,66a	18,38a	0,62b	7,53a	3,60a	1,42c	0,23b	0,59b	0,96a	2,01d	0,92a
L3 x L4	1,64b	0,49b	40,50b	25,50a	13,91b	0,65b	8,68a	3,41a	1,76a	0,24b	0,62a	1,28a	2,95b	0,84a
L3 x L5	1,99a	0,73a	31,16c	23,33a	12,25b	0,70a	7,15a	2,96a	1,52b	0,24b	0,64a	1,36a	3,08b	0,78b
L4 x L5	1,20c	0,52b	24,66c	22,83a	11,16c	0,72a	7,41a	3,20a	1,54b	0,23b	0,57b	1,52a	2,41c	1,04a
HS1 x L1	1,74b	0,56b	31,66c	27,50a	18,61a	0,86a	7,35a	2,85a	1,39c	0,27b	0,55b	0,49c	1,34e	0,77b
HS1 x L3	1,88a	0,64a	31,66c	26,83a	14,83b	0,57b	5,76b	2,58b	1,82a	0,28b	0,68a	1,30a	3,50a	0,84a
HS1 x L4	1,71b	0,63a	28,50c	25,50a	10,48c	0,62b	7,16a	2,56b	1,58b	0,24b	0,62a	0,73b	1,47d	0,88a
HS1 x L5	1,66b	0,61a	26,50c	21,00a	13,30b	0,66b	5,28b	2,21c	1,58b	0,24b	0,59b	1,12a	2,16c	1,03a
HS2 x L1	1,90a	0,72a	52,93a	29,13a	19,26a	0,84a	8,21a	3,45a	1,46c	0,31a	0,60b	0,38c	1,08e	0,81b
HS2 x L3	1,72b	0,73a	36,33b	27,33a	16,81a	0,62a	5,60b	2,66b	1,56b	0,24b	0,56b	0,76b	2,52c	0,68b
HS2 x L4	1,71b	0,64a	46,83a	33,50a	14,08b	0,71a	7,56a	2,63b	1,58b	0,25b	0,57b	0,49c	1,49d	0,78b
HS2 x L5	1,71b	0,68a	41,16b	28,66a	15,01b	0,76a	7,20a	3,31a	1,60b	0,25b	0,55b	0,80b	1,84d	0,84a
HS1xHS2	1,56b	0,57b	28,66c	25,83a	10,01c	0,58b	4,56b	1,96c	1,42c	0,29a	0,56b	0,42c	1,17e	0,78b

LFC (cm) – longitude da folha cotiledonar; LAFC (cm) – largura da folha cotiledonar; 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; CDC (cm) - comprimento da corola; 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. Letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade.

Tabela 3 – Continuação

Acessos	CP	EP	CPL	MF	TMS	NSF	NFP	DPFL	DPFR	P	VITC	ACZ	SST
HS1	1,59c	0,11c	0,53d	0,16c	17,03b	17,66b	20,50c	64,83a	88,83e	4,48c	94,81d	0,67c	7,28b
HS2	1,97b	0,10c	0,62d	0,14c	10,51b	20,50b	30,16a	50,16b	95,33a	8,01c	135,08c	0,83b	7,76a
L1	2,08b	0,11c	0,58d	0,26c	26,72a	21,83b	21,16c	63,00a	90,16d	7,35c	109,87d	1,14a	7,08b
L3	2,30a	0,15b	3,25a	1,18a	15,57b	16,83b	15,50c	62,33a	95,50a	21,18a	197,57b	0,92b	6,71b
L4	2,26a	0,19a	1,21b	1,36b	29,36a	51,16a	20,50c	62,50a	92,00c	27,11a	144,49c	0,65c	7,58a
L5	2,02b	0,12c	0,92c	0,92c	18,51b	31,83a	20,00c	62,50a	95,83a	23,60a	150,00c	0,80b	6,83b
L1 x L3	2,04b	0,11c	1,43b	0,50b	19,03b	39,66a	25,00b	45,00b	92,50c	18,68b	224,26a	0,67c	4,75c
L1 x L4	2,30a	0,14b	1,00c	0,53b	16,64b	35,33a	20,00c	44,00b	93,50b	14,27b	158,91c	0,55c	7,65a
L1 x L5	2,01b	0,13b	1,20b	0,67b	11,69b	50,66a	19,00c	42,00b	94,00b	18,42b	198,40b	0,64c	6,58b
L3 x L4	2,27a	0,13b	1,60b	1,01a	17,46b	38,83a	17,50c	48,00b	97,00a	21,36a	252,23a	0,52c	8,26a
L3 x L5	2,80a	0,12c	1,43b	1,03a	15,00b	37,50a	20,00c	47,50b	92,00c	26,81a	240,69a	0,71c	7,73a
L4 x L5	2,26a	0,14b	1,08c	1,13a	17,46b	36,66a	21,00c	44,50b	90,50d	32,71a	190,82b	0,64c	6,95b
HS1 x L1	2,16a	0,12c	0,87c	0,35c	19,31b	33,83a	25,00b	54,83a	81,50g	12,43b	200,11b	0,59c	8,26a
HS1 x L3	2,14a	0,12c	1,71b	0,98a	18,96b	45,50a	25,00b	56,00a	91,00d	32,26a	213,70a	0,66c	9,28a
HS1 x L4	2,28a	0,12c	0,95c	0,45b	30,78a	40,16a	22,50b	60,50a	87,00e	16,48b	168,64c	0,69c	8,30a
HS1 x L5	2,09b	0,13c	0,99c	0,86a	15,78b	44,66a	23,33b	60,50a	83,00g	26,61a	223,65a	0,60c	8,50a
HS2 x L1	2,50a	0,12c	0,67d	0,23c	18,01b	28,50b	30,00a	46,50b	89,00e	11,59c	225,51a	0,67c	6,05b
HS2 x L3	2,39a	0,11c	1,36b	0,57b	18,30b	24,66b	22,50b	43,00b	90,00d	15,36b	144,69c	0,82b	7,45a
HS2 x L4	2,55a	0,10c	0,88c	0,35c	9,92b	17,50b	32,50a	46,50b	95,00a	15,34b	179,38b	0,64c	9,26a
HS2 x L5	1,69c	0,10c	0,95c	0,58b	15,58b	35,50a	21,50c	40,50b	93,00c	16,99b	214,88a	0,73c	8,10a
HS1 x HS2	1,54c	0,12c	0,67d	0,27c	16,67b	32,50a	22,50b	46,83b	85,00f	9,31c	141,57c	0,84b	7,98a

CP (cm) – comprimento do pedicelo; EP (cm) – espessura do pericarpo; CPL (cm) – comprimento da placenta; MF (cm) – massa da matéria fresca do fruto; TMS (cm) – teor de matéria seca; NSF – número de sementes por fruto; NFP - número de frutos por planta; DPFL - dias para floração; DPFR - dias da frutificação; P (g) – Produção; VITC (mg de ácido ascórbico/100g) – teor de vitamina C; ACZ (g de ácido cítrico/100g do fruto fresco) - acidez titulável; SST (°Brix) - sólidos solúveis totais. Letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade.

Assim como o número de dias para a frutificação, o caráter número de dias para o florescimento é também uma medida de precocidade, e como tal é de interesse que a mesma assuma os menores valores possíveis. Para esta característica as médias variaram entre 64 e 42 dias (Tabela 3). Em estudos com híbridos simples, duplos e triplos em *C. annuum* L. Geleta e Labuschagner, (2004b) e Blat et al., (2007) observaram resultados semelhantes para esta mesma característica.

3.2 Heterose

Foram obtidos valores de heterose e heterobeltiose positivos e negativos para todas as características em estudo (Tabela 4, 5 e 6). O híbrido triplo HS1xL5 apresentou os maiores valores positivos para heterose e heterobeltiose, mostrando obter médias superiores a média dos pais e do melhor pai respectivamente, para as características longitude (54,48%, 28,68%) e largura (50,81%, 17,31%) da folha cotiledonar, uma vez que genótipos com desenvolvimento inicial mais acelerado podem ser transplantados para vasos precocemente podendo possibilitar redução no tempo e nos custos para produção (Barroso et al., 2012).

Para a característica altura da planta valores negativos de heterose, foram encontrados no híbrido duplo HS1xHS2 (-11,61%), valores negativos de heterobeltiose não foram observados para esta característica. Uma vez que, em programas de melhoramento de pimenteiros ornamentais, o ideal são plantas de pequeno porte, neste caso não será possível selecionar genótipos inferiores ao menor pai, já que nenhum valor de heterobeltiose negativa foi obtido, em relação a média dos pais o híbrido duplo obteve uma menor média podendo o mesmo ser selecionado. Valores máximos negativos de heterose (-13,26%), em híbridos duplos, para este caráter também foram observados por Blat et al. (2007) em seus estudos com *C. annuum* L.

O híbrido duplo HS1xHS2 assim como para a característica altura da planta obteve os menores valores negativos tanto de heterose (-28,91%) como de heterobeltiose (-27,62) para altura da primeira bifurcação. Plantas com porte compacto, com menor altura da planta e menor altura da primeira bifurcação sem a necessidade de utilização de reguladores de crescimento, como é comum para algumas variedades de pimenteiros, são de interesse para fins ornamentais (Grossi et al., 2005; Morales-Payan, 2006; Stommel e Bosland, 2006; Rêgo et al., 2009b).

Tabela 4 – Heterose e heterobeltiose em relação a 9 características de plântula e planta avaliadas em híbridos duplos simples e triplos de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum*).

HÍBRIDOS	LFC		LAFC		AP		DDC		APB		DCL		CFL		LDF		CDC	
	H	Hb	H	Hb	H	Hb	H	Hb	H	Hb	H	Hb	H	Hb	H	Hb	H	Hb
L1 x L3	-13,11	-18,46	-9,01	-21,92	27,27	28,48	74,87	121,43	47,59	49,61	31,77	20,97	-19,63	5,08	-35,65	-11,06	12,21	-10,00
L1 x L4	-12,26	-14,12	-18,08	-28,99	86,71	151,61	9,20	45,78	15,67	26,76	26,87	23,53	57,02	57,84	45,11	50,48	7,93	-6,00
L1 x L5	4,15	-8,23	12,42	11,54	16,66	21,73	25,95	26,46	61,02	86,98	16,82	12,73	40,59	66,23	51,57	73,08	2,15	-11,00
L3 x L4	-11,71	-15,89	-31,23	-32,88	92,09	155,84	11,67	98,75	18,02	27,50	18,78	4,84	45,85	89,93	15,78	52,91	0,76	-9,00
L3 x L5	22,60	2,05	16,40	0,27	12,31	18,34	44,32	81,84	8,88	24,62	20,91	12,90	5,79	15,70	-6,31	11,28	-13,28	-20,00
L4 x L5	-21,75	-32,20	-14,75	-25,18	9,62	55,78	-12,73	17,08	7,63	13,53	39,90	30,91	37,89	62,14	30,56	43,50	-2,61	-3,00
HS1 x L1	35,97	2,35	39,09	7,69	15,46	18,00	10,29	39,88	36,13	43,15	65,49	65,38	31,74	62,25	9,61	37,02	2,59	-9,00
HS1 x L3	33,88	-3,58	26,05	-12,33	16,52	13,03	24,70	109,12	9,80	17,14	-0,14	-8,06	-17,37	-12,99	-23,83	-17,04	3,86	-7,00
HS1 x L4	30,12	-3,38	29,83	-8,70	29,98	6,53	-19,09	-15,56	-17,01	-3,94	24,04	19,23	27,99	56,67	-4,07	14,80	2,36	1,00
HS1 x L5	54,48	28,68	50,81	17,31	-7,31	64,56	-15,49	7,69	9,99	35,30	22,60	20,00	-17,50	-14,56	-23,34	-16,92	0,31	-1,00
HS2 x L1	24,64	11,76	19,17	5,88	66,23	97,28	-15,30	48,17	43,60	48,15	56,24	50,00	95,98	113,25	71,28	77,84	27,19	28,00
HS2 x L3	4,33	-11,79	2,93	-0,45	15,00	37,98	25,09	113,02	26,91	32,78	4,78	0,00	0,13	45,45	-4,95	37,11	1,95	-18,00
HS2 x L4	9,92	-3,38	-4,70	-5,80	77,79	195,83	5,18	8,55	13,80	29,06	37,06	26,79	79,62	65,43	25,99	35,57	17,40	1,00
HS2 x L5	29,38	26,66	13,34	0,00	24,71	41,15	13,83	46,97	26,90	52,70	37,21	35,71	43,49	87,01	43,83	70,62	16,48	-0,00
HS1 x HS2	41,79	15,55	18,29	-16,18	-11,61	2,32	-15,39	-14,47	-28,91	-27,62	7,50	3,57	-12,82	18,44	-22,29	1,03	6,69	-6,00

LFC (cm) – longitude da folha cotiledonar; LAFC (cm) – largura da folha cotiledonar; 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; CDC (cm) - comprimento da corola. H (%) – Heterose; Hb (%) – Heterobeltiose.

Embora o esperado quando se tem uma característica governada por um gene, seja que o híbrido simples quando comparado aos triplos e duplos tenha um grau de heterose maior (Geleta e Labuschagne, 2004b; Cruz, 2005; Sitaesmi et al., 2010), neste trabalho o híbrido duplo demonstrou ser superior para ambas as características relacionadas ao porte da planta (altura da planta e altura da primeira bifurcação) dessa forma, não é apropriado generalizar inferências acerca do potencial de diferentes híbridos com base no tipo de cruzamento.

Para a característica diâmetro do caule, valores positivos de heterose e heterobeltiose foram encontrados no híbrido triplo HS1xL1 (65,49% e 65,38% respectivamente). Caules de maior diâmetro são importantes para prevenir o tombamento da planta no vaso. Marame et al. (2009) em seu estudo com híbridos simples de *C. annuum* encontraram valores de heterose (27,39%) e heterobeltiose (28%), mais baixos do que os do presente estudo ao avaliar a mesma característica. Este fato pode ser explicado pela diferença do background genético utilizado em ambos os experimentos. A superioridade dos híbridos triplos avaliado neste, provavelmente é resultado da alta divergência entre os genitores utilizados para realização desse cruzamento, evidenciando boa complementação gênica entre os mesmos Bernini et al. (2012).

O híbrido simples L1xL3 foi o que obteve os maiores valores negativos de heterose para as características comprimento (-19,63%) e largura (-35,65%) da folha. Médias inferiores a do melhor pai foram encontradas nos híbridos triplos para ambas as características. O híbrido triplo HS1xL5 (-14,56%) foi superior para comprimento da folha e o híbrido HS1xL3 (-17,04%) foi superior para largura da folha. O comprimento e a largura das folhas devem obedecer, a harmonia da planta no vaso, a dimensão da copa, e está em equilíbrio com o tamanho dos frutos, logo plantas ornamentais com baixo porte deverão ter folhas menores (Rêgo et al., 2009b; Barroso et al., 2012).

Para as características de flor comprimento da corola e comprimento da antera, cujo objetivo é aumenta-las valores positivos de heterose (27,19% e 32,16%) e heterobeltiose (28,07% e 24,00%) foram, respectivamente, encontrados no híbrido triplo HS2xL1. Flores e anteras maiores são de interesse para proporcionar beleza à planta, pois quanto mais chamativas e agradáveis aos olhos do consumidor, maior a probabilidade de venda destas plantas. Além disso, anteras maiores seriam mais fáceis de ser retiradas sem causar maiores danos ao botão foral, durante a realização dos cruzamentos.

Para comprimento do filete, cujo objetivo é diminuir o híbrido simples L4xL5 foi o que apresentou os menores valores de heterose (-13,63%) e heterobeltiose (-3,39%). Nas espécies domesticadas, o filete 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., 2012b). Um filete menor auxiliaria o sucesso do pegamento dos cruzamentos, bem como um filete menor diminuiria o contato com o mesmo no momento da realização dos cruzamentos o que é de suma importância, pois qualquer contato a mais com o filete resulta em um fruto deformado com consequente redução na produção de sementes.

O híbrido triplo HS2xL4, foi o que apresentou os maiores valores negativos de heterose para as características peso (-37,73%) e comprimento do fruto (-14,88%). Este híbrido triplo é de interesse para o melhoramento de ornamentais, pois o peso do fruto é um caráter importante para a determinação da quantidade de frutos por planta em pimenteiras (Rêgo et al., 2009a), e uma copa com bastante frutos é mais atrativa aos olhos do consumidor. Marame et al. (2009) em estudo com híbridos simples de *C. annuum* observaram valores semelhantes, embora positivos de heterose (38,19% e 23,8% respectivamente) para estas características. Tal resultado pode ser explicado pelas diferentes variedades de *C. annuum* utilizadas como genitores para realização dos cruzamentos de ambos os estudos.

Valores negativos de heterobeltiose também foram obtidos para a característica peso do fruto, no híbrido simples L3xL4 (-3,03%). Este híbrido é de interesse uma vez que, a característica produção de frutos por planta é negativamente correlacionada com as medidas de comprimento e peso do fruto, sendo que as plantas com maior número de frutos produzem frutos menores e em maior quantidade (Rêgo et al., 2011c).

O híbrido simples L1xL4 teve os maiores valores negativos de heterose (-2,11%) para a característica diâmetro do fruto. Para esta característica apenas valores positivos de heterobeltiose foram obtidos. Para manter o equilíbrio entre a arquitetura da planta e tamanho dos frutos no vaso, necessita-se de frutos menores. O híbrido simples é de extrema uniformidade (Cruz, 2005; Nascimento et al., 2012a) sendo indicado a seleção do mesmo para continuidade do melhoramento com o intuito de diminuir esse caráter para este caráter.

Para a característica comprimento do pedúnculo o híbrido simples L3xL5 teve os maiores valores positivos de heterose (29,38%) e heterobeltiose (23,89%), o que é de interesse. A seleção de plantas com maior comprimento do pedúnculo pode levar a uma

redução nas perdas durante o transporte, além de facilitar na hora da colheita (Heiden et al., 2007). Reddy et al. (2008) observou valores de heterose (49,07%) e heterobeltiose (57,89%) maiores que os encontrados neste estudo, embora ambos os trabalhos sejam com a mesma espécie o background genético utilizado é diferente o que pode explicar as diferenças nos resultados obtidos neste estudo.

Os maiores valores positivos de heterose (16,27%) e heterobeltiose (9,09%) para a característica espessura do pericarpo foram observados no híbrido triplo L1xHS2. Plantas com maior espessura do pericarpo são de interesse, pois, tendem a sofrer menos danos na colheita e no transporte além de possuírem um aspecto mais fresco para o consumidor em relação aos frutos com paredes mais finas (Rêgo et al., 20009a). Estudando a mesma característica em híbridos duplos de *C. annuum* L. Blat et al. (2007) observaram valores inferiores aos encontrados neste estudo para heterose (8,46%) e heterobeltiose de (5,39%). Este resultado está de acordo com o esperado para um gene, uma vez que a heterose é reduzida nos híbridos duplos quando comparados com os triplos, já que estes possuem uma maior variabilidade, não possuindo a heterozigose máxima (Cruz, 2005).

Para a variável comprimento da placenta o híbrido triplo HS1xL4 teve a maior heterose positiva (60,75%), o maior valor positivo de heterobeltiose foi observado no híbrido triplo HS1xL1 (50,00%). A característica comprimento da placenta é importante uma vez que na placenta são encontradas as maiores quantidade de capsaicinoides (Rêgo et al., 2012b).

O maior valor de heterose negativa para a característica massa da matéria fresca do fruto foi obtido no híbrido simples L1xL5 (-29,96). Para esta característica apenas valores positivos de heterobeltiose foram encontrados. Esta característica está diretamente correlacionada com o peso do fruto (Rêgo et al., 2011a), e em plantas ornamentais frutos grandes não são atrativos aos olhos do consumidor. Resultados divergentes foram relatados por Marame et al. (2009) que ao avaliar híbridos simples de *C. annuum*, obtiveram valores superiores tanto de heterose (-38,19%) quanto de heterobeltiose (-50,22%). Embora em ambos os experimentos seja a mesma espécie avaliada os diferentes resultados obtidos devem-se ao fato de que os backgrounds genéticos utilizados em ambos os estudos não são os mesmos.

Tabela 5 – Heterose e heterobeliose em relação a 9 características de inflorescência e fruto avaliadas em híbridos duplos simples e triplos de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum*).

HÍBRIDOS	CAN		CFI		PFR		CFR		DDF		CP		EP		CPL		MF	
	H	Hb	H	Hb	H	Hb	H	Hb	H	Hb	H	Hb	H	Hb	H	Hb	H	Hb
L1 x L3	-4,82	-7,69	25,74	34,04	-13,84	111,43	4,13	126,09	8,42	9,23	-6,72	-11,30	-16,98	-26,67	-25,35	-56,00	-29,96	92,3
L1 x L4	-9,82	-18,75	2,09	27,66	-14,82	102,86	-1,33	54,78	-2,11	21,21	5,94	1,77	-1,13	-17,65	11,21	-17,36	-2,90	103,8
L1 x L5	-10,32	-11,54	10,76	25,53	26,28	174,29	21,12	74,78	14,52	39,39	-1,78	-0,50	15,49	8,33	60,75	30,43	8,74	157,6
L3 x L4	-15,66	-25,00	-1,45	14,81	-4,86	-3,03	-6,27	19,92	2,63	29,23	-0,29	-1,30	-18,78	-23,53	-28,05	-50,77	0,99	23,1
L3 x L5	-5,39	-7,69	12,44	18,52	6,31	3,03	2,63	42,59	-1,35	20,00	29,38	23,89	-11,65	-20,00	-31,28	-56,00	-4,62	6,1
L4 x L5	-18,85	-28,13	-13,63	-3,39	21,86	29,91	4,46	11,57	8,57	10,64	2,91	-2,65	-6,66	-17,65	1,32	-10,74	26,06	37,8
HS1 x L1	-9,34	-22,86	6,36	17,02	74,85	133,33	32,83	55,81	16,39	16,67	17,66	3,85	10,79	9,09	57,42	50,00	65,49	118,7
HS1 x L3	-7,85	-20,00	22,68	25,93	62,70	519,05	49,00	306,98	26,95	29,23	10,13	-6,96	-7,50	-20,00	-9,17	-47,38	46,41	512,5
HS1 x L4	-26,73	-31,43	-4,49	8,77	-5,01	247,62	-11,27	70,93	7,67	33,33	18,54	0,88	-18,64	-23,53	9,16	-21,49	-7,74	181,2
HS1 x L5	-19,56	-31,43	0,70	3,51	61,76	433,33	43,20	151,16	29,17	56,06	15,83	3,47	9,09	8,33	36,85	7,61	52,78	437,5
HS2 x L1	32,16	24,00	15,75	27,66	25,06	46,15	-1,36	3,85	31,45	42,11	23,48	20,19	16,27	9,09	12,06	8,06	13,93	64,2
HS2 x L3	0,34	-7,69	1,50	3,70	-7,17	192,31	3,27	142,31	11,23	19,30	11,72	3,91	-5,33	-26,67	-29,54	-58,15	-13,39	307,1
HS2 x L4	-4,90	-21,88	-10,99	1,79	-37,73	88,46	-14,88	43,27	0,96	36,84	20,81	12,83	-25,74	-41,18	-3,81	-27,27	-27,95	150,0
HS2 x L5	-6,89	-3,85	-4,43	-1,79	12,00	207,69	14,70	76,92	12,11	47,37	-15,41	-16,34	-3,75	-33,33	22,37	2,17	4,91	314,2
HS1 x HS2	3,48	-17,14	-1,16	0,00	75,94	100,00	22,90	36,05	25,97	36,84	-13,25	-21,83	15,38	9,09	17,39	8,06	82,51	92,8

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; MF (cm) – massa da matéria fresca do fruto.

H (%) – Heterose; Hb (%) – Heterobeliose.

O híbrido triplo HS2xL3 demonstrou superioridade em relação aos demais para a característica teor de matéria seca, tendo os maiores valores positivos de heterose (40,34%) e heterobeltiose (17,53%). Para este caráter tal híbrido deve ser selecionado para continuidade no programa de melhoramento de Capsicum. Para esta mesma característica Marame et al. (2009) em estudo com híbridos simples de *C. annuum* observou valores de heterose (52,67%) e heterobeltiose (52,67%), superiores aos encontrados neste. Tais resultados são esperados em função da grande variabilidade existente nesta espécie.

Para a variável número de sementes por fruto máximos valores positivos de heterose (163,76%) e heterobeltiose (157,64%) são de interesse, estes valores foram observados no híbrido triplo HS1xL3. Resultados semelhantes foram observados por Reddy et al. (2008) em trabalhos com esta mesma espécie, ao avaliar este mesmo caráter, os autores encontraram valores de heterose de 84,42% e heterobeltiose de 114,29%. A superioridade dos híbridos triplos para este caráter pode ser explicada devido a maior divergência genética entre os parentais utilizados neste cruzamento, uma vez que a expressão da heterose depende do nível desta diferença (Geleta et al., 2004b; Sitaresmi et al., 2012) , tendo como resultado uma complementação gênica favorável destas variedades, indicando não ser apropriado generalizar inferências acerca do potencial produtivo com base no tipo de cruzamento.

O número de frutos por planta é um indicativo de produção sendo de interesse para fins ornamentais uma maior quantidade de frutos na planta, neste caso o híbrido triplo HS1xL3, foi o que obteve a maior heterose e heterobeltiose positiva para esta característica com valores respectivamente de 38,88% e 21,95%. Esta superioridade do híbrido triplo pode ser explicada pelo fato do mesmo apresentar uma mistura de genótipos em sua constituição, onde os mesmo obtiveram uma boa complementariedade genética.

O caráter dias para floração é uma medida de precocidade e como tal, é de interesse que a mesma assuma os menores valores possíveis, assim sendo, valores máximos negativos de heterose (-33,06%) e heterobeltiose (-33,33%), foram obtidos no híbrido simples L1xL4. Geleta e Labuschagne (2004a) avaliando a mesma característica em híbridos simples na espécie *C. annuum* L. também observaram valores negativos de heterose (-17,8%) e heterobeltiose (-14,6%), tais valores foram inferiores ao observados no presente estudo indicando o sucesso da precocidade obtida neste.

A característica dias para frutificação também é uma medida de precocidade, e como tal, interessa que assuma os menores valores possíveis, assim sendo, os máximos

valores negativo de heterose (-10,10%) e heterobeltiose (-13,39%), foram observados no híbridos triplo HS1xL5. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Geleta e Labuschagne (2004b) em estudo com híbridos simples com essa mesma espécie que observaram valores de heterose de -16,30% e heterobeltiose de -11,60%. A heterose manifestada nos híbridos depende da diferença da frequência gênica entre os genitores utilizados no cruzamento, para os locos envolvidos na expressão de uma determinada característica (Marama et al., 2009; Sitaesmi et al., 2010). Normalmente ela é maior no híbrido simples, uma vez que este apresenta maior uniformidade e vigor máximo (Cruz, 2005), entretanto com o resultado aqui obtido pode-se afirmar que não se deve generalizar quando a indicação do tipo de híbrido.

Assim como para a característica número de frutos por planta, para a característica produção os maiores valores positivos tanto de heterose quanto de heterobeltiose foram observados em híbridos triplos. O híbrido HS1xL3 foi o que obteve o maior valor de heterose (151,42%) e o híbrido HS1xL1 foi o que demonstrou máximo valor positivo de heterobeltiose (69,12%). A superioridade do híbrido triplo obtida mais uma vez neste estudo deve-se ao fato de que cruzamentos entre pais de maior divergência tendem a apresentar maior heterose (Geleta e Labuschagner, 2004a; Rêgo et al., 2009a), evidenciando boa complementação gênica entre a linhagem e o híbrido aqui utilizados.

Os híbridos triplos obtiveram os maiores valores positivos de heterose e heterobeltiose para as características de qualidade do fruto (Tabela4). Para a variável teor de vitamina C os maiores valores foram encontrados no híbrido HS1xL1 que obteve valores de 95,52% e 82,13% de heterose e heterobeltiose respectivamente. A característica teor de vitamina C é essencial para que o nosso organismo funcione adequadamente, sendo necessários 28 gramas de pimenta para fornecer a quantidade diária de vitamina C de que o ser humano adulto necessita (60mg) (Rêgo et al., 2012b), uma vez que as pimenteiros ornamentais podem ser utilizadas em jardins funcionais, além de seus frutos poderem ser utilizados na como tempero na culinária, para fabricação de conservas caseiras e também para consumo fresco.

Observa-se que para algumas características tais como, diâmetro do caule, comprimento e largura da folha, número de sementes por fruto, número de frutos por planta, por fruto, dias para frutificação, produção, vitamina C e teor de sólidos solúveis totais, quando se foi utilizado o híbrido simples (HS1) como fêmea nos cruzamentos, sua descendência apresenta superioridade em relação aos demais, provavelmente devido

a herança materna e a boa complementariedade do mesmo com as linhagens utilizadas neste estudo.

Para a característica acidez total titulável o híbrido duplo HS1xHS2 foi o que obteve os maiores valores positivos de heterose (11,60%) e heterobeltiose (1,20%), o que é de interesse uma vez que a acidez total titulável, influencia principalmente no sabor dos frutos, além de ser um parâmetro importante na apreciação do estado de conservação de um produto alimentício (Oliveira et al., 1999), esta característica pode ser afetada pela forma de colheita, dano sofridos com o manuseio e armazenamento e com o estágio de maturação dos frutos entre outros (Rêgo et al., 2011c). Geleta e Labuschagne (2004b) encontraram em seus híbridos simples de *C. annuum* L. valores superiores de heterose (54,80%) e heterobeltiose (28,00%) para esta característica. Resultado este esperado uma vez que os híbridos simples são extremamente uniformes possuindo heterozigose máxima (Geleta e Labusche, 2004a; Cruz et al., 2005). Neste estudo o híbrido duplo mostrou-se superior uma vez que não se pode generalizar já que às diferenças entre os tipos de híbridos podem variar em função das linhagens utilizadas para realização do cruzamento.

Para a variável teor de sólidos solúveis totais valores máximos positivos de heterose (32,61%) e heterobeltiose (27,47%) foram encontrados no híbrido triplo HS1xL3, o que é de interesse. Frutos com altos teores de sólidos solúveis totais contêm menos água para ser removida durante a secagem, além de diminuir a contaminação dos mesmos por fungos e bactérias patogênicas (Rêgo et al., 2011c). Geleta e Labuschagne (2004b) também observaram valores positivos tanto de heterose (22,20%) quanto de heterobeltiose (17,40%) em cruzamentos intraespecíficos em *C. annuum* L.. Mais uma vez o híbrido triplo obteve valores superiores aos do híbrido simples o que é esperado, uma vez que o termo heterose é definido como a superioridade de gerações heterozigotas oriundas de cruzamento entre indivíduos altamente endogâmicos (e homozigotos) e geneticamente divergentes (Shull, 1909; Geleta e Labuschagne, 2004b; Cruz, 2005; Marame et al., 2009; Bernini et al., 2012), ficando mais uma vez comprovado que a seleção do tipo de híbrido não deve ser generalizada.

Tabela 6 – Heterose e heterobeltiose em relação a 9 características de produção, precocidade e qualidade de fruto avaliadas em híbridos duplos simples e triplos de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum*).

HÍBRIDOS	TMS		NSF		DPFL		NFP		DPFR		P		Vit-C		ACZ		SST	
	H	Hb	H	Hb	H	Hb	H	Hb	H	Hb	H	Hb	H	Hb	H	Hb	H	Hb
L1 x L3	-10,01	-28,78	105,17	81,68	-28,19	-28,57	36,36	18,15	-0,35	-3,14	30,91	-11,80	45,88	13,51	-35,03	-41,23	-31,15	-32,9
L1 x L4	-40,64	-43,32	-3,19	-30,94	-29,88	-30,16	-4,00	-5,48	2,65	1,63	-17,15	-47,36	24,94	9,98	-38,51	-51,75	4,31	0,9
L1 x L5	-48,29	-56,25	88,81	59,16	-33,06	-33,33	-7,69	-10,21	1,07	-1,91	19,02	-21,95	52,68	32,27	-33,47	-43,86	-5,38	-7,0
L3 x L4	-22,27	-40,53	14,21	-24,10	-23,09	-23,20	-2,77	-14,63	3,46	1,57	-11,49	-21,21	47,47	27,67	-33,12	-43,48	15,61	8,9
L3 x L5	-11,99	-18,96	54,10	-26,70	-23,89	-24,00	12,67	0,00	-3,83	-4,00	19,71	13,60	38,49	60,46	-17,90	-22,83	14,14	13,3
L4 x L5	-27,04	-40,53	-11,64	-28,34	-28,80	-28,80	3,70	2,44	-3,63	-5,56	29,00	20,66	29,58	27,21	-11,71	-20,00	-3,58	-8,3
HS1 x L1	-11,72	-27,73	71,30	54,97	-14,21	-15,42	20,00	18,15	-8,93	-9,61	109,99	69,12	95,52	82,13	-34,61	-48,25	13,45	11,9
HS1 x L3	16,30	11,33	163,76	157,64	-11,92	-13,62	38,88	21,95	-1,26	-4,71	151,42	52,31	46,18	8,16	-16,66	-28,26	32,61	27,4
HS1 x L4	32,72	4,84	16,70	-12,71	-4,97	-6,68	9,75	9,76	-3,77	-5,43	4,35	-1,84	40,94	54,79	3,49	-10,45	11,65	12,3
HS1 x L5	-11,18	-14,75	80,47	40,31	-4,97	-6,68	15,22	13,80	-10,10	-13,39	89,47	12,75	82,71	49,10	-19,19	-25,00	20,42	16,7
HS2 x L1	-3,22	-32,60	34,64	30,55	-17,82	-26,19	16,88	-0,53	-4,04	-6,64	50,82	44,69	84,12	66,95	-31,47	-41,23	-18,51	-22,0
HS2 x L3	40,34	17,53	32,14	20,29	-23,55	-31,01	-1,45	-25,40	-5,67	-5,76	5,25	-27,48	-13,00	-26,77	-5,79	-10,87	2,87	-3,9
HS2 x L4	-50,21	-66,21	-51,16	-65,79	-17,45	-25,60	28,28	7,76	1,42	-0,35	-12,64	-43,42	28,32	24,15	-12,76	-22,89	20,73	19,3
HS2 x L5	7,34	-15,83	35,66	11,53	-28,10	-35,20	-14,28	-28,71	-2,70	-2,95	7,46	-28,01	50,75	43,25	-10,16	-12,05	10,95	4,3
HS1 x HS2	21,05	-2,11	70,30	58,54	-18,55	-27,76	-11,19	-25,40	-7,69	-10,84	49,10	16,23	23,16	4,80	11,60	1,20	6,09	2,9

TMS (cm) – Teor de matéria seca; NSF – numero de sementes por fruto; DPFL - dias para floração; NFP - número de frutos por planta; DPFR - dias da frutificação; P (g) – Produção; VITC (mg de ácido ascórbico/100g) – teor de vitamina C; ACZ (g de ácido cítrico/100g do fruto fresco) - acidez titulável; SST (°Brix) - sólidos solúveis totais.

H (%) – Heterose; Hb (%) – Heterobeltiose.

3.3 Desempenhos médios dos tipos de híbridos

O desempenho médio dos genitores e dos tipos híbridos encontra-se na Tabela 7, sendo evidente a variabilidade genética encontrada nas três categorias de híbridos. Estes devem ser selecionados de acordo com o interesse para cada característica em estudo, conforme Geleta e Labuschagne (2004a).

Houve diferença média entre os tipos de híbridos a 1% de probabilidade pelo teste de Tukey para as características, altura da primeira bifurcação, comprimento e largura da folha, comprimento da corola, peso e comprimento do fruto, comprimento do pedúnculo, comprimento da placenta, massa da matéria fresca do fruto, dias para floração, dias para frutificação, produção e teor de vitamina C (Tabela 7).

O híbrido duplo foi o que apresentou o menor desempenho para a característica altura da primeira bifurcação (10 cm). Barroso et al. (2012) e Nascimento et al. (2012b) relataram valores semelhantes em uma população F2 de pimenteiras ornamentais *C. annuum*. Tal resultado está de acordo com os valores de heterose obtidos para esta característica que foram máximos e negativos no híbrido duplo (Tabela 4).

O híbrido duplo também obteve um desempenho inferior ao dos genitores e demais categorias de híbridos (Tabela 7), para a característica comprimento da folha (4,56cm), as folhas devem ter tamanho reduzido, para permanecer em harmonia com o porte baixo da planta no vaso, permitindo que as flores e frutos se destaquem na folhagem. Os genitores obtiveram uma média estatisticamente igual (5,37cm) a do híbrido duplo, e os híbridos simples (7,11cm) e triplos (6,76cm) obtiveram estatisticamente o mesmo desempenho dos genitores. Comprimento de folha maior (9,30cm) foi observadas por Nascimento et al. (2012b) também em pimenteiras ornamentais.

Embora o híbrido duplo tenha apresentado em média um menor comprimento da folha, observou-se um híbrido triplo (HS1xL5) com menor comprimento e o mesmo apresentou a menor heterobeltiose (Tabela 4) devendo este, ser selecionado com o intuito de diminuir esta característica, já que os híbridos triplos geralmente possuem uma maior uniformidade quando comparado aos duplos.

Os genitores e os híbridos simples foram os que obtiveram as menores médias para a característica largura da folha 1,28cm e 1,57cm respectivamente (Tabela 7), estes valores foram estatisticamente iguais. Nascimento et al. (2012b) relatou folhas mais largas (3.13cm), em seus estudos com *C. annuum*. Este resultado fica comprovado pela

Tabela 7. Performance média das três categorias de híbridos e dos genitores de *Capsicum annum*.

Categoria	LFC	LAFC	AP	DDC	APB	DCL	CFL	LDF	CDC	CAN	CFI	PFR	CFR	DDF
Genitores	1,52a	0,60a	27,42a	24,93a	12,80ab	0,54a	5,37ab	1,28b	1,52ab	0,25a	0,56a	0,35b	1,65b	0,66a
Híbridos simples	1,57a	0,54a	33,77a	25,56a	13,87ab	0,67a	7,11a	1,57b	1,57a	0,24a	0,61a	1,09a	2,46a	0,82a
Híbridos triplo	1,71a	0,63a	36,95a	23,24a	14,45a	0,70a	6,76a	2,6a	1,58a	0,24a	0,56a	0,7ab	1,48b	0,79a
Híbrido duplo	1,56a	0,57a	28,66a	25,83a	10,01b	0,58a	4,56b	1,96ab	1,43b	0,29a	0,56a	0,42b	1,17b	0,78a
Categoria	CP	EP	CPL	MF	TMS	NSF	DPFL	NFP	DPFR	P	Vit –C	ACZ	SST	
Genitores	2,05ab	0,11a	0,77ab	0,82a	19,56a	21a	63a	21a	94a	15ab	139,78b	0,81a	7,18a	
Híbridos simples	2,23a	0,12a	1,28a	0,76a	16,21a	40a	45b	20a	93a	22a	210,88a	0,64a	7,30a	
Híbridos triplos	2,15ab	0,11a	0,91ab	0,40ab	18,32a	34a	47b	25a	88b	18ab	169,09ab	0,65a	8,125a	
Híbrido duplo	1,54b	0,12a	0,67b	0,27b	16,67a	33a	47b	23a	85c	9b	141,57b	0,84a	7,983a	

LFC (cm) – longitude da folha cotiledonar; LAFC (cm) – largura da folha cotiledonar; 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; CDC (cm) - comprimento da corola; 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; MF (cm) – massa da matéria fresca do fruto; TMS (cm) – Teor de matéria seca; NSF – numero de sementes por fruto; DPFL - dias para floração; NFP - número de frutos por planta; DPFR - dias da frutificação; P (g) – Produção; VITC (mg de ácido ascórbico/100g) – teor de vitamina C; ACZ (g de ácido cítrico/100g do fruto fresco) - acidez titulável; SST (°Brix) - sólidos solúveis totais.

máxima heterose negativa (Tabela 4) apresentada no híbrido simples. Este deve ser selecionado para diminuir a largura da folha.

Os híbridos simples e triplos obtiveram o mesmo desempenho médio (1,57cm-1,58cm) para a característica comprimento da corola (Tabela 7). Valores inferiores ente 0.91 e 1.42cm foram relatados por Barrosso et al. (2012), em estudo com uma população F2 de *Capsicum*. De acordo com Santos et al. (2013) para fins ornamentais, o objetivo é produzir flores maiores e mais atrativas aos olhos do consumidor, sendo assim, diante dos resultados obtidos neste, é de interesse a utilização de híbridos triplos, pois apesar dos híbridos simples serem mais uniformes, os maiores valores de heterose e heterobeltiose foram encontrados nos híbridos triplos (Tabela 4).

Os genitores, híbridos triplos e duplos obtiveram os menores valores, para as características peso e comprimento do fruto (Tabela 7), e estes, foram estatisticamente iguais. Para estas características os menores valores de heterose foram encontrados no híbrido triplo, estes híbridos devem ser selecionados embora os mesmos apresentem uma maior variabilidade, deve se avançar gerações em busca de selecionar genótipos com frutos menores para obtenção de linhagens. A menor heterobeltiose para o caráter peso do fruto foi encontrada nos híbridos simples. Tais resultados estão de acordo com os encontrados por Geleta e Labuschagne (2004a) em estudos em *Capsicum annum* comparando as três categorias de híbridos observou os menores tamanhos de frutos no híbrido simples.

O híbrido simples foi o que apresentou, em média, os maiores valores de pedúnculo (2,23cm). Estatisticamente os genitores e híbridos triplos obtiveram o mesmo desempenho médio e estes foram estatisticamente iguais ao o híbrido duplo (Tabela 7). Rêgo et al. (2011d) avaliando diversas espécies de *Capsicum* encontrou valores médios semelhantes para esta característica. Os maiores valores de heterose e heterobeltiose para esta característica foram observados também no híbrido simples, assim como para as características de tamanho do fruto este tipo de híbrido é o indicado.

Os híbridos simples assim como para o caráter comprimento do pedúnculo, foram os que obtiveram também as maiores médias (1,28cm) para o caráter comprimento da placenta. Os maiores valores de heterose também foram encontrados no híbrido simples, entretanto com relação ao pai superior a maior heterobeltiose foi encontrada nos híbridos triplos (Tabela 5), estes híbridos comportaram-se estatisticamente iguais aos híbridos simples (Tabela 7). Assim sendo indica-se utilização de híbridos simples para o aumento desta característica, pois os mesmos além

do vigor híbrido possuem maior uniformidade (Geleta e Labuschagne, 2004a; Blat et al., 2007; Rêgo et al., 2011b).

Os genitores e híbridos simples para a característica massa da matéria fresca do fruto apresentaram os maiores desempenho médios 0,82cm e 0,76cm (Tabela 7), respectivamente, não diferindo estatisticamente entre sim. Tais resultados não estão de acordo com Geleta e Labuschagne (2004a) que em estudos com *C. annuum* L. observaram as maiores médias nos híbridos triplos. Os híbridos simples são os indicados para o melhoramento desta característica, tais resultados ficam comprovados com a heterose que para esta característica os valores máximos foram observados nos híbridos simples (Tabela 5).

Estatisticamente o desempenho médio dos tipos de híbridos não diferiram para a característica dias para floração em média 46 dias (Tabela 7). Geleta e Labuschagne (2004a) avaliando também os tipos de híbridos em *Capsicum* observaram uma precocidade nos híbridos simples e triplos de 72 e 71 dias respectivamente. No sentido de diminuir os dias para o florescimento, os híbridos obtidos no presente estudo são mais precoces, podendo os mesmos serem utilizados no programa de melhoramento como doador de genes para redução dos dias para o florescimento. Os maiores valores de heterose e heterobeltiose em relação ao pai de mais precoce foram observados nos híbridos simples e os mesmos devem ser indicados para diminuir o ciclo da cultura.

O híbrido duplo foi o mais precoce frutificando com 85 dias após o transplante (Tabela 2). Marame et al. (2009) avaliando híbridos simples observou em média 99 dias para frutificação, bem superiores aos encontrados neste trabalho. Valores negativos de heterose e heterobeltiose foram observados nas três categorias de híbridos, entretanto os valores máximos foram obtidos pelos híbridos triplos. Então devido a uniformidade destes em relação aos duplos os híbridos triplos devem ser indicados para uma precocidade na frutificação.

Os híbridos simples obtiveram o melhor desempenho médio para a característica teor de vitamina C (210,88mg de ácido ascórbico/100g). Tais valores foram estatisticamente iguais ao encontrados no híbrido triplo (Tabela 7). Estes resultados estão em concordância com a heterose e heterobeltiose que obtiveram valores máximos nos híbridos triplos (Tabela 6) para este caráter. Em relação ao teor de vitamina C, os resultados apresentados neste trabalho estão de acordo com os obtidos anteriormente por Geleta e Labuschagne (2004a) que observaram em média 212,5mg de ácido ascórbico/100g em híbridos de *C. annuum* L.. Os híbridos simples assim como para a característica teor de vitamina C, obtiveram o melhor desempenho médio para a

característica produção (22g). Tais valores foram estatisticamente iguais ao encontrados no híbrido triplo (Tabela 7). Estes resultados estão em concordância com a heterose e heterobeltiose que obtiveram também valores máximos nos híbridos triplos (Tabela 6). Semelhante, Geleta e Labuschagne (2004a) observaram uma maior produção nos híbridos triplos (229g) quando comparados com os simples e duplos de seu estudo. Este valor é maior do que o obtido no presente estudo, entretanto, o mesmo se deve ao fato de que os frutos de pimentão são caracteristicamente maiores e mais pesados que as pimentas, embora pertença a mesma espécie.

Não se observou diferença significativa entre os genitores e híbridos simples, triplos e duplos para as características altura da planta, longitude e largura da folha cotiledonar, diâmetro do caule, comprimento da antera, espessura do pericarpo, número de sementes por fruto, número de frutos por planta, teor de matéria seca, acidez e teor de sólidos solúveis totais (Tabela 7). Entretanto estas características os máximos valores de heterose e heterobeltiose, positiva ou negativa, foram obtidos em híbridos triplos (Tabela 5 e 6), sendo estes os indicados com o intuito de acelerar o desenvolvimento das mudas, diminuir o porte da planta, aumentar a produção e a qualidade dos frutos. Embora estes híbridos apresentem uma maior variabilidade do que os genitores e híbridos simples, para seleção destas características deve se avançar gerações e selecionar os melhores genótipos até se obter uniformidade genética.

As características comprimento do filete e diâmetro do fruto também não apresentaram diferença significativa para os genitores e tipos de híbridos de acordo com o teste Tukey (Tabela 7), entretanto o híbrido simples foi o que apresentou os menores valores de heterose e heterobeltiose para estas características (Tabela 5) sendo este o de interesse.

Os híbridos triplos não se distinguiram das demais categorias de híbridos nem dos genitores para a característica altura da planta (Tabela 7), entretanto os mesmos obtiveram valores negativos de heterose (Tabela 6) o que é de interesse para obtenção de plantas com porte mais baixo.

3.4 Divergência Genética

O método de otimização de Tocher, baseado na distância de Mahalanobis, permitiu separar os genótipos estudados em três grupos (Tabela 8) demonstrando a variabilidade existente entre os mesmos para os componentes de porte, inflorescência, produção e qualidade dos frutos. Semelhantemente Bento et al. (2007) trabalhando

com acessos de *Capsicum* spp. e utilizando o mesmo método conseguiram a formação de apenas dois grupos. Sudré et al. (2006), ao estudarem a divergência fenotípica entre 59 acessos de *Capsicum* e Barroso et al. (2012), trabalhando com *C. annum* também detectaram grande variabilidade observando a formação de quatro e dez grupos respectivamente.

Tabela 8. Agrupamento de genitores e híbridos, de acordo com 28 características conforme o método de Tocher.

GRUPO	GENÓTIPOS
1	L1xL4, L1xL5, HS2xL5, L3xL5, HS2xL3, L1xL3, HS1xL3, HS2xL4, L3xL4, L1xHS2, HS2, HS1xL4, HS1xHS2, L4xL5, L5, L4, HS1xL5, L1, HS1
2	HS1 x L1
3	L3

A maior variação encontrada foi no grupo 1, o mesmo abrangeu três das quatro linhagens avaliadas, 16 dos 17 híbridos simples em estudo e o híbrido duplo. O híbrido triplo HS1 x L1 e o genitor L2 ficaram em grupos isolados (Tabela 8). Estes genótipos são os mais divergentes dentro da população.

O genitor L3 se destacou por apresentar os maiores valores para as características largura da folha cotiledonar (0,73cm), comprimento da corola (1,95cm) e espessura do pericarpo (3,25cm) e comprimento da placenta (1,18cm). Tais valores são de interesse para obtenção de plântulas com desenvolvimento inicial mais rápido podendo reduzir os custos para produção (Barroso et al., 2012), além de flores maiores que são mais atrativas aos olhos do consumidor (Santos et al., 2013). Já a seleção de pimenteiras com pericarpo mais espesso esta correlacionada positivamente com um aumento na produção (Rêgo et al., 2011a), além disso frutos com paredes mais espessas são mais resistentes a danos no transporte. Na placenta são encontradas as maiores quantidade de capsanóides (Zewdie e Bosland, 2001), substância responsável pela pungência característica dos frutos e rica em agentes antioxidantes (Rêgo et al., 2012b).

O genitor L3 ainda apresentou os maiores valores para as características, largura da folha (3,66cm), peso do fruto (3,83g), esta linhagem também apresentou os menores números de sementes por fruto (16) e frutos por planta (15). Valores estes que não são de interesse para o melhoramento de pimenteiras ornamentais, cujo intuito é obter variedades de pequeno porte, com frutos pequenos obtendo assim uma maior produção

por planta. Pois de acordo com Rêgo et al. (2009b), é importante ressaltar que o peso médio do fruto pode ser alterado de acordo com o número de frutos por planta.

O híbrido triplo HS1 x L1 que formou o grupo dois apresentou o maior diâmetro do caule (0,86cm), e foi o mais precoce frutificando aos 81 dias após o transplântio. A seleção de plantas com maior diâmetro do caule e de suma importância para prevenir o tombamento da planta no vaso, bem como plantas com menor dias para a maturidade (precoces). De acordo com Barroso et al. (2012) os genótipos que apresentam característica de interesse ornamental devem ser selecionados para dar continuidade ao programa de melhoramento.

As três primeiras variáveis canônicas, explicaram cerca de 66% da variância total estudada (Tabela 9), não se adequando a uma representação gráfica tridimensional (Rêgo et al., 2003; Bento et al., 2007). Quando os três primeiros componentes principais explicam menos de 70% da variação os dados não são seguros para serem representados graficamente. Sudré et al. (2005), Bento et al. (2007) e Rêgo et al. (2012c), conseguiram detectar variabilidade genética em acessos de *Capsicum* spp. utilizando esta mesma técnica.

Pelo método de Singh (1981), as características que mais contribuíram para a divergência genética foram: dias para frutificação com 19,23% e diâmetro do fruto com 7,51% (Tabela 10). Este resultado indica a possibilidade de seleção de genótipos superiores para as referidas características, importantes no melhoramento de pimenteiras ornamentais. A variável que menos contribuiu para divergência foi o teor de matéria seca. Pelo uso de variáveis canônicas a característica indicada para descarte é foi a matéria fresca. Esta variável pode ser descartada em futuros estudos de divergência, pois de acordo com Rêgo et al. (2003) caracteres que contribuíram com um percentual muito baixo ou não contribuíram para a variabilidade detectada podem ser descartadas. Tais resultados corroboram os encontrados por Rêgo et al. (2003), que também verificaram discordância entre os dois métodos na indicação de características passíveis de descarte.

Tabela 9. Estimativas das variâncias (autovalores) associadas as variáveis canônicas de 27 caracteres avaliados em *Capsicum annum*.

Comp. principais	Autovalores	Autovalores%	% Acumulada	Comp. Principais	Autovalores	Autovalores%	% Acumulada
LFC	24,12	33,27	33,27	CP	0,25	0,35	99,20
L AFC	16,79	23,17	56,44	EP	0,19	0,26	99,47
AP	7,28	10,04	66,49	CPL	0,16	0,22	99,69
DDC	6,12	8,44	74,93	MFF	0,11	0,16	99,86
APB	4,47	6,17	81,11	MSF	0,05	0,08	99,94
DCL	2,98	4,11	85,23	NSF	0,04	0,05	100,00
CFL	2,73	3,76	88,99	DPFL	0,00	0,00	100,00
LDF	2,16	2,98	91,98	NFP	0,00	0,00	100,00
CDC	1,40	1,94	93,92	DPFR	0,00	0,00	100,00
CAN	1,15	1,59	95,52	P	0,00	0,00	100,00
CFI	0,85	1,18	96,70	VITC	0,00	0,00	100,00
PFR	0,73	1,01	97,71	ACZ	0,00	0,00	100,00
CFR	0,47	0,65	98,37	SST	0,00	0,00	100,00
DDF	0,34	0,47	98,84				

LFC (cm) – longitude da folha cotiledonar; L AFC (cm) – largura da folha cotiledonar; 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; CDC (cm) - comprimento da corola; 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; MFF (cm) – massa da matéria fresca do fruto; TMS (cm) – Teor de matéria seca; NSF – numero de sementes por fruto; DPFL - dias para floração; NFP - número de frutos por planta; DPFR - dias da frutificação; P (g) – Produção; VITC (mg de ácido ascórbico/100g) – teor de vitamina C; ACZ (g de ácido cítrico/100g do fruto fresco) - acidez titulável; SST (°Brix) - sólidos solúveis totais.

Tabela 10 - Contribuição relativa das variáveis mais importantes para divergência genética em *Capsicum* spp (Singh, 1981).

Variável	Valor em (%)
Dias para frutificação	19,23
Comprimento do fruto	7,51
Massa da matéria fresca do fruto	7,32
Comprimento da placenta	6,76
Dias para floração	5,11
Teor de vitamina C	4,94
Número de frutos por planta	4,80
Longitude da folha cotiledonar	3,98
Altura da planta	3,95
Número de sementes por fruto	3,71
Comprimento da folha	3,44
Acidez	3,40
Comprimento da corola	3,26
Produção	2,88
Largura da folha	2,55
Teor de sólidos solúveis totais	2,19
Altura da primeira bifurcação	2,01
Diâmetro do fruto	1,57
Diâmetro do caule	1,45
Largura da folha cotiledonar	1,25
Comprimento do filete	1,06
Peso do Fruto	0,77
Comprimento do pedúnculo	0,74
Espessura do pericarpo	0,72
Comprimento da antera	0,68
Diâmetro da copa	0,38
Teor de matéria seca	0,29

4. CONCLUSÃO

De acordo com os caracteres avaliados é evidente a variabilidade encontrada nas três categorias de híbridos aqui estudados, bem como o potencial dos mesmos para fins ornamentais. Não sendo assim possível generalizar na recomendação do tipo de híbrido devendo os mesmos ser indicados de acordo com o interesse para cada característica e genótipo em estudo.

Com o objetivo de desenvolver variedades ornamentais de pequeno porte, folhas menores, corolas maiores e mais atrativas, frutificando precocemente, maior produção e qualidade dos frutos, a utilização de híbridos triplos é promissora podendo os mesmos serem utilizados para avançar gerações, para produção de linhagens superiores.

Para as características de dimensões do fruto como comprimento e diâmetro fruto, comprimento do pedúnculo e da placenta, massa da matéria fresca do fruto e teor de matéria seca, bem como para precocidade na floração, indica-se a utilização de híbridos simples, pois estes são extremamente uniformes, além de apresentarem os melhores valores de heterose e heterobeltiose bem como o melhor desempenho médio. Para estas características o desenvolvimento de híbridos é a melhor opção.

Os resultados obtidos mostram claramente a superioridade dos híbridos triplos para as características de maior interesse para o melhoramento de ornamentais. Devendo os mesmos ser utilizados para dar continuidade do programa de melhoramento de *Capsicum* da Universidade Federal da Paraíba e da Universidade Federal de Viçosa, sendo indicada também a utilização de híbridos simples para as características de fruto.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC (Association of Official and Agricultural Chemistry) (1990). *Official Methods of Analysis*. AOAC, Washington.
- Barroso PA, Rêgo ER, Rêgo MM, Nascimento KS, et al. (2012). Analysis of segregating generation for components of seedling and plant height of pepper (*Capsicum annuum*) for medicinal and ornamental purposes. *Acta Hort.* 953: 269-275.
- Bento CS, Sudré CP, Rodrigues R, Riva EM, et al. (2007). Descritores qualitativos e multicategóricos na estimativa da variabilidade fenotípica entre acessos de pimentas. *Sci. Agra.* 8(2): 149-156.
- Bem-Chaim A and Paran I (2000). Genetics analysis of quantitative traits in pepper (*Capsicum annuum*). *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 125(1): 66-70.
- Blat SF, Braz LT, Arruda AS (2007). Avaliação de híbridos duplos de pimentão. *Hortic. Bras.* 25: 350-354.
- Bosland PW and Votava EJ (2000). *Peppers: vegetable and Spice Capsicums*. CABI Publishing, CAB International, Wallingford.
- Carvalho SIC, Bianchetti LB, Ribeiro CSC, Lopes CA (2006). Pimentas do gênero *Capsicum* no Brasil. *Embrapa Hortaliças*, Brasília: 11-14.
- Cruz CD and Regazzi AJ (2004). *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 3ed. Imprensa Universitária, Viçosa.
- Cruz CD (2005). *Princípios de genética quantitativa*. 1.ed. Editora UFV, Viçosa
- Cruz CD (2006). *Programa genes (versão Windows): aplicativo computacional em genética e estatística*. Editora UFV (Universidade Federal de Viçosa), Viçosa.
- Falconer, DS (1987). *Introdução a genética quantitativa*. Viçosa UFV: Imprensa Universitária, 279p.
- Ferrão LFV, Cecon PR, Finger FL, Silva FF, et al. (2011). Divergência genética entre genótipos de pimenta com base em caracteres morfo-agrônomicos. *Hortic. Bras.* 29: 354-358.
- Finger FL, Rêgo ER, Segatto FB, Nascimento NFF, et al. (2012b). Produção e potencial de mercado para pimenta ornamental. *Inf. Agrop.* 33(267): 14-20.
- Geleta LF and Labuschagne MT (2004a). Comparative performance and heterosis in single, three-way and double cross pepper hybrids. *J. Agric. Sci.* 142:659–663.

- Geleta LF and Labuschagne MT (2004b). Hybrid performance for yield and other characteristics in peppers (*Capsicum annuum* L.). *J. Agric. Sci.* 142:411–419.
- 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, et al. (2012). Combining ability and heritability analysis for yield and yield contributing characters in chilli (*Capsicum annuum*) landraces. *Plant Omi. J.* 337-344.
- IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute) (1995). Descriptors for *Capsicum* (*Capsicum* spp.). Roma.
- Kamble C, Mulge RM and Madalageri B (2009). Combining ability for earliness and productivity in sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *J. Agric. Sci.* 22(1): 151-154.
- Lannes SD, Finger FL, Schuelter AR and Casali VWD (2007). Growth and quality of Brazilian accessions of *Capsicum chinense* fruits. *Sci. Hortic.* 112: 266–270.
- Madail JCM, Schneid LF, Sima LF, Wedt NA (2005). Economia da produção de pimenta vermelha no município de Turuçú-RS. *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento. Embrapa Clima Temperado, Pelotas.*
- Maramé F, Dessalegne Lema, Fininsa C, Sigvald R (2009). Heterosis and heritability in crosses among Asian and Ethiopian parents of hot pepper genotypes *Euphytica* 168: 235–247.
- Melo AMT (1997). Análise genética de caracteres de fruto em híbridos de pimentão. Tese de Doutorado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ, Piracicaba.
- Morales-Payan JP (2006). Exogenous amino levulinic acid effects on ornamental peppers. Annual Meeting, Canada.
- Nascimento NFF, Rêgo ER, Rêgo MM, Nascimento MF, et al. (2012a). Compatibilidade em cruzamentos intra e interespecíficos em pimenteiros ornamentais. *Rev. Bras. Hortic. Orn.* 18(1): 57-62.
- 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 Hort.* 953: 299 – 304.
- Nascimento NFF, Rêgo ER, Nascimento MF, Santos RMC, Bruckner CH, Finger FL, Rêgo MM. (2013) Flower Color Variability in Double and Three-way Hybrids of Ornamental Peppers. *Acta Hort.* (In press).
- Neitzke RS, Barbieri RL, Rodrigues WF, Corrêa IV, et al. (2010). Dissimilaridade genética entre acessos de pimenta com potencial ornamental. *Hortic. Bras.* 28: 47-53.
- Pergolatto W, Pergolatto DP (1985). Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz; Métodos Químicos e Físicos para Análises de Alimentos. Instituto Adolf Lutz, São Paulo.
- Pinto CMF, Santos IC, Pinto FA (2011). Cultivo da Pimenta (*Capsicum* spp.). In: *Produção, Genética e Melhoramento de Pimentas (Capsicum spp.)* (Rêgo ER, Finger FL and Rêgo MM, eds.). Imprima, Recife, 11-43.
- Poulos JM (1994). Pepper Breeding (*Capsicum* spp.): achievements, challenges and possibilities. *Plant Breed.* 64(2): 144-155.
- Reddy MG, Kumar HDM and Salimatha PM (2008). Combining ability analysis in chilli (*Capsicum annuum* L.). *J. Agric. Sci.* 21(4): 494-497.
- Rêgo ER, Rêgo MM, Cruz CD, Cecon PR, et al. (2003). Genetic diversity analysis of peppers: a comparison of discarding variable methods. *Crop. Breed. Appl. Biotechnol.* 3(1): 19-26.
- Rêgo ER, Rêgo MM, Finger FL, Cruz CD, et al. (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, 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 NFF, Araújo ER, et al. (2011a). Genética e melhoramento de pimenteiras. In: *Produção, Genética e Melhoramento de Pimentas (Capsicum spp.)* (Rêgo ER, Finger FL and Rêgo MM, eds.). Imprima, Recife, 117-136.
- Rêgo ER, Finger FL, Nascimento MF, Barbosa LAB, et al. (2011b). Pimenteiras Ornamentais. In: *Produção, Genética e Melhoramento de Pimentas (Capsicum spp.)* (Rêgo ER, Finger FL and Rêgo MM, eds.). Imprima, Recife, 205-223.
- Rêgo ER, Rêgo MM, Cruz CD, Finger FL, et al. (2011c). 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, Rêgo MM, Matos IWF, Barbosa LA. (2011d) Morphological and chemical characterization of fruits of *Capsicum* spp. accessions. *Hort. Bras.* 29: 364-371.
- Rêgo ER, Nascimento MF, Nascimento NFF, Santos RMC, et al. (2012a). Testing methods for producing self-pollinated fruits in ornamental peppers. *Hort. Bras.* 30: 708-711.
- Rêgo ER, Finger FL and Rêgo MM. (2012b). Consumption of Pepper in Brazil and its Implications on Nutrition and Health of Humans and Animals. In: *Pepper: Nutrition, Consumption and Health*. Pepper: Nutrition, Consumption and Health (Salazar MA and Ortega JM, eds.). Sci. Publishers, New York, 159-170.
- Rêgo ER, Santos RMC, Rêgo MM, Nascimento NFF, et al. (2012c). Quantitative and multicategorical descriptors for phenotypic variability in a segregating generation of ornamental peppers. *Acta Hort.* 1: 289-296.
- Rêgo ER, Nascimento MF, Nascimento NFF, Fortunato FLG, et al. (2013). Heterosis for fruit quality traits in ornamental peppers. *Acta Hort.* (In press).
- Santos RMC, Rêgo ER, Borém A, Nascimento NFF, et al. (2013). Ornamental Pepper Breeding: Could a Chili be a Flower Ornamental Plant?. *Acta Hort.* (In press).
- Seneviratne KGS, Kannangara KN (2004). Heterosis, heterobeltiosis and commercial heterosis for agronomic traits and yield of chilli (*Capsicum annum* L.). *Annals Sri Lanka Dep. Agric.* 6: 195-201.
- Silva LL (2002). Heterose e capacidade de combinação em cruzamentos dialélicos parciais de pimentão. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ, Piracicaba.
- Silva AR, Cecon PR, Rêgo ER, Nascimento M (2011). Avaliação do coeficiente de variação experimental para caracteres de frutos de pimenteiras. *Rev. Ceres* 58(2): 168-171.
- Singh D (1981). The relative importance of characters affecting genetic divergence. *Indian J. Gen. Plant Breed.* 41(2): 237-245.
- Souza JA and Maluf WR (2003) Diallel analyses and estimation of genetic parameters of hot pepper (*Capsicum chinense* Jacq). *Sci. Agric.* 60: 105–113.
- Sudré CP, Rodrigues R, Riva EM, Karasawa M, et al. (2005). Divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão utilizando técnicas multivariadas. *Hort. Bras.* 23: 22-27.
- Schuelter AR, Pereira GM, Júnior Amaral AT, Casali VWD, et al. (2010). Genetic control agronomically important traits of pepper fruit analyzed by Hayman's partial diallel cross scheme. *Genet. Mol. Res.* 9(1): 113-117.
- Sitairesmi T, Sujiprihati S, Syukur M (2010). Combining ability of several introduced and local chilli pepper (*Capsicum annum* L.) Genotypes and Heterosis of the Offsprings. *J. Agron. Indonesia* 38 (3): 212 – 217.

- Stommel JR, Bosland P (2006). Ornamental pepper: *Capsicum annuum*. In: Flower Breeding and Genetics: Issues, Challenges and Opportunities for the 21st Century (Anderson NO ed.). Springer, London 564-570.
- Zambrano GM, Gonzalez JRA, Meraz MR, Loera AR, et al. (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.

CAPÍTULO IV

Divergência genética, caracterização e importância relativa para caracteres de porte, produção e qualidade de frutos em híbridos interespecíficos de pimenteiras ornamentais

1. INTRODUÇÃO

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). Dessa forma, deve-se dar atenção aos estudos genéticos dos caracteres morfoagronômicos, como forma de avaliar o potencial genético dos genitores de produzir descendentes melhores e de aumentar a eficiência dos métodos de melhoramento (Allard, 1971; Fehr, 1987; Cruz e Regazzi, 1994; Tavares et al., 1999; Marchesan, 2009; Gonçalves et al., 2011).

A divergência genética existente numa população ajuda na seleção de progenitores geneticamente dissimilares, ou seja, com diferenças nas frequências alélicas, 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). Sendo assim a ocorrência da grande diversidade de materiais genéticos dentro do gênero *Capsicum* favorece e possibilita a utilização desses germoplasma em programas de melhoramento (Deshpande et al., 1988; Rêgo et al., 2003).

Surge então a necessidade de se padronizar ideótipos de plantas com características desejáveis que visem a atender o crescimento do mercado. O mercado de pimenteiras no Brasil passa por grandes modificações, sendo crescente a exploração de novos tipos de pimentas, incluindo aquelas de interesse ornamental (Rêgo et al., 2012a). Para uso ornamental poucos cultivares de pimenta estão disponíveis no mercado brasileiro, embora haja espaço e oportunidades para a criação de programas dedicados a esse objetivo (Rufino e Penteado, 2006; Pinto et al., 2011).

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 e promover a hibridação intra e interespecífica entre as linhagens selecionadas para posterior disponibilização aos agricultores familiares do estado da Paraíba.

A hibridação interespecífica é muito útil no cultivo de plantas como forma de inserir um atributo desejável que ocorre em uma planta silvestre ou cultivada em outra

espécie cultivada resultando em um novo cultivar de interesse agrônômico (Judd et al. 2009; Nascimento et al., 2012a). Ainda assim são poucos os registros do uso de hibridação interespecífica em programas de melhoramento de *Capsicum*, provavelmente devido à baixa viabilidade das sementes híbridas obtidas (Tanksley e Iglesias-Oliva, 1984; Rêgo et al., 2012b).

Este trabalho teve como objetivo caracterizar morfológicamente parentais e híbridos interespecíficos pertencentes ao banco de germoplasma de *Capsicum* da Universidade Federal da Paraíba, baseados em 27 caracteres quantitativos de plântula, planta, inflorescência e qualidade de fruto e avaliar a diversidade genética dos mesmos por meio de procedimentos multivariados.

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. Neste local foram realizados os cruzamentos e a avaliação dos genitores e híbridos de pimenteiras ornamentais.

2.1 Obtenção dos híbridos

Foram utilizados como genitores sete acessos de pimenta pertencentes ao banco de germoplasma do CCA-UFPB: *Capsicum annuum* (HS1, L1, L4 e L5), *C. chinense* (L2), *C. baccatum* (L6), e *C. frutescens* (L7) foram cruzados entre si com o intuito de se obter todas as combinações possíveis entre estes, entretanto devido a incompatibilidade para alguns cruzamentos (Nascimento et al. 2012), foram gerados sete híbridos (HS1xL2, HS1xL7, L1xL7, L2xL5, L2xL6, L6xL4, L6xL7).

Os cruzamentos foram realizados manualmente em botões florais emasculados antes da antese. Imediatamente após a emascação, 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 (Nascimento et al., 2012b; Rêgo et al., 2012b; Nascimento et al., 2013). A coleta do fruto maduro foi realizada, em média, de um a dois meses após a polinização, variando de acordo com a espécie. Após a colheita dos frutos, foi feita a retirada e contagem das sementes por fruto.

A semeadura das linhagens e suas progênies foram realizadas 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 900ml, sendo uma planta por vaso. Sempre que necessário foram realizados os tratamentos culturais recomendados a cultura.

2.2 Caracterização Morfológica

A caracterização morfoagronômica dos híbridos, quanto a caracteres de plântula, planta, inflorescência e fruto de *Capsicum* spp. foi baseada na lista de descritores quantitativos sugerida pelo IPGRI (1995). Para tanto foram utilizados 27 descritores. A caracterização qualitativa dos genitores encontra-se na tabela 1. As características qualitativas analisadas foram, hábito de crescimento (HC); cor da folha (CF); cor da corola (CC); posição do fruto (PF); cor do fruto intermediário (CFI); cor do fruto maduro (CFM); forma do fruto (FF); persistência pedúnculo com o talo (PPT).

2.3 Descritores Quantitativos

Os caracteres avaliados foram: longitude do cotilédone (LC), largura da folha cotiledonar (LAFC), altura da planta (AP), diâmetro da copa (DDC), altura da primeira bifurcação (APB), diâmetro do caule (DCL), comprimento da folha (CFL), largura da folha (LDF), comprimento da corola (CDC), comprimento da antera (CANT), comprimento do filete (CFI), dias para floração (DPFL), peso do fruto (PFR), comprimento do fruto (CFR), diâmetro do fruto (DDF), comprimento do pedúnculo (CP), espessura do pericarpo (EP), comprimento da placenta (CPL), massa da matéria fresca do fruto (MFF), teor de matéria seca (TMS), número sementes por fruto (NSF), número de frutos por planta (NFP), produção (P), dias para frutificação (DPFR), teor de sólidos solúveis totais (SST), acidez titulável (ACZ) e teor de vitamina C (VITC) (IPGRI 1995).

2.3.1 Caracterização Química

As análises químicas de fruto foram efetuadas de acordo com os métodos da Association of Official and Agricultural Chemistry - AOAC (1990).

Tabela 1. Descrição qualitativa dos híbridos e linhagens utilizadas nesse estudo.

Genótipos	Espécie	Origem	Características							
			HC	CF	CC	PF	CFI	CFM	FF	PPT
HS1	<i>C. annuum</i>	Híbrido comercial	Intermediário	Verde escuro	Branca com a margem roxa	Ereto	Preto	Vermelho	Aredondado	Intermediário
L1	<i>C. annuum</i>	BGH – UFPB	Ereto	Verde Claro	Branca	Ereto	Laranja	Vermelho	Triangular	Intermediário
L2	<i>C. chinense</i>	BGH – UFPB	Ereto	Variegada	Branca	Pendente	Preto	Vermelho escuro	Quase redondo	Intermediário
L4	<i>C. annuum</i>	BGH – UFV	Intermediário	Verde escuro	Branca	Ereto	Amarelo	Laranja	Triangular	Persistente
L5	<i>C. annuum</i>	BGH- UFPB	Ereto	Verde	Branca	Ereto	Marrom claro	Laranja	Triangular	Persistente
L6	<i>C. baccatum</i>	BGH - UFV	Ereto	Verde Claro	Branca	Ereto	Preto	Vermelho	Triangular	Intermediário
L7	<i>C. frutescens</i>	BGH – UFPB	Ereto	Verde	Branca	Ereto	Marrom claro	Vermelho	Alongado	Pouca

HC – hábito de crescimento; CF – Cor da folha; CC – Cor da corola; PF- Posição do fruto; CFI- Cor do fruto intermediário; CFM – Cor do fruto maduro; FF - forma do fruto; PPT - persistência pedúnculo com o talo.

2.3.1.1 Teor de vitamina C (VIT C)

Em cerca de 1g de tecido (pericarpo e polpa), foram adicionados 100 mL de água destilada que foram homogeneizados em homogeneizador de tecidos Turrax, modelo NT 138. Ao homogeneizado se adicionou 10 mL de ácido sulfúrico a 20%, 1 mL de iodeto de potássio a 10%, e 1 mL de solução de amido a 1% e titulou-se com iodato de potássio 0,01N, de acordo com Pergolatto e Pergolatto (1985). O cálculo do teor de vitamina C foi realizado pela seguinte fórmula:

$$\text{mg de vitamina C por cento} = \frac{100 \times V \times F}{P}$$

em que :

V= volume de iodato de potássio gasto na titulação (mL);

F = 0,8806 mg de vitamina C;

P = peso da amostra (g).

2.3.1.2 Teor de Sólidos e Solúveis Totais (SST) e Acidez Titulável (ACZ)

Na determinação do teor de sólidos solúveis totais, foi macerado em um almofariz com auxílio de um pistilo cerca de 1g de tecido (pericarpo e polpa). Foram retirados 50 µL do macerado que foram levados ao refractômetro (Abbe 1300-1720, 0-95% Modelo 2 Waj), onde se mediu a porcentagem de sólidos solúveis totais.

Para quantificação de ácidos, foram homogeneizados cerca de 1g de tecido (pericarpo e polpa) em 100 mL de água destilada, em um homegeneizador de tecido Turrax, modelo NT 138. Ao homogeneizado foram acrescentadas três gotas de 1% de fenoltaleína e realizou-se a titulação com 0,1 de NaOH. O cálculo de acidez total foi feito pela fórmula:

$$\% \text{ de ácido cítrico} = \frac{(Vb) \times (N) \times (64) \times (0,1)}{(Va)}$$

em que:

Vb = volume da base (mL);

N = normalidade da base (eq. G. 1⁻¹);

64 = equivalente grama de ácido cítrico (g);

0,1 = fator de conversão, correspondente a 1L x 1000 mL⁻¹ x 100;

Va = volume da amostra (mL).

2.4 Análises estatísticas

O experimento foi analisado no delineamento inteiramente casualizado, em que as análises dos genitores e híbridos resultaram de três repetições.

2.4.1 Dados Quantitativos

Os dados foram submetidos a análise de variância com posterior agrupamento de médias pelo método de SKott-Knott a 5% de probabilidade.

2.4.2 Divergência Genética

Para análise de divergência genética foi utilizado o método de agrupamento de Tocher e a análise das variáveis canônicas. Na análise de agrupamento utilizou-se a distância generalizada de Mahalanobis como medida de dissimilaridade genética e na formação dos grupos. Além disso, foi calculada a importância relativa das características avaliadas pelo método de Singh (1981).

Todas as análises foram realizadas utilizando-se o programa computacional Genes (CRUZ 2006).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Dados Quantitativos

Houve diferença significativa entre as médias dos acessos em nível de 1% e 5% de probabilidade pelo teste F, para todas as características estudadas, exceto para comprimento da antera e acidez titulável (Tabela 2). Resultados semelhantes foram relatados por, Olszewska et al. (2010) caracterizando híbridos interespecíficos de *Capsicum frutescens* x *Capsicum chinense*, Rêgo et al. (2011b) ao avaliar a diversidade fenotípica em 40 acessos de *Capsicum baccatum*, pertencentes ao banco de germoplasma de hortaliças da UFV e Hasanuzzaman et al. (2011) avaliando genótipos de *Capsicum annuum*.

Os coeficientes de variação (CV%) do experimento variaram de 1,82 (DPFR) a 25,37% (CPL) (Tabela 2), sendo, estes valores satisfatórios, uma vez que foram detectadas diferenças significativas entre os genitores e híbridos interespecíficos avaliados. Valores semelhantes foram relatados por Rêgo et al. (2011c), em estudo com *Capsicum baccatum*, por Schuelter et al. (2010) em estudos com *Capsicum chinense*

Tabela 2. Resumo da Análise de variância dos híbridos interespecíficos de pimenteiras ornamentais (*Capsicum* spp.).

FV	Quadrado Médio								
	LFC	LAFC	AP	DDC	APB	DCL	CFL	LDF	CDC
Trat.	0,40**	0,04**	2464,31**	1380,92**	646,21**	0,32**	29,80**	12,41**	0,02**
C.V.(%)	9,96	16,37	17,52	16,32	13,68	10,97	14,48	10,24	5,73

FV	Quadrado Médio								
	CANT	CFI	PFR	CFR	DDF	CP	EP	CPL	MF
Trat.	0,005**	0,03**	0,61**	0,63**	0,16**	0,49**	0,009**	0,28**	0,50**
C.V.(%)	18,85	7,27	22,85	8,83	10,17	10,57	19,49	25,37	23,28

FV	Quadrado Médio								
	TMS	NSF	DPFL	NFP	DPFR	P	VITC	ACZ	SST
Trat.	160,82**	1025,80**	239,67**	527,67**	750,95**	632,73**	20001,64**	0,15*	11,18*
C.V.(%)	18,10	22,60	4,12	10,10	1,82	22,92	12,47	22,59	19,13

LC (cm) – longitude do folha cotilédone; LAFC (cm) – largura da folha cotiledonar; 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; CDC (cm) - comprimento da corola; 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; MFF (cm) – massa da matéria fresca do fruto; TMS (cm) – Teor de matéria seca; NSF – numero de sementes por fruto; DPFL - dias para floração; NFP - número de frutos por planta; DPFR - dias da frutificação; P (g) – Produção; VITC (mg de ácido ascórbico/100g) – Teor de vitamina C; ACZ (g de ácido cítrico/100g do fruto fresco) - acidez titulável; SST (°Brix) – teor de sólidos solúveis totais.

ns, ** e * = Não significativo, significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

e por Hasanuzzaman et al. (2012), em híbridos de *Capsicum annum*. Silva et al (2011) afirma que a classificação dos coeficientes de variação em variáveis morfoagronômicas de pimenteiras do gênero *Capsicum* dependem do genótipo e da característica em estudo.

A partir da análise de agrupamento de médias, pelo critério de Scott Knott a 5% de probabilidade, observou-se variabilidade entre os parentais e híbridos interespecíficos para todas as características analisadas, exceto para o comprimento da antera (Tabela 3, 4 e 5).

Dentre as oito características referentes à plântula e arquitetura da planta, a altura da primeira bifurcação apresentou maior variabilidade formando oito classes diferentes (Tabela 3) de acordo com o critério de Scott Knott, a 5% de probabilidade. Com médias variando entre 2,5 e 52,66 cm. Sendo o genótipo L2 o que apresentou maior média e o híbrido L6xL4 o que obteve a menor média. Sendo este híbrido o mais indicado para fins ornamentais, pois bifurcações mais altas aumentam o porte da planta, indesejável para plantas cultivadas em vaso (Rêgo et al., 2009). Barroso et al. (2012) observou a mesmo número de classes (oito), para esta característica e Nascimento et al. (2012b) também observou uma maior variabilidade neste caráter, ao avaliarem populações segregantes de *Capsicum annum*.

Quatro classes foram formadas para as características comprimento do cotilédone, altura da planta, diâmetro da copa e diâmetro do caule todas relacionadas ao porte da planta. Estas características são importantes para o cultivo de plantas ornamentais em vaso, pois a altura da planta e diâmetro da copa deve ser 1,5 a 2 vezes maior do que o diâmetro do vaso sendo essa relação importante para formar um conjunto harmônico. (Barbosa, 2003; Barroso et al., 2012).

Assim sendo apenas o genitor L4 e o híbrido HS1 x L7 atenderam a esse princípio com altura média de 15,33 cm e 25,33 cm respectivamente, e diâmetro médio de 14 cm e 24,33 cm (Tabela 3).

A seleção de plantas de menor porte é um dos principais objetivos no melhoramento de pimenteiras ornamentais, além da seleção de plantas com maior diâmetro do caule, que é de suma importância para prevenir o tombamento da planta no vaso. Os maiores diâmetros do caule foram apresentados pelos híbridos HS1xL2 (1,05cm), L6xL4 (1,02cm) e L6xL7 (1,63cm), sendo para esta característica os de interesse.

As características referentes a folha das pimenteiras também apresentaram variabilidade (Tabela 3). Observou-se formação de 2 classes para largura da folha

cotiledonar onde as médias variaram de 0,28 – 0,70 cm, nos híbridos HS1 e HS1xL2, respectivamente. Sendo este último o de interesse, uma vez que, genótipos com desenvolvimento inicial mais rápido podem ser transplantados para vasos em menor tempo sendo uma característica de interesse, pois poderá possibilitar redução no tempo e nos custos para formação de mudas (Barroso et al., 2012).

Tabela 3. Médias dos genitores e híbridos interespecíficos referentes a nove características de plântula e planta em pimenteiras.

Genótipos	LC	LAFC	AP	DDC	APB	DCL	CFL	LDF	CDC
HS1	0,85d	0,28b	37,66d	28,68b	13,90f	0,50d	9,98b	2,76d	1,52a
L1	1,72b	0,57a	37,66d	25,66b	12,66f	0,49d	4,80c	1,83e	1,36b
L2	1,27c	0,59a	58,66c	33,00b	52,66a	0,60d	9,18b	7,37a	1,22c
L4	1,77b	0,69a	15,33d	14,00d	10,66f	0,48d	4,57c	2,23e	1,56a
L5	1,28c	0,53a	29,00d	19,66d	10,00f	0,55d	6,00c	2,66d	1,60a
L6	1,01d	0,65a	19,66d	23,33c	15,66e	0,44d	9,24b	7,23a	1,38b
L7	1,27c	0,48b	25,00d	17,66d	20,33e	0,46d	6,33c	2,66d	1,54a
HS1xL2	1,24c	0,70a	77,00b	47,33b	27,00d	1,05b	14,66a	6,57b	1,42b
HS1xL7	1,14c	0,38a	25,33d	24,33c	11,66f	0,79c	5,56c	1,83e	1,62a
L1xL7	1,12c	0,42b	31,66d	24,33c	16,66e	0,74c	5,13c	2,30e	1,20c
L2xL5	1,24c	0,62b	74,66b	51,53b	32,96c	0,58d	8,00c	4,63c	1,42b
L2xL6	1,81b	0,69a	65,33c	42,66b	46,00b	0,82c	10,86b	5,50c	1,74a
L6xL4	1,84b	0,59a	94,33a	95,00a	2,50h	1,02b	10,70b	2,96d	1,56a
L6xL7	2,06a	0,47b	101,33a	56,00b	7,50g	1,63a	12,66a	5,06c	1,16c

LC (cm) – longitude do cotilédone; LAFC (cm) – largura da folha cotiledonar; 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; CDP (cm) - comprimento da corola.

Médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, pertencem a uma mesma classe, de acordo com o teste de Scott-Knott ($p \leq 0.05$).

Já para o comprimento e largura das folhas adultas observou-se formação de três e cinco classes respectivamente. Plantas que apresentam folhas menores têm grande potencial em programas de melhoramento de pimenteiras ornamentais (Rêgo et al. 2009; Nascimento et al., 2012b) bem como uma maior facilidade de adaptação em vasos onde podem ser mais atrativas aos olhos do consumidor. Assim sendo o híbrido L1xL7 deve ser selecionado já que o mesmo apresentou comprimento de 5,13 cm e largura de 2,30 cm (Tabela 3).

Para as características de flor comprimento da corola e comprimento do filete, observou-se a formação de três e cinco classes respectivamente. As médias para o comprimento da corola variaram de 1,16cm no híbrido L6xL7, a 1,74cm para o híbrido L2xL6 (Tabela 4), sendo este o de interesse, pois flores maiores proporcionam beleza a planta, porque quanto mais chamativas e agradáveis aos olhos do consumidor, maior a probabilidade de venda (Santos et al., 2013).

Para o comprimento do filete, as médias variaram entre 0,78 valor observado no híbrido HS1xL7 e 0,36 observado nos híbridos L6xL4 e L6xL7 (Tabela 4), sendo estes o de interesse com o intuito de ter uma redução no comprimento do filete. Um filete menor auxiliaria o sucesso do pegamento dos cruzamentos, bem como diminuiria o contato com o mesmo no momento da realização dos cruzamentos o que é de suma importância, pois qualquer contato além do necessário com o filete resulta em um fruto deformado com conseqüente redução na produção de sementes.

Observou-se também variabilidade para as características morfoagronômicas de frutos analisadas (Tabela 4). Recentemente as pimenteirias ornamentais passaram a possuir dupla finalidade, ou seja, além de sua utilização na decoração de ambientes internos e jardins, seus frutos podem e devem ser consumidos ou utilizados na confecção de chás ou temperos (Finger et al., 2012).

Três classes foram formadas para a característica peso do fruto, nesta as médias variaram entre 0,34 – 1,67 cm. Tendo a linhagem L7 apresentado o menor peso e o híbrido L2xL6 o maior. Para comprimento e diâmetro do fruto observou-se a formação de quatro classes. Sendo o genótipo L1 com frutos em menor comprimento (1,14cm) e o L2 com frutos mais compridos (2,62cm). Para o diâmetro do fruto as médias variaram entre 0,55 cm (HS1) – 1,67 cm (L2xL6).

As dimensões do fruto em pimenteirias ornamentais devem ser menores para manter um equilíbrio com a arquitetura da planta. Estas características são negativamente correlacionadas com a produção de frutos por planta (Rêgo et al., 2011b). Sendo importante ressaltar que o peso médio do fruto pode ser alterado de acordo com o número de frutos por planta (Rêgo et al., 2009a). Dois híbridos obtiveram os menores valores para peso, comprimento e diâmetro do fruto são eles o L1xL7, e o HS1xL2 (Tabela 4), devendo os mesmos serem selecionados com finalidade ornamental.

O comprimento do pedúnculo formou três classes com médias variando entre 1,21-2,72 cm (Tabela 4). Sendo estas correspondentes aos genótipos L7 e L6xL7 respectivamente. Rêgo et al. (2011c) caracterizando diferentes genótipos de *Capsicum*

baccatum também observaram a formação de quatro para esta característica. Com finalidade ornamental é de interesse a seleção de frutos com pedúnculos maiores para que estes se destaquem na folhagem e facilitem a colheita.

Tabela 4. Médias dos acessos de *Capsicum* spp. em relação a características de inflorescência e fruto analisadas.

Genótipos	CANT	CFI	PFR	CFR	DDF	CP	EP	CPL	MF
HS1	0,35a	0,57c	0,81c	1,92b	0,55d	2,67a	0,14c	0,52b	0,58c
L1	0,27a	0,55c	0,52c	1,14d	0,85c	1,63c	0,13c	0,67b	0,34d
L2	0,32a	0,53c	1,61a	2,62a	1,04b	2,39a	0,12c	1,38a	0,38d
L4	0,32a	0,70b	1,32b	2,47a	0,98b	2,27a	0,18c	1,22a	0,83b
L5	0,26a	0,60c	1,18b	2,18b	0,94b	2,02b	0,12c	0,91a	0,97b
L6	0,30a	0,47d	0,52c	1,95b	0,92b	2,03b	0,11c	1,07a	0,27d
L7	0,32a	0,60c	0,34c	2,10b	1,09b	1,21d	0,09c	1,29a	0,24d
HS1xL2	0,29a	0,58c	0,56c	1,29d	1,00b	2,07b	0,15c	0,44b	0,51c
HS1xL7	0,28a	0,78a	1,26b	2,56a	0,98b	2,48a	0,15c	1,16a	0,76c
L1xL7	0,28a	0,57c	0,53c	1,63c	0,82c	2,20a	0,16c	0,92a	0,40d
L2xL5	0,26a	0,64c	1,46a	1,48c	1,42a	2,51a	0,23b	0,64b	1,42a
L2xL6	0,24a	0,53c	1,67a	1,53c	1,45a	1,94b	0,22b	0,48b	1,56a
L6xL4	0,21a	0,36e	0,91c	1,69c	1,12b	2,09b	0,30a	0,90a	0,89b
L6xL7	0,20a	0,36e	0,68c	1,92b	0,79c	2,72a	0,16c	1,01a	0,54c

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; MF (cm) – massa da matéria fresca do fruto.

Médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, pertencem a uma mesma classe, de acordo com o teste de Scott-Knott ($p \leq 0.05$).

Três classes foram formadas para a característica espessura do pericarpo, nesta os valores médios foram 0,09cm correspondente ao genitor L7 e 0,30cm correspondente ao híbrido L6xL4 (Tabela 4), sendo este de interesse, pois a seleção de pimenteiros com pericarpo mais espesso esta correlacionada positivamente com um aumento na produção (Rêgo et al., 2011a), além disso frutos com paredes mais espessas são mais resistentes a danos no transporte.

Menor variabilidade foi observada para a característica comprimento da placenta, onde foram formadas apenas duas classes (Tabela 4) que variaram entre 0,44cm (HS1xL2) a 1,38cm (L2). É importante quantificar o comprimento da placenta, porque nesta são encontradas as maiores quantidades de capsaicinóides (Zewdie e

Bosland, 2001), substância responsável pela pungência característica dos frutos e rica em agentes antioxidantes (Rêgo et al., 2012c).

A formação de quatro classes foi observada para a característica massa da matéria fresca do fruto, nesta as médias variaram entre 0,24 cm (L7) a 1,56 cm (L2xL6) (Tabela 4). Tal caráter está positivamente correlacionado com o peso do fruto (Rêgo et al., 2011a), e para fins ornamentais frutos grandes podem não permanecer eretos na planta não sendo atrativos aos olhos do consumidor.

Para a característica teor de matéria seca observou-se a formação de três classes (Tabela 5). O menor teor foi observado no genótipo HS1 (14%) e o maior no genótipo L7 (41,12%). O maior teor de matéria seca bem como a maior espessura do pericarpo influencia diretamente no aumento da firmeza do fruto (Casali et al., 1984; Ferrão et al., 2011). Ao avaliar a divergência genética em 34 acessos de *Capsicum baccatum* pertencentes ao banco de germoplasma da Universidade Federal de Viçosa, Ferrão et al. (2011) também observou a formação de três classes para esta característica.

Houve a formação de cinco classes para a característica número de sementes por fruto, nesta o número de sementes variou em média de 1,66 correspondentes ao híbrido L6xL4, á 41,12 cm no genitor L7 (Tabela 5). O uso da hibridação interespecífica em programas de melhoramento de *Capsicum* é bastante restrito principalmente devido à baixa viabilidade e quantidade das sementes híbridas obtida (Nascimento et al., 2012a). Dessa forma embora os híbridos interespecíficos aqui avaliados não tenham sido superiores a alguns parentais (L1, L4 e L5), é válido salientar que a combinação HS1xL7 obteve cerca de vinte e seis sementes por fruto, este mesmo híbrido obteve o menor porte e as menores dimensões de fruto, sendo uma combinação promissora para dar continuidade ao programa de melhoramento de pimenteiros com finalidade ornamental.

As demais características relacionadas à produtividade tais como o número de frutos por planta e a produção formaram quatro classes. Para estas a menor média foi observada no genitor L6 com cerca de 11 frutos por planta com uma produção em torno de 6g. A maior média foi observada no híbrido L6xL4 que apresentou cerca de 56 frutos por planta, tendo o mesmo uma produção média em torno de 51g (Tabela 5). Olszewska et al. (2010) caracterizando híbridos interespecíficos de *C. frutescens* x *C. chinense*, relatou uma menor variabilidade para ambas as características, observando a formação de apenas dois grupos para as mesmas.

Tabela 5. Médias dos acessos de *Capsicum* spp. referentes a nove características de produção e qualidade de fruto analisadas.

Genótipos	TMS	NSF	NFP	P	DPFL	DPFR	VITC	ACZ	SST
HS1	14,00c	19,66d	20,00c	16,38d	65,00b	89,00e	94,83b	0,68b	7,26c
L1	21,06c	42,33b	20,00c	10,44d	55,66c	85,00f	109,69b	1,14a	6,66c
L2	35,95a	10,00e	16,00d	25,61c	65,33b	125,33a	115,01b	0,54b	6,50c
L4	29,38b	51,00a	20,00c	26,51c	63,00b	92,00d	144,46a	0,66b	7,50c
L5	18,56c	32,00c	20,00c	23,65c	63,00b	96,00c	153,04a	0,88b	7,00c
L6	29,01b	9,66e	11,66d	6,09d	76,00a	124,00a	132,79b	0,43b	6,33c
L7	41,12a	13,33d	20,66c	7,15d	62,33b	124,66a	110,86b	0,66b	6,83c
HS1xL2	22,84c	7,33e	18,33c	10,16d	62,33b	122,33b	181,12a	0,85b	6,73c
HS1xL7	26,87b	55,33a	25,00b	31,51b	65,00b	125,00a	108,82b	0,82b	9,50b
L1xL7	20,00c	35,33c	26,33b	14,18d	62,33b	119,00b	122,22b	0,76b	6,86c
L2xL5	19,69c	4,33e	28,33b	41,62b	67,00b	127,00a	167,20a	0,77b	11,00a
L2xL6	18,73c	3,66e	24,66b	41,21b	59,66c	119,66b	155,45a	0,62b	12,66a
L6xL4	26,67b	1,66e	56,33a	51,60a	65,00b	126,33a	109,82b	0,75b	7,03c
L6xL7	24,20c	9,33e	54,66a	37,31b	68,00b	122,33b	115,01b	1,31a	9,30b

TMS (cm) – teor de matéria seca; NSF – número de sementes por fruto; NFP - número de frutos por planta; P (g) – Produção; DPFL - dias para floração; DPFR - dias da frutificação; VITC (mg de ácido ascórbico/100g) – teor de vitamina C; ACZ (g de ácido cítrico/100g do fruto fresco) - acidez titulável; SST (°Brix) – teor de sólidos solúveis totais.

Médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, pertencem a uma mesma classe, de acordo com o teste de Scott-Knott ($p \leq 0.05$).

Considerando a extrema dificuldade na obtenção de bons híbridos interespecíficos quanto a caracteres de produção, como número de sementes por fruto, número de frutos por planta, produtividade e que, além disso, possuam também bom desempenho quanto a outros caracteres de interesse agrônômico (Nascimento et al., 2012a), o híbrido L6xL4 deve ser selecionado, pois embora apresente poucas sementes por fruto, o mesmo obteve o maior número de frutos por planta, a maior produção, além da maior espessura do pericarpo.

As características de precocidade, dias para floração e dias para frutificação, apresentaram três e seis classes respectivamente. Sendo o genitor L1 o mais precoce, já que o mesmo floresceu aos 55 dias e frutificou aos 85 dias, ambas as contagens realizadas após o transplante (Tabela 5). Resultados similares forma observados por Rego et al. (2012e) que observaram 50 e 90 dias para o florescimento e frutificação

respectivamente. Entre os híbridos interespecíficos avaliados a combinação L2xL6 foi amais precoce florescendo aos 59 dias e frutificando com 119 dias após o transplante. Para estas características foi observado variabilidade semelhante por, Marame et al. (2009) em estudo com híbridos intraespecíficos de *C. annuum* e Thul et al. (2009) avaliando a diversidade genética em vinte e quatro acessos de *Capsicum* spp.

Duas classes foram formadas para as características de qualidade do fruto, vitamina C e acidez titulável (Tabela 5). Plantas com frutos contendo alta qualidade nutricional podem ser utilizados em jardins funcionais. Cultivar pimenteiras com frutos de boa qualidade possibilita ao consumidor exercer uma terapia ocupacional de alto valor para a saúde mental e alimentar (Finger et al., 2012). Para vitamina C as médias variaram de 94 mg no genitor HS1 a 181,12 mg na combinação híbrida HS1xL2. De acordo com Casali et al (1984), Bomtempo et al. (2007) e Rêgo et al. (2012c) o teor de vitamina C encontrado na pimenta supera o da laranja se igualando ao da goiaba e da acerola, sendo necessário cerca de 28 g de pimenta para fornecer a quantidade diária de vitamina C de que o ser humano adulto necessita (60 mg).

A acidez total foi menor no genótipo L6 (0,43 g) e maior no híbrido L6xL7 (1,31 g). As pimenteiras ornamentais podem e devem ter seus frutos consumidos frescos, dessa forma a acidez total titulável, influencia principalmente no sabor dos frutos, além de ser um parâmetro importante na apreciação do estado de conservação de um produto alimentício (Oliveira et al.,1999; Rêgo et al., 2011b).

Para o teor de sólidos solúveis totais observou-se a formação de três classes, nesta as médias variaram entre 6,33% (L6) e 12% (L2xL6). Bem-Chaim e Paran (2000), avaliando características quantitativas em acessos de *C. annuum* e Rêgo et al. (2009b) analisando as características de produção e porte em *C. baccatum*, observaram a mesma formação de classes para esta característica. O teor de sólidos solúveis totais está positivamente correlacionado com a espessura do pericarpo (Lannes et al., 2007; Rêgo et al., 2011b), frutos com pericarpo mais espesso são mais resistentes a danos no transporte, possuindo aparência fresca por mais tempo (Schuelter et al., 2010), além disto, frutos com altos teores de sólidos solúveis totais contêm menos água para ser removida durante a secagem, além de diminuir a contaminação dos mesmos por fungos e bactérias patogênicas (Rêgo et al., 2011b).

3.2 Divergência Genética

Conforme a metodologia de Tocher, com base na distância generalizada de Mahalanobis os genitores e híbridos interespecíficos foram reunidos em quatro grupos (Tabela 6), demonstrando que existe variabilidade entre os mesmos para as características avaliadas. Resultados semelhantes foram observados por, Rêgo et al. (2012c) trabalhando com uma população segregante, Portis et al. (2006) avaliando a divergência em 30 acessos ambos em *C. annuum* e Sudré et al. (2006) estudando a divergência fenotípica entre 59 acessos de *Capsicum* spp. utilizando este mesmo método também observaram a formação de quatro grupos.

Tabela 7. Agrupamento de genitores e híbridos interespecíficos, conforme método de Tocher.

GRUPO	GENÓTIPOS
1	L4, L5, HS1, L1xL7, HS1xL7, L1, L7, L6xL7, L2xL5
2	L2, L2xL6, L6
3	HS1xL2
4	L6xL4

Neste método, indivíduos pertencentes a um mesmo grupo são mais homogêneos do que indivíduos de grupos distintos (Oliveira et al., 1998; Cruz et al., 2011), o que explicaria a maior variação do grupo um composto de cinco dos sete parentais avaliados, quatro destes pertencentes a mesma espécie *C. annuum* (HS1, L1, L4 e L5), e um *C. frutescens* (L7), bem a descendência dos mesmo as combinações híbridas L1xL7 e HS1xL7 (*C. annuum* x *C. frutescens*), L6xL7 (*C. baccatum* x *C. frutescens*) e L2xL5 (*C. chinense* x *C. annuum*) (Tabela 7).

Os genitores L2 (*C. chinense*) e L6 (*C. baccatum*) e a combinação híbrida resultado deste cruzamento L2xL6, formaram o segundo grupo (Tabela 6). Estes genótipos pertenceram a mesma classe de acordo com o agrupamento Scott Knott, a 5% de probabilidade, para as características número de sementes por fruto, espessura do pericarpo e acidez (Tabela 4 e 5). Sendo essas características uma das que mais contribuíram para a divergência genética (Figura 2).

O híbrido HS1xL2 (*C. annum* x *C. chinense*) que formou o grupo três apresentou os maiores valores para as características largura da folha cotiledonar (0,70cm), comprimento da folha (14,66cm) e vitamina C (181,12mg). Tais valores são de interesse para obtenção de plântulas com desenvolvimento inicial mais rápido podendo reduzir os custos para produção (Barroso et al., 2012), além de frutos com maior qualidade nutricional. Apenas o maior comprimento da folha não é de interesse uma vez que para fins ornamentais as folhas devem manter o equilíbrio com a planta sendo de interesse folhas menores (Rêgo et al., 2009a; Barroso et al., 2012).

O quarto grupo foi formado pelo híbrido L6xL4 (*C. baccatum* x *C. annum*), este apresentou os menores valores para as características altura da primeira bifurcação (2,50 cm) e número de sementes por fruto (1,66). Embora seja de interesses uma menor altura da primeira bifurcação para diminuir o porte das pimenteiras esse mesmo genótipo apresentou, o maior diâmetro da copa (95 cm), essa relação não é desejável, pois para um porte menor tanto a altura da planta quanto da primeira bifurcação bem como o diâmetro copa devem ser baixos.

O híbrido L6xL4 ainda apresentou os maiores valores para as características espessura do pericarpo (0,30cm), e número de frutos por planta (56,33). Características estas que são de interesse com finalidade ornamental já que, de acordo com Rêgo et al. (2011a) a seleção de pimenteiras com pericarpo mais espesso esta correlacionada positivamente com um aumento na produção.

Na análise de variáveis canônicas houve diversidade fenotípica entre os híbridos estudados (Tabela 8), onde as três primeiras variáveis canônicas explicaram 92,02% da variância total. Dados semelhantes foram encontrados por Bento et al. (2007) estudando a divergência fenotípica entre 29 acessos de *Capsicum* spp. encontraram cerca de 80% de variância total para as três primeiras variáveis avaliadas, comprovando a existência de diversidade fenotípica entre os acessos de *Capsicum* spp. Rêgo et al. (2012d) ao estudarem a divergência genética em geração F2, relataram que as três primeiras variáveis explicaram cerca de 73% da variância total para as características quantitativas analisadas.

Quando as três primeiras variáveis canônicas explicam mais de 70% da variação os dados se adequam a uma representação gráfica tridimensional (Rêgo et al., 2003; Bento et al., 2007). Sendo assim, na dispersão gráfica dos genótipos, utilizando-se os escores em relação às variáveis canônicas observou-se a formação de cinco grupos (Figura 1) semelhante a análise de agrupamento pelo método de Tocher (Tabela 7), uma vez que a separação pelos dois

métodos foi a mesma, entretanto graficamente o grupo um teve uma maior divisão ficando os genótipos HS1, L4 e L5 em um grupo diferente (Figura 1).

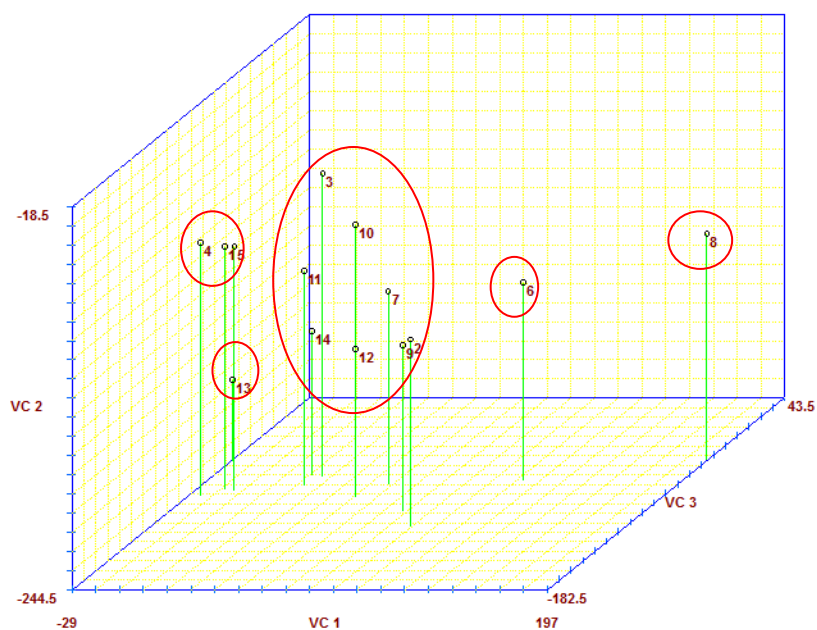


Figura 1. Dispersão gráfica dos escores em relação aos eixos representativos das variáveis canônicas (VC1 e VC2) relativos a 27 caracteres estudados em parentais e híbridos interespecíficos de *Capsicum* ssp. Identificação dos genótipos: 1- HS1; 2 - L1; 3 - L2; 4 - L4; 5 - L5; 6 - L6; 7- L7; 8 - HS1xL2; 9 - L2xL6; 10 - HS1xL7; 11 -L1xL7; 12 - L2xL5; 13 -L6xL4; 14 -L6xL7.

A separação destes grupos no gráfico é dependente da escala utilizada, o que evidencia um dos aspectos subjetivos desse tipo de análise de dissimilaridade genética (Cruz, 1990; Cruz et al., 2011). Resultados semelhantes foram encontrados por Sudré et al. (2005) em estudo de diversidade genética com variedades de pimenta e pimentão, e por Neitzke et al. (2010) caracterizando acessos de *Capsicum* spp. do banco de germoplasma de hortaliças da Embrapa clima Temperado.

Pelo método das variáveis canônicas encontraram-se as estimativas dos autovalores das vinte e sete características avaliadas. De acordo com os coeficientes de ponderação a variável canônica que menos contribuiu para divergência genética foi o teor de sólidos solúveis totais. Esta característica deve ser descartada em futuros estudos uma vez que na análise das variáveis canônicas são descartadas aquelas características que apresentaram o maior coeficiente de ponderação entre os acessos (Cruz et al., 2011), gerando economia de tempo, mão-de-obra e recursos financeiros em futuros estudos.

Pelo método de Singh (1981), utilizado para avaliar a importância relativa de 27 características quantitativas, determinou-se que oito destas características contribuíram com 82% da divergência genética, enquanto 19 contribuíram com apenas 18% (Figura 2). As variáveis que mais contribuíram com a divergência foi o número de frutos por plantas com 21% e a largura da folha com 18%. Estas características podem auxiliar na seleção de genótipos superiores para as mesmas, sendo estas importantes no melhoramento de pimenteiras ornamentais.

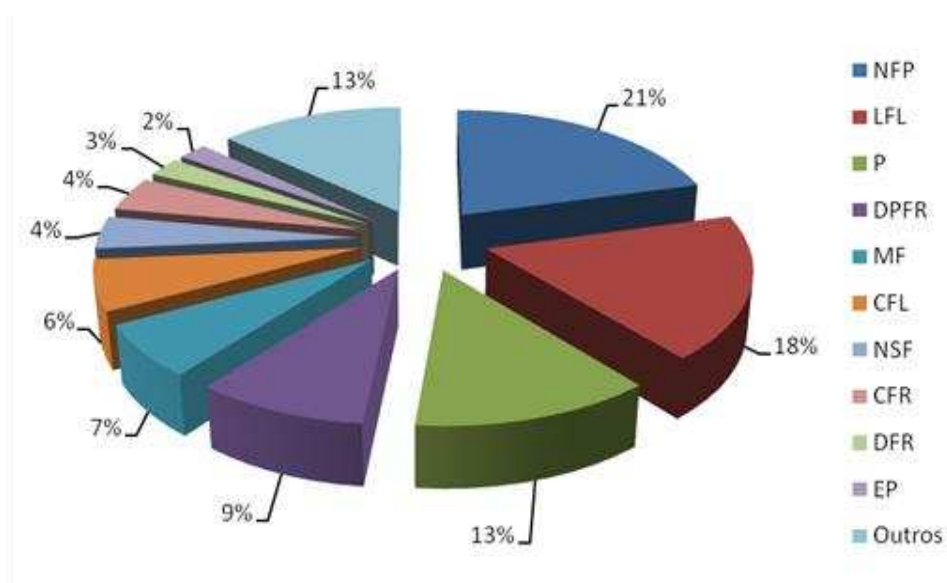


Figura 2 - Contribuição relativa de 27 características quantitativas para a divergência genética entre parentais e híbridos interespecíficos de *Capsicum* spp., pelo método proposto por SINGH (1981).

CFL (cm) - comprimento da folha; LDF (cm) - largura da folha; CFR (cm) - comprimento do fruto; DDF (cm) - diâmetro do fruto; EP (cm) – espessura do pericarpo; MF (cm) – massa da matéria fresca do fruto; NSF – numero de sementes por fruto; NFP - número de frutos por planta; DPFR - dias da frutificação; P (g) – Produção.

A variável que menos contribuiu para a divergência pelo método de Singh foi a longitude do cotilédone 0,0019%. Esta variável pode ser descartada em futuros estudos de divergência, pois de acordo com Rêgo et al. (2003) caracteres que contribuíram com um percentual muito baixo ou não contribuíram para a variabilidade detectada podem ser descartadas.

Tabela 8. Estimativas das variâncias (autovalores) associadas as variáveis canônicas relativos a 27 caracteres avaliados em *Capsicum annum*.

Comp.	Autovalores	Autovalores%	% Acumulada	Comp.	Autovalores	Autovalores%	% Acumulada
LFC	3965,80	65,84	65,84	CP	0,00	0,00	100,00
LAFC	1100,49	18,27	84,11	EP	0,00	0,00	100,00
AP	476,43	7,91	92,02	CPL	0,00	0,00	100,00
DDC	181,71	3,01	95,04	MF	0,00	0,00	100,00
APB	131,18	2,17	97,22	TMS	0,00	0,00	100,00
DCL	87,99	1,46	98,68	NSF	0,00	0,00	100,00
CFL	31,46	0,52	99,20	NFP	0,00	0,00	100,00
LDF	18,55	0,30	99,51	P	0,00	0,00	100,00
CDC	9,84	0,16	99,67	DPFL	0,00	0,00	100,00
CAN	8,93	0,14	99,82	DPFR	0,00	0,00	100,00
CFI	4,97	0,08	99,90	VITC	0,00	0,00	100,00
PFR	3,82	0,06	99,97	ACZ	0,00	0,00	100,00
CFR	1,73	0,02	100,00	SST	0,00	0,00	100,00
DDF	0,00	0,00	100,00				

LFC (cm) – longitude do cotilédone LAFC (cm) – largura da folha cotiledonar; 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; CDC (cm) - comprimento da corola; 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; MF (cm) – massa da matéria fresca do fruto; TMS (cm) – Teor de matéria seca; NSF – numero de sementes por fruto; DPFL - dias para floração; NFP - número de frutos por planta; DPFR - dias da frutificação; P (g) – Produção; VITC (mg de ácido ascórbico/100g) – teor de vitamina C; ACZ (g de ácido cítrico/100g do fruto fresco) - acidez titulável; SST (°Brix) – teor de sólidos solúveis totais.

4. CONCLUSÃO

Nas condições desse estudo pode-se afirmar que as diferenças entre os caracteres morfológicos e de qualidade de frutos, e para os componentes de porte e produção foram encontrados entre os parentais e híbridos interespecíficos, pertencentes ao Banco de Germoplasma da Universidade Federal da Paraíba e da Universidade Federal de Viçosa.

Houve extrema dificuldade na obtenção de bons híbridos interespecíficos quanto a caracteres de grande importância, como altura da planta, diâmetro da copa, comprimento da corola, tamanho de frutos, produção, precocidade, vitamina C, e que possuía também bom desempenho quanto a outros caracteres de interesse agrônomico tendo as combinações HS1xL7, L2xL6 e HS1xL2 correspondido a tais requisitos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

A.O.A.C. - Association Of Official And Agricultural Chemistry. 1990. Official methods of analysis. 5 Ed. Washington, DC. Eua,

Barbosa, JG. 2003. Crisântemo: produção de mudas, cultivo para corte de flor, cultivo em vaso, cultivo hidropônico. Ed. Aprenda Fácil. Viçosa 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*) for medicinal and ornamental purposes. *Acta Hort.* 953: 269-275.

Bento, CS; Sudré, CP; Rodrigues, R; Riva, EM; Pereira, MG. 2007. Descritores qualitativos e multicategóricos na estimativa da variabilidade fenotípica entre acessos de pimentas. *Sci. Agra.*, 8(2): 149-156.

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

Casali, VWD; Pádua, JG; Braz, LT. 1984. Melhoramento de pimentão e pimenta. *Inf. Agro.* 10: 19-22.

Cruz, CD. 1990. Aplicação de algumas técnicas multivariadas no melhoramento de plantas. 188 p. (Tese Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz-ESALQ, Piracicaba.

Cruz CD; Regazzi AJ. 1994. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: Imprensa Universitária, 378p.

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. *Gen. Agra.* 42(4): 357-364.

IPGRI- International Plant Genetic Resources Institute. 1995. *Descritores para Capsicum (Capsicum spp)*. Roma, 51p.

Fehr, WR. 1987. *Principles of cultivar development: Theor and technique*. New York: Macmillian Publication, 736p.

Ferrão, LFV; Cecon, PR; Finger, FL; Silva, FF; Puiatti, M. 2011. Divergência genética entre genótipos de pimenta com base em caracteres morfo-agrônomicos. *Hort. Bras.* 29: 354-358.

Finger, FL. 2010. Genetic control of agronomically important traits of pepper fruits analyzed by Hayman's partial diallel cross scheme. *Gen. Mol. Res.* 9(1): 113-127.

Gonçalves LSA; Rodrigues R; Bento CS; Robaina RR; Amaral Júnior AT (2011). Herança de caracteres relacionados à produção de frutos em *C. baccatum* var. *pendulum* com base em análise dialélica de Hayman. *Rev. Cienc. Agron.* 42(3): 662-669.

Grossi, S; Moraes, JA; Moraes, PJ; Araújo Tinoco, S; Barbosa, JG; Finger, FL; Cecon, PR. 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.

Judd, WS; Campbell, CS; Kellogg, EA; Stevens, PF; Donoghue, MJ. 2009. *Sistemática Vegetal. Um enfoque filogenético*. Artmed. Porto Alegre, 719p.

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

Marame, F; Dessalegne, Lema; Fininsa, C; Sigvald, R. 2009. Heterosis and heritability in crosses among Asian and Ethiopian parents of hot pepper genotypes. *Euphytica* 168: 235-247.

Morales-Payan, JP. 2006. Exogenous amino levulinic acid effects on ornamental peppers. PGRSA 2006 Annual Meeting, July 8-12, Quebec City, Canada.

Marchesan, CB; Melo, AMT; Paterniani, MEAGZ. 2009. Combining ability in sweet pepper for resistance to powdery mildew. *Horticultura Brasileira* 27: 189-195.

Nascimento, NFF; Rêgo, ER; Rêgo, MM; Nascimento, MF; Alves, LIF. 2012a. Compatibilidade em cruzamentos intra e interespecíficos em pimentas ornamentais. *Rev. Bras. Hort. Orn.* 18: 57-63.

Nascimento, NFF; Rêgo, ER; Nascimento, MF; Finger, FL; Bruckner, CH; Silva, NJ; Rêgo, MM. 2012b. Heritability and variability for port traits in a segregating generation of ornamental pepper. *Acta Hort.* 953: 299 – 304.

Nascimento, NFF; Rêgo, ER; Nascimento, MF; Santos, RMC; Bruckner, CH; Finger, FL; Rêgo, MM. 2013. Flower Color Variability in Double and Three-way Hybrids of Ornamental Peppers. *Acta Hort.* (In press).

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.

Olszewska, D; Niklas-Nowak, A; Nowaczyk, P. 2010. Variation in the quantitative characters of androgenic pepper lines derived from hybrid *Capsicum frutescens* x *Capsicum chinense* jacq. *Veget. Crops Research Bul.* 73, 5-11.

Pinto, CMF; Santos, IC; Pinto, FA. 2011. Cultivo da Pimenta (*Capsicum* spp.) In: Rêgo ER; Finger FL; Rêgo MM (eds). *Produção, Genética e Melhoramento de Pimentas (Capsicum spp.)*. Imprima, Recife, 117-136.

Portis, E; Nervo, G; Cavallanti, F; Barchi, L; Lanteri, S. 2006. Multivariate analysis of genetic relationships between Italian pepper landraces. *Crop Sci.* 46: 2517-2525.

Rêgo, ER; Rêgo, MM; Cruz, CD; Cecon, PR; Amaral, DSSL; Finger F. 2003. Genetic diversity analysis of peppers: a comparison of discarding variable methods. *Crop Bree. Appl. Biotec.* 3(1): 19-26.

Rêgo, ER; Rêgo, MM; Silva, DF; Santos, RMC; Sapucay, MJLC. Silva, DR; Silva Junior, SJ. 2009a. Selection For Leaf And Plant Size And Longevity Of Ornamental Peppers (*Capsicum* spp.) Grown In Greenhouse Condition. *Acta Hort.* 829: 371-375.

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

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; Rêgo, MM; Matos, IWF; Barbosa LA. 2011c. Morphological and chemical characterization of fruits of *Capsicum* spp. accessions. *Horti. Bras.* 29: 364-371.

Rêgo, ER; Nascimento, MF; Nascimento, NFF; Fortunato, FLG; Rêgo MM; Finger, FL. 2012a. Heterosis for fruit quality traits in ornamental peppers. *Acta Hort.* (In press).

- Rêgo, ER; Nascimento, MF; Nascimento, NFF; Santos, RMC; Fortunato, FLG; Rêgo, MM. 2012b. Testing methods for producing self-pollinated fruits in ornamental peppers. *Hort. Bras.* 30: 708-711.
- Rêgo, ER; Finger, FL; Rêgo, MM. 2012c. 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.
- Rêgo, ER; Nascimento, MF; Nascimento, NFF; Santos, RMC; Fortunato, FLG; Rêgo, MM. 2012d. Quantitative and multicategoric descriptors for phenotypic variability in a segregating generation of ornamental peppers. *Acta Hortic.* 1: 289-296.
- Rêgo, ER; Fortunato, FLG; Nascimento, MF; Nascimento, NFF; Rêgo, MM; Finger, FL. Inheritance for Earliness in Ornamental Peppers (*C. annuum*). *Acta Hortic.* 405-410.
- Rufino, JLS; Penteado, DCS. 2006. Importância econômica, perspectivas e potencialidades do mercado para pimenta. *Inf. Agro.* 7(235): 7-15.
- Santos, RMC; Rêgo, ER; Borém, A; Nascimento, NFF; Nascimento, MF; Finger, FL; Carvalho, GC; Lemos, RC; Rêgo, MM. 2013. Ornamental Pepper Breeding: Could a Chili be a Flower Ornamental Plant?. *Acta Horticulturae* (In press).
- Silva, AR; Cecon, PR; Rêgo, ER; Nascimento, M. 2011. Avaliação do coeficiente de variação experimental para caracteres de frutos de pimenteiras. *Rev. Ceres* 58(2): 168-171.
- Singh, D. 1981. The relative importance of characters affecting genetic divergence. *Indian J. Gen. Plant Bree.* 41(2): 237-245.
- Sudré, CP; Rodrigues, R; Riva, EM; Karasawa, M; Amaral Júnior, AT. 2005. Divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão utilizando técnicas multivariadas. *Hort. Bras.* 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. *Hort. Bras.* 24 (1): 88-93.
- Tanksley, SD; Iglesias-Olivas, J. 1984. Inheritance and transfer of multiple flower character from *Capsicum chinense* to *C. annuum*. *Euphytica* 33: 769-777.
- Tavares, M; Melo, AMT; Scivittaro, WB. 1999. Efeitos diretos e indiretos e correlações canônicas para caracteres relacionados com a produção de pimentão. *Bragantia* 58(1): 41-47.
- Thul, ST; Lal, RK; Shasany, AK; Darokar, MP; Gupta, AK; Gupta, MM; Verma, RK; Khanuja, SPS. 2009. Estimation of phenotypic divergence in a collection of *Capsicum* species for yield-related traits. *Euphytica* 168: 189-196.
- Zewdie, Y; Bosland, P. 2001. Combining ability and heterosis for capsaicinoids in *Capsicum pubescens*. *Hort Science.* 36(7): 1315-1317.