



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS
AMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
CAMPUS II – AREIA - PB**



**ANÁLISE DIALÉTICA PARA CARACTERES
MORFOAGRONÔMICOS EM PIMENTEIRAS ORNAMENTAIS
(*Capsicum annum* L.)**

FLÁVIA LAÍS GOMES FORTUNATO

**Areia, PB
Fevereiro de 2014**



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS
AMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA
CAMPUS II – AREIA - PB



ANÁLISE DIALÉTICA PARA CARACTERES
MORFOAGRONÔMICOS EM PIMENTEIRAS ORNAMENTAIS
(*Capsicum annum* L.)

FLÁVIA LAÍS GOMES FORTUNATO

Sob a Orientação do Professor

Mailson Monteiro do Rêgo

e Co-orientação da Professora

Elizanilda Ramalho do Rêgo

Dissertação submetida como requisito para obtenção do grau de **Mestre em Agronomia**, no Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

Areia, PB

Fevereiro de 2014

Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, Campus II, Areia – PB.

F745a Fortunato, Flávia Laís Gomes.

Análise dialélica para caracteres morfoagronômicos em pimenteiras ornamentais (Capsicum annum L.) / Flávia Laís Gomes Fortunato. - Areia: UFPB/CCA, 2014.

82f.

Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2014.

Bibliografia.

Orientador: Mailson Monteiro do Rêgo.

Coorientadora: Elizanilda Ramalho do Rêgo.

1. Pimenteiras ornamentais 2. Capsicum annum L. 3. Análise dialélica I. Rêgo, Mailson Monteiro (Orientador) II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 633.842(043.3)

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

TÍTULO: ANÁLISE DIALÉLICA PARA CARACTERES MORFOAGRONÔMICOS
EM PIMENTEIRAS ORNAMENTAIS (*Capsicum annuum* L.)

AUTOR: FLÁVIA LAÍS GOMES FORTUNATO

Data da realização: 21 de fevereiro de 2014



Prof.º Elizanilda Ramalho do Rêgo, D. Sc
CCA/UFPB
Co-orientadora



Prof.º Leonardo Pessoa Felix, D. Sc
CCA/UFPB
Examinador



Prof.ª Ana Paula Gomes da Silva, D. Sc
PRONATEC
Examinadora

A minha mãe Lucimar Gomes Fortunato

Ao meu pai Jonas Fernandes de Aquino

Ao meu esposo Fabrício da Silva

Aos meus irmãos Livia Raquel Fortunato e Isak Fortunato

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus por estar comigo em todos os momentos, me dando força e me ensinando o caminho a seguir, e por nunca me deixar desanimar diante dos obstáculos.

A minha família pelos momentos de compreensão e afeto e por ser meu porto seguro. Ao meu pai Jonas Fernandes de Aquino pelo cuidado e dedicação, e em especial a minha mãe Lucimar Gomes Fortunato, que é para mim um exemplo de mulher guerreira e determinada, pelo apoio e por seu amor incondicional.

A meus irmãos Livia Raquel Fortunato e Isak Fortunato por estarem sempre ao meu lado.

A meu esposo Fabrício da Silva pelo apoio e compreensão.

A meu orientador Dr.^o Mailson Monteiro do Rêgo, pelos valiosos ensinamentos profissional e pessoal e principalmente pela confiança a mim depositada.

A minha co-orientadora Dr.^a Elizanilda Ramalho do Rêgo, pela oportunidade, pela orientação segura, pela amizade, e pelos conselhos para meu crescimento profissional e também pessoal, minha eterna gratidão.

A todos que fazem parte do Laboratório de Biotecnologia Vegetal “a família Biomassa”: Priscila, Angela, Gláucia, Giovana, Lucas, Júlio, Neto, Marcelo, Aline, Ana Paula, Naysa, Mayana, Wilca, Lemerso, Ewerton, Wellington e Kaline, pelo apoio e palavras de animo sempre que precisei. Em especial a Bruna, Maiara, Joelson, Cristine, Michelle Ayron, Jardel, Sammara e Thainá pela ajuda e companheirismo nos momentos mais difíceis. A atenção e colaboração dos funcionários Antônio Marques (Max) e Cláudio Roberto (Beto).

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da Bolsa.

A Universidade Federal da Paraíba e aos Professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia.

Enfim, a todos que de alguma forma colaboraram para a realização e sucesso deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT	ix
Diversidade genética em pimenteiros ornamentais (<i>Capsicum annuum</i>).....	1
RESUMO	1
ABSTRACT.....	2
INTRODUÇÃO	3
MATERIAL E MÉTODOS	5
RESULTADOS E DISCUSSÃO	6
REFERÊNCIAS.....	19
Capacidade de combinação para caracteres de porte em pimenteiros ornamentais (<i>Capsicum annuum</i> L.).....	23
RESUMO	23
ABSTRACT.....	24
INTRODUÇÃO	25
MATERIAL E MÉTODOS	28
RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
REFERÊNCIAS.....	39
Herança de caracteres relacionados a porte em pimenteiros ornamentais (<i>Capsicum annuum</i> L.).....	43
RESUMO	43
ABSTRACT.....	44
INTRODUÇÃO	45
MATERIAL E MÉTODOS	46
RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
REFERÊNCIAS.....	70

FORTUNATO, Flávia Laís Gomes, M.Sc., Universidade Federal da Paraíba, Fevereiro de 2014. **Análise dialélica para caracteres morfoagronômicos em pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum*)**. Orientador: Mailson Monteiro do Rêgo. Co-orientadora: Elizanilda Ramalho do Rêgo.

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo caracterizar e avaliar a divergência genética entre oito acessos de pimenta (*Capsicum annuum*). Estimar a capacidade geral de combinação (CGC), a capacidade específica de combinação (CEC) e a herdabilidade utilizando 11 caracteres quantitativos, e determinar os cruzamentos mais promissores, para fins ornamentais, entre seis genitores de pimenta (*Capsicum annuum*). Para a análise da variabilidade foram avaliados oito genótipos com base em vinte e um caracteres quantitativos. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F em nível de 5% e 1% de significância e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott Knott a 5% e 1% de significância. Para a análise da divergência genética utilizou-se o método de agrupamento de Tocher e variáveis canônicas. A importância relativa das características para a divergência foi calculada baseando-se no método proposto por SINGH (1981) e pela análise das variáveis canônicas. Os efeitos de tratamento foram significativos, pelo teste F, em nível de 1% para todas as características avaliadas, com exceção da largura da copa e diâmetro do caule, que foram significativos a 5% de probabilidade. Conforme a metodologia de Tocher, com base na distância generalizada de Mahalanobis, os acessos foram reunidos em dois grupos. No primeiro grupo encontram-se os acessos 348, 349, 352, 347, 346 e 356, o segundo grupo foi formado pelos acessos 355 e 357. Na análise das variáveis canônicas as três primeiras variáveis explicaram 94,18% da variância total, sendo formados quatro grupos distintos de acordo com a dispersão gráfica. De acordo com as variáveis canônicas a característica matéria fresca foi a que apresentou o maior valor de autovetor no último autovalor, podendo ser descartada em estudos futuros. Pelo método de Singh (1981), determinou-se que três características contribuíram com 68,43% da divergência genética, enquanto as demais contribuíram com apenas 31,57%. Os oito acessos de *Capsicum annuum* analisados foram divergentes, apresentando variabilidade genética, revelando assim, o potencial dos mesmos para serem utilizados como genitores em programas de melhoramento de pimenteiras ornamentais. Para a determinação da capacidade geral e específica de combinação foi realizada a análise dialélica conforme a metodologia de Griffing (1956), método II, modelo fixo. As diferenças significativas entre os efeitos de CGC e CGA foram avaliadas utilizando-se os valores do teste t. Os efeitos de CGC e CEC foram significativos, pelo teste F, em nível de 1% para todas quase todos caracteres avaliados, com exceção do comprimento do caule, comprimento da corola e diâmetro das pétalas, sugerindo que efeitos gênicos aditivos e não-aditivos estão envolvidos no controle genético dessas características. Os efeitos gênicos não aditivos, epistasia e/ou dominância, foram mais importantes do que os efeitos gênicos aditivos no controle da altura da planta, largura da copa, comprimento da folha, comprimento do pecíolo, largura da folha, comprimento da antera e comprimento do filete. O diâmetro do caule apresentou tanto efeitos aditivos quanto não aditivos. Para o comprimento do caule, comprimento da corola e diâmetro das pétalas, os efeitos gênicos aditivos foram mais importantes. Os genitores 346, 348 e 349 podem ser indicados para utilização como parentais em programas de melhoramento de pimenteiras ornamentais, com base em seus valores de CGC. As melhores combinações híbridas foram 348 x 356, 348 x 355, 347 x 355 e 349 x 356 para o comprimento da folha, comprimento do pecíolo e largura da folha e 346 x 347 e 346 x 348 para o comprimento da corola e diâmetro da pétala. Para o estudo da herança os dados foram submetidos à análise dialélica realizada

conforme a metodologia de Hayman (1954). No teste da adequação do modelo aditivo-dominante, utilizou-se a estatística t. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa computacional Genes. Os efeitos de tratamento (genitores e híbridos F₁) foram significativos, pelo teste F, em nível de 1% para todas as características avaliadas. Quanto ao teste de suficiência modelo aditivo–dominante, todas as características apresentaram adequação. Os alelos recessivos foram os responsáveis pelo aumento do diâmetro do caule, comprimento do pecíolo e diâmetro das pétalas. Para a altura da planta, largura da copa, comprimento do caule, comprimento da folha, largura da folha, comprimento da corola, comprimento da antera e comprimento do filete o aumento do caráter foi proporcionado pela concentração de alelos dominantes. A variância dos componentes genéticos (D, F, H₁, H₂, h² e D-H₁) e ambiental (E) apresentaram valores não significativos para quase todas as características avaliadas, com exceção da altura da planta que apresentou valor de h² significativo. A herdabilidade no sentido amplo foi alta para todas as características avaliadas, evidenciando que a maior parte da variação fenotípica observada no caráter é de natureza genética, podendo ser transmitida aos seus descendentes. Para a maioria dos caracteres avaliados a herdabilidade no sentido restrito apresentou valores satisfatórios, com exceção da largura da copa, comprimento da folha e comprimento do pecíolo, indicando-se a seleção para a melhoria destas características.

Palavras-chave: *Capsicum*, divergência, análise dialélica

FORTUNATO, Flávia Laís Gomes, M.Sc., Universidade Federal da Paraíba, Fevereiro de 2014. **Análise dialélica para caracteres morfoagronômicos em pimenteiras ornamentais** (*Capsicum annuum*). Orientador: Mailson Monteiro do Rêgo. Co-orientadora: Elizanilda Ramalho do Rêgo.

ABSTRACT

The *Capsicum* genus comprises a large variety of hot and sweet peppers, with different sizes, colors and flavors. The realization of morphological and agronomic studies is essential for characterizing existing types and varieties. In this sense, the present work aims to characterize and evaluate the genetic divergence among eight accessions of pepper (*Capsicum annuum*). Specifies estimate the general combining ability (GCA), the combining ability (SCA) and heritability using 11 quantitative traits, and determine the most promising crosses for ornamental purposes, among six parents of pepper (*Capsicum annuum*). To analyze the variability eight genotypes based on twenty one quantitative traits were evaluated. Data were subjected to analysis of variance by F test at 5 % and 1 % significance level, the means were grouped by the Scott Knott test at 5 % and 1 % significance level. For the analysis of genetic divergence we used the method of grouping Tocher and canonical variables. The relative importance of features for the divergence was calculated based on the proposed by Singh (1981) and Canonical variable analysis method. The treatment effects were significant, the F test at the 1% level for all traits, except for the crown width and stem diameter, which were significant at 5 % probability. According to the methodology Tocher, based on the Mahalanobis distance, the accessions were collected into two groups. In the first group are the accesses 348, 349, 352, 347, 346 and 356, the second group was formed by the accesses 355 and 357. In the analysis of canonical variables, the first three variables explained 94.18 % of total variance, being formed four distinct groups according to the graphic dispersio. According to the canonical variate feature fresh matter was the one with the highest value in eigenvector eigenvalue last and may be discarded in future studies. By the method of Singh (1981), it was determined that three characteristics contributed 68.43 % of genetic divergence, while the others contributed only 31.57%. The eight accesses *Capsicum annuum* were analyzed divergent, showing genetic variability, thereby revealing the potential of them to be used as parents in breeding of ornamental pepper programs. To determine the general and specific combining ability in diallel analysis was performed according to the method of Griffing (1956) method II, fixed model. Significant differences between the effects of GCA CGA and were evaluated using the t-test values. The effects of GCA and SCA were significant, the F test at the 1% level for all almost all caractereres assessed with the exception of stem length, diameter and length of the corolla of petals, suggesting that additive genetic effects and non-additive are involved in the genetic control of these traits. The non-additive gene effects, epistasis and / or dominance, were more important than additive effects in controlling plant height, crown width, leaf length, petiole length, leaf width, length and anther length fillet. Stem diameter showed how much non-additive additive effects. To stem length, diameter and length of the corolla of petals, additive effects were more important. The parents 346, 348 and 349 may be indicated for use as parents in breeding of ornamental pepper programs, based on their values of GCA. The best combinations hybridwere 348 x 356, 348 x 355, 347 x 355 and 349 x 356 for the sheet length, petiole length and leaf width and 346 x 347 and 346 x 348 for corolla length and diameter of the petal. To study the inheritance data were subjected to diallel analysis according to the methodology of Hayman (1954). The test of the adequacy of the additive - dominant model, we used the t statistic. All statistical analyzes

were performed using the computer program Genes (Cruz, 2006). The effects of treatment (parents and F1 hybrids) were significant, the F test at the 1% level for all traits. As to the sufficiency of additive - dominant model test, all features were appropriate. The recessive alleles were responsible for the increase in stem diameter, petiole length and diameter of the petals. For plant height, crown width, stem length, leaf length, leaf width, corolla length, anther length and length of the fillet increased character was provided by the dominant allele concentration. The components of genetic variance (D , F , H₁ , H₂ , h² and H1 - D) and environmental (E) showed no significant values for almost all traits , except plant height showed that the mean value of h². The Broad sense heritability was high for all traits, indicating that most of the phenotypic variation observed in nature is genetic in nature and may be transmitted to their offspring. For most traits the narrow sense heritability values were satisfactory, except for the crown width, leaf length and petiole length, indicating the selection to improve these characteristics.

Keywords: *Capsicum*, divergence, diallel analysis.

ARTIGO I

DIVERSIDADE GENÉTICA EM PIMENTEIRAS ORNAMENTAIS

(*Capsicum annuum* L.)

RESUMO

O gênero *Capsicum* compreende uma grande variedade de pimentas e pimentões, com diferentes tamanhos, cores e sabores. O presente trabalho teve como objetivo caracterizar e avaliar a divergência genética entre oito acessos de pimenta (*Capsicum annuum*). O experimento 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. Foram utilizados oito acessos de pimenta pertencentes ao banco de germoplasma do CCA-UFPB: (UFPB 346, UFPB 347, UFPB 348, UFPB 349, UFPB 352, UFPB 355, UFPB 356 e UFPB 357). O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com cinco repetições por acesso. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F em nível de 5% e 1% de significância e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott Knott a 5% e 1% de significância. Para a análise da divergência genética utilizou-se o método de agrupamento de Tocher e variáveis canônicas. A importância relativa das características para a divergência foi calculada baseando-se no método proposto por SINGH (1981) e pela análise das variáveis canônicas. Os efeitos de tratamento foram significativos, pelo teste F, em nível de 1% para todas as características avaliadas, com exceção da largura da copa e diâmetro do caule, que foram significativos a 5% de probabilidade. De acordo com os resultados obtidos no teste de Scott & Knott a 5% e a 1% de probabilidade, os acessos foram diferenciados em duas classes distintas com relação à largura da copa, diâmetro do caule e comprimento do pecíolo. Para as características comprimento do caule, diâmetro da pétala, comprimento do filete, peso do fruto, menor diâmetro do fruto, espessura do pericarpo, número de sementes por fruto e teor de matéria seca, foram formadas três classes distintas. Para a altura da planta, comprimento da folha, largura da folha, comprimento da corola, comprimento da antera, comprimento do pedicelo, comprimento da placenta e matéria fresca, os acessos foram diferenciados em quatro classes. O comprimento do fruto e maior diâmetro do fruto apresentaram maior variabilidade formando seis classes diferentes. Conforme a metodologia de Tocher, com base na distância generalizada de Mahalanobis, os acessos foram reunidos em dois grupos. No primeiro grupo encontram-se os acessos 348, 349, 352, 347, 346 e 356, o segundo grupo foi formado pelos acessos 355 e 357. Na análise das variáveis canônicas as três primeiras variáveis explicaram 94,18% da variância total, sendo formados quatro grupos distintos de acordo com a dispersão gráfica. De acordo com as variáveis canônicas a característica matéria fresca foi a que apresentou o maior valor de autovetor no último autovalor, podendo ser descartada em estudos futuros. Pelo método de Singh (1981), determinou-se que as características maior diâmetro do fruto, comprimento do fruto e comprimento da placenta contribuíram com 68,43% da divergência genética, enquanto as demais contribuíram com apenas 31,57%.

Palavras-chave: *Capsicum annuum*, variabilidade genética, melhoramento

GENETIC DIVERSITY IN ORNAMENTAL PEPPER

(*Capsicum annuum* L.)

ABSTRACT

The *Capsicum* genus comprises a large variety of hot and sweet peppers, with different sizes, colors and flavors. The present study aimed to characterize and evaluate the genetic divergence among eight accessions of pepper (*Capsicum annuum*). The experiment was conducted in a greenhouse at the Plant Biotechnology Laboratory of the Center for Agricultural Sciences, Federal University of Paraíba (CCA - UFPB), Sand - PB. (UFPB 346, 347 UFPB, UFPB 348, 349 UFPB, UFPB 352, 355 UFPB, UFPB UFPB 356 and 357): Pepper eight accessions belonging to the germplasm bank of the CCA- UFPB were used. The experimental design was completely randomized with five replicates per access. Data were subjected to analysis of variance by F test at 5 % and 1 % significance level, the means were grouped by the Scott Knott test at 5 % and 1 % significance level. For the analysis of genetic divergence we used the method of grouping Tocher and canonical variables. The relative importance of features for the divergence was calculated based on the proposed by Singh (1981) and Canonical variable analysis method. The treatment effects were significant, the F test at the 1% level for all traits, except for the crown width and stem diameter, which were significant at 5 % probability. According to the results obtained in the Scott Knott test at 5 % and 1 % probability, the accessions were differentiated into two distinct classes with respect to crown width, stem diameter and length of the petiole. For the characteristics of stem length, diameter of the petal length of the fillet, fruit weight, diameter smaller fruit, pericarp thickness, number of seeds per fruit and dry matter content, three distinct classes were formed. For plant height, leaf length, leaf width, corolla length, anther length, length of pedicel, length and fresh weight of the placenta, the accessions were differentiated into four classes. The fruit length and greater fruit diameter showed greater variability forming six different classes. According to the methodology Tocher, based on the Mahalanobis distance, the accessions were collected into two groups. In the first group are the accesses 348, 349, 352, 347, 346 and 356, the second group was formed by the accesses 355 and 357. In the analysis of canonical variables, the first three variables explained 94.18 % of total variance, being formed four distinct groups according to the graphic dispersion. According to the canonical variate feature fresh matter was the one with the highest value in eigenvector eigenvalue last and may be discarded in future studies. By the method of Singh (1981), it was determined that the largest diameter of the fruit characteristics, fruit length and length of the placenta contributed 68.43 % of divergence, while the other contributed only 31.57%.

Keywords: *Capsicum annuum*, genetic variability, breeding

1 INTRODUÇÃO

O gênero *Capsicum* é originário do continente Americano e compreende um grupo altamente diversificado de pimentas e pimentões (Pickersgill, 1997). Este gênero é composto por 31 espécies, das quais cinco são domesticadas e as demais são classificadas como semidomesticadas e silvestres (Moscone *et al.*, 2007). Entre as espécies domesticadas estão *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* e *C. pubescens* (Pickersgill, 1997).

Atualmente, as espécies deste gênero são consumidas por um quarto da população mundial, e apresentam um mercado bastante diversificado, que se estende desde a comercialização para consumo *in natura* e conservas caseiras, até a exportação de produtos industrializados (Ferrão *et al.*, 2011).

As pimentas são utilizadas como matéria-prima para as indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética, além do seu uso como plantas ornamentais (Yamamoto *et al.*, 2005). No mercado de pimenteiros ornamentais a cor do fruto e a arquitetura da planta são características de grande interesse, preferindo-se plantas de pequeno porte e compactas com frutos coloridos e eretos, além de genótipos resistentes a doenças e pragas (Rêgo *et al.*, 2009a; Rêgo *et al.*, 2012a).

Alguns tipos de pimentas se destacam como plantas ornamentais por apresentarem características que lhe proporcionam valor estético, como pequeno porte, folhagem variegada, e frutos de coloração intensa que contrastam com a folhagem (Carvalho *et al.*, 2006). Um fator diferencial para o uso de *Capsicum* como ornamental é sua capacidade de crescer em recipientes como planta perene, além de ser de fácil cultivo e possuir grande durabilidade (Neitzke *et al.*, 2010). A fácil propagação por sementes, o tempo relativamente curto de cultivo, e a tolerância ao calor e à seca também contribuem para a sua utilização como planta ornamental (Rêgo *et al.*, 2012a). No paisagismo, as pimentas podem atingir um porte maior do que em vasos, principalmente se os vasos forem recipientes pequenos que limitam o crescimento radicular e aéreo (Neitzke *et al.*, 2010). As espécies cultivadas como plantas de vasos ou para jardins são amplamente comercializadas e disponível durante todo o ano no Brasil (Rego *et al.*, 2010).

As pimentas fazem parte da riqueza cultural brasileira e do patrimônio da biodiversidade (Neitzke *et al.*, 2008), sendo utilizadas na preparação de pratos típicos da culinária tradicional (Sudré *et al.*, 2010). O cultivo de *Capsicum* no país ocorre praticamente em todas as regiões, com destaque de produção para os estados de Minas Gerais, Goiás, São

Paulo, Ceará e Rio Grande do Sul (Madail *et al.*, 2005). O mercado de pimenteiras no Brasil vem passando por grandes modificações, novas variedades de pimentas estão sendo exploradas, além do desenvolvimento de novos produtos, como pimentas em conserva, compotas exóticas, chocolate com pimenta, e outras formas de processamento, incluindo também o uso de pimentas para fins ornamentais (Rêgo *et al.*, 2012a).

Apesar de sua importância econômica e social, a cultura da pimenta no Brasil ainda é pouco estudada (Rêgo *et al.*, 2010), fazendo-se necessários estudos que proporcionem o conhecimento desses recursos. A caracterização e a avaliação de genótipos conservados se constituem numa etapa de grande importância para a utilização imediata das espécies em programas de melhoramento (Carvalho *et al.*, 2003, Rêgo *et al.* 2011b), sendo fundamentais para aprofundar o conhecimento e possibilitar a detecção de plantas duplicatas no bancos de genes (Franco *et al.*, 2005; Gonçalves *et al.*, 2008; Laurentin, 2009; Rêgo *et al.*, 2011b).

Métodos e processos confiáveis para a caracterização de germoplasma são imprescindíveis para aumentar o uso da variabilidade disponível (Junior *et al.*, 2013). Uma identificação incorreta de espécies existentes em bancos de germoplasma pode ocasionar a multiplicação e conservação inadequada dos acessos e entrega de material genético identificados incorretamente a outras instituições, resultando em uma perda de tempo e recursos financeiros (Gotor *et al.*, 2008).

A caracterização de Germoplasma consiste na obtenção de dados baseados na avaliação das características que descrevem e diferenciam os acessos existentes, concentrando-se basicamente nas características morfológicas e fenológicas (Almeida *et al.*, 2005). A caracterização morfoagronômica é feita com base em caracteres de fácil mensuração, com alta herdabilidade e que sofram pouca influência ambiental. Para o gênero *Capsicum*, essa caracterização se baseia na lista de descritores do *Biodiversity International*, antigo *International Plant Genetic Resources Institute* (IPGRI, 1995) (Costa *et al.*, 2009; Junior *et al.*, 2013).

O gênero *Capsicum* apresenta grande diversidade genética, possibilitando a sua utilização em programas de melhoramento (Rêgo *et al.*, 2003; Pereira e Rodrigues, 2005; Rêgo *et al.*, 2011b; Rêgo *et al.*, 2012a). Deve-se, porém conhecer a diversidade genética existente para melhor explorar as diferenças entre os genótipos, e assim, obter maiores ganhos (Rêgo *et al.*, 2011a), uma vez que utilização eficiente da variabilidade genética em programas de melhoramento depende das informações disponíveis (Rêgo *et al.*, 2006; Rêgo *et al.*, 2009a, Rêgo *et al.*, 2009b). Segundo Carvalho *et al.* (2009), é necessário que o melhorista

conheça o comportamento da espécie, dos grupos e variedades, comparando por meio de características morfológicas a nova cultivar com as cultivares existentes no mercado.

Estudos de divergência genética possibilitam o conhecimento da variabilidade genética das populações e o monitoramento de bancos de germoplasmas, gerando informações úteis para preservação e uso dos acessos (Toquica *et al.*, 2003; Cruz e Carneiro, 2006). Esses estudos facilitam a identificação de possíveis duplicatas, e fornecem parâmetros para escolha de genitores, que ao serem cruzados possibilitem a obtenção de genótipos superiores em gerações segregantes, o que ocorre devido a um maior efeito heterótico na progênie (Sudré *et al.*, 2005). A definição dos genitores a serem utilizados em um cruzamento é essencial para determinar a qualidade do híbrido e para a incorporação de características desejáveis (Rêgo *et al.*, 2009b). Combinações híbridas geralmente reúnem características desejáveis em genótipos individuais e os benefícios de heterose são reconhecidos em características importantes como produtividade, qualidade e uniformidade (Rêgo *et al.*, 2012a).

O presente trabalho teve como objetivo caracterizar e avaliar a divergência genética entre oito acessos de pimenta (*Capsicum annuum*) do banco de germoplasma do CCA-UFPB, com base em 21 caracteres quantitativos de planta e fruto.

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. Foram utilizadas sementes de oito acessos de pimenta pertencentes ao banco de germoplasma do CCA-UFPB: (UFPB 346, UFPB 347, UFPB 348, UFPB 349, UFPB 352, UFPB 355, UFPB 356 e UFPB 357).

As sementes foram semeadas em bandejas de isopor com 128 células utilizando-se substrato comercial (Plantmax®) e 2 a 3 sementes por célula. Quando as plântulas apresentaram quatro folhas definitivas foi realizado o transplante para vasos de plástico de 900mL, contendo o mesmo substrato. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições por acesso.

A caracterização morfoagronômica foi realizada com base na lista de descritores sugerida pelo *Biodiversity International*, sendo avaliados 21 caracteres quantitativos referentes à planta, inflorescência e fruto. Os caracteres referentes à planta foram avaliados

quando as mesmas apresentaram o primeiro fruto maduro, foram utilizados os descritores largura da copa (LC), altura da planta (AP), comprimento do caule (COMC), diâmetro do caule (DCL), comprimento da folha (CF), comprimento do pecíolo (CDP) e largura da folha (LF). Quando as plantas apresentaram 50% de floração foram avaliados os descritores quantitativos comprimento da corola (CDC), diâmetro das pétalas (DDP), comprimento da antera (CANT) e comprimento do filete (CFI). Os descritores referentes a fruto foram avaliados quando a planta apresentou 50% dos frutos maduros. Esses descritores foram: peso do fruto (PF), comprimento do fruto (CFR), maior diâmetro do fruto (MDF), menor diâmetro do fruto (MeDF), comprimento do pedicelo (CP), espessura do pericarpo (EP), comprimento da placenta (CPL), número de sementes/fruto (NSF), matéria fresca (MF) e teor de matéria seca (TMS).

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F em nível de 5% e 1% de significância e as médias foram agrupadas pelo teste de Scott Knott a 5% e 1% de significância. Para a análise da divergência genética utilizou-se o método de agrupamento de Tocher, baseado na distância generalizada de Mahalanobis, e variáveis canônicas. A importância relativa das características para a divergência foi calculada baseando-se no método proposto por SINGH (1981) e pela análise das variáveis canônicas. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa computacional Genes (Cruz, 2006).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os efeitos de tratamento foram significativos, pelo teste F ($p < 0,01$) para todas as características avaliadas, com exceção da largura da copa e diâmetro do caule, que foram significativos ($p < 0,05$) (Tabela 1). Esses resultados indicam a existência de variabilidade genética e a possibilidade de se obterem ganhos genéticos para essas características em trabalhos futuros de melhoramento genético com essas espécies (Ferrão *et al.*, 2011). Os coeficientes de variação (CV) do experimento variaram de 6,96% (CPL) a 41,08% (NSF) (Tabela 1), sendo estes valores satisfatórios, uma vez que foram detectadas diferenças significativas entre os acessos avaliados. O coeficiente de variação dá uma ideia da precisão do experimento (Gomes, 2000), resultados mais precisos e informações confiáveis são obtidos quando se reduz o efeito do erro experimental. Segundo Silva *et al.* (2011) os valores de CV variam de acordo com a característica, com o acesso e com a espécie avaliada.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para vinte e um caracteres de planta de pimenteiras (*Capsicum annuum*). Areia, CCA - UFPB, 2012- 2013.

F.V	QM						
	LC	AP	COMC	DCL	CF	CDP	LF
Tratamentos	18.3166*	195.5585**	85.3142**	0.0461*	5.2081**	1.1557**	2.3023**
Média Geral	20.6600	23.3575	10.2475	0.6955	4.7480	1.9597	2.2715
C.V.	12.0892	13.7720	24.0708	17.6059	13.4584	25.7242	14.7179
F.V	QM						
	CDC	DDP	CANT	CFI	PF	CFR	MDF
Tratamentos	0.4926**	0.0732**	0.0263**	0.0665**	26.7242**	9.8615**	1.8704**
Média Geral	1.3362	0.4615	0.3177	0.4055	2.1817	2.5145	1.2342
C.V.	13.3452	16.4130	10.8593	12.6199	34.8850	10.9010	9.1977
F.V	QM						
	MeDF	CPL	EP	CPL	NSF	MF	TMS
Tratamentos	0.7019**	0.4966**	0.0247**	4.2040**	1440.3176**	20.1341**	236.9785**
Média Geral	0.8042	1.9170	0.1575	1.6687	33.6795	1.8255	18.5829
C.V.	15.0898	6.9578	16.1484	13.7162	41.0814	32.2282	16.6840

LC (cm) - Largura da copa; AP (cm) - Altura da planta; COMC (cm) - Comprimento do caule; DCL (cm) - Diâmetro do caule; CF (cm) - Comprimento da folha; CDP (cm) - Comprimento do pecíolo; LF (cm) - Largura da folha; CDC (cm) - Comprimento da Corola; DDP (cm) - Diâmetro das pétalas; CANT (cm) - Comprimento da antera; CFI (cm)- Comprimento do filete; PF (g) - Peso do fruto; CFR (cm) – Comprimento do fruto; MDF (cm) - Maior diâmetro do fruto; MeDF (cm) - Menor diâmetro do fruto. CP (cm) – Comprimento do pedicelo; EP (cm) - Espessura do pericarpo; CPL (cm) - Comprimento da placenta; NSF - Número de sementes/fruto; MF (g) - Matéria fresca; TMS – Teor de Matéria seca.

De acordo com os resultados obtidos no teste de Scott & Knott a 5% e a 1% de probabilidade (Tabela 2), os acessos foram diferenciados em duas classes distintas com relação à largura da copa, diâmetro do caule e comprimento do pecíolo, apresentando pouca variabilidade para estas características. Quanto ao comprimento do caule, diâmetro da pétala, comprimento do filete, peso do fruto, menor diâmetro do fruto, espessura do pericarpo, número de sementes por fruto e teor de matéria seca, foram formadas três classes distintas. Para a altura da planta, comprimento da folha, largura da folha, comprimento da corola, comprimento da antera, comprimento do pedicelo, comprimento da placenta e matéria fresca, os acessos foram diferenciados em quatro classes. As características que apresentaram maior diversidade foram o comprimento do fruto e o maior diâmetro do fruto, formando seis classes diferentes (Tabela 2). De acordo com Neitzke *et al.* (2010), o grande número de classes estabelecidas é um indicativo da grande variabilidade existente entre os acessos. Essa variabilidade encontrada é de suma importância para a seleção de genótipos com potencial ornamental, como plantas de menor porte, com frutos menores e flores mais atrativas.

Tabela 2. Médias de vinte e um caracteres de planta de pimenteiras (*Capsicum annum*) pertencentes ao banco de germoplasma (BAG). Areia, CCA - UFPB, 2012-2013.

Acesso	LC	AP	COMC	DCL	CF	CDP	LF
346	22.80 a	21.20 c	6.38 c	0.904 a	6.76 a	2.73 a	3.53 a
347	20.00 b	36.12 a	17.14 a	0.712 b	5.63b	2.38 a	2.62 b
348	18.38 b	16.28 d	5.26 c	0.652 b	4.34 c	1.37 b	2.04 c
349	18.58 b	18.48 d	5.74 c	0.580 b	4.45 c	1.81 a	2.15 c
352	23.90 a	24.82 c	11.66 b	0.716 b	4.55 c	1.30 b	2.74 b
355	21.00 b	27.70 b	12.20 b	0.640 b	4.80 c	1.95 a	1.98 c
356	20.66 b	21.98 c	12.56 b	0.708 b	3.95 d	1.97 a	1.83 c
357	20.00 b	20.28 c	11.04 b	0.652 b	3.51 d	2.17 a	1.29 d
Acesso	CDC	DDP	CANT	CFI	PF	CFR	MDF
346	1.88 a	0.59 a	0.45 a	0.53 a	6.89 a	4.11 b	2.00 a
347	1.22 c	0.45 b	0.30 c	0.30 c	0.64 c	1.10 e	1.10 d
348	1.45 b	0.57 a	0.37 b	0.38 b	3.50 b	2.85 c	1.78 b
349	1.55 b	0.62 a	0.33 c	0.38 b	3.49 b	2.86 c	1.86 b
352	0.86 d	0.27 c	0.20 d	0.26 c	1.17 c	1.97 d	1.35 c
355	1.39 b	0.39 b	0.32 c	0.57 a	1.29 c	4.74 a	0.66 e
356	1.30 c	0.40 b	0.31 c	0.50 a	0.31 c	0.74 f	0.75 e
357	1.05 d	0.40 b	0.27 c	0.33 c	0.17 c	1.74 d	0.37 f
Acesso	MeDF	CP	EP	CPL	NSF	MF	TMS
346	1.21 a	2.12 b	0.23 a	2.98 a	68.40 a	5.90 a	15.22 c
347	0.75 b	1.55 d	0.14 b	0.73 d	36.93 c	0.48 d	17.73 b
348	1.18 a	2.14 b	0.20 a	1.65 b	44.80 b	2.94 b	13.09 c
349	1.18 a	2.09 b	0.21 a	1.79 b	29.34 c	3.03 b	15.37 c
352	0.84 b	1.72 c	0.23 a	1.01 c	25.07 c	0.89 c	19.13 b
355	0.37 c	2.38 a	0.12 b	2.98 a	31.53 c	1.04 c	19.55 b
356	0.66 b	1.50 d	0.08 c	0.62 d	15.87 c	0.20 d	13.96 c
357	0.24 c	1.83 c	0.05 c	1.59 b	17.50 c	0.12 d	34.61 a

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Scott Knott a 5% e 1% de significância.

LC (cm) - Largura da copa; AP (cm) - Altura da planta; COMC (cm) - Comprimento do caule; DCL (cm) - Diâmetro do caule; CF (cm) - Comprimento da folha; CDP (cm) - Comprimento do pecíolo; LF (cm) - Largura da folha; CDC (cm) - Comprimento da Corola; DDP (cm) - Diâmetro das pétalas; CANT (cm) - Comprimento da antera; CFI (cm) - Comprimento do filete; PF (g) - Peso do fruto; CFR (cm) - Comprimento do fruto; MDF (cm) - Maior diâmetro do fruto; MeDF (cm) - Menor diâmetro do fruto. CP (cm) - Comprimento do pedicelo; EP (cm) - Espessura do pericarpo; CPL (cm) - Comprimento da placenta; NSF - Número de sementes/fruto; MF (g) - Matéria fresca; TMS - Teor de Matéria seca.

Os acessos 352 e 346 apresentaram copas mais largas, com médias de 23,9 e 22,8cm, respectivamente (Tabela 2), sendo indicados para utilização como ornamentais, por serem de interesse para floricultura (Grossi *et al.*, 2005; Morales-Payan, 2006; Rêgo *et al.*, 2009a). Os acessos 348 e 349 apresentaram copas mais estreitas, porém não diferiram dos demais dentro da mesma classe.

Quanto à altura da planta o acesso que apresentou plantas mais altas foi o 347, com média de 36,12 cm. Segundo Neitzke *et al.* (2010), genótipos de porte mediano a alto podem

ser destinados ao paisagismo, para cultivo em jardins. Os acessos 348 e 349 foram os que apresentaram plantas mais baixas, com médias de 16,28 e 18,48 cm, respectivamente, sendo adequados para fins ornamentais, uma vez que necessita-se de plantas com menor porte para serem cultivadas em vaso. De acordo com Rêgo *et al.* (2009a), o desenvolvimento de uma nova cultivar com plantas harmonicas e de bom tamanho é um dos principais objetivos de qualquer programa de melhoramento de pimenteira ornamental. Conforme Barroso *et al.* (2012) a altura da planta e o diâmetro da copa devem ter de 1,5 a 2 vezes o tamanho do vaso para manter a harmonia entre a arquitetura da planta e o vaso.

Em relação ao comprimento do caule, o acesso 347 foi o que apresentou caules mais compridos com média de 17,14cm. Os acessos 348, 349 e 346 foram os que apresentam caules mais curtos, com médias de 5,26, 5,74 e 6,38 cm, respectivamente, sendo os mais indicados para fins ornamentais por se adequarem melhor ao cultivo em vasos. Segundo Barroso *et al.* (2012) apenas as cultivares de pimenta que reduzirem o tamanho e as proporções é que podem ser comercializadas como plantas ornamentais.

Para o diâmetro do caule, o acesso que apresentou a maior média foi o 346 com valor de 0,90 cm, sendo indicado para utilização como ornamental, por evitar o tombamento da planta no vaso. Os demais acessos apresentaram média inferior a 0,71 cm, não diferindo estatisticamente entre si.

Quanto ao comprimento da folha, o acesso 346 foi o que apresentou folhas mais compridas com média de 6,76 cm, os acessos 356 e 357 apresentaram folhas menores, com média de 3,95 e 3,51 cm, respectivamente. O comprimento e a largura da folha são características de grande importância no mercado de pimenteiros ornamentais, uma vez que as folhas influenciam na harmonia da copa. Para a largura da folha, o acesso 346 foi o que apresentou folhas mais largas, com média de 3,53 cm. Folhas mais estreita foram apresentadas pelo acesso 357, com média de 1,29 cm. Em relação ao comprimento do pecíolo, os acessos com menor média foram 348 e 352, com médias de 1,37 e 1,30 cm, respectivamente. Os demais acessos constituíram a classe com maior média variando de 2,73 a 1,81 cm. Plantas com folhas menores e proporcionais a sua copa são as mais desejáveis para fins ornamentais.

O acesso 346 foi o que apresentou flores com maior comprimento da corola, com média de 1,88 cm. Maior diâmetro das pétalas foi observado nos genitores 349, 346 e 348, com médias de 0,62, 0,59 e 0,57 cm, respectivamente, sendo indicados para utilização como plantas ornamentais. Flores maiores são interessantes para proporcionar beleza à planta, visto

que quanto mais chamativa e agradável aos olhos do consumidor, maior a probabilidade de venda destas plantas.

Quanto ao comprimento da antera, o acesso com maior média foi o 346, com valor de 0,45 cm. Anteras maiores são ideais para facilitar a sua retirada durante a realização de cruzamentos sem causar maiores danos ao botão foral.

Os acessos 355, 346 e 356 apresentaram flores com maior filete, com médias variando de 0,57, a 0,50 cm, respectivamente, os acessos que apresentaram menores filetes foram os 352, 347 e 357. Filetes menores são desejáveis por diminuir a probabilidade de contato com o mesmo no momento da realização dos cruzamentos, proporcionando o sucesso do pegamento e formação dos frutos.

Em programas de melhoramento de pimenteira, as características relacionadas com o fruto são de grande relevância, uma vez que o mercado consumidor determina a forma de consumo e aceitação (Reifschneider, 2000). O acesso 346 foi o que apresentou frutos mais pesados, com média de 6,89 g, sendo adequado para o processamento de molhos. Os genótipos 357 e 356 foram os que apresentaram frutos com menor peso, porém não diferiram dos demais dentro da mesma classe.

O acesso que apresentou frutos com maior comprimento foi o 355, com média de 4,74 cm. Frutos grandes podem ser comercializados, preferencialmente, “*in natura*” ou desidratados, enquanto que frutos pequenos têm maior potencial para serem comercializados em molhos industrializados (Bento *et al*, 2007). O acesso 356 foi o que apresentou menor média para esta característica, com valor de 0,74 cm, sendo também indicado na utilização como plantas ornamentais, por manter o equilíbrio entre a arquitetura da planta e o tamanho dos frutos. Rego *et al*. (2009b) ressaltam a importância das características comprimento do fruto, maior diâmetro do fruto e matéria fresca como componentes secundários de produção. De acordo com esses estudos, é possível selecionar indiretamente as plantas mais produtivas, selecionando esses componentes.

Para o maior diâmetro do fruto, o acesso que apresentou o maior valor foi o 346, com média de 2,00 cm. O genótipo 357 foi o que apresentou o menor valor, com média de 0,37 cm. Quanto ao menor diâmetro do fruto, os acessos com maior média foram 346, 348 e 349, com médias de 1,21, 1,18 e 1,18 cm, respectivamente. Os acessos 357 e 355 constituíram a classe de menor média, com médias de 0,24 e 0,37 cm, respectivamente. Frutos com dimensões menores são indicados para usos ornamentais por manter o equilíbrio com a arquitetura da planta.

Os acessos 356 e 347 foram os que apresentaram frutos com pedicelos menores, com média de 1,50 e 1,55 cm. O maior comprimento do pedicelo foi observado no acesso 355, com média de 2,38 cm, sendo adequado para fins ornamentais por facilitar a visualização dos frutos em meio à copa, tornando a planta mais atraente.

Os acessos 346, 352, 349 e 348 foram os que apresentaram frutos com pericarpo mais espessos, com médias variando de 0,23 cm a 0,20 cm, sendo os mais adequados para a comercialização, podendo-se desenvolver novas cultivares de pimenteiras com duplo propósito, sendo utilizadas com finalidades ornamentais e culinárias. Pericarpos menos espessos foram observados nos acessos 357 e 356, com médias de 0,05 e 0,08 cm, respectivamente. A espessura do pericarpo é uma característica importante para a qualidade dos frutos, tanto para produtos frescos quanto processados (Rêgo *et al.*, 2011b). Lannes *et al.* (2007) em estudos com *C.chinense*, relataram uma relação positiva entre o peso do fruto e a espessura da parede do fruto, mostrando a importância desta característica no desenvolvimento de variedades para o mercado de produtos frescos, uma vez que frutos com pericarpo mais espesso são mais resistentes a danos na gestão pós-colheita e transporte.

O comprimento da placenta é uma característica de extrema importância, uma vez que é na placenta que localiza-se a maior quantidade de capsaicina, alcalóide responsável pela pungência dos frutos (Zewdie e Bosland, 2001). Os acessos 346 e 355 foram os que apresentaram maiores placentas, com média de 2,98 cm para ambos. Os acessos 356 e 347 apresentaram as menores médias para esta característica, com valores de 0,62 e 0,73 cm.

O número de sementes por fruto é uma variável importante para determinar a variabilidade entre os acessos, devendo ser determinada em trabalhos de caracterização (Rêgo *et al.*, 2003; Bento *et al.*, 2007). O acesso 346 foi o que apresentou o maior número de sementes, com média de 68,40 sementes por fruto, sendo o mais indicado para utilização em programas de melhoramento, por facilitar a propagação da espécie, além de promover o abastecimento de bancos de germoplasma.

Para a matéria fresca, o acesso 346 foi o que apresentou a maior média, com valor de 5,90 g. Os acessos que apresentaram menor valor de matéria fresca foram os 357, 356 e 347, com médias variando de 0,12 a 0,48 g.

O teor de matéria seca é uma característica importante na utilização de *Capsicum* pela indústria, visto que quanto maior o teor de matéria seca por fruto maior a produção de pimenta seca ou em pó (Lannes *et al.*, 2007). O acesso 357 foi o que apresentou o maior teor de matéria seca, com média de 34,61, sendo o mais indicado para utilização em páprica. Os

acessos 348, 356, 346 e 349, apresentaram menor valor para esta característica, com médias de 13,09 a 15,37.

Conforme o agrupamento de Tocher, com base na distância generalizada de Mahalanobis os acessos foram reunidos em dois grupos (Tabela 3). A distância média dentro dos grupos é sempre menor que a distância média entre os grupos, havendo mais homogeneidade entre os acessos de um mesmo grupo do que entre os acessos de diferentes grupos (Vasconcelos *et al.*, 2007). A formação destes grupos proporciona a seleção de genitores para serem utilizados em programas de melhoramento, uma vez que as novas populações a serem formadas devem ser baseadas na amplitude de suas distâncias e na potencialidade dos genitores (Vasconcelos *et al.*, 2012).

Tabela 3. Agrupamento de genitores, conforme método de Tocher. Areia, CCA - UFPB, 2014.

Grupo	Acessos
1	348, 349, 352, 347, 346, 356
2	355, 357

No primeiro grupo encontram-se os acessos 348, 349, 352, 347, 346 e 356, o segundo grupo foi formado pelos acessos 355 e 357 (Tabela 3). Verifica-se, porém, uma dificuldade em analisar a divergência entre os acessos, visto que a maioria deles encontra-se em apenas um grupo (Faria *et al.*, 2012), sendo mais homogêneos, e conseqüentemente, apresentando pouca divergência entre si. Resultado semelhante foi observado por Rêgo *et al.* (2013) em uma geração F₂ de *Capsicum annuum*, em que os 70 genótipos avaliados foram reunidos em dois grupos.

Portis *et al.* (2006) avaliando 30 acessos de *C. annuum* com base em nove caracteres morfológicos também relataram a formação de quatro grupos. Rêgo *et al.* (2012b) em estudos com geração F₂ de *Capsicum annuum* descreveram a formação de quatro grupos distintos com base em caracteres quantitativos, porém ao avaliar simultaneamente os caracteres quantitativos e qualitativos estes mesmos autores observaram a separação dos genótipos em sete grupos. Barroso *et al.* (2012) trabalhando com uma população F₂ de *Capsicum annuum* descreveram a separação de 50 genótipos em oito grupos, demonstrando a variabilidade entre eles quanto aos componentes da plântula e altura da planta e a possibilidade de seu uso em programas de melhoramento.

Na análise das variáveis canônicas foi detectada diversidade fenotípica entre os acessos de *Capsicum annuum* analisados, no qual as três primeiras variáveis explicaram 94,18% da variância total (Tabela 4). Segundo Bento *et al.* (2007) e Rêgo *et al.* (2003), quando as três primeiras variáveis canônicas explicam mais de 70% da variação, os dados se adequam a uma representação gráfica tridimensional que permite a separação dos acessos em grupos, podendo ser utilizada como uma estratégia para selecionar genótipos divergentes. A variável matéria fresca apresentou o maior valor de autovetor no último autovalor, sendo indicado o descarte desta característica com base nas variáveis canônicas.

Sudré *et al.* (2010) trabalhando com *Capsicum* observaram que as duas primeiras variáveis canônicas explicaram 90,5% da variabilidade entre os grupos. Este elevado valor indica que a representação gráfica das duas primeiras variáveis canônicas é apropriada para mostrar a relação entre os grupos e os acessos dentro de um grupo. Semelhantemente, Neitzke *et al.* (2010) descreveram que as duas primeiras variáveis canônicas explicaram cerca de 96,85% da variação em *Capsicum*. Rêgo *et al.* (2003) observaram que os dois primeiros componentes principais foram responsáveis por cerca de 75% da variabilidade total entre os acessos. Bento *et al.* (2007) estudando a divergência fenotípica entre 29 acessos de *Capsicum spp.* relataram que os três primeiros componentes explicaram cerca de 80% de variância total, adequando-se a uma representação gráfica tridimensional, que pode ser utilizada como estratégia para separar os genótipos em grupos, indicando os mais divergentes.

De acordo com a dispersão gráfica foram formados quatro grupos distintos (Figura 1). O primeiro grupo foi constituído pelos genótipos 347, 348, 349, 352 e 356, o segundo grupo foi composto pelo genótipo 346, o terceiro pelo acesso 357 e o quarto grupo pelo acesso 355. Os grupos formados por meio da dispersão gráfica dos escores diferiram dos grupos formados pelo método de Tocher, possibilitando a separação dos genótipos em um maior número de grupos, com maior divergência entre eles. Embora o método de agrupamento de Tocher seja mais preciso, pois os indivíduos pertencentes ao mesmo grupo são mais homogêneos que indivíduos pertencentes a grupos diferentes, a dispersão gráfica com base nas variáveis canônicas também podem ser utilizadas para separação dos genótipos em grupos, uma vez que as duas primeiras variáveis canônicas explicaram 90,5% da variabilidade entre os grupos.

Tabela 4. Estimativas das variâncias (autovalores) associadas às variáveis canônicas relativas a 21 caracteres quantitativos avaliados em *Capsicum annum*. Areia, CCA - UFPB, 2014.

Variáveis Canônicas	Autovalores	Autovalores %	% Acumulada	Importância Relativa						
				LC	AP	COMC	DCL	CF	CDP	LF
1	432.0651	74.7686	74.7686	0.185779	0.035335	0.976561	-1.188308	3.223548	0.23107	-3.035781
2	81.3424	14.0762	88.8448	-0.480145	0.477641	-0.07415	0.501156	0.292005	0.158186	-0.549612
3	30.8296	5.3350	94.1799	-0.133525	0.162208	0.181823	-0.396907	0.755215	0.22057	-1.031715
4	17.0124	2.9440	97.1239	0.138677	1.084585	-0.059943	-0.020961	1.309407	-1.533326	0.201738
5	8.9766	1.5534	98.6772	0.02423	-0.010745	-0.126197	0.335422	0.679599	-0.381875	0.031453
6	6.4634	1.1185	99.7957	-0.34151	-0.255625	-0.012269	-0.065857	-1.092017	0.113016	1.668518
7	1.1803	0.2042	100.0	-0.13893	0.091363	0.251274	-0.010118	0.758818	0.46064	-0.634597
8	0.0	0.0	100.0	0.284861	-0.030839	-0.055971	0.030481	0.89638	-0.162191	-0.695297
9	0.0	0.0	100.0	-0.394281	0.298818	-0.135651	0.253819	-0.653717	0.066681	0.422233
10	0.0	0.0	100.0	-0.223559	0.03399	-0.043526	-0.0607	-1.525306	0.453476	1.544902
11	0.0	0.0	100.0	0.072434	0.029521	-0.113931	0.156442	0.109827	-0.583418	0.48903
12	0.0	0.0	100.0	0.05384	-0.463157	0.147772	-0.019039	0.952357	0.334164	-0.349125
13	0.0	0.0	100.0	0.316107	0.038694	0.518727	-0.101499	0.323183	0.65474	-0.666492
14	0.0	0.0	100.0	0.010357	0.364683	-0.175455	0.086067	-1.16465	-0.000812	0.998619
15	0.0	0.0	100.0	1.145077	-.035575	.059397	.0087	0.372203	0.080927	-0.597226
16	0.0	0.0	100.0	0.044781	0.363555	-0.071819	-0.231925	-0.332889	0.65873	-0.157589
17	0.0	0.0	100.0	-0.152243	-0.03887	0.093799	1.042601	0.107424	0.221985	-0.376018
18	0.0	0.0	100.0	0.283099	-0.615101	1.230922	-0.022554	-0.046588	0.163302	-0.234432
19	0.0	0.0	100.0	-0.113917	0.007109	-0.204681	-0.143727	-0.942707	-0.125621	1.055776
20	0.0	0.0	100.0	0.442355	-0.107736	0.057952	0.059142	0.093992	-0.477394	0.223291
21	0.0	0.0	100.0	-0.16779	-0.248878	0.246145	0.306555	-0.969989	1.182707	0.291002

Continuação da tabela 4

Variáveis Canônicas	Autovalores	Autovalores %	% Acumulada	Importância Relativa						
				CDC	DDP	CANT	CFI	PF	CFR	MDF
1	432.0651	74.7686	74.7686	0.707693	-0.244321	-0.702675	-0.484444	-1.596512	2.275824	-2.692928
2	81.3424	14.0762	88.8448	-0.014819	-0.255814	-0.139057	-0.653134	0.959963	1.787406	1.459028
3	30.8296	5.3350	94.1799	0.075397	0.34539	0.588105	-0.093967	-6.729542	-0.492596	-0.55058
4	17.0124	2.9440	97.1239	0.079988	-0.080914	1.355105	-0.411446	1.608548	-0.907088	0.241974
5	8.9766	1.5534	98.6772	-0.947356	0.384292	-0.701353	1.864114	3.976006	0.001354	0.179459
6	6.4634	1.1185	99.7957	-0.272062	-0.354749	-0.016572	0.328753	2.707529	0.03721	-0.197516
7	1.1803	0.2042	100.0	0.93502	0.272779	-1.278167	0.142982	-0.271431	0.191945	0.126837
8	0.0	0.0	100.0	-0.416864	-0.097901	-0.066306	0.790679	-5.257016	0.416899	0.406455
9	0.0	0.0	100.0	-0.169678	-0.007972	0.040204	0.091922	-0.047457	0.036755	-0.438149
10	0.0	0.0	100.0	0.126385	-0.095979	0.131255	-0.434942	0.504437	0.218477	0.125238
11	0.0	0.0	100.0	0.375458	-0.082999	0.470865	-0.107118	8.559046	-0.878013	0.888896
12	0.0	0.0	100.0	-0.042217	-0.106584	-0.11686	-0.170177	1.422838	0.265519	-0.005261
13	0.0	0.0	100.0	-0.891144	-0.448074	0.932211	-0.175646	1.347257	0.657521	0.11741
14	0.0	0.0	100.0	0.708853	-0.123155	-0.301872	0.10404	0.279743	-0.938937	-0.010241
15	0.0	0.0	100.0	0.181956	0.000461	0.066583	-0.290818	-0.704163	0.02053	0.087893
16	0.0	0.0	100.0	-0.57279	-0.12039	0.020905	-0.02116	5.868834	0.216275	0.203128
17	0.0	0.0	100.0	0.170404	0.040595	-0.279714	-0.118042	-0.178848	0.236104	0.042416
18	0.0	0.0	100.0	0.006604	-0.004	0.07523	-0.164525	-1.131499	0.150724	0.047585
19	0.0	0.0	100.0	1.190686	-0.161197	0.071872	-0.319186	1.705889	0.049855	-0.145483
20	0.0	0.0	100.0	-0.226577	1.051761	-0.027818	0.216544	1.982365	-0.076475	0.022856
21	0.0	0.0	100.0	-0.197926	-0.124205	0.289587	-0.061092	0.708825	0.079501	0.276231

Continuação da tabela 4

Variáveis Canônicas	Autovalores	Autovalores %	% Acumulada	Importância Relativa						
				MeDF	CP	EP	CPL	NSF	MF	TMS
1	432.0651	74.7686	74.7686	-0.688793	0.200337	-0.259786	1.074015	-1.056274	2.857638	0.096221
2	81.3424	14.0762	88.8448	0.472045	-0.005867	0.479335	0.242585	-0.26727	-3.531363	-0.710046
3	30.8296	5.3350	94.1799	0.419387	-0.073665	-0.31179	0.242801	-0.01164	8.108976	0.178102
4	17.0124	2.9440	97.1239	-0.369186	-0.273916	0.175415	1.307384	1.613584	-0.069251	-0.136996
5	8.9766	1.5534	98.6772	-0.402209	-0.258957	-0.150382	-0.368014	-1.308396	-2.80462	-0.500456
6	6.4634	1.1185	99.7957	-0.496607	-0.289343	0.508187	-0.157226	-0.456827	1.529286	0.687886
7	1.1803	0.2042	100.0	-0.410018	-0.183534	0.142757	-0.327257	-1.209177	0.973872	0.010972
8	0.0	0.0	100.0	0.238408	-0.220303	-0.139427	-0.633719	0.555009	4.289635	0.750399
9	0.0	0.0	100.0	1.122117	-0.171881	0.004714	0.304515	-0.04233	-0.202084	0.272728
10	0.0	0.0	100.0	-0.088379	0.337704	-0.809339	-0.202551	-0.132115	-0.428128	-0.208504
11	0.0	0.0	100.0	-0.790024	0.500589	-0.290684	0.995527	-1.020195	-8.458559	-0.002726
12	0.0	0.0	100.0	0.095333	0.089885	-0.211319	-0.332375	-0.38191	-1.228798	-0.078324
13	0.0	0.0	100.0	-0.007526	0.088692	-0.182781	-0.927647	-1.408389	-0.286056	0.070407
14	0.0	0.0	100.0	-0.299735	1.296645	0.146911	0.389734	0.476612	-0.351791	-0.085147
15	0.0	0.0	100.0	0.129487	0.13783	-0.211234	-0.005951	-0.017468	0.499141	-0.137903
16	0.0	0.0	100.0	-0.220474	0.1224	-0.427492	-0.390524	-0.577872	-4.418213	-0.155528
17	0.0	0.0	100.0	0.060108	0.050754	-0.064442	-0.214775	-0.241157	0.155698	-0.064308
18	0.0	0.0	100.0	0.207658	0.040016	-0.031983	-0.032428	0.004198	1.081376	-0.01836
19	0.0	0.0	100.0	-0.044913	.128368	-0.020968	-0.118371	0.160057	1.885542	0.13872
20	0.0	0.0	100.0	-0.276941	-0.08478	0.153002	0.07265	0.008604	-2.03748	0.086961
21	0.0	0.0	100.0	0.021394	-0.039605	0.132148	0.185152	0.279569	-1.312026	-0.096881

LC (cm) - Largura da copa; AP (cm) - Altura da planta; COMC (cm) - Comprimento do caule; DCL (cm) - Diâmetro do caule; CF (cm) - Comprimento da folha; CDP (cm) - Comprimento do pecíolo; LF (cm) - Largura da folha; CDC (cm) - Comprimento da Corola; DDP (cm) - Diâmetro das pétalas; CANT (cm) - Comprimento da antera; CFI (cm) - Comprimento do filete; PF (g) - Peso do fruto; CFR (cm) - Comprimento do fruto; MDF (cm) - Maior diâmetro do fruto; MeDF (cm) - Menor diâmetro do fruto. CP (cm) - Comprimento do pedicelo; EP (cm) - Espessura do pericarpo; CPL (cm) - Comprimento da placenta; NSF - Número de sementes/fruto; MF (g) - Matéria fresca; TMS - Teor de Matéria seca.

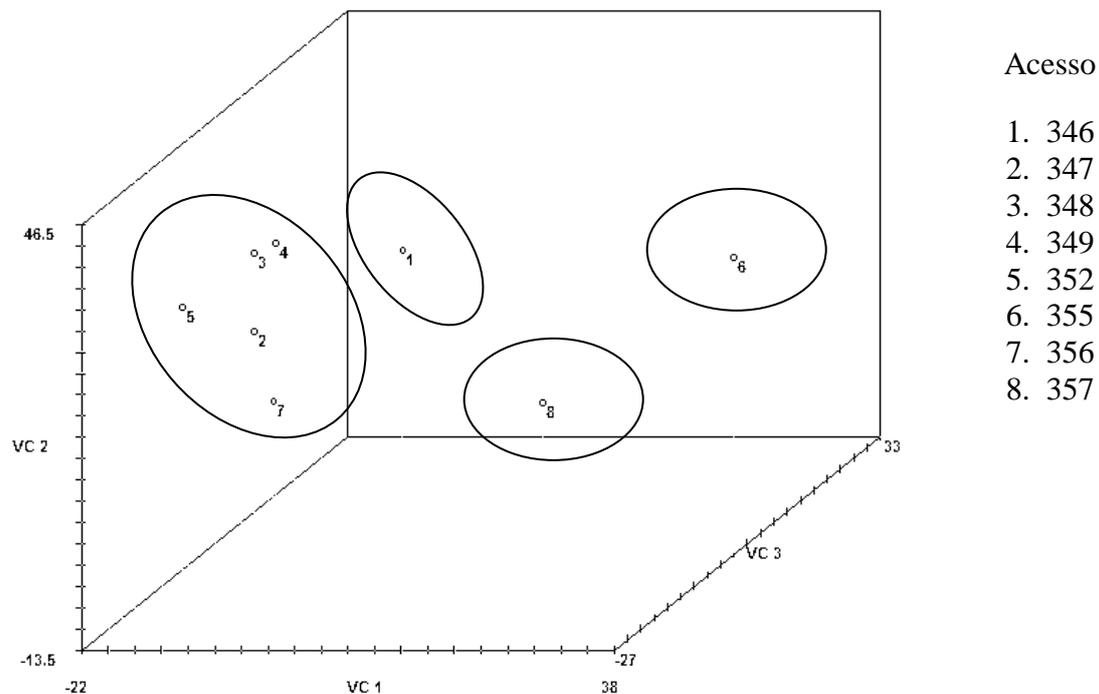


Figura 1. Gráfico de dispersão de 8 acessos de *Capsicum annum*, considerando as três primeiras variáveis canônicas. Areia, CCA - UFPB, 2014.

Pelo método de Singh (1981), utilizado para avaliar a importância relativa de vinte e uma características quantitativas, determinou-se que o maior diâmetro do fruto, o comprimento do fruto e o comprimento da placenta contribuíram com 68,43% da divergência genética, enquanto as demais contribuíram com apenas 31,57% (Tabela 5). A variável que mais contribuiu com a divergência foi o maior diâmetro do fruto com 31,39% e as que menos contribuíram foram o comprimento da corola (0,0330%), o comprimento da folha (0,0159%) e a largura da copa (0,0470%). Em estudos futuros de divergência o comprimento da corola, comprimento da folha e largura da copa podem ser descartados, 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 descartados.

Tabela 5. Contribuição relativa das características quantitativas de maior importância para a divergência genética de *Capsicum annuum*, pelo método proposto por Singh (1981), baseado na distância generalizada de Mahalanobis. Areia, CCA - UFPB, 2014.

Variável	S.j	Valor em %
MDF	11963.3336	31.3901
CFR	10623.8460	27.8755
CPL	358.2953	9.1624
PF	2451.8050	6.4332
LF	2425.1326	6.3632
MeDF	2299.156881	6.0327
EP	17.8995	2.5384
MF	115.1944	2.6416
TMS	12.5889	1.814
AP	358.2953	0.94
CP	323.1623	0.8479
CFI	304.0097	0.7977
COMC	263.4719	0.69
CANT	258.8589	0.6792
NSF	263.4719	0.6644
DDP	188.9991	0.4959
DCL	115.1944	0.30
CDP	89.2412	0.2342
LC	17.8995	0.05
CF	12.58893	0.0330
CDC	6.0752	0.0159

MDF (cm) - Maior diâmetro do fruto; CFR (cm) - Comprimento do fruto; CPL (cm) - Comprimento da placenta; PF (g) - Peso do fruto; LF (cm) - Largura da folha; MeDF (cm) - Menor diâmetro do fruto; EP (cm) - Espessura do pericarpo; MF (g) - Matéria fresca; TMS - Teor de Matéria seca; AP (cm) - Altura da planta; CP (cm) - Comprimento do pedicelo; CFI (cm) - Comprimento do filete; COMC (cm) - Comprimento do caule; CANT (cm) - Comprimento da antera; NSF - Número de sementes/fruto; DDP (cm) - Diâmetro das pétalas; DCL (cm) - Diâmetro do caule; CDP (cm) - Comprimento do pecíolo; LC (cm) - Largura da copa; CF (cm) - Comprimento da folha; CDC (cm) - Comprimento da Corola.

Bento *et al.* (2007), ao utilizar o método de SINGH (1981) para avaliar a importância relativa de 15 características quantitativas em *Capsicum spp.*, determinaram que sete destas características contribuíram com 98,31% para divergência genética, enquanto oito contribuíram com apenas 1,69%. As variáveis que mais contribuíram com a diversidade genética foram número de frutos por planta (45,99%) e o número de sementes por fruto (21,88%).

Diante do exposto, os resultados observados nesse trabalho demonstram que os oito acessos de *Capsicum annuum* analisados foram divergentes, apresentando variabilidade genética, revelando assim, o potencial dos mesmos para serem utilizados como genitores em programas de melhoramento de pimenteiros ornamentais.

4 REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, CMCV; DIAS, LAS; OKABE, ET; MEDEIROS, JRP. Variability in genetic resources of cacao in Rondônia, Brazil. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 5: 318-324, 2005.
- BARROSO, PA; RÊGO, ER; RÊGO, MM; NASCIMENTO, KS; NASCIMENTO, NFF; NASCIMENTO, MF; SOARES, WS; FERREIRA, KTC; OTONI, WC. Analysis of Segregating Generation for Components of Seedling and Plant Height of Pepper (*Capsicum annuum* L.) for Medicinal and Ornamental Purposes. *Acta Hort.* 953: 269-276, 2012.
- BENTO, CS; SUDRÉ, CP; RODRIGUES, R; RIVA, EM; PEREIRA, MG. Descritores qualitativos e multicategóricos na estimativa da variabilidade fenotípica entre acessos de pimenta. *Scientia Agraria* 8: 149-156, 2007.
- CARVALHO, SIC; BIANCHETTI, LB; BUSTAMANTE, PG; SILVA, DB. **Catálogo de germoplasma de pimentas e pimentões (*Capsicum* spp.) da Embrapa Hortaliças**, Embrapa Hortaliças. Documentos n. 49, Brasília: Embrapa Hortaliças, 2003. 49p.
- CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. B.; RIBEIRO, C. S. C.; LOPES, C. A. **Pimentas do gênero *Capsicum* no Brasil**, Embrapa Hortaliças. Documento n. 94, Brasília: Embrapa Hortaliças, 2006. 27p.
- CARVALHO, S.I.C.; BIANCHETTI, L.B. E REIFSCHNEIDER, F.J.B. Registro e proteção de cultivares pelo setor público: a experiência do programa de melhoramento de *Capsicum* da Embrapa Hortaliças. *Horticultura Brasileira* 27: 135-138, 2009.
- COSTA, FR; PEREIRA, TNS; SUDRÉ, CP; RODRIGUES, R. Marcadores RAPD e caracteres morfoagronômicos na determinação da diversidade genética entre acessos de pimentas e pimentões. *Ciência Rural*, 39 (3): 696-704, 2009.
- CRUZ CD; CARNEIRO PCS. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 2 ed. Viçosa: UFV. v. 2, 2006. 585p.
- CRUZ CD; REGAZZI AJ. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 2 ed. Viçosa: UFV, 2001. 390p.
- CRUZ CD; REGAZZI AJ; CARNEIRO PCS. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 4 ed. Viçosa: UFV v.1, 2012, 514p.
- FARIA PN; CECON PR; SILVA AR; FINGER FL; SILVA FF; CRUZ CD; SÁVIO FL. Métodos de agrupamento em estudo de divergência genética de pimentas. *Horticultura Brasileira* 30: 428-432, 2012.
- FERRÃO, L. F. V.; CECON, P. R.; FINGER, F. L.; SILVA, F. F.; PUIATTI, M. Divergência genética entre genótipos de pimenta com base em caracteres morfoagronômicos. *Horticultura Brasileira*, 29: 354-358, 2011.

FRANCO, J; CROSSA, J; TABA, S; SHANDS, H.A sampling strategy for conserving genetic diversity when forming core subsets. *Crop Sci.* 45: 1035-1044, 2005.

GOMES, FP. Curso de estatística experimental. 14^a ed. Piracicaba, Degaspari. 477p. 2000.

GONÇALVES, LSA; RODRIGUES, R; AMARAL, AT JR; KARASAWA, M; SUDRÉ, CP. Comparison of multivariate statistical algorithms to cluster tomato heirloom accessions. *Genet. Mol. Res.* 7: 1289-1297, 2008.

GOTOR, E; ALERCIA, A; RAO, RV; WATTS, J; CARACCILO, F. The scientific information activity of Biodiversity International: the descriptor lists. *Genet. Res. Crop Evol.* 55: 757-772, 2008.

GROSSI S; MORAES JA; MORAES PJ; ARAÚJO TS; BARBOSA JG; FINGER FL; CECON PR. Effects of paclobutrazol on growth and fruiting of Pitanga ornamental pepper. *Acta Horticulturae* 683: 333-336, 2005.

INTERNATIONAL PLANT GENETIC RESOURCES INSTITUTE.IPGRI (1995) Descriptors for capsicum. Rome, IBPGRI, 49 p.

JUNIOR SILVA, WC; CARVALHO, SIC; DUARTE, JB. Identification of minimum descriptors for characterization of *Capsicum* spp. germplasm. *Horticultura Brasileira* 31: 190-202, 2013.

LANNES, SD; FINGER, FL; SCHUELTER, DR; CASALI, VWD. Growth and quality of Brazilian accessions of *Capsicum chinense* fruits. *Scientia Horticulturae* 112: 266-270, 2007.

LAURENTIN, H. Data analysis for molecular characterization of plant genetic resources. *Genet. Res. CropEvol.* 56: 277-292, 2009.

MADAIL, J. C. M.; SCHNEID, L. F.; SIMA, L. F.; WEDT, A. N. **Economia da produção de pimenta vermelha no município de Turuçu-RS.** Embrapa Clima Temperado. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento n. 19, Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2005. 27p.

MORALES-PAYAN JP. Exogenous amino levulinic acid effects on ornamental peppers. *Annual Meeting*, July 8-12, Quebec City, Canada, 2006.

MOSCONE, E.A. et al. The evolution of chili peppers (*Capsicum* – Solanaceae): a cytogenetic perspective. Vith international solanaceae conference. *Acta Horticulturae*, 745: 137-169, 2007.

NEITZKE, R. S.; BARBIERI, R. L.; HEIDEN, G.; CASTRO, C. M. Divergência genética entre variedades locais de *capsicum baccatum* utilizando caracteres multicategóricos. *Magistra*, 20 (3): 249-255, 2008.

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

PEREIRA, TNS; RODRIGUES, R. Recursos genéticos em *Capsicum*: situação atual e perspectivas. In: LIMA, M.C. (org) *Recursos genéticos de hortaliças: riquezas naturais*. São Luís: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, p. 137-159, 2005.

PICKERSGILL B. 1997. Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. *Euphytica* 96: 129-133.

PORTIS E; NERVO G; CAVALLANTI F; BARCHI L; LANTERI S. Multivariate analysis of genetic relationships between Italian pepper landraces. *Crop Science* 46: 2517-2525, 2006.

REGO, E R; RÊGO, M M; CRUZ, C D; CECON, P R; AMARAL, D S S L; FINGER, F L. Genetic diversity analysis of peppers: a comparison of discarding variable methods. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 3(1): 19-26, 2003.

RÊGO, E.R.; FINGER, F.L., CRUZ, C.D.; RÊGO, M.M. Caracterização, diversidade e estimação de parâmetros genéticos em pimenteiras (*Capsicum* spp.). Anais do II Encontro Nacional do Agronegócio Pimentas (*Capsicum* spp.), 2006.

RÊGO ER; RÊGO MM; SILVA DF; CORTEZ RM; SAPUCAY MJLC; SILVA DR; SILVA JUNIOR SJ. Selection For Leaf And Plant Size And Longevity Of Ornamental Peppers (*Capsicum* spp.) Grown In Greenhouse Condition. *Acta Horticulturae* 829: 371-375, 2009a.

RÊGO, E. R. ; REGO, M. M. ; FINGER, F. L. ; CRUZ, C. D. ; CASALI, V. W. D.. A diallel study of yield components and fruit quality in chilli pepper (*Capsicum baccatum*). *Euphytica*, Wageningen, v. 168, p. 275-287, 2009b.

RÊGO, E. R.; SILVA, D. F.; RÊGO, M. M.; SANTOS, R. M. C.; SAPUCAY, M. J. L. C.; SILVA, D. R. Diversidade entre linhagens e importância de caracteres relacionados à longevidade em vaso de linhagens de pimenteiras ornamentais. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, 16 (2): 165-168. 2010.

RÊGO ER; FINGER FL; REGO MM. *Produção, genética e melhoramento de pimentas (Capsicum spp.)*. Recife: Imprima. 223 p, 2011a.

RÊGO ER; REGO MM; CRUZ CD; FINGER FL; CASALI VWD. Phenotypic diversity, correlation and importance of variables for fruit quality and yield traits in Brazilian peppers (*Capsicum baccatum*). *Genet Resour Crop Evol.* 58 (6): 909-918, 2011b.

RÊGO ER; NASCIMENTO MF; NASCIMENTO NFF; SANTOS RMC; FORTUNATO FLG; RÊGO MM. Testing methods for producing self-pollinated fruits in ornamental peppers. *Horticultura Brasileira* 30: 669-672, 2012a.

RÊGO ER; SANTOS R.M. C; RÊGO MM; NASCIMENTO N.F.F.; NASCIMENTO M.F.; BAIRRAL M.A. Quantitative and Multicategorical Descriptors for Phenotypic Variability in a Segregating Generation of Ornamental Peppers. *Acta Hort.* 937: 289-296, 2012b.

REIFSCHNEIDER FJB. (ed). *Capsicum: pimentas e pimentões no Brasil*. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia/Embrapa Hortaliças. 2000. 113p.

SILVA, A.R., CECON, P.R., RÊGO, E.R., NASCIMENTO M. Avaliação do coeficiente de variação experimental para caracteres de frutos de pimenteiras, *Revista Ceres*, 58 (2): 168-171, 2011.

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

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

TOQUICA, S.P.; RODRÍGUEZ, F.; MARTINEZ, E.; DUQUE, M.C.; TOHME, J. Molecular characterization by AFLPs of *Capsicum* germplasm from the Amazon department in Colombia. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 50 (6): 639-647, 2003.

VASCONCELOS, C S; BARBIERI, R L; NEITZKE, R S; PRIORI D; FISCHER, S Z; MISTURA C C. Determinação da dissimilaridade genética entre acessos de *Capsicum chinense* com base em características de flores. *Ceres*, 59 (4): 493-498, 2012.

VASCONCELOS, E S; CRUZ, C D; BHERING, L L; RESENDE JÚNIOR, M F R. Método alternativo para análise de agrupamento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 42 (10): 1421-1428, 2007.

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

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

ARTIGO II

CAPACIDADE DE COMBINAÇÃO PARA CARACTERES DE PORTE EM PIMENTEIRAS ORNAMENTAIS (*Capsicum annuum* L.)

RESUMO

A pimenta é um dos vegetais mais populares no mundo inteiro, devido ao seu sabor típico, pungência e conteúdo nutricional, sendo cultivada em condições tropicais e subtropicais. O presente trabalho tem como objetivo estimar a capacidade geral de combinação (CGC) e a capacidade específica de combinação (CEC) utilizando 11 caracteres quantitativos, e determinar os cruzamentos mais promissores, para fins ornamentais, entre seis genitores de pimenta (*Capsicum annuum*) pertencentes ao banco de germoplasma do CCA-UFPB. O experimento foi conduzido em casa de vegetação no laboratório de Biotecnologia Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB), Areia – PB. Foram utilizados como genitores seis linhagens de pimentas pertencentes ao banco de germoplasma do CCA-UFPB: UFPB 346, UFPB 347, UFPB 348, UFPB 349, UFPB 355 e UFPB 356, em um cruzamento dialélico de meia tabela. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições por genótipo. A caracterização morfoagronômica foi realizada com base na lista de descritores sugerida pelo *Biodiversity International*, sendo avaliados 11 caracteres referentes à planta e inflorescência. Os dados foram previamente submetidos à análise de variância, com posterior agrupamento das médias pelo teste de Scott-Knott, a 1% de probabilidade. A análise dialélica foi realizada conforme a metodologia de Griffing (1956), método II, modelo fixo. De acordo com o teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade os pais e os híbridos apresentaram variação significativa para todas as características avaliadas. Os efeitos de CGC e CEC foram significativos, pelo teste F, em nível de 1% para todas quase todos caracteres avaliados, com exceção do comprimento do caule, comprimento da corola e diâmetro das pétalas, sugerindo que efeitos gênicos aditivos e não-aditivos estão envolvidos no controle genético dessas características. Os efeitos gênicos não aditivos, epistasia e/ou dominância, foram mais importantes do que os efeitos gênicos aditivos no controle da altura da planta, largura da copa, comprimento da folha, comprimento do pecíolo, largura da folha, comprimento da antera e comprimento do filete. O diâmetro do caule apresentou tanto efeitos aditivos quanto não aditivos. Para o comprimento do caule, comprimento da corola e diâmetro das pétalas, os efeitos gênicos aditivos foram mais importantes. Os genitores 346, 348 e 349 podem ser indicados para utilização como parentais em programas de melhoramento de pimentas ornamentais, com base em seus valores de CGC. As melhores combinações híbridas foram 348 x 356, 348 x 355, 347 x 355 e 349 x 356 para o comprimento da folha, comprimento do pecíolo e largura da folha e 346 x 347 e 346 x 348 para o comprimento da corola e diâmetro da pétala.

Palavras-chave: *Capsicum*, capacidade geral de combinação, capacidade específica de combinação.

COMBINING ABILITY OF CHARACTERS FOR PORTE IN ORNAMENTAL PEPPER (*Capsicum annuum*L.)

ABSTRACT

Pepper is one of the most popular vegetables in the world, due to its typical flavor, pungency and nutritional content, being cultivated in tropical and subtropical conditions. This study aims to estimate the general combining ability (GCA) and specific combining ability (SCA) using 11 quantitative traits, and determine the most promising crosses for ornamental purposes, among six parents of pepper (*Capsicum annuum*) belonging to genebank CCA - UFPB. The experiment was conducted in a greenhouse at the Plant Biotechnology Laboratory of the Center for Agricultural Sciences, Federal University of Paraíba (CCA - UFPB), Sand - PB. Were used as parents six strains of chili belonging to the germplasm bank of the CCA-UFPB: UFPB 346, 347 UFPB, UFPB 348, 349 UFPB, UFPB UFPB 355 and 356, in a half diallel cross table. The experimental design was completely randomized with five replicates per genotype. The morphoagronomic was based on the list of descriptors suggested by the International Biodiversity and evaluated 11 characters related to plant and inflorescence. The data were previously submitted to analysis of variance, with subsequent grouping of means by the Scott- Knott test at 1 % probability. The diallel analysis was performed according to the methodology of Griffing (1956) method II, fixed model. According to the Scott- Knott test at 1 % probability parents and hybrids showed significant variation for all traits. The effects of GCA and SCA were significant, the F test at the 1% level for all almost all charactereres assessed with the exception of stem length, diameter and length of the corolla of petals, suggesting that additive genetic effects and non-additive are involved in the genetic control of these traits. The non-additive gene effects, epistasis and / or dominance, were more important than additive effects in controlling plant height, crown width, leaf length, petiole length, leaf width, length and anther length fillet. Stem diameter showed how much non-additive additive effects. To stem length, diameter and length of the corolla of petals, additive effects were more important. The parents 346, 348 and 349 may be indicated for use as parents in breeding of ornamental pepper programs, based on their values of GCA. The best combinations were hídridas 348 x 356, 348 x 355, 347 x 355 and 349 x 356 for the sheet length, petiole length and leaf width and 346 x 347 and 346 x 348 for corolla length and diameter of the petal.

Keywords: Capsicum, general combiningability, specific combiningability

1 INTRODUÇÃO

As pimentas pertencem ao gênero *Capsicum* e são um dos vegetais mais populares no mundo inteiro (Rêgo *et al.*, 2012a). De acordo com Moscone *et al.* (2007), esse gênero compreende 31 espécies exploradas. Estas espécies são agrupadas conforme o nível de domesticação, sendo classificadas como domesticadas, semidomesticadas e silvestres (Büttow *et al.*, 2010). Entre as espécies domesticadas encontram-se: *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* e *C. pubescens* (Pickersgill, 1997).

Os frutos de *Capsicum* são fontes essenciais de antioxidantes naturais, incluindo as vitaminas A, C e E, além dos flavanóides, carotenóides e elementos minerais. (Rêgo *et al.*, 2009a; Rêgo *et al.*, 2012b). Os principais componentes responsáveis pelo sabor picante e pelas atividades biológicas atribuídas às pimentas são os capsaicinóides, dos quais a capsaicina e a dihidrocapsaicina são os mais importantes, encontrados em até 1% da matéria seca do fruto (Simões *et al.*, 2004; Rêgo *et al.*, 2012b).

A popularidade das pimentas pode ser atribuída principalmente ao seu sabor típico, pungência e conteúdo nutricional, sendo cultivadas em condições tropicais e subtropicais, com fins domésticos e de exportação (Maramba *et al.*, 2009). Além de consumidas *in natura*, as pimentas podem ser processadas e utilizadas em diversos produtos alimentícios (Pinto *et al.*, 2007), sendo usadas principalmente para a produção de condimentos, devido as propriedades que conferem cor e sabor aos alimentos, tornando-os mais atraentes (Büttow *et al.*, 2010).

Nos últimos anos a produção de pimentas cresceu consideravelmente, sendo utilizadas também para a produção de sprays de pimenta e na indústria farmacêutica e cosmética, além do seu uso como plantas ornamentais (Pinto *et al.*, 2007).

No Brasil, o mercado de pimentas do gênero *Capsicum* tornou-se muito importante no cenário econômico vegetal, principalmente devido a grande variedade de produtos e subprodutos, como molhos, conservas, geléias, entre outros (Moreira *et al.*, 2006; Bento *et al.*, 2007; Henze Ribeiro, 2008; Sudré *et al.*, 2010). Atualmente, novos produtos como compotas exóticas e chocolate com pimenta, vêm sendo desenvolvidos, além da sua utilização para fins ornamentais (Rêgo *et al.*, 2012c). Plantas menores e compactas são mais atraentes tornando-se adequadas para usos decorativos (Rêgo *et al.* 2009b). As pimentas cultivadas como plantas de vasos ou para jardins são comercializadas no Brasil durante todo o ano (Rêgo *et al.*, 2010).

As pimenteiras ornamentais apresentam grande valor estético, o que pode ser atribuído a características como folhagem variegada, frutos com coloração intensa que contrastam com a folhagem e hábito de crescimento variado (Rêgo *et al.*, 2012b). Outras características que também contribuem para o seu uso como ornamental é o tempo relativamente curto de cultivo, a fácil propagação por sementes e a tolerância ao calor e à seca (Rêgo *et al.*, 2012c). Porém, de acordo com Barroso *et al.* (2012) apenas as cultivares que apresentarem tamanho reduzido e proporcionais são indicadas para o cultivo em vaso.

O gênero *Capsicum* apresenta uma grande diversidade genética para as características de planta, fruto e folha. Esta variabilidade pode ser utilizada na obtenção de novas variedades que visem atender a crescente demanda do mercado nos últimos anos (Rêgo *et al.*, 2003; Stommel e Bosland, 2006; Stommel, 2008; Rêgo *et al.*, 2009a; Rêgo *et al.*, 2011a; Rêgo *et al.*, 2012c). A cor do fruto e a arquitetura da planta são as principais características no melhoramento de pimenteiras ornamentais, buscando-se plantas de pequeno porte e com frutos coloridos e eretos, além de resistentes a pragas e doenças e a estresses abióticos (Rêgo *et al.*, 2009b; Rêgo *et al.* 2012c). O desenvolvimento de cultivares melhoradas nas várias espécies que compõem este gênero é uma área potencial para ampliar e sustentar o agronegócio da pimenta (Moura *et al.*, 2010).

A formação da população base para criar as novas variedades pode ser realizada através da hibridação (Sitaresmi *et al.*, 2010). A produção de híbridos é um dos pontos fundamentais no melhoramento genético de *Capsicum*, pois possibilita a combinação de alelos favoráveis entre genitores diferentes na geração F₁, originando novas cultivares mais produtivas e adaptadas (Rêgo *et al.*, 2009a; Nascimento *et al.*, 2010; Rêgo *et al.*, 2012c). O passo mais importante no desenvolvimento do híbrido é a identificação de combinações parentais que produzam híbridos com rendimento superior (Rêgo *et al.*, 2009b; Rêgo *et al.*, 2011b). Porém, em programas de melhoramento de *Capsicum* são poucos os registros de hibridação interespecífica, apesar de algumas espécies apresentarem características de interesse comercial (Nascimento *et al.*, 2012).

O conhecimento da interação gênica e da herança é essencial para a definição de estratégias eficientes de melhoramento (Stommel *et al.*, 2008). Neste sentido, os cruzamentos dialélicos são ferramentas úteis para estimar a natureza e a magnitude das ações gênicas na expressão de várias características de planta e fruto. O dialelo, consiste no cruzamento entre todos os pares de linhagens parentais para produção de híbridos em todas as combinações

possíveis, que fornecem os valores de heterose, capacidade de combinação e diversidade genética de uma característica (Sitaresmi *et al.*, 2010).

A análise dialélica possibilita a obtenção de informações de um grupo de genitores e a predição do desempenho nas gerações seguintes, avaliando o potencial de diferentes cruzamentos. Esta técnica é utilizada por melhoristas de plantas como uma ajuda na seleção e investigação das propriedades genéticas de pais e seus cruzamentos (Hasanuzzaman *et al.*, 2012; Nascimento *et al.*, 2010).

Os métodos de análise dialélica mais utilizados foram propostos por Griffing (1956), que estima os efeitos e as somas de quadrados de efeitos da capacidade geral e específica de combinação; por Gardner e Ebehart (1966), no qual são avaliados os efeitos de variedades e heterose varietal; e por Hayman (1954), que gera informações sobre os mecanismos básicos de herança da característica em estudo, dos valores genéticos dos genitores utilizados e do limite de seleção (Cruz *et al.*, 2012).

As estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação fornecem informações a respeito da concentração de genes com efeitos predominantemente aditivos, e têm sido de grande importância para indicar os genitores a serem utilizados em programas de melhoramento intrapopulacional (Cruz *et al.*, 2012). A existência de efeitos gênicos aditivos sugere que novas variedades podem ser obtidas em populações segregantes a partir do cruzamento entre os genótipos testados (Rêgo *et al.*, 2012c).

Os efeitos da capacidade específica de combinação são interpretados como o desvio do comportamento do híbrido em relação ao que seria esperado de acordo com a capacidade geral de combinação, sendo uma medida dos efeitos gênicos não aditivos (Cruz *et al.*, 2012). A análise da capacidade específica de combinação é utilizada para auxiliar a seleção de combinações híbridas de interesse para o melhoramento vegetal (Lalla *et al.*, 2010). Híbridos com estimativas de capacidade específica de combinação (CEC) favoráveis, boa média e que envolvam pelo menos um genitor com boa capacidade geral de combinação (CGC) são os mais indicados para utilização em programas de melhoramento (Nascimento *et al.*, 2010).

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi estimar a capacidade geral de combinação (CGC) e a capacidade específica de combinação (CEC) utilizando 11 caracteres quantitativos, e determinar os cruzamentos mais promissores entre seis genitores, como primeiro passo para o programa de melhoramento de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum*).

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.

Foram utilizados como genitores seis linhagens de pimentas pertencentes ao banco de germoplasma do CCA-UFPB: UFPB 346, UFPB 347, UFPB 348, UFPB 349, UFPB 355 e UFPB 356, em cruzamento dialélico de meia tabela. Os cruzamentos manuais foram realizados nos botões florais emasculados antes da antese. Logo após a emasculação, as flores foram polinizadas por meio da condução do pólen de uma planta para o estigma da flor receptora, sendo em seguida, etiquetadas e cobertas com papel alumínio para evitar contaminação. A coleta do fruto maduro foi realizada, em média, de um a dois meses após a polinização. Após a colheita do fruto, foi feita a retirada e contagem das sementes por fruto.

A semeadura dos genitores e suas progênes foi realizada em bandejas de isopor com 128 células, utilizando-se de 2 a 3 sementes por célula, sendo feito o desbaste após a germinação. Quando as plântulas apresentaram quatro folhas definitivas foi realizado o transplante para vasos de plástico de 900 mL, com substrato comercial (Plantmax), onde elas foram cultivadas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições por genótipo.

A caracterização morfoagronômica foi realizada com base na lista de descritores sugerida pelo *Biodiversity International*, sendo avaliados 11 caracteres quantitativos referentes à planta e inflorescência. Os caracteres referentes à planta foram avaliados quando as mesmas apresentaram o primeiro fruto maduro, foram utilizados os descritores quantitativos altura da planta (AP), largura da copa (LC), comprimento do caule (COMC), diâmetro do caule (DCL), comprimento da folha (CF), comprimento do pecíolo (CDP) e largura da folha (LF). Quando as plantas apresentaram 50% de floração foram avaliados os descritores quantitativos comprimento da corola (CDC), diâmetro das pétalas (DDP), comprimento da antera (CANT) e comprimento do filete (CFI).

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa computacional Genes (CRUZ, 2006). Os dados foram previamente submetidos à análise de variância, com posterior agrupamento das médias pelo teste de Scott-Knott, a 1% de probabilidade. A análise dialélica foi realizada conforme a metodologia de Griffing (1956), método II, modelo fixo, a qual permite a obtenção das estimativas da capacidade geral de combinação (CGC) e da

capacidade específica de combinação (CEC), de acordo com o modelo estatístico descrito a seguir. As diferenças significativas entre os efeitos de CGC e CEC foram avaliadas utilizando-se os valores do teste t.

Descrição do modelo:

$$Y_{ij} = m + g_i + g_j + s_{ij} + e_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} : valor médio da combinação híbrida ($i \neq j$) ou do progenitor ($i = j$);

m: média geral;

g_i , e g_j : efeitos da capacidade geral de combinação do i-ésimo e do j-ésimo progenitor, respectivamente;

s_{ij} : efeito da capacidade específica de combinação para os cruzamentos entre os progenitores de ordem i e j; e

e_{ij} : erro experimental médio,

Neste modelo é considerado que $s_{ij} = s_{ji}$.

Os componentes quadráticos que expressam a variabilidade genética do material estudado, em termos de capacidade geral e específica de combinação são estimados por meio das expressões:

$$\phi_g = \frac{QMG - QMR}{p + 2}$$

$$\phi_s = QMS - QMR$$

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observada variação significativa para as características de porte e inflorescência entre pais e híbridos, de acordo com o teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade (Tabela 1). A largura da folha foi a característica que apresentou a maior variabilidade formando seis

classes, seguida da altura da planta e do comprimento do pecíolo com cinco classes. O comprimento do caule, comprimento da folha, comprimento da antera e comprimento do filete apresentaram quatro classes. Três classes foram formadas para a largura da copa e diâmetro do caule. Para o comprimento da corola e diâmetro da pétala os acessos e híbridos formaram dois grupos. Esses resultados demonstram a existência de variabilidade entre os genótipos avaliados. Resultado similar foi relatado por Neitzke *et al* (2010) para a altura da planta, e por Rêgo *et al.* (2011a) e Rêgo *et al.* (2009a) quanto a altura da planta, largura da copa, diâmetro do caule, comprimento da folha, comprimento do pecíolo e largura da folha, evidenciando uma considerável diversidade para estas características e o seu potencial para uso em programas de melhoramento.

O desempenho médio dos parentais e híbridos encontra-se na tabela 1. Alguns híbridos foram superiores para as características comprimento da corola e diâmetro das pétalas (346 x 347, 346 x 348, 346 x 349, 346 x 355 e 349 x 355), comprimento da antera (346 x 355) e comprimento do filete (346 x 355 e 355 x 356). Sendo estas combinações as indicadas com o objetivo de se obter flores maiores e mais vistosas, características de interesse no melhoramento de pimenteiros ornamentais. Já para a redução da largura da copa e do comprimento do caule são indicados os híbridos 349 x 355 e 348 x 349, respectivamente. Para a obtenção de plantas com folhas menores, o que é desejável em pimenteiros ornamentais, é de interesse as combinações híbridas 348 x 355 e 348 x 356, que obtiverem as menores médias para o comprimento e largura da folha e para o comprimento do pedicelo.

Tabela 1. Médias de 11 caracteres de planta avaliados em seis genitores e quinze híbridos de pimenta (*Capsicum annuum*) pertencentes ao banco de germoplasma (BAG). Areia, CCA - UFPB, 2013 - 2014.

Acesso	AP	LC	COMC	DCL	CF	CDP
346	21.20 e	22.80 c	6.50 d	0.76 a	6.76 c	2.76 d
♀ 346 x ♂ 347	43.90 a	31.60 a	15.60 b	0.57 b	9.55 a	4.03 b
♀ 346 x ♂ 348	30.60 c	27.90 b	7.40 d	0.53 c	7.46 b	2.68 d
♀ 346 x ♂ 349	30.00 c	35.40 a	9.10 c	0.56 b	8.90 a	3.43 c
♀ 346 x ♂ 355	40.80 a	35.00 a	11.00 c	0.61 b	8.92 a	4.16 b
♀ 346 x ♂ 356	41.70 a	32.30 a	15.20 b	0.61 b	8.47 a	3.70 c
347	37.00 b	24.00 c	21.40 a	0.57 b	8.41 a	3.90 b
♀ 347 x ♂ 348	43.80 a	31.00 a	15.64 b	0.56 b	9.02 a	3.15 c
♀ 347 x ♂ 349	33.80 b	26.00 b	13.80 b	0.51 c	7.51 b	2.50 d
♀ 347 x ♂ 355	41.60 a	27.30 b	17.92 a	0.53 c	7.27 b	2.21 d
♀ 347 x ♂ 356	38.40 b	26.90 b	19.10 a	0.60 b	7.94 b	4.06 b
348	19.00 e	22.30 c	5.40 d	0.50 c	7.09 b	2.34 d
♀ 348 x ♂ 349	23.60 d	25.80 b	6.30 d	0.52 c	6.56 c	1.95 e
♀ 348 x ♂ 355	28.80 c	25.90 b	11.10 c	0.49 c	5.09 d	1.89 e
♀ 348 x ♂ 356	27.80 c	24.80 b	11.20 c	0.56 b	5.16 d	1.45 e
349	18.48 e	18.58 c	6.34 d	0.58 b	4.45 d	1.81 e
♀ 349 x ♂ 355	26.30 c	24.00 c	10.00 c	0.47 c	6.23 c	2.23 d
♀ 349 x ♂ 356	24.20 d	25.12 b	11.10 c	0.54 c	6.01 c	2.25 d
355	26.80 c	23.30 c	11.40 c	0.51 c	6.43 c	3.13 c
♀ 355 x ♂ 356	33.90 b	25.30 b	14.40 b	0.56 b	7.41 b	3.83 b
356	28.00 c	22.80 c	15.40 b	0.57 b	7.83 b	4.97 a
Acesso	LF	CDC	DDP	CANT	CFI	
346	3.49 c	1.82 a	0.51 a	0.45 a	0.52 c	
♀ 346 x ♂ 347	4.59 a	1.89 a	0.51 a	0.41 b	0.52 c	
♀ 346 x ♂ 348	3.47 c	1.82 a	0.59 a	0.40 b	0.58 b	
♀ 346 x ♂ 349	3.85 b	1.76 a	0.55 a	0.40 b	0.58 b	
♀ 346 x ♂ 355	4.31 a	1.73 a	0.51 a	0.46 a	0.69 a	
♀ 346 x ♂ 356	3.71 b	1.61 b	0.46 b	0.39 b	0.60 b	
347	4.14 a	1.28 b	0.38 b	0.26 d	0.35 d	
♀ 347 x ♂ 348	3.85 b	1.48 b	0.43 b	0.39 b	0.55 b	
♀ 347 x ♂ 349	3.53 c	1.53 b	0.47 b	0.35 c	0.50 c	
♀ 347 x ♂ 355	3.05 d	1.51 b	0.44 b	0.37 c	0.58 b	
♀ 347 x ♂ 356	3.67 b	1.35 b	0.42 b	0.35 c	0.49 c	
348	2.99 d	1.60 b	0.51 a	0.36 c	0.50 c	
♀ 348 x ♂ 349	2.92 d	1.58 b	0.50 a	0.32 c	0.48 c	
♀ 348 x ♂ 355	2.18 f	1.62 b	0.46 b	0.34 c	0.60 b	
♀ 348 x ♂ 356	2.20 f	1.54 b	0.46 b	0.37 c	0.57 b	
349	2.15 f	1.79 a	0.49 a	0.37 c	0.47 c	
♀ 349 x ♂ 355	2.60 e	1.86 a	0.52 a	0.34 c	0.61 b	
♀ 349 x ♂ 356	2.63 e	1.54 b	0.43 b	0.35 c	0.56 b	
355	2.37 f	1.67 a	0.43 b	0.34 c	0.58 b	
♀ 355 x ♂ 356	3.27 c	1.45 b	0.43 b	0.36 c	0.65 a	
356	3.28 c	1.52 b	0.42 b	0.30 d	0.50 c	

Médias seguidas pela mesma letra na vertical não diferem estatisticamente pelo teste de Scott Knott a 1% de significância. AP (cm) - Altura da planta; LC (cm) - Largura da copa; COMC (cm) - Comprimento do caule; DCL (cm) - Diâmetro do caule; CF (cm) - Comprimento da folha; CDP (cm) - Comprimento do pecíolo; LF (cm) - Largura da folha; CDC (cm) - Comprimento da Corola; DDP (cm) - Diâmetro das pétalas; CANT (cm) - Comprimento da antera; CFI (cm) - Comprimento do filete.

Os efeitos de CGC foram significativos, pelo teste F, em nível de 1% para todas as características avaliadas (Tabela 2), sugerindo que efeitos aditivos estão envolvidos no controle genético destas características. Quanto aos efeitos de CEC, a maioria das características avaliadas apresentaram valores significativos a 1% de probabilidade,

demonstrando que os efeitos gênicos não aditivos também podem estar envolvidos no controle dessas características, com exceção do comprimento do caule, comprimento da corola e diâmetro das pétalas, que tiveram valores de CEC não significativos. A magnitude dos efeitos da capacidade geral de combinação (CGC) e da capacidade específica de combinação (CEC) é indicativa da importância relativa da ação gênica aditiva e não aditiva na herança do caráter (Rêgo *et al.*, 2009a).

Tabela 2. Análise de variância das estimativas dos componentes quadráticos associados aos efeitos da capacidade geral de combinação (ϕ_g^2) e capacidade específica de combinação (ϕ_s^2) para 11 características de planta e inflorescência em pimenta (*Capsicum annuum*). Areia, CCA - UFPB, 2013 - 2014.

F.V	GL	AP	LC	COMC	DCL	CF	CDP
Tratamentos	20	329.831	92.955	101.458	0.018	9.632	4.591
CGC	5	748.240**	91.299**	382.181**	0.046**	19.320**	10.489**
CEC	15	190.361**	93.506**	7.884	0.008**	6.403**	2.625**
Resíduo	84	8.923	7.492	4.438	0.003	0.240	0.257
ϕ_g^2	-	18.483	2.095	9.444	0.001	0.477	0.256
ϕ_s^2	-	36.288	17.203	0.689	0.001	1.233	0.474
ϕ_g^2 / ϕ_s^2	-	0.509	0.121	13.707	1.000	0.387	0.540
F.V	GL	LF	CDC	DDP	CANT	CFI	
Tratamentos	20	2.568	0.139	0.013	0.010	0.026	
CGC	5	6.935**	0.406**	0.038**	0.026**	0.063**	
CEC	15	1.112**	0.050	0.004	0.005**	0.014**	
Resíduo	84	0.074	0.040	0.003	0.001	0.002	
ϕ_g^2	-	0.171	0.009	0.001	0.0006	0.001	
ϕ_s^2	-	0.208	0.002	0.0002	0.0007	0.002	
ϕ_g^2 / ϕ_s^2	-	0.822	4.500	5.000	0.857	0.500	

AP (cm) - Altura da planta; LC (cm) - Largura da copa; COMC (cm) - Comprimento do caule; DCL (cm) - Diâmetro do caule; CF (cm) - Comprimento da folha; CDP (cm) - Comprimento do pecíolo; LF (cm) - Largura da folha; CDC (cm) - Comprimento da Corola; DDP (cm) - Diâmetro das pétalas; CANT (cm) - Comprimento da antera; CFI (cm) - Comprimento do filete;

Efeitos aditivos e não aditivos influenciaram o desempenho dos híbridos, como indicado pela razão de ϕ_g^2 / ϕ_s^2 (Tabela 2). A maioria das características apresentaram valores de CGC (ϕ_g^2) / CEC (ϕ_s^2) inferior a um, o que sugere a predominância dos efeitos gênicos não aditivos. Os altos valores de ϕ_s^2 indicam que os efeitos gênicos não aditivos, epistasia e/ou dominância, são mais importantes do que os efeitos gênicos aditivos no controle da altura da planta, largura da copa, comprimento da folha, comprimento do pecíolo, largura da folha, comprimento da antera e comprimento do filete. Para estas características indica-se a produção de híbridos.

Resultado similar foi relatado por Silva *et al.* (2013), El-Bramawy e Shaban (2008) e Kamble *et al.* (2009) para a altura da planta, por Rodrigues *et al.* (2012) para a largura da copa e por Hasanuzzaman *et al.*(2012) e Rêgo *et al.* (2009a) para altura da planta e largura da copa, sugerindo a possibilidade de exploração do vigor híbrido para estas características. Marama *et al.* (2009) observaram para altura da planta, a importância tanto de efeitos aditivos quanto de dominância. Rodrigues *et al.* (2012) no entanto, descreveram que os efeitos gênicos aditivos foram mais importantes em relação à altura da planta. Stommel (2008) também observou maior importância dos efeitos gênicos aditivos para o comprimento da folha. Nascimento *et al.* (2012) descreveram altos valores de herdabilidade para o diâmetro da copa e altura da primeira bifurcação, indicando a presença de efeitos gênicos aditivos, sugerindo que essas características podem ser melhoradas por seleção. No entanto, estes mesmos autores relataram que a seleção seria pouco favorável para a melhoria do diâmetro do caule e largura da folha, uma vez que estas características apresentaram baixa herdabilidade.

O diâmetro do caule apresentou valores semelhantes de ϕ_g^2 e ϕ_s^2 , demonstrando que tanto efeitos aditivos quanto não aditivos estão controlando esta característica. Os valores de ϕ_g^2 foram mais importantes para comprimento do caule, comprimento da corola e diâmetro das pétalas, indicando que ação gênica aditiva foi predominante no controle destas características. Segundo Rêgo *et al.* (2012c) a presença de efeitos gênicos aditivos possibilita a obtenção de novas variedades em populações segregantes a partir do cruzamento entre os genótipos testados. Para essas variáveis o aumento efetivo ou a diminuição podem ser alcançado através de sucessivas gerações de retrocruzamento e seleção de recombinantes a partir de populações segregantes com o evento desejado, ou através de seleção recorrente, aumentando a frequência de alelos favoráveis para estes caracteres (Rêgo *et al.*, 2009a). Diferentemente, Rêgo *et al.* (2009a), observaram que os efeitos gênicos não aditivos, epistasia e/ou dominância foram mais importantes no controle do comprimento do caule, sendo indicado para a melhoria dessa característica a exploração do vigor híbrido.

As estimativas dos efeitos capacidade geral de combinação apresentaram valores significativamente positivos e negativos para todas as características avaliadas (Tabela 3). De acordo com os valores de CGC, os genitores 346, 348 e 349 podem ser indicados para utilização como parentais em programas de melhoramento de pimenteiros ornamentais. Segundo Nascimento *et al.* (2010), os efeitos *per se* dos genitores é um indicativo da superioridade ou inferioridade do mesmo em relação à frequência de alelos favoráveis dos genitores dentro de cada grupo. Na maioria dos casos, boa CGC demonstra desempenho

médio superior, indicando que estes pais podem ser selecionados (Rêgo *et al.*, 2009a; Hasanuzzaman *et al.*, 2012).

Tabela 3. Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação (\hat{g}_i) referente a 11 características de planta e inflorescência em pimenta (*Capsicum annuum*). Areia, CCA - UFPB, 2013 - 2014.

Genitores	AP	LC	COMC	DCL	CF	CDP
346	1.188**	2.721 **	-1.725 **	0.060**	0.748**	0.338**
347	6.951 **	0.596	4.970 **	0.001	0.912**	0.369**
348	-3.412**	-0.754	-2.832**	-0.029**	-0.420**	-0.626**
349	-5.629**	-1.569**	-2.765 **	-0.018*	-0.838**	-0.604**
355	0.638	-0.242	0.265	-0.028**	-0.381**	-0.029
356	0.263	-0.752	2.087 **	0.014	-0.022	0.551**
Genitores	LF	CDC	DDP	CANT	CFI	
346	0.520**	0.141**	0.041**	0.050**	0.024**	
347	0.527**	-0.126**	-0.033**	-0.021**	-0.060**	
348	-0.267**	-0.009	0.019*	-0.004	-0.007	
349	-0.367**	0.067*	0.019*	-0.009	-0.019**	
355	-0.325**	0.026	-0.013	-0.001	0.057**	
356	-0.088*	-0.099**	-0.033**	-0.016**	0.006	

AP (cm) - Altura da planta; LC (cm) - Largura da copa; COMC (cm) - Comprimento do caule; DCL (cm) - Diâmetro do caule; CF (cm) - Comprimento da folha; CDP (cm) - Comprimento do pecíolo; LF (cm) - Largura da folha; CDC (cm) - Comprimento da Corola; DDP (cm) - Diâmetro das pétalas; CANT (cm) - Comprimento da antera; CFI (cm) - Comprimento do filete;

O genitor 349 é considerado um bom pai com base na altura da planta, largura da copa, comprimento do caule, comprimento e largura da folha e comprimento do pedicelo, apresentando valores negativos significativos de CGC para estas características, proporcionando a sua redução. Quanto maiores efeitos de CGC, negativo ou positivo, de um determinado pai mais ele poderá ser considerado superior ou inferior aos outros genitores incluídos no dialelo (Rêgo *et al.*, 2010). Bons genitores com elevados valores absolutos de CGC devem ser selecionados para a utilização em cruzamentos, favorecendo a seleção de linhagens homozigotas em espécies autógamas (Ahmed *et al.*, 1999; Geleta e Labuschagne, 2004; Rêgo *et al.*, 2009a).

Entre as características desejáveis em pimenteiros ornamentais, se destacam variedades com pequeno porte e compactas (Rêgo *et al.*, 2009b; Rêgo *et al.*, 2012c). Valores negativos significativos de \hat{g}_i foram observados no genitor 348 para a altura da planta, comprimento do caule, comprimento da folha e comprimento do pedicelo, indicando a sua utilização em cruzamentos que visem diminuir estas características.

O comprimento e a largura da folha também são variáveis de grande importância. O genitor 355 apresentou valores negativos e significativos para a largura da folha, sugerindo a sua utilização em cruzamentos para reduzir esta característica, uma vez que as folhas influenciam na harmonia da copa, sendo indicadas plantas com folhas menores e proporcionais a sua copa.

O genitor 346 apresentou valores de CGC positivos e significativos para o diâmetro do caule, comprimento da corola e diâmetro das pétala, podendo ser utilizado na melhoria destas características. Variedades com caules mais grossos são desejáveis para evitar o tombamento da planta no vaso. Em relação ao comprimento do caule, o genitor 346 apresentou valor negativo significativo, podendo ser utilizado para diminuição dessa característica.

Para o comprimento da antera, o genitor 346 foi o que apresentou o maior valor positivo significativo de \hat{g}_i , os genitores 347 e 356 apresentaram valores negativos significativos. O genitor 355 apresentou valor de CGC positivo e significativo para o comprimento do filete, podendo ser selecionado para a melhoria deste caráter. Valor negativo significativo para esta característica foi observado no genitor 349.

Vários cruzamentos mostraram CEC significativa para as características em estudo e efeitos positivos e negativos foram observados entre os híbridos (Tabela 4). Os resultados sugerem possibilidade de explorar a heterose para alguns caracteres morfométricos estudados. Valores absolutos de CEC baixos evidenciam que os híbridos F_1 comportaram-se como esperado com base na CGC dos pais. No entanto, altos valores absolutos de CEC demonstram que o desempenho de um cruzamento particular foi relativamente melhor ou pior do que o esperado com base na CGC dos genitores (Gomide *et al.*, 2003; Gomide *et al.*, 2008). Para seleção a partir de populações provenientes de genitores contrastantes, o ideal é associar genótipos que possuam estimativas favoráveis de CGC e CEC (Nascimento *et al.*, 2010), uma vez que o híbrido apresentará desempenho superior ao pai, que por sua vez já é muito bom.

Tabela 4. Estimativa dos efeitos da capacidade específica de combinação para 11 características de planta e inflorescência em 15 híbridos de pimenta (*Capsicum annuum*) pertencentes ao banco de germoplasma (BAG). Areia, CCA - UFPB, 2013 - 2014.

Acesso	AP	LC	COMC	DCL	CF	CDP
♀ 346 x ♂ 347	4.347**	1.707	0.198	-0.053*	0.625**	0.353
♀ 346 x ♂ 348	1.410	-0.643	-0.200	-0.057**	-0.131	-0.008
♀ 346 x ♂ 349	3.027*	7.672 **	1.433	-0.036	1.727**	0.726**
♀ 346 x ♂ 355	7.560**	5.945**	0.303	0.016	1.292**	0.874**
♀ 346 x ♂ 356	8.835**	3.755 **	2.680**	-0.026	0.481*	-0.166
♀ 347 x ♂ 348	8.847**	4.582**	1.345	0.034	1.268**	0.438*
♀ 347 x ♂ 349	1.065	0.397	-0.562	-0.029	0.179	-0.239
♀ 347 x ♂ 355	2.597*	0.370	0.528	-0.003	-0.524*	-1.101**
♀ 347 x ♂ 356	-0.227	0.480	-0.115	0.031	-0.209	0.167
♀ 348 x ♂ 349	1.227	1.547	-0.260	0.006	0.557**	0.202
♀ 348 x ♂ 355	0.160	0.320	1.510	-0.010	-1.368**	-0.426*
♀ 348 x ♂ 356	-0.465	-0.270	-0.212	0.020	-1.659**	-1.444**
♀ 349 x ♂ 355	-0.122	-0.765	0.343	-0.045**	0.186	-0.112
♀ 349 x ♂ 356	-1.847	0.865	-0.380	-0.015	-0.387	-0.675**
♀ 355 x ♂ 356	1.585	-0.283	-0.110	0.019	0.556**	0.331
Acesso	LF	CDC	DDP	CANT	CFI	
♀ 346 x ♂ 347	0.289*	0.255**	0.029	0.017	0.011	
♀ 346 x ♂ 348	-0.029	0.071	0.056*	-0.013	0.012	
♀ 346 x ♂ 349	0.449**	-0.066	0.021	-0.008	0.030	
♀ 346 x ♂ 355	0.869**	-0.049	0.008	0.043**	0.064**	
♀ 346 x ♂ 356	0.030	-0.045	-0.022	-0.006	0.027	
♀ 347 x ♂ 348	0.342**	-0.006	-0.027	0.046**	0.070**	
♀ 347 x ♂ 349	0.116	-0.025	0.015	0.017	0.034	
♀ 347 x ♂ 355	-0.400**	-0.002	0.013	0.026	0.036*	
♀ 347 x ♂ 356	-0.019	-0.045	0.015	0.023	0.001	
♀ 348 x ♂ 349	0.303**	-0.091	-0.015	-0.032*	-0.037*	
♀ 348 x ♂ 355	-0.477**	-0.014	-0.018	-0.022	0.001	
♀ 348 x ♂ 356	-0.693**	0.035	0.004	0.025	0.024	
♀ 349 x ♂ 355	0.040	0.150	0.037	-0.021	0.029	
♀ 349 x ♂ 356	-0.167	-0.047	-0.025	0.008	0.028	
♀ 355 x ♂ 356	0.437 **	-0.096	0.001	0.015	0.036**	

AP (cm) - Altura da planta; LC (cm) - Largura da copa; COMC (cm) - Comprimento do caule; DCL (cm) - Diâmetro do caule; CF (cm) - Comprimento da folha; CDP (cm) - Comprimento do pecíolo; LF (cm) - Largura da folha; CDC (cm) - Comprimento da Corola; DDP (cm) - Diâmetro das pétalas; CANT (cm) - Comprimento da antera; CFI (cm) - Comprimento do filete.

Os híbridos 347 x 348, 346 x 356 e 346 x 355 apresentaram os maiores efeitos positivos significativos de CEC para a altura da planta (Tabela 4). Para o comprimento do caule o híbrido 346 x 356 também apresentou valor positivo significativo de CEC. Porém, para estas características nenhuma combinação híbrida apresentou efeitos de CEC negativo significativo, o que seria de interesse no melhoramento de pimenteiros ornamentais, que busca

variedades com pequeno porte e compactas para o cultivo em vaso. Diferentemente, Rêgo *et al.* (2012) em uma análise dialélica de *C. annuum*, relataram a presença de combinações híbridas com valores negativos de CEC para a altura da planta, diâmetro da copa, comprimento do pecíolo e comprimento da folha, sugerindo a utilização desses híbridos para fins ornamentais por proporcionar a redução destas características. Barroso *et al.* (2012) trabalhando com geração F₂ de pimenteiras ornamentais (*C. annuum*) também descreveram a existência de vários genótipos que podem ser selecionados para diminuição do tamanho da planta e aumento do tamanho da folha. Embora em todos os experimentos tenham sido avaliada a mesma espécie, os diferentes resultados obtidos devem-se ao fato de que os acessos utilizados não foram os mesmos.

De acordo com Barbosa *et al.* (2002) a relação entre o diâmetro da copa, a altura da planta e o tamanho do vaso são características importantes para a harmonia total. A altura da planta e o diâmetro da copa devem ser 1,5 a 2 vezes maior que o diâmetro do vaso. As combinações híbridas com maiores valores significativos positivos de CEC para a largura da copa foram 346 x 349, 346 x 355, 347x 348 e 346 x 356, respectivamente. No entanto, nenhuma combinação híbrida apresentou efeitos de CEC negativo significativo para esta característica. Segundo Taychasinpitak e Taywiya (2003) plantas com copas compactas são desejáveis para o cultivo em vaso. Em relação ao diâmetro do caule os híbridos 346 x 348, 346 x 347 e 349 x 355 apresentaram efeitos de CEC negativos significativos, indicando que essas combinações híbridas tiveram desempenho inferior ao esperado de acordo com a CGC dos pais. Para esta característica nenhuma combinação híbrida apresentou valor positivo significativo de CEC, o que seria desejável, visto que genótipos com maior diâmetro do caule evitam o tombamento da planta no vaso.

O híbrido 348 x 356 apresentou o maior valor negativo significativo de CEC para o comprimento da folha, comprimento do pecíolo e largura da folha, sendo indicado para utilização em programas de melhoramento de pimenteiras ornamentais. Quanto ao comprimento e largura da folha o híbrido 348 x 355 também apresentou efeitos de CEC negativo significativo. Conforme Barroso *et al.* (2012) o comprimento e a largura da folha, juntamente com a altura da planta e o diâmetro da copa são responsáveis por proporcionar a obtenção de plantas mais atrativas visualmente. O híbrido 347 x 355 também demonstrou efeito negativo significativo de CEC para largura da folha, comprimento da folha e comprimento do pecíolo. Em relação a esta última característica efeito negativo significativo de CEC também foi observado para a combinação híbrida 349 x 356. Esses resultados sugerem

que essas combinações híbridas podem ser utilizados em programa de melhoramento de pimenteiros ornamentais, uma vez que as folhas influenciam na harmonia da copa, sendo preferíveis plantas com folhas menores e proporcionais a sua copa.

As combinações híbridas 347 x 348 e 346 x 355 apresentaram o maior valor positivo significativo de CEC para comprimento da antera e comprimento do filete. Para essas mesmas características o maior valor negativo significativo de CEC foi observado no híbrido 348 x 349. Os híbridos 346 x 347 e 346 x 348 apresentaram efeitos positivos significativos de CEC para o comprimento da corola e diâmetro da pétala, respectivamente. Essas combinações híbridas são de interesse no melhoramento de pimenteiros ornamentais, uma vez que plantas com flores vistosas e coloração variada são mais atrativas.

Os efeitos gênicos aditivos foram predominantes para o comprimento do caule, comprimento da corola e diâmetro das pétalas, possibilitando a obtenção de novas variedades em populações segregantes. Para essas variáveis o aumento efetivo ou a diminuição podem ser alcançado através de sucessivas gerações de retrocruzamento e seleção de recombinantes, aumentando a frequência de alelos favoráveis para estes caracteres.

O diâmetro do caule apresentou tanto efeitos aditivos quanto não aditivos. Os efeitos gênicos não aditivos, epistasia e/ou dominância, foram mais importantes no controle da altura da planta, largura da copa, comprimento da folha, comprimento do pecíolo, largura da folha, comprimento da antera e comprimento do filete. Para estas características indica-se a produção de híbridos, visto que o heterozigoto terá o mesmo valor do homozigoto dominante. Podendo também ser indicada a seleção recorrente recíproca ou seleção entre e dentro de famílias de meio-irmãos, que tanto explora a variância genética aditiva como a não aditiva, possibilitando a seleção simultânea de caracteres, tanto com efeitos predominantemente aditivos como aqueles com efeitos não-aditivos, epistasia e/ou dominância.

Os resultados deste estudo mostram claramente que variedades ornamentais podem ser desenvolvidas através da produção de híbridos. Os genitores 346, 348 e 349 são os mais indicados para proporcionar a redução da altura da planta, largura da copa e comprimento do caule. As combinações híbridas 348 x 356, 348 x 355, 347 x 355, 349 x 356 são as mais indicadas para a seleção com base no comprimento e largura da folha e comprimento do pecíolo. Os híbridos 346 x 347 e 346 x 348 podem ser selecionados para aumentar o comprimento da corola e diâmetro das pétalas.

4 REFERÊNCIAS

- AHMED N; TANKI MI; JABEEN N. Heterosis and combining ability studies in hot pepper (*Capsicum annuum* L.). *Appl. Biol. Res.* 1: 11–14, 1999.
- BARBOSA, R.I., LUZ, F.J.F., NASCIMENTO-FILHO, H.R.; MADURO, C.B. *Capsicum* peppers cultivated in Roraima, Brazilian Amazonia. I. Domestic species. *Acta Amazônica* 32:177-132, 2002.
- BARROSO P.A.; RÊGO E.R.; RÊGO M.M.; NASCIMENTO K.S.; NASCIMENTO N.F.F.; NASCIMENTO M.F.; SOARES W.S.; FERREIRA K.T.C.; OTONI W.C. Analysis of Segregating Generation for Components of Seedling and Plant Height of Pepper (*Capsicum annuum* L.) for Medicinal and Ornamental Purposes. *Acta Hort.* 953: 269-276, 2012.
- BENTO CS; SUDRÉ CP; RODRIGUES R; RIVA EM; PEREIRA MG. Descritores qualitativos e multicategóricos na estimativa da variabilidade fenotípica entre acessos de pimenta. *Scientia Agraria* 8: 149-156, 2007.
- BÜTTOW MV; BARBIERI RL; NEITZKE RS; HEIDEN G; CARVALHO FIF. Diversidade genética entre acessos de pimentas e pimentões da Embrapa Clima Temperado. *Ciência Rural* 40 (6): 1264-1269, 2010.
- CRUZ CD; REGAZZI AJ; CARNEIRO PCS. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 4 ed. Viçosa: UFV v.1, 2012, 514p.
- EL-BRAMAWY MAS; SHABAN WI. Inheritance of yield, yield components and resistance to major diseases in *Sesamum indicum*L. *Spanish Journal of Agricultural Research.* 6 (4): 623-628, 2008.
- GELETA LF; LABUSCHAGNE MT. Comparative performance and heterosis in single, three-way and double cross pepper hybrids. *J. Agric. Sci.* 142:659–663, 2004.
- GOMIDE ML; MALUF WR; GOMES LAA. Capacidade de combinação de linhagens elite de pimentão (*Capsicum annuum* L.). *Ciênc. agrotec.*, 32(3): 740-748, 2008.
- GOMIDE ML; MALUF WR; GOMES LAA. Heterose e capacidade combinatória de linhagens de pimentão (*Capsicum annuum* L.). *Ciênc.agrotec.*, 27 (5): 1007-1015, 2003.
- HASANUZZAMAN M; HAKIM M A; FERSDOUS J; ISLAM M M; RAHMAN L. Combining ability and heritability analysis for yield and yield contributing characters in chilli (*Capsicum annuum*) landraces. *Plant Omics Journal*, 5 (4): 337-344, 2012.
- HENZ GP; RIBEIRO CSC. Mercado e comercialização. In: RIBEIRO CSC (ed). *Pimentas Capsicum*. Brasília: Embrapa Hortaliças. p. 15-24, 2008.
- KAMBLE C; MULGE R; MADALAGERI M. B. Combining ability for earliness and productivity in sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Karnataka J. Agric. Sci.*, 22(1): (151-154) 2009.

LALLA JG; LAURA VA; SEABRA JÚNIOR S; CARDOSO AII. Capacidade combinatória e heterose de linhagens de pepino do grupo japonês para caracteres de produção. *Horticultura Brasileira*, 28: 337-343, 2010.

MARAME, F. et al. Genetic analysis for some plant and fruit traits, and its implication for a breeding program of hot pepper (*Capsicum annuum* var. *annuum* L.). *Hereditas*, 146: 131-140, 2009.

MOREIRA GR; CALIMAN FRB; SILVA DJH; RIBEIRO CSC. Espécies e variedades de pimentas. *Informe Agropecuário* 27: 16-29, 2006.

MOSCONE, E.A. et al. The evolution of chili peppers (*Capsicum* – Solanaceae): a cytogenetic perspective. Vith international solanaceae conference. *Acta Horticulturae*, 745: 137-169, 2007.

MOURA MCCL; GONÇALVES LSA; SUDRÉ CP; RODRIGUES R; AMARAL JÚNIOR AT; PEREIRA TNS. Algoritmo de Gower na estimativa da divergência genética em germoplasma de pimenta (*Capsicum chinense*) por meio da análise conjunta de variáveis quantitativas e qualitativas. *Horticultura Brasileira*, 28: 155-161, 2010.

NASCIMENTO, I R; MALUF, W R; GONÇALVES, L D; FARIA, M V; RESENDE, J T V; NOGUEIRA, D W. Capacidade combinatória de linhagens de pimentão a partir de Análise dialélica multivariada. *Acta Scientiarum Agronomy*, 32 (2): 235-240, 2010.

NASCIMENTO N.F.F; RÊGO E.R.; NASCIMENTO M.F.; FINGER F.L., BRUCKNER C.H.; SILVA NETO J.J; RÊGO M.M. Heritability and Variability of Morphological Traits in a Segregating Generation of Ornamental Pepper. *Acta Hort.* 953: 299-304, 2012.

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

PICKERSGILL B. 1997. Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. *Euphytica* 96: 129-133.

PINTO CMF; CALIMAN FRB; MOREIRA GR; MATTOS RN; ROCHA PRR; VENZON M; PAULA JÚNIOR TJ. Pimenta (*Capsicum* spp.). In: PAULA JÚNIOR TJ; VENZON M. (coord). *101 Culturas: manual de tecnologias agrícolas*. Belo Horizonte: EPAMIG. p. 625-632, 2007.

REGO, E R; RÊGO, M M; CRUZ, C D; CECON, P R; AMARAL, D S S L; FINGER, F L. Genetic diversity analysis of peppers: a comparison of discarding variable methods. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 3(1): 19-26, 2003.

RÊGO ER; REGO MM; FINGER FL; CRUZ CD; CASALI VWD. A diallel study of yield components and fruit quality in chilli pepper (*Capsicum baccatum*). *Euphytica* (Wageningen), 168: 275-287, 2009a.

REGO, E. R. ; RÊGO, M. M. ; SILVA, D. F. ; CORTEZ, R. M. ; SAPUCAY, M. J. L. C.; SILVA, D. R. ; SILVA JUNIOR, S. J. Selection for leaf and plant size and longevity of

ornamental peppers (*Capsicum* spp.) grown in greenhouse condition. *Acta Horticulturae*, 829: 371-375, 2009b.

RÊGO, E. R.; SILVA, D. F.; RÊGO, M. M.; SANTOS, R. M. C.; SAPUCAY, M. J. L. C.; SILVA, D. R. Diversidade entre linhagens e importância de caracteres relacionados à longevidade em vaso de linhagens de pimenteiras ornamentais. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, 16 (2): 165-168. 2010.

RÊGO ER; REGO MM; CRUZ CD; FINGER FL; CASALI VWD. Phenotypic diversity, correlation and importance of variables for fruit quality and yield traits in Brazilian peppers (*Capsicum baccatum*). *Genet Resour Crop Evol.* 58 (6): 909-918, 2011a.

RÊGO ER; FINGER FL; REGO MM. *Produção, genética e melhoramento de pimentas (Capsicumssp.)*. Recife: Imprima. 223 p, 2011b.

RÊGO E.R; FINGER F.L.; MAPELI A.M.; NASCIMENTO N.F.F.; NASCIMENTO M.F.; SANTOS R.M.C.; RÊGO M.M. Anthocyanin Content and Total Phenolics of Flowers and Leaves in Ornamental Peppers. *Acta Hort.* 937: 283-288, 2012a.

RÊGO, E.R., FINGER, F.L.; RÊGO, M.M.. Consumption of pepper in Brazil and its implications on nutrition and health of humans and animals. p.159-170. In: M.A. Salazar and J.M. Ortega (eds.), *Peppers: Nutrition, Consumption and Health*, Nova Publishers. New York, USA. 2012b.

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. Analysis of Diallel Cross for Some Vegetative Traits in Chili Pepper. *Acta Hort.* 937: 297-304, 2012c.

RODRIGUES R; GONÇALVES LSA; BENTO CS; SUDRÉ CP; ROBAINA RR; AMARAL JÚNIOR AT. Combining ability and heterosis for agronomic traits in chili pepper. *Horticultura Brasileira* 30: 226-233, 2012.

SILVA VMP; CARNEIRO PCS; MENEZES JÚNIOR JAN; CARNEIRO VQ; CARNEIRO JES; CRUZ C D; BORÉM A. Genetic potential of common bean parents for plant architecture improvement. *Sci. Agric.* 70 (3): 167-175, 2013.

SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A. E PETROVICK, P. R. - *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. 5 ed. Editora da UFRGS / Editora da UFSC, 1102p, 2004.

SITARESMI T; SUJIPRIHATI S; SYUKUR M. 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, 2010.

STOMMEL J R. Inheritance of Fruit, Foliar, and Plant Habit Attributes in *Capsicum*. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.*, 133 (3): 396–407, 2008.

STOMMEL, J.R.; BOSLAND P.W..Pepper, ornamental, *Capsicum annum*, p. 561–599. In: ANDERSON, N.O. (ed.). *Flower breeding and genetics: Issues, challenges and opportunities for the 21st century*. Springer, Dordrecht, The Netherlands. 2006.

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

TAYCHASINPTAK, T. AND TAYWIA, P. Specific Combining Ability of Ornamental Pepper (*Capsicum annuum* L.). *Nat. Sci.* 37:123-128, 2003.

ARTIGO III

HERANÇA DE CARACTERES RELACIONADOS A PORTE EM PIMENTEIRAS ORNAMENTAIS (*Capsicum annuum* L.)

RESUMO

O gênero *Capsicum* apresenta grande diversidade genética, podendo ser utilizado em programas de melhoramento genético. A hibridação é uma alternativa para o desenvolvimento de novas cultivares mais produtivas e adaptadas. Este trabalho tem como objetivo obter informações sobre a herança de 11 caracteres quantitativos em pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum*) a partir da metodologia de análise dialélica proposta por Hayman (1954). O experimento 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. Foram utilizados como genitores seis linhagens de pimentas pertencentes ao banco de germoplasma do CCA-UFPB: UFPB 346, UFPB 347, UFPB 348, UFPB 349, UFPB 355 e UFPB 356, em cruzamento dialélico de meia tabela. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições por genótipo. A caracterização morfoagronômica foi realizada com base na lista de descritores sugerida pelo *Biodiversity International*, sendo avaliados 11 caracteres quantitativos referentes à planta e inflorescência. Os dados foram previamente submetidos à análise de variância e posteriormente à análise dialélica realizada conforme a metodologia de Hayman (1954). No teste da adequação do modelo aditivo-dominante, utilizou-se a estatística t. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa computacional Genes (CRUZ, 2006). Os efeitos de tratamento (genitores e híbridos F₁) foram significativos, pelo teste F, em nível de 1% para todas as características avaliadas. Quanto ao teste de suficiência modelo aditivo–dominante, todas as características apresentaram adequação. Os alelos recessivos foram os responsáveis pelo aumento do diâmetro do caule, comprimento do pecíolo e diâmetro das pétalas. Para a altura da planta, largura da copa, comprimento do caule, comprimento da folha, largura da folha, comprimento da corola, comprimento da antera e comprimento do filete o aumento do caráter foi proporcionado pela concentração de alelos dominantes. A variância dos componentes genéticos (D, F, H₁, H₂, h² e D-H₁) e ambiental (E) apresentaram valores não significativos para quase todas as características avaliadas, com exceção da altura da planta que apresentou valor de h² significativo. A herdabilidade no sentido amplo foi alta para todas as características avaliadas. Para a maioria dos caracteres avaliados a herdabilidade no sentido restrito apresentou valores satisfatórios, com exceção da largura da copa, comprimento da folha e comprimento do pecíolo.

Palavras-chave: análise dialélica, *Capsicum*, herança

HERITAGE OF RELATED CHARACTERS IN A PORTE ORNAMENTAL PEPPER (*Capsicum annuum* L.)

ABSTRACT

The *Capsicum* genus presents high genetic diversity, which can be used in breeding programs. Hybridization is an alternative to the development of new and more productive adapted cultivars. This paper aims to obtain information on the inheritance of quantitative characters in 11 ornamental pepper (*Capsicum annuum*) from the diallel analysis methodology proposed by Hayman (1954). The experiment was conducted in a greenhouse at the Plant Biotechnology Laboratory of the Center for Agricultural Sciences, Federal University of Paraíba (CCA - UFPB), Sand - PB. UFPB 346, 347 UFPB, UFPB 348, 349 UFPB, UFPB UFPB 355 and 356 in a half diallel cross table: six strains of chili belonging to the germplasm bank of the CCA- UFPB were used as parents. The experimental design was completely randomized with five replicates per genotype. The morphoagronomic was based on the list of descriptors suggested by the International Biodiversity and evaluated 11 quantitative traits related to plant and inflorescence. The data were previously submitted to analysis of variance and subsequently the diallel analysis performed according to the methodology of Hayman (1954). The test of the adequacy of the additive - dominant model, we used the t statistic. All statistical analyzes were performed using the computer program Genes (Cruz, 2006). The effects of treatment (parents and F1 hybrids) were significant, the F test at the 1% level for all traits. As to the sufficiency of additive - dominant model test, all features were appropriate. The recessive alleles were responsible for the increase in stem diameter, petiole length and diameter of the petals. For plant height, crown width, stem length, leaf length, leaf width, corolla length, anther length and length of the fillet increased character was provided by the dominant allele concentration. The components of genetic variance (D, F, H_1 , H_2 , h^2 and $H_1 - D$) and environmental (E) showed no significant values for almost all traits, except plant height showed that the mean value of h^2 . The Broad sense heritability was high for all traits. For most traits the narrow sense heritability values were satisfactory, except for the crown width, leaf length and petiole length.

Keywords: diallel analysis, *Capsicum*, heritage

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado um dos diversos centros de origem para o gênero *Capsicum*, abrigando espécies domesticadas, semidomesticadas e silvestres (Carvalho *et al.*, 2003, Rêgo *et al.*, 2012a). Entre as espécies domesticadas estão *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* e *C. pubescens* (Pickersgill, 1997).

As pimentas representam um importante mercado para a agricultura brasileira, incluindo o seu uso como matéria-prima para as indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética, abrangendo produtos *in natura*, formas processadas e ornamentais (Bento *et al.*, 2007; Matos *et al.*, 2011; Rêgo *et al.*, 2011a).

Cultivares de pimenteiras desenvolvidas para fins ornamentais devem ter valor estético, ser de fácil propagação e apresentar fases vegetativas curtas (Rêgo 2012b). A princípio qualquer espécie de pimenteira poderia ser utilizada como ornamental, no entanto, segundo Barroso *et al.* (2012) apenas cultivares que apresentem tamanho reduzido e proporcionais ao diâmetro do vaso é que podem ser utilizadas como ornamentais. Plantas baixas e com fruto coloridos e eretos são preferíveis para a utilização em vasos (Rêgo *et al.*, 2009a).

O gênero *Capsicum* pode ser utilizado em programas de melhoramento, pois apresenta uma grande variabilidade genética (Rêgo *et al.*, 2003; Pereira e Rodrigues, 2005; Rêgo *et al.*, 2011b; Rêgo *et al.*, 2012b). A escolha dos genitores para a produção de híbridos superiores é o primeiro passo para um programa de melhoramento genético bem sucedido (Rêgo *et al.*, 2009b, Rêgo *et al.*, 20011b). Normalmente, um dos pais é escolhido em razão de seu comportamento frente à variedade a ser substituída e o outro é escolhido por preencher deficiências específicas do primeiro genitor (Rêgo *et al.*, 2011a).

A utilização de cruzamentos dialélicos facilita a escolha de genitores por meio de seus valores genéticos e da habilidade de se combinar em híbridos que originem populações segregantes produtivas. A análise dialélica possibilita a identificação de métodos mais eficientes de seleção e o conhecimento das bases genéticas que controlam as características, auxiliando o melhorista na condução de populações segregantes e na seleção (Poletine *et al.*, 2006; Rêgo *et al.*, 2009b; Nascimento *et al.*, 2010; Cruz *et al.*, 2012).

As metodologias de análise dialélica mais empregadas são as de Griffing (1956), em que são estimados os efeitos e as somas de quadrados de efeitos da capacidade geral e específica de combinação; a apresentada por Gardner e Eberhart (1966), na qual são avaliados

os efeitos de variedades e heterose varietal; e a proposta por Hayman (1954), que fornece informações sobre o mecanismo básico de herança do caráter em estudo, dos valores genéticos dos genitores utilizados e do limite de seleção (Cruz *et al.*, 2012).

A metodologia de análise dialélica proposta por Hayman (1954) possibilita o estudo da herança de caracteres quantitativos por meio da avaliação de parâmetros como distribuição de alelos entre genitores, grau médio de dominância, proporção entre genes dominantes e recessivos, limite teórico de seleção, relação entre alelos favoráveis e dominância, coeficiente de determinação genotípica, entre outros (Rêgo, 2001). Além de proporcionar a discriminação dos genitores que apresentam maior e menor média, indicar o valor médio esperado para os genitores completamente dominante ou recessivo em relação aos genes segregantes no dialelo, estimar os limites máximo e mínimo a serem obtidos por seleção, e informar se os acréscimos na média do caráter são de responsabilidade de alelos dominantes ou recessivos (Cruz *et al.*, 2012). No entanto, esta análise possui algumas restrições, como segregação diplóide, genitores homocigotos, falta de efeito materno, ausência de alelismo múltiplo, distribuição independente dos genes entre os genitores, e ausência de epistasia.

Em autógamias geralmente as três primeiras condições são totalmente satisfeitas, normalmente se dispõe de indivíduos diplóides, a homocigose é conseguida espontaneamente e habitualmente não há registros de acontecimentos de efeito materno para vários caracteres economicamente importantes. Em um sistema gênico restrito a dois alelos por loco, a existência de alelismo múltiplo também não tem grande influência nos resultados. A principal causa de erros na análise dialélica ocorre na maior parte das vezes pela suposição antecipada da distribuição independente entre os genitores. Todavia, Hayman (1960) observa que, quando se trabalha com um número limitado de genitores ($p < 10$) e o modelo genético é fixo, as estimativas dos parâmetros genéticos são pouco influenciadas pelas falhas nas pressuposições (Cruz *et al.*, 2012).

Diante do exposto, o presente trabalho tem como objetivo obter informações sobre a herança de 11 caracteres quantitativos em pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum*) e sobre os valores genéticos dos seis progenitores utilizados do banco de germoplasma do CCA-UFPB, a partir da metodologia de análise dialélica proposta por Hayman (1954).

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. Foram utilizados como genitores seis linhagens de pimentas pertencentes ao banco de germoplasma do CCA-UFPB: UFPB 346, UFPB 347, UFPB 348, UFPB 349, UFPB 355 e UFPB 356 (Tabela 1) , em cruzamento dialélico de meia tabela.

Tabela 1. Médias de 11 caracteres de planta avaliados em seis genitores de pimenta (*Capsicum annuum*). Areia, CCA - UFPB, 2013 - 2014.

Acesso	AP	LC	COMC	DCL	CF	CDP
346	21.20	22.80	6.50	0.76	6.76	2.76
347	37.00	24.00	21.40	0.57	8.41	3.90
348	19.00	22.30	5.40	0.50	7.09	2.34
349	18.48	18.58	6.34	0.58	4.45	1.81
355	26.80	23.30	11.40	0.51	6.43	3.13
356	28.00	22.80	15.40	0.57	7.83	4.97
Acesso	LF	CDC	DDP	CANT	CFI	
346	3.49	1.82	0.51	0.45	0.52	
347	4.14	1.28	0.38	0.26	0.35	
348	2.99	1.60	0.51	0.36	0.50	
349	2.15	1.79	0.49	0.37	0.47	
355	2.37	1.67	0.43	0.34	0.58	
356	3.28	1.52	0.42	0.30	0.50	

AP (cm) - Altura da planta; LC (cm) - Largura da copa; COMC (cm) - Comprimento do caule; DCL (cm) - Diâmetro do caule; CF (cm) - Comprimento da folha; CDP (cm) - Comprimento do pecíolo; LF (cm) - Largura da folha; CDC (cm) - Comprimento da Corola; DDP (cm) - Diâmetro das pétalas; CANT (cm) - Comprimento da antera; CFI (cm)- Comprimento do filete.

Inicialmente foram realizados cruzamentos manuais nos botões florais emasculados antes da antese. Logo após a emasculação, as flores foram polinizadas por meio da condução do pólen de uma planta para o estigma da flor receptora, sendo em seguida, etiquetadas e cobertas com papel alumínio para evitar contaminação, conforme descrito por Rêgo *et al.* (2012b). A coleta do fruto maduro foi realizada, em média, de um a dois meses após a polinização. Após a colheita do fruto, foi feita a retirada e contagem das sementes por fruto.

Os genitores e suas progênies foram semeados em bandejas de isopor com 128 células, utilizando-se de 2 a 3 sementes por célula, sendo feito desbaste após a germinação. O transplante para vasos de plástico de 900 mL, com substrato comercial (Plantmax), foi realizado quando as plântulas apresentaram quatro folhas definitivas. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco repetições por genótipo.

A caracterização morfoagronômica foi realizada com base na lista de descritores sugerida pelo *Biodiversity International*, sendo avaliados 11 caracteres quantitativos referentes à planta e inflorescência. Os caracteres referentes à planta foram avaliados quando as mesmas apresentaram o primeiro fruto maduro, foram utilizados os descritores quantitativos altura da planta (AP), largura da copa (LC), comprimento do caule (COMC), diâmetro do caule (DCL), comprimento da folha (CF), comprimento do pecíolo (CDP) e largura da folha (LF). Quando as plantas apresentaram 50% de floração foram avaliados os descritores quantitativos comprimento da corola (CDC), diâmetro das pétalas (DDP), comprimento da antera (CANT) e comprimento do filete (CFI).

Os dados foram previamente submetidos à análise de variância e posteriormente à dialélica realizada conforme a metodologia de Hayman (1954), avaliando-se o grau médio de dominância, a distribuição dos alelos entre os genitores, o limite teórico da seleção, a relação entre os alelos favoráveis e dominância, a proporção entre genes dominantes e recessivos e o coeficiente de determinação genotípico.

No teste da adequação do modelo aditivo-dominante, utilizou-se a estatística t, em que o coeficiente de regressão β foi avaliado de acordo com as hipóteses $\beta = 1$ ou $\beta^* = 0$ (após rotação de eixos). Na ausência de epistasia, espera-se que " β " não difira estatisticamente de 1 e β^* não difira de 0 (zero).

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

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os efeitos de tratamento (genitores e híbridos F₁) foram significativos, pelo teste F, em nível de 1% para todas as características avaliadas (Tabela 2), indicando a existência de variabilidade genética e a possibilidade de se obterem ganhos genéticos para essas características em trabalhos futuros com essas espécies (Ferrão *et al.*, 2011). Os coeficientes de variação (CV) variaram de 6,75% (CF) a 17,33% (COMC) (Tabela 1), sendo estes valores considerados satisfatórios. Segundo Silva *et al.* (2011) os valores de CV variam de acordo com a característica, com o acesso e com a espécie avaliada. Resultados mais precisos e informações confiáveis são obtidos quando se reduz o efeito do erro experimental.

Tabela 2– Resumo da análise de variância dos 11 caracteres quantitativos avaliados quanto ao efeito dos tratamentos. Areia, CCA - UFPB, 2013 - 2014.

F.V	QM					
	AP	LC	COMC	DCL	CF	CDP
Tratamentos	329.83**	92.95**	101.46**	0.02**	9.63**	4.59**
Média Geral	31.41	26.58	12.16	0.56	7.26	2.97
C.V.	9.51	10.30	17.33	9.34	6.75	17.04

F.V	QM				
	LF	CDC	DDP	CANT	CFI
Tratamentos	2.57**	0.14**	0.01**	0.01**	0.03**
Média Geral	3.25	1.62	0.47	0.37	0.55
C.V.	8.39	12.44	11.93	9.89	8.24

AP (cm) - Altura da planta; LC (cm) - Largura da copa; COMC (cm) - Comprimento do caule; DCL (cm) - Diâmetro do caule; CF (cm) - Comprimento da folha; CDP (cm) - Comprimento do pecíolo; LF (cm) - Largura da folha; CDC (cm) - Comprimento da Corola; DDP (cm) - Diâmetro das pétalas; CANT (cm) - Comprimento da antera; CFI (cm)- Comprimento do filete.

As restrições impostas na utilização do método de Hayman (1954a, 1954b) foram avaliadas pelo teste de suficiência do modelo aditivo-dominante (Tabela 3), sendo elas: genitores homozigotos; segregação diplóide; ausência de efeitos maternos; ausência de alelismo múltiplo; genes distribuídos independentemente entre os genitores e ausência de epistasia. Na maioria das vezes, a principal causa de falhas na análise dialélica se deve a pressuposição de distribuição independente entre os genitores e a presença de epistasia. No entanto, Hayman (1960) considera que quando se trabalha com pequeno número de progenitores ($p < 10$) e o modelo genético é fixo, caso do presente trabalho, as estimativas dos parâmetros genéticos são pouco comprometidas pelas falhas nas pressuposições.

No teste de suficiência do modelo aditivo–dominante os caracteres largura da copa, comprimento da folha e largura da folha, mostraram valores não significativos dos coeficientes de regressão, evidenciando a validade das pressuposições impostas e indicando a viabilidade deste modelo no estudo genético dessas características (Tabela 3). Segundo Mather e Jinks (1984), quando há falha no ajuste ao modelo aditivo-dominante, o uso de uma escala transformada pode remover ou reduzir substancialmente a interdependência dos efeitos dos genes, tornando possível a sua utilização. Após a transformação logarítmica dos dados houve adequação ao modelo aditivo-dominante para a altura da planta, comprimento do caule, diâmetro do caule, comprimento do pecíolo, comprimento da corola, diâmetro das pétalas, comprimento da antera e comprimento do filete, sendo parcialmente adequados.

Tabela 3 – Teste de suficiência do modelo aditivo – dominante, de 11 características de pimenta, segundo metodologia de Hayman (1954).

Caráter	QMRegressão	QMDesvio	Regressão $W_i = a + b V_i$		Valor de t e Significância ($H_0: \beta=0$) após rotação	Adequação ao modelo
			Intercepto (a) Estimativa (DP)	Coef.Linear ($H_0: \beta = 1$) Estimativa F (DP)		
AP	1953.12926*	98.206024	-11.44083 (9.826779)	0.833443 (0.186888)*	0.443224ns	Parcialmente adequado
LC	4.409586ns	9.463299	-0.372789 (2.9075)	0.108995 (0.159672)ns	2.774875ns	Adequado
COMC	52.489378**	0.495758	9.168964 (1.025481)	0.951456 (0.092466)**	0.32731ns	Parcialmente adequado
DCL	0.000023**	0.0	0.000242 (0.0)	1.029919 (0.133158)**	-0.494365ns	Parcialmente adequado
CF	0.363644ns	0.085391	-0.136959(0.374537)	0.456653 (0.221287)ns	1.345758ns	Adequado
CDP	0.985306**	0.0358	-0.188761 (0.142717)	0.876914 (0.167153)**	0.356749ns	Parcialmente adequado
LF	0.024893ns	0.008918	0.07545 (0.122258)	0.505865 (0.302774)ns	0.623254ns	Adequado
CDC	0.000559*	0.000069	0.003108 (0.006403)	0.777821 (0.273192)*	0.176543ns	Parcialmente adequado
DDP	0.000001**	0.0	0.000551 (0.0)	0.600909(0.115966)**	2.522767ns	Parcialmente adequado
CANT	0.000003*	0.0	-0.000028 (0.0)	0.988303 (0.266846)*	-0.490117ns	Parcialmente adequado
CFI	0.000015**	0.0	-0.000893 (0.0)	1.078696 (0.111122)**	-0.958301ns	Parcialmente adequado

AP (cm) - Altura da planta; LC (cm) - Largura da copa; COMC (cm) - Comprimento do caule; DCL (cm) - Diâmetro do caule; CF (cm) - Comprimento da folha; CDP (cm) - Comprimento do pecíolo; LF (cm) - Largura da folha; CDC (cm) - Comprimento da Corola; DDP (cm) - Diâmetro das pétalas; CANT (cm) - Comprimento da antera; CFI (cm)- Comprimento do filete.

As correlações $\hat{W}_i + \hat{V}_i$ e \hat{Y}_{ii} foram negativas para a altura da planta, largura da copa, comprimento do caule, comprimento da folha, largura da folha, comprimento da corola, comprimento da antera e comprimento do filete, variando de -0,6495 à -0,8697 (Tabela 4), indicando que os alelos dominantes, em sua maioria, são os responsáveis pelo aumento destas características. Diferentemente, Maramba *et al.* (2009) descreveram que os alelos recessivos foram os responsáveis pelo aumento da altura da planta em *Capsicum annuum*. Essa diferença observada pode ser atribuída a utilização de acessos diferentes, embora sejam da mesma espécie. Quando os alelos recessivos estão atuando no sentido de aumentar ou diminuir a característica, dependendo do interesse do melhorista, a seleção é facilitada, uma vez que o fenótipo selecionado corresponde ao genótipo desejável.

Para o diâmetro do caule, comprimento do pecíolo e diâmetro das pétalas as correlações $\hat{W}_i + \hat{V}_i$ e \hat{Y}_{ii} , foram positivas, variando de 0,4280 a 0,9287, evidenciando que o aumento nos valores observados nos caracteres são em sua maioria proporcionados por alelos recessivos (Tabela 4). De acordo com Askel e Johnson (1963), quando os valores de r^2 são próximos de um, a predição dos pais completamente homocigotos, dominante ou recessivo, é mais precisa, tornando mais eficiente a predição dos limites de seleção.

A variância dos componentes genéticos (D, F, H_1 , H_2 , h^2 e D- H_1) e ambiental (E) apresentaram valores não significativos para quase todas as características avaliadas, com exceção da altura da planta que apresentou valor de h^2 significativo (Tabela 5). Hayman (1954) recomenda a análise e interpretação das informações genéticas, grau médio de dominância, distribuição dos alelos entre os genitores, limite teórico da seleção, relação entre os alelos favoráveis e dominância, número de genes com dominância, proporção entre genes dominantes e recessivos e coeficiente de determinação genotípico, apenas quando os componentes forem significantes. Portanto, não será realizada a interpretação dessas informações genéticas, uma vez que os componentes foram não significativos.

Tabela 4 – Parâmetros estimados no dialelo, pelo método de Hayman (1954), para onze características de pimenta.

Genitores	AP		LC		COMC		DCL		CF		CDP	
	Média	$\hat{W}_i + \hat{V}_i$	Média	$\hat{W}_i + \hat{V}_i$	Média	$\hat{W}_i + \hat{V}_i$						
346	21.2	128.1848	22.8	19.8584	6.5	38.2104	0.756	0.0128	6.76	1.15130	2.76	0.7522
347	37.0	9.3678	24.0	8.9212	21.4	24.4799	0.57	0.0015	8.414	1.2193	3.902	1.2156
348	19.0	123.0027	22.3	10.5616	5.4	38.7809	0.502	0.0018	7.086	2.8488	2.34	0.2536
349	18.48	55.8793	18.58	35.5776	6.34	25.6192	0.58	0.0039	4.454	3.4291	1.814	0.4439
355	26.8	74.1083	23.3	20.3512	11.4	27.0024	0.514	0.0060	6.428	2.1399	3.132	1.363
356	28.0	67.9459	22.8	11.7708	15.4	25.5676	0.57	0.0021	7.826	2.4119	4.968	2.9241
$r(\hat{Y}_i, \hat{W}_i + \hat{V}_i)$	-0.7512		-0.8497		-0.6795		0.8248		-0.6495		0.9287	
(\hat{W}_R, \hat{V}_R)	(69.6146, 97.2537)		(33.8168, 313.6801)		(28.7923, 20.6245)		(0.0078, 0.0074)		(4.2401, 9.5852)		(1.6436, 2.0895)	
(\hat{W}_D, \hat{V}_D)	(-9.8260, 1.9376)		(-0.3687, 0.0373)		(13.4531, 4.5028)		(0.00025, 0.00001)		(-0.1327, 0.0094)		(-0.1693, 0.0222)	
Equação de predição	$\hat{Y}_i = 34.2120 - 0.1195(\hat{W}_i + \hat{V}_i)$		$\hat{Y}_i = 25.2075 - 0.1632(\hat{W}_i + \hat{V}_i)$		$\hat{Y}_i = 30.3991 - 0.6454(\hat{W}_i + \hat{V}_i)$		$\hat{Y}_i = 0.4995 + 17.5112(\hat{W}_i + \hat{V}_i)$		$\hat{Y}_i = 9.0049 - 0.9895(\hat{W}_i + \hat{V}_i)$		$\hat{Y}_i = 1.8849 + 1.0941(\hat{W}_i + \hat{V}_i)$	
Limite \hat{Y}_R	14.2703		-31.4906		-1.4950		0.7655		-4.6748		5.9693	
Limite \hat{Y}_D	35.1547		25.2616		18.8102		0.5040		9.1269		1.7239	

Continuação da tabela 4

Genitores	LF		CDC		DDP		CANT		CFI	
	Média	$\hat{W}_i + \hat{V}_i$	Média	$\hat{W}_i + \hat{V}_i$	Média	$\hat{W}_i + \hat{V}_i$	Média	$\hat{W}_i + \hat{V}_i$	Média	$\hat{W}_i + \hat{V}_i$
346	3.486	0.2681	1.816	0.0048	0.508	0.0035	0.45	0.0016	0.522	0.0072
347	4.14	0.5654	1.276	0.0799	0.384	0.0037	0.26	0.0056	0.35	0.0122
348	2.994	0.7661	1.602	0.0315	0.51	0.0055	0.356	0.0010	0.498	0.0033
349	2.146	0.7874	1.79	0.0425	0.494	0.0028	0.366	0.0017	0.466	0.0064
355	2.366	0.9138	1.674	0.0465	0.426	0.0032	0.344	0.0038	0.578	0.0028
356	3.28	0.6142	1.518	0.0239	0.42	0.0012	0.302	0.0023	0.5	0.0070
$r(\hat{y}_{ii}, \hat{W}_i + \hat{V}_i)$	-0.6932		-0.7198		0.4280		-0.6876		-0.8697	
(\hat{W}_R, \hat{V}_R)	(0.9926, 1.8131)		(0.0478, 0.0575)		(0.0042, 0.0060)		(0.0042, 0.0043)		(0.0062, 0.0065)	
(\hat{W}_D, \hat{V}_D)	(0.0817, 0.0123)		(0.0033, 0.0003)		(0.0006, 0.0001)		(-0.00003, 0.0)		(-0.0008, 0.0001)	
Equação de predição	$\hat{Y}_i = 4.5415 - 2.2573$ $(\hat{W}_i + \hat{V}_i)$		$\hat{Y}_i = 1.8296 - 5.6791$ $(\hat{W}_i + \hat{V}_i)$		$\hat{Y}_i = 0.4020 + 16.4535$ $(\hat{W}_i + \hat{V}_i)$		$\hat{Y}_i = 0.4142 - 25.4625$ $(\hat{W}_i + \hat{V}_i)$		$\hat{Y}_i = 0.6136 - 19.6580$ $(\hat{W}_i + \hat{V}_i)$	
Limite \hat{Y}_R	-1.7918		1.2313		0.5698		0.1980		0.3641	
Limite \hat{Y}_D	4.3295		1.8091		0.4147		0.4149		0.6268	

AP (cm) - Altura da planta; LC (cm) - Largura da copa; COMC (cm) - Comprimento do caule; DCL (cm) - Diâmetro do caule; CF (cm) - Comprimento da folha; CDP (cm) - Comprimento do pecíolo; LF (cm) - Largura da folha; CDC (cm) - Comprimento da Corola; DDP (cm) - Diâmetro das pétalas; CANT (cm) - Comprimento da antera; CFI (cm) - Comprimento do filete.

\hat{Y}_R - valor predito do genótipo de maior homozigose recessiva

\hat{Y}_D - valor predito do genótipo de maior homozigose dominante e probabilidade pelo teste t.

Tabela 5 – Estimativas de parâmetros genéticos de variação, devido aos efeitos aditivos dos genes (D), devido à dominância (H_1 , H_2 e h^2), o efeito da covariância entre efeito aditivo e não aditivo (F) e ambientais (E) do dialelo referentes a 11 caracteres quantitativos.

Parâmetros Estimativa ± desvio padrão	Caracteres					
	AP	LC	COMC	DCL	CF	CDP
E	1.7845 ±99.995ns	1.4983 ±99.995ns	0.8875 ±99.995ns	0.0005 ±99.995ns	0.0480 ±99.995ns	0.0513 ±99.995ns
D	48.0459 ±99.995ns	2.1473 ±99.995ns	39.3071 ±99.995ns	0.0078 ±99.995ns	1.8277 ±99.995ns	1.2415 ±99.995ns
H_1	119.7853 ±99.995ns	57.1756 ±99.995ns	1.7399 ±99.995ns	0.0047 ±99.995ns	5.7025 ±99.995ns	2.1788 ±99.995ns
H_2	96.0382 ±99.995ns	46.5944 ±99.995ns	1.7784 ±99.995ns	0.0029 ±99.995ns	3.8202 ±99.995ns	1.5616 ±99.995ns
h^2	217.2261 ±99.995*	98.7402 ±99.995ns	5.8200 ±99.995ns	0.0029 ±99.995ns	0.9872 ±99.995ns	0.1426 ±99.995ns
F	-16.7042 ±99.995ns	-0.37533 ±99.995ns	2.0147 ±99.995ns	0.0059 ±99.995ns	1.3046 ±99.995ns	0.7539 ±99.995ns
D-H1	-71.7394 ±99.995ns	-55.0283 ±99.995ns	37.5672 ±99.995ns	0.0030 ±99.995ns	-3.8748 ±99.995ns	-0.9374 ±99.995ns
Informações genéticas						
Grau médio de dominância (raiz de $H1/D$)	1.5790	5.1601	0.2104	0.7802	1.7664	1.3248
Simetria ($H2/4H1$)	0.2004	0.2037	0.2555	0.1552	0.1675	0.1792
Relação dominante/recessivo	0.8016	0.9667	1.2774	2.8791	1.5064	1.5947
Número de genes com dominância	2.2619	2.1191	3.2726	0.9902	0.2584	0.0913
Coefficiente de determinação restrito	0.6317	0.3326	0.9333	0.5910	0.5453	0.5557
Coefficiente de determinação amplo	0.9745	0.9239	0.9555	0.8262	0.9782	0.9484
Correlação (Y_{ii} , W_i+V_i)	-0.7512	-0.8497	-0.6795	0.8248	-0.6495	0.9287

Continuação da tabela 5

Parâmetros	Caracteres				
	LF	CDC	DDP	CANT	CFI
Estimativa ± desvio padrão					
E	0.0149 ±99.995ns	0.0081 ±99.995ns	0.0006 ±99.995ns	0.0003 ±99.995ns	0.0006 ±99.995ns
D	0.5286 ±99.995ns	0.0317 ±99.995ns	0.0022 ±99.995ns	0.0039 ±99.995ns	0.0054 ±99.995ns
H ₁	0.9346 ±99.995ns	0.0098 ±99.995ns	0.0007 ±99.995ns	0.0032 ±99.995ns	0.0065 ±99.995ns
H ₂	0.6681 ±99.995ns	0.0078 ±99.995ns	0.0005 ±99.995ns	0.0020 ±99.995ns	0.0062 ±99.995ns
h ²	0.1698 ±99.995ns	-0.0052 ±99.995ns	0.0009 ±99.995ns	0.0020 ±99.995ns	0.0203 ±99.995ns
F	-0.0101 ±99.995ns	-0.0050 ±99.995ns	-0.0015 ±99.995ns	0.0027 ±99.995ns	-0.0007 ±99.995ns
D-H1	-0.4060 ±99.995ns	0.0219 ±99.995ns	0.0015 ±99.995ns	0.0007 ±99.995ns	-0.0011 ±99.995ns
Informações genéticas					
Grau médio de dominância (raiz de H1/D)	1.3297	0.5571	0.5626	0.9050	1.0969
Simetria (H2/ 4H1)	0.1787	0.1992	0.1869	0.1616	0.2382
Relação dominante/ recessivo	0.9857	0.7507	0.2669	2.2288	0.8837
Número de genes com dominância	0.2541	-0.6578	1.7039	0.9653	3.2862
Coefficiente de determinação restrito	0.6888	0.6583	0.7171	0.6001	0.6223
Coefficiente de determinação amplo	0.9746	0.7250	0.7661	0.8645	0.9213
Correlação (Y _{ii} , W _i +V _i)	-0.6932	-0.7198	0.4280	-0.6876	-0.8697

AP (cm) - Altura da planta; LC (cm) - Largura da copa; COMC (cm) - Comprimento do caule; DCL (cm) - Diâmetro do caule; CF (cm) - Comprimento da folha; CDP (cm) - Comprimento do pecíolo; LF (cm) - Largura da folha; CDC (cm) - Comprimento da Corola; DDP (cm) - Diâmetro das pétalas; CANT (cm) - Comprimento da antera; CFI (cm) - Comprimento do filete.

Altura da planta

A herdabilidade no sentido amplo encontrada para a altura da planta foi de 97,45%, evidenciando que a maior parte da variação fenotípica observada no caráter é de natureza genética, podendo ser transmitida aos seus descendentes (Tabela 5). De acordo com Fekadu *et al.* (2003), quanto maior a herdabilidade no sentido amplo menor a influência do ambiente na expressão da característica. A herdabilidade no sentido restrito foi de 63,17%, o que demonstra uma maior contribuição dos efeitos aditivos, sendo a seleção o método mais adequado para a melhoria desta característica. Resultado semelhante foi descrito por Marame *et al.* (2009) para a altura da planta em *Capsicum annuum*, que apresentou herdabilidade no sentido amplo e restrito de 89% e 63%, respectivamente. Hasanuzzaman *et al.* (2012) estudando a capacidade de combinação e a herdabilidade para componentes de produção em *Capsicum annuum* também descreveram herdabilidade no sentido amplo e restrito de 98,58% e 74,87%. Rêgo *et al.* (2011) ao avaliar a diversidade fenotípica, correlação e importância das variáveis para qualidade de fruto e produção em *Capsicum baccatum* observaram para esta característica valor de herdabilidade no sentido amplo de 88,2%, demonstrando que a variabilidade genética corresponde a maior parte da variabilidade total da característica avaliada. Rêgo *et al.*, (2009) descreveram que os efeitos gênicos não aditivos, epistasia e ou dominância, foram mais importante que os efeitos gênicos aditivos no controle da altura da planta, sugerindo a exploração do vigor híbrido.

A altura da planta apresentou correlação negativa (-0.7512), evidenciando, que os alelos que atuam no sentido de aumentar a média desta característica tendem a ser predominantemente dominantes, sendo a sua redução devido à concentração de alelos recessivos (Tabela 4). Dados semelhantes foram relatados por El-Bramawy e Shaban (2008) em *Sesamum indicum*. No entanto, Marame *et al.* (2009) trabalhando com *Capsicum annuum* observaram que o aumento desta característica foi proporcionado pela concentração de alelos recessivos.

Os genótipos de maior homozigose dominante e recessiva deverão apresentar valores de $(\hat{W}D + \hat{V}D)$ e $(\hat{W}R + \hat{V}R)$, de -7,8884 e 166,8683, respectivamente. Os genitores 346 e 348 apesar de possuírem a maior concentração de alelos recessivos, apresentam $\hat{W}i + \hat{V}i$ igual a 128,1848 e 123,0027, respectivamente (Tabela 4, Figura 1), evidenciando a possibilidade da obtenção de linhagens com plantas mais baixas a partir da seleção nas populações segregantes derivadas do dialelo. Isto é de interesse para o melhoramento de pimenteiros ornamentais,

uma vez que a obtenção de plantas harmonicas e de bom tamanho é um dos principais objetivos de qualquer programa de melhoramento de pimenteira ornamental (Rêgo *et al.* 2009).

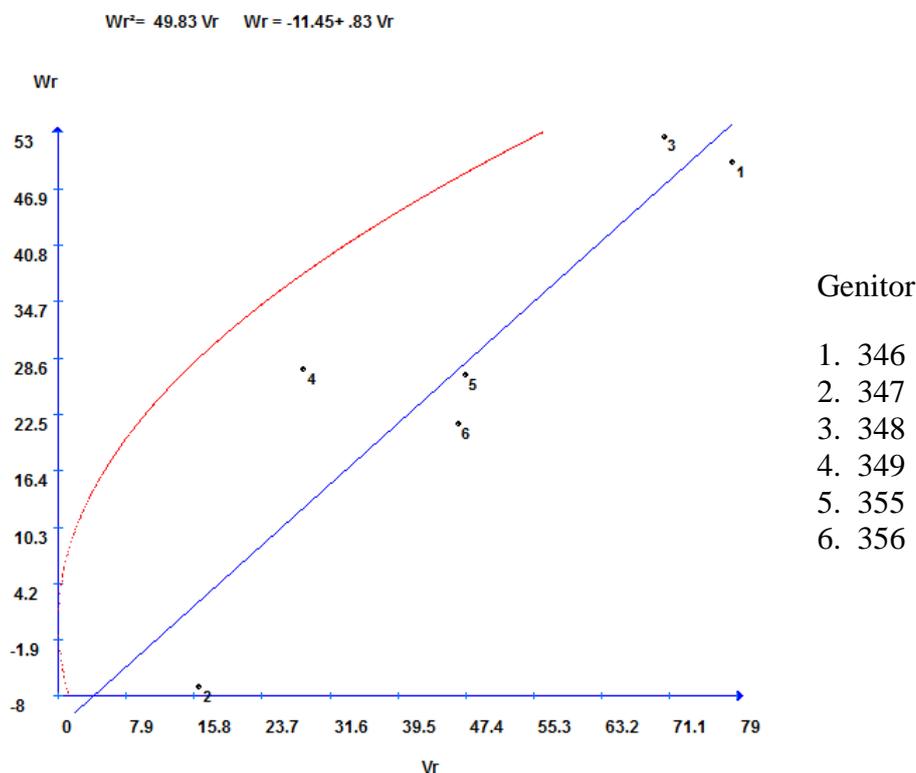


Figura 1-Reta e parábola estabelecidas pelas relações entre a covariância W_i , entre médias de progenitores e médias dentro da i -ésima linha, e a variância V_i , entre médias dentro da linha, para a característica altura da planta, em pimenta.

Reta estabelecida por: $\hat{W}_i = \hat{a} + \hat{b}\hat{V}_i$ e a parábola por: $\hat{W}_i^2 = \hat{V}_p\hat{V}_i$

Largura da copa

O aumento da largura da copa foi proporcionado pela concentração de alelos dominantes, evidenciado pelo valor de $r(\hat{y}_i, \hat{w}_i + \hat{v}_i)$ de -0,8497, já a sua redução deve-se a concentração de alelos recessivos (Tabela 4). Diferentemente, Rêgo (2001) observou em *Capsicum baccatum*, que os alelos recessivos foram os responsáveis pelo aumento desta característica. O genitor 349 foi o que apresentou a maior concentração de alelos recessivos, com valor de $\hat{W}_i + \hat{V}_i$ igual a 35,5776 (Tabela 4, Figura 2). O valor de $(\hat{W}_R + \hat{V}_R)$ foi de 347,4969, sendo superior ao maior valor observado, indicando a possibilidade da obtenção de

linhagens com menor largura da copa. Plantas com copas mais estreitas e proporcionais a sua altura são desejáveis em programas de melhoramento de pimenteiros ornamentais.

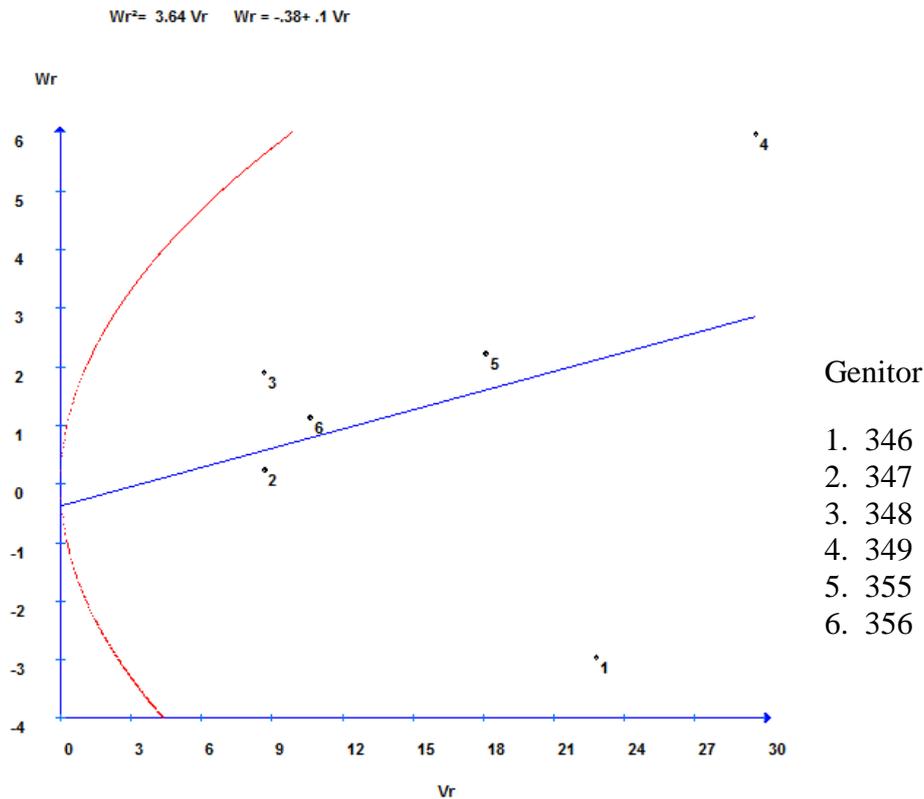


Figura 2-Reta e parábola estabelecidas pelas relações entre a covariância W_i , entre médias de progenitores e médias dentro da i -ésima linha, e a variância V_i , entre médias dentro da linha, para a característica largura da copa, em pimenta.

Reta estabelecida por: $\hat{W}_i = \hat{a} + \hat{b}\hat{V}_i$ e a parábola por: $\hat{W}_i^2 = \hat{V}_p\hat{V}_i$

A herdabilidade no sentido amplo foi de 92,39%, indicando que a maior parte da variação fenotípica observada na largura da copa é de natureza genética (Tabela 5). Semelhantemente, Nascimento *et al.* (2012) observaram herdabilidade no sentido amplo de 99,04% para o diâmetro da copa. Rêgo *et al.* (2011) também descreveram para o diâmetro da copa entre plantas e entre fileiras alta herdabilidade no sentido amplo, 83,2% e 88,4%, respectivamente. A herdabilidade no sentido restrito foi de 33,26%, evidenciando que os efeitos gênicos não aditivos apresentaram maior importância que os efeitos gênicos aditivos no controle do diâmetro da copa, sugerindo a exploração do vigor híbrido. Resultado semelhante foi descrito por Hasanuzzaman *et al.* (2012) para o diâmetro da copa em *Capsicum annum*, e por Rêgo *et al.* (2009) em *Capsicum baccatum*, para o diâmetro da copa entre plantas e entre fileira. Segundo Gonçalves *et al.* (2011), a reduzida magnitude da

herdabilidade no sentido restrito denota pouca confiabilidade dos genótipos em transmitir o fenótipo desejável aos descendentes.

Comprimento do Caule

Os alelos dominantes foram os responsáveis pelas elevações nas magnitudes do comprimento do caule, tendo em vista o valor de -0.8276 para a correlação $r(\hat{y}_{ii}, \hat{w}_i + \hat{v}_i)$ (Tabela 4). Segundo Barroso *et al.* (2012) o aumento do comprimento do caule está relacionado a obtenção de plantas mais altas, o que é indesejável para o cultivo em vaso. A redução desta característica é proporcionada por parte dos alelos recessivos. Os genitores 348 e 346 foram os que mais se aproximaram do genótipo de maior homozigose recessiva com valores de $\hat{W}_i + \hat{V}_i$ igual a 38,7809 e 38,2104, respectivamente (Tabela 4, Figura 3). O valor de $(\hat{W}_R + \hat{V}_R)$ foi de 49,4168, evidenciando a possibilidade da obtenção de linhagens com menor comprimento do caule, a partir da seleção nas populações segregantes derivadas do dialelo.

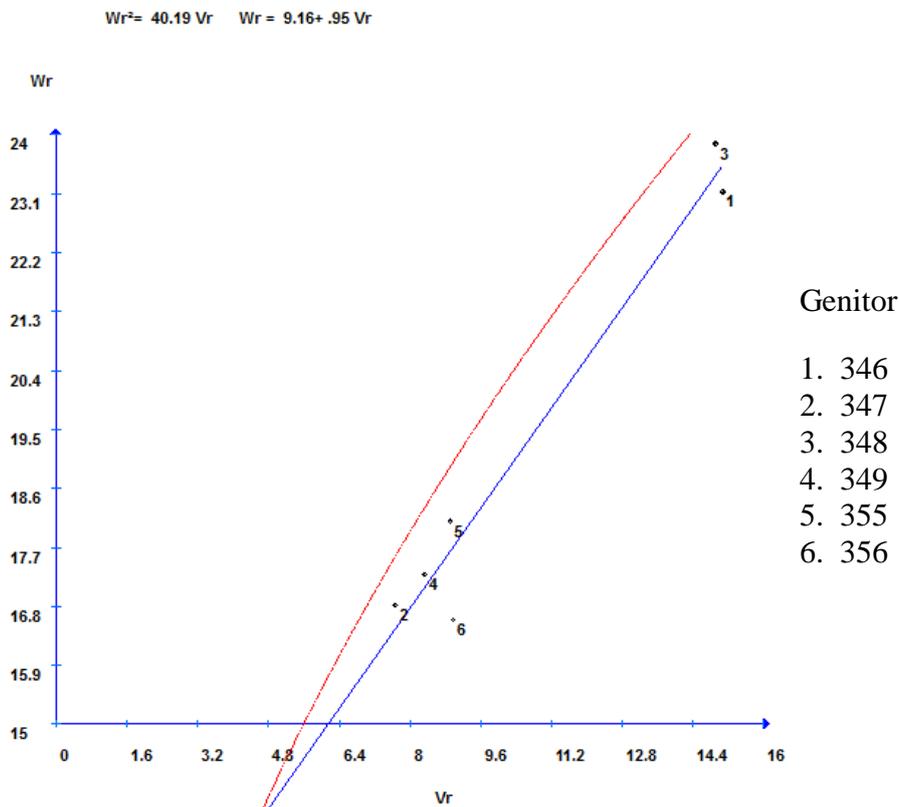


Figura 3-Reta e parábola estabelecidas pelas relações entre a covariância W_i , entre médias de progenitores e médias dentro da i -ésima linha, e a variância V_i , entre médias dentro da linha, para a característica comprimento do caule, em pimenta.

Reta estabelecida por: $\hat{W}_i = \hat{a} + \hat{b}\hat{V}_i$ e a parábola por: $\hat{W}_i^2 = \hat{V}_p\hat{V}_i$

A herdabilidade no sentido amplo e restrito foi de 95,55% e 93,33%, respectivamente (Tabela 5), indicando que 95,55% da variação fenotípica observada é de natureza genética e que os efeitos gênicos aditivos são mais importantes na expressão desta característica, denotando o potencial de ganhos pela obtenção de segregantes superiores. Nascimento *et al.* (2012) e Rêgo *et al.* (2011) também relataram alta herdabilidade no sentido amplo para a altura da primeira bifurcação (98,22% e 92,3%, respectivamente), indicando que quase toda a variação fenotípica observada é herdável. Segundo Gonçalves *et al.* (2011) o alto valor do coeficiente de determinação no sentido restrito é de uma magnitude suficiente para concluir fidedignidade da transmissão dos alelos desejáveis a futuras gerações, uma vez que a maior parte da variação genética observada é devido aos efeitos gênicos aditivos.

Diâmetro do caule

O valor de $r(\hat{y}_i, \hat{w}_i + \hat{v}_i)$ de 0,8248 sugere que os alelos recessivos são os responsáveis pelo aumento do diâmetro do caule. Os valores de $(\hat{w}_D + \hat{v}_D)$ e $(\hat{w}_R + \hat{v}_R)$ foram 0,0003 e 0,0152, respectivamente. O genitor de maior homozigose recessiva foi o genitor 346, com valor de $\hat{w}_i + \hat{v}_i$ de 0,0128 (Tabela 4), sugerindo a possibilidade da obtenção de linhagens com maior diâmetro do caule a partir da seleção nas populações segregantes. De acordo com a representação gráfica os genitores apresentaram concentração de alelos semelhantes (Figura 4). O limite de seleção para esta característica foi de 0,7653 no genótipo mais recessivo e de 0,5040 no genótipo mais dominante. O genitor que apresentou a maior média foi o 346, com valor de 0,756, evidenciando a possibilidade de selecionar novos indivíduos com valores acima dos encontrados (Tabela 4). O aumento do diâmetro do caule é uma característica desejável para evitar o tombamento da planta no vaso.

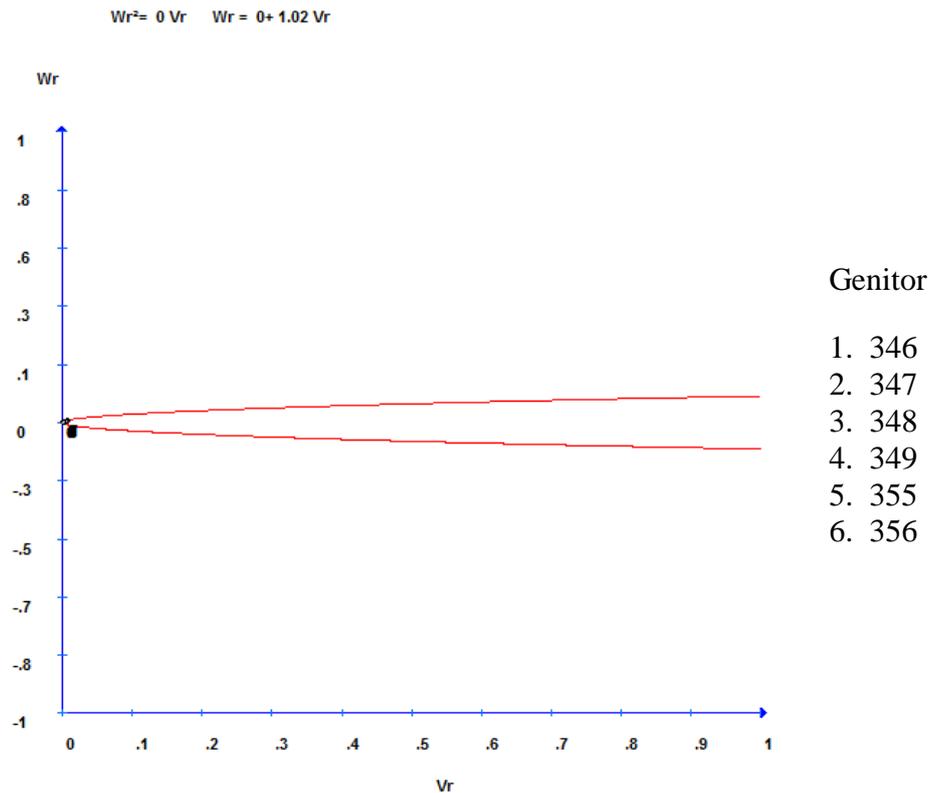


Figura 4-Reta e parábola estabelecidas pelas relações entre a covariância W_i , entre médias de progenitores e médias dentro da i -ésima linha, e a variância V_i , entre médias dentro da linha, para a característica diâmetro do caule, em pimenta.

Reta estabelecida por : $\hat{W}_i = \hat{a} + \hat{b}\hat{V}_i$ e a parábola por: $\hat{W}_i^2 = \hat{V}_p\hat{V}_i$

A herdabilidade no sentido amplo e restrito foi de 82,62% e 59,10%, respectivamente, indicando que 59,10% da variação genética é devido a efeitos aditivos, sendo a seleção o método mais adequado para a melhoria desta característica. Nascimento *et al.* (2012) no entanto, descreveram para o diâmetro do caule herdabilidade no sentido amplo de 25,01%, evidenciando que a maior parte da variação fenotípica é devido ao ambiente, sendo portanto a seleção pouco favorável para a melhoria desta característica.

Comprimento da folha

O comprimento da folha apresentou correlação negativa (-0,6495), evidenciando, que os alelos dominantes atuam no sentido de aumentar a média desta característica (Tabela 4). O comprimento e a largura da folha são características de grande importância no melhoramento de pimentas ornamentais, uma vez que as folhas influenciam na harmonia da copa, sendo desejáveis plantas com folhas menores e proporcionais a sua copa.

Os genitores que apresentaram a maior concentração de alelos recessivos foram o 349 e 348 com valores de $\hat{w}_i + \hat{v}_i$ igual a 3,4291 e 2,8488, sendo inferior ao valor de $(\hat{w}_R + \hat{v}_R)$ de 13,8253, indicando a possibilidade de se conseguir genótipos com folhas menores (Tabela 4, Figura 5). A herdabilidade no sentido amplo e restrito foi de 97,82% e 54,53%, respectivamente, demonstrando tanto a contribuição dos efeitos aditivos quanto dos efeitos não aditivos na expressão do comprimento da folha (Tabela 5). Nascimento *et al.* (2012) observaram para esta característica herdabilidade no sentido amplo de 77,37%, indicando que a maior parte da variação observada na expressão do caráter é de natureza genética, podendo ser transmitida aos seus descendentes.

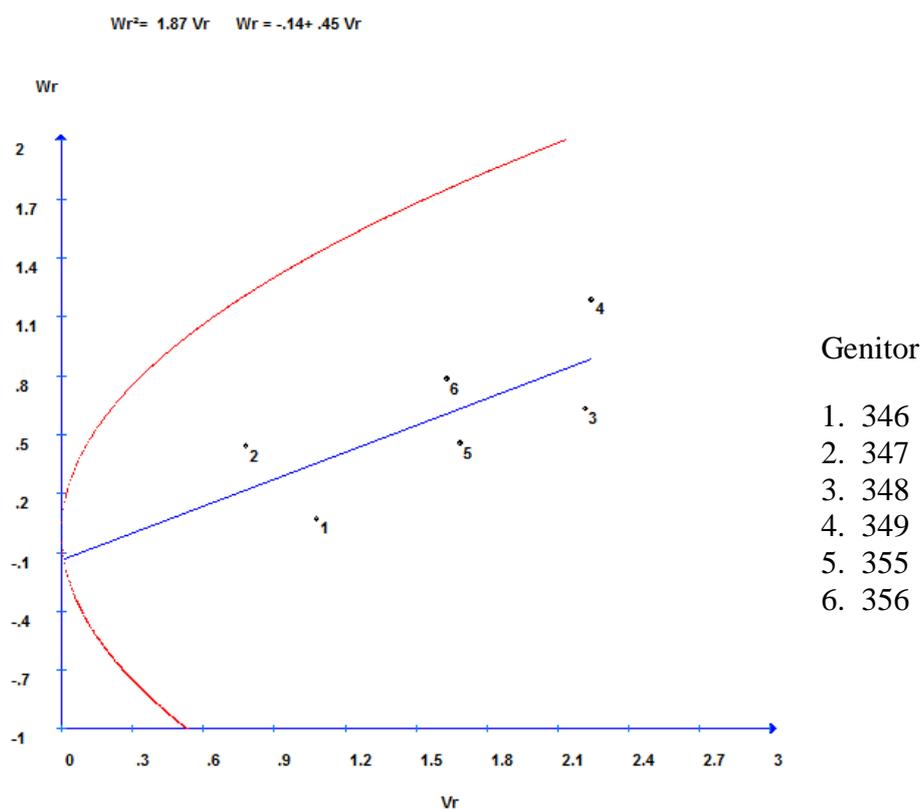


Figura 5-Reta e parábola estabelecidas pelas relações entre a covariância W_i , entre médias de progenitores e médias dentro da i -ésima linha, e a variância V_i , entre médias dentro da linha, para a característica comprimento da folha, em pimenta.

Reta estabelecida por: $\hat{W}_i = \hat{a} + \hat{b}\hat{V}_i$ e a parábola por: $\hat{W}_i^2 = \hat{V}_p\hat{V}_i$

Comprimento do pecíolo

Os alelos recessivos foram os responsáveis pelo aumento do comprimento do pecíolo, o que pode ser demonstrado pelo valor positivo de correlação (0,9287). Os genótipos de maior homozigose dominante e recessiva deverão apresentar valores de $(\hat{W}D + \hat{V}D)$ e $(\hat{W}R + \hat{V}R)$, de -0,1471 e 3,7331, respectivamente. Os genitores 348 e 349 foram os que apresentaram a maior concentração de alelos dominantes, com valor de $\hat{W}i + \hat{V}i$ igual a 0,2536 e 0,4439 (Tabela 4, Figura 6). O menor valor esperado para o comprimento do pecíolo foi de 1,7239. O genitor 349 foi o que apresentou a menor média para esta característica com valor de 1,814, evidenciando a possibilidade de seleção de indivíduos com menor comprimento do pecíolo.

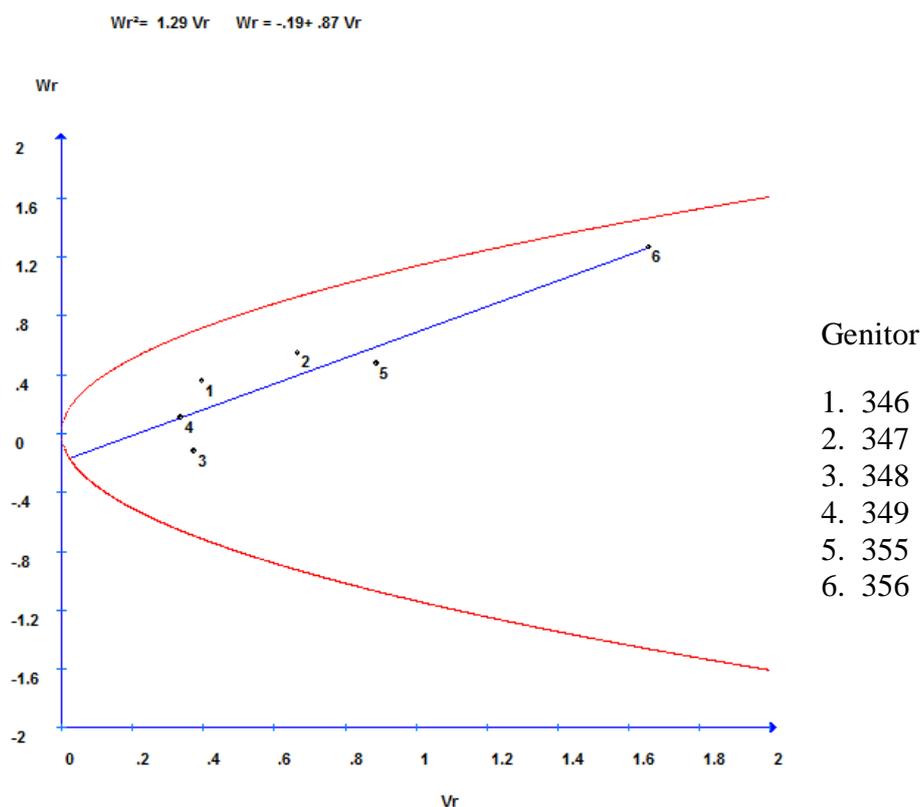


Figura 6-Reta e parábola estabelecidas pelas relações entre a covariância W_i , entre médias de progenitores e médias dentro da i -ésima linha, e a variância V_i , entre médias dentro da linha, para a característica comprimento do pecíolo, em pimenta.

Reta estabelecida por : $\hat{W}i = \hat{a} + \hat{b}\hat{V}i$ e a parábola por: $\hat{W}i^2 = \hat{V}p\hat{V}i$

A herdabilidade no sentido amplo foi de 94,84%, demonstrando que a maior parte da variação fenotípica observada no comprimento do pecíolo foi de natureza genética (Tabela 5). Nascimento *et al.* (2012) descreveram para esta característica herdabilidade no sentido amplo

de 69,69%. A herdabilidade no sentido restrito foi de 55,57%, sugerindo que tantos os efeitos gênicos aditivos quanto os efeitos gênicos não aditivos estão controlando esta característica.

Largura da folha

O aumento da largura da folha foi condicionado por alelos dominantes. Alelos recessivos são responsáveis pela diminuição desta característica. Os genótipos de maior homozigose dominante e recessiva deverão apresentar valores de $(\hat{W}D + \hat{V}D)$ e $(\hat{W}R + \hat{V}R)$, de 0,094 e 2,8057, respectivamente. O genitor 355 apresentou a maior concentração de alelos recessivos com valor de $\hat{W}i + \hat{V}i$ igual a 0,9138 (Tabela 4, Figura 6). No entanto, este valor foi inferior ao esperado, demonstrando que é possível obter plantas com folhas mais estreitas a partir da seleção em populações segregantes, o que é de interesse em um programa de melhoramento de pimenteiros ornamentais.

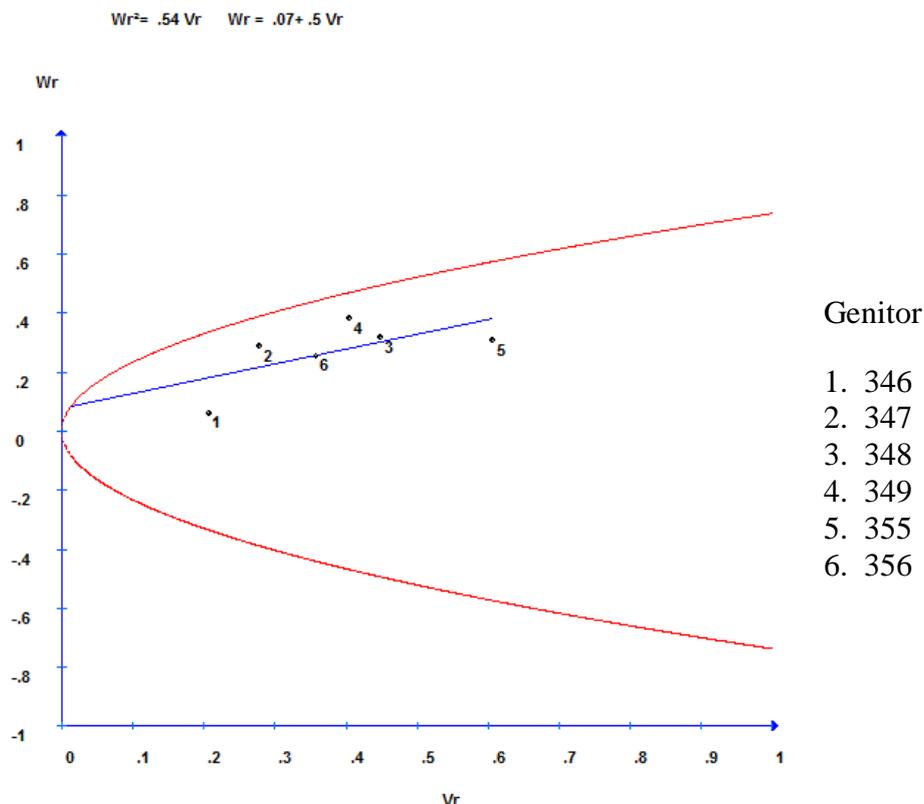


Figura 7-Reta e parábola estabelecidas pelas relações entre a covariância W_i , entre médias de progenitores e médias dentro da i -ésima linha, e a variância V_i , entre médias dentro da linha, para a característica largura da folha, em pimenta.

Reta estabelecida por: $\hat{W}i = \hat{a} + \hat{b}\hat{V}i$ e a parábola por: $\hat{W}i^2 = \hat{V}p\hat{V}i$

A herdabilidade no sentido amplo encontrada para esta característica foi de 97,46%, evidenciando que quase toda a variação fenotípica observada no caráter é de natureza genética, podendo ser transmitida aos seus descendentes (Tabela 5). Diferentemente, Nascimento *et al.* (2012) observaram para a largura da folha herdabilidade no sentido amplo de 63,80%, sugerindo que a seleção seria pouco favorável para a melhoria dessa característica. A herdabilidade no sentido restrito foi de 68,88%, demonstrando que os efeitos aditivos são mais importantes que os efeitos gênicos não aditivos na expressão do caráter, sendo a seleção o método mais adequado para a melhoria desta característica, uma vez que um indivíduo ou grupo de indivíduos selecionados produzirão uma descendência superior.

Comprimento da corola

O valor da correlação $r(\hat{y}_i, \hat{w}_i + \hat{v}_i)$ de -0.7198 indica que o aumento no comprimento da corola é ocasionado principalmente pela concentração de alelos dominantes (Tabela 4). Flores mais vistosas e com coloração variada são de interesse para fins ornamentais por tornarem as plantas mais atrativas. De acordo com Stommel e Bosland (2006) flores e folhagens contrastantes com a cor do fruto são características de grande impotância para pimenteiras ornamentais. O genótipo de maior homozigose dominante deverá apresentar valor de $(\hat{w}_D + \hat{v}_D)$ de 0,0036. O genitor 346 foi o que apresentou a maior concentração de alelos dominantes, com valor de $\hat{w}_i + \hat{v}_i$ igual a 0,0048. Porém, de acordo com o gráfico os genitores não diferiram entre si (Figura 8). O maior valor esperado para o comprimento da corola foi de 1,8091, porém o genitor 346 apresentou média de 1,816, indicando que, provavelmente esse pai já se encontra em homozigose máxima quanto aos genes que controlam essa característica (Tabela 4).

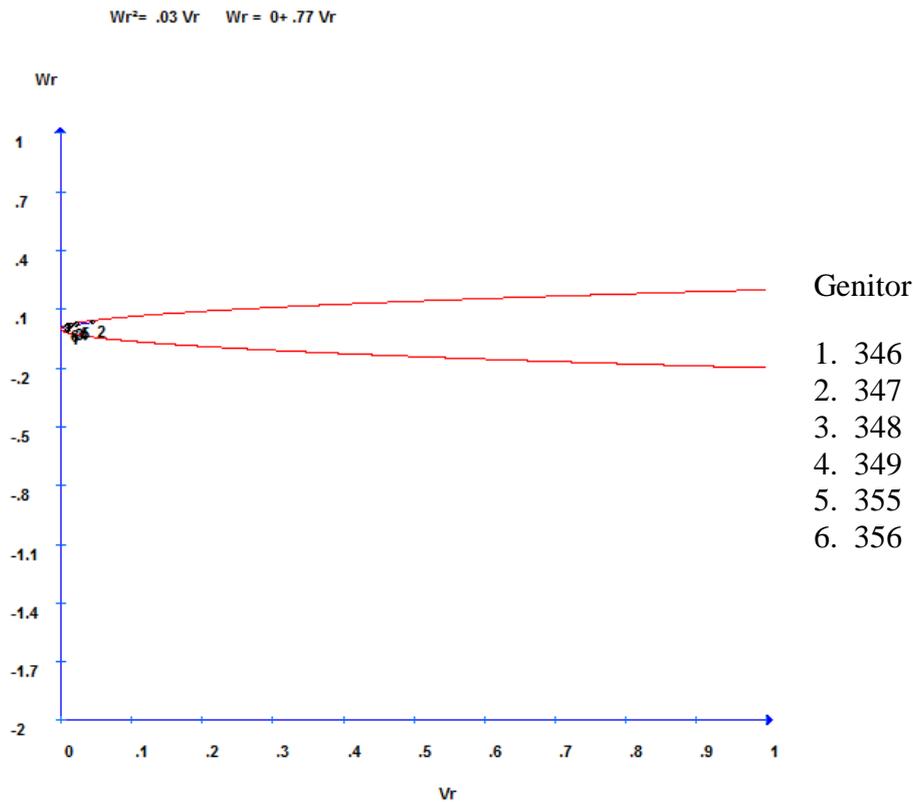


Figura 8-Reta e parábola estabelecidas pelas relações entre a covariância W_i , entre médias de progenitores e médias dentro da i -ésima linha, e a variância V_i , entre médias dentro da linha, para a característica comprimento da corola, em pimenta.

Reta estabelecida por: $\hat{W}_i = \hat{a} + \hat{b}\hat{V}_i$ e a parábola por: $\hat{W}_i^2 = \hat{V}_p\hat{V}_i$

A herdabilidade no sentido amplo e restrito foi de 72,50% e 65,83%, respectivamente (Tabela 5), evidenciando que os efeitos gênicos aditivos estão envolvidos no controle desta característica, sugerindo-se a seleção de indivíduos superiores para a melhoria deste caráter.

Diâmetro das pétalas

O aumento do diâmetro das pétalas é condicionado pela concentração de alelos recessivos, porém não exclusivamente, dado o valor de correlação de 0,4280. O genitor que apresentou a maior concentração de alelos recessivos foi o 356, com valor de $\hat{W}_i + \hat{V}_i$ igual a 0,0012, sendo inferior ao máximo esperado (Tabela 4). Porém, de acordo com a representação gráfica os genitores não apresentaram diferenças significativas para esta característica (Figura 9). Os valores $(\hat{W}_D + \hat{V}_D)$ e $(\hat{W}_R + \hat{V}_R)$, foram de 0,0007 e 0,0102, respectivamente. O limite de seleção para o diâmetro das pétalas foi de 0,5998, a maior média observada foi a do genitor 346 (0,508), evidenciando a possibilidade de ganhos para esta característica.

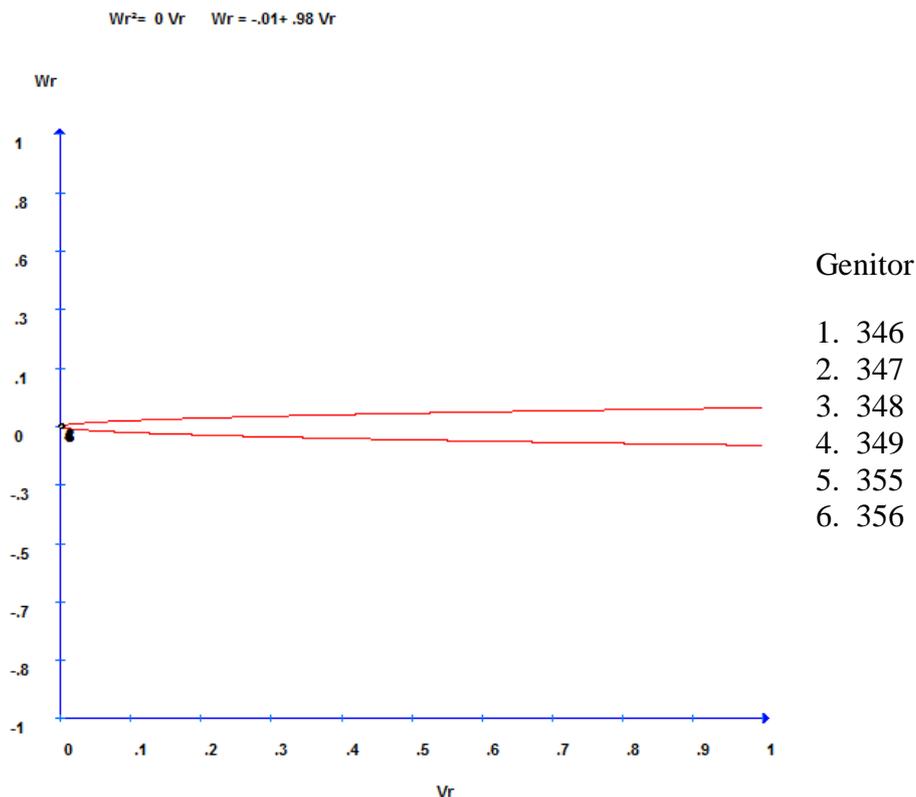


Figura 9-Reta e parábola estabelecidas pelas relações entre a covariância W_i , entre médias de progenitores e médias dentro da i -ésima linha, e a variância V_i , entre médias dentro da linha, para a característica diâmetro das pétalas, em pimenta.

Reta estabelecida por: $\hat{W}_i = \hat{a} + \hat{b}\hat{V}_i$ e a parábola por: $\hat{W}_i^2 = \hat{V}_p\hat{V}_i$

A herdabilidade no sentido amplo e restrito foi de 76,61% e 71,71%, respectivamente (Tabela 5), indicando a predominância dos efeitos aditivos no controle do caráter, sendo a seleção o método mais adequado para a melhoria desta característica.

Comprimento da antera

Os alelos dominantes foram os responsáveis pelo aumento do comprimento da antera, evidenciado pelo valor negativo de correlação (-0,6876). O genitor 348 apresentou $\hat{W}_i + \hat{V}_i$ igual a 0,0010, sendo o que mais se aproxima do genótipo de maior homozigose dominante, os valores de $(\hat{W}_D + \hat{V}_D)$ e $(\hat{W}_R + \hat{V}_R)$ foram de -0,2732 e 6,1775, respectivamente (Tabela 4), evidenciando a possibilidade da obtenção de linhagens com maior comprimento da antera, a partir da seleção nas populações segregantes. No entanto, de acordo com a representação gráfica os genitores não apresentaram diferenças significativas (Figura 10). O maior valor

esperado para o comprimento da antera foi de 0,4149, porém o genitor 346 apresentou média de 0,45, indicando que, provavelmente esse pai já se encontra em homozigose máxima quanto aos genes que controlam essa característica (Tabela 4). Os coeficientes de determinação genotípica amplo e restrito foram 86,45% e 60,01%, respectivamente, demonstrado que a maior parte da variação genética é devido a efeitos aditivos (Tabela 5).

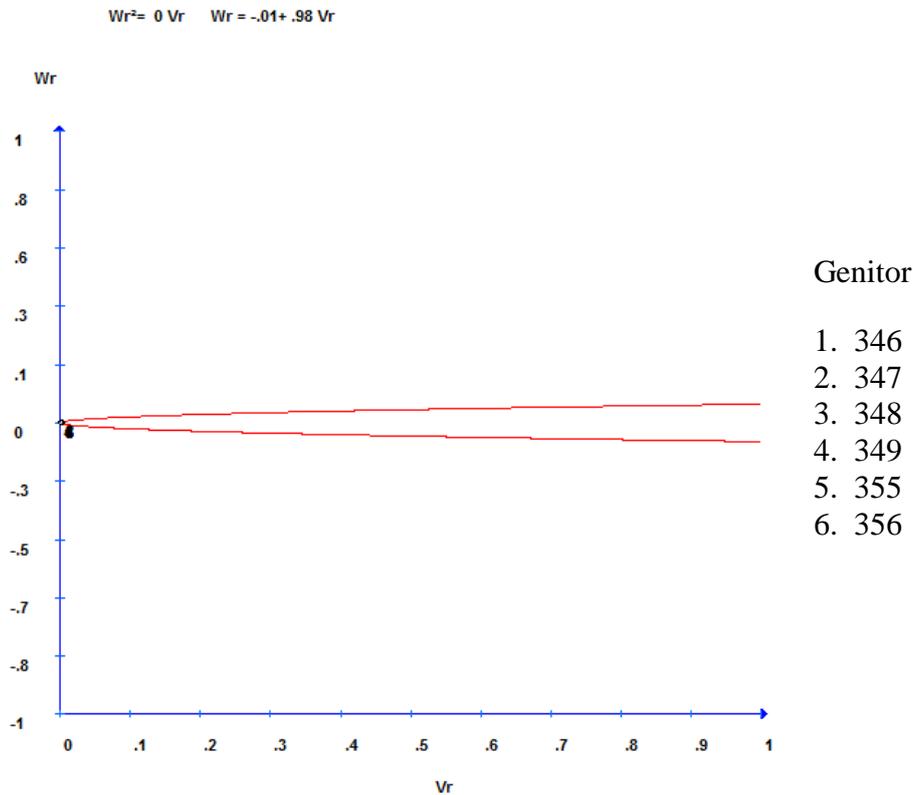


Figura 10-Reta e parábola estabelecidas pelas relações entre a covariância W_i , entre médias de progenitores e médias dentro da i -ésima linha, e a variância V_i , entre médias dentro da linha, para a característica comprimento da antera, em pimenta.

Reta estabelecida por: $\hat{W}_i = \hat{a} + \hat{b}\hat{V}_i$ e a parábola por: $\hat{W}_i^2 = \hat{V}_p\hat{V}_i$

Comprimento do filete

O valor de correlação de -0,8697 indica que o aumento no comprimento do filete foi proporcionado pela concentração de alelos dominantes. O genitor que apresentou a maior concentração de alelos dominantes foi o 355 com valor de $\hat{W}_i + \hat{V}_i$ igual a 0,0028 (Tabela 4), porém, de acordo com o gráfico esse genitor não apresentaram diferenças significativas em relação aos demais (Figura 11). Os valores de $(\hat{W}_D + \hat{V}_D)$ e $(\hat{W}_R + \hat{V}_R)$ foram de -0,0007 e

0,0127, respectivamente. O limite de seleção para esta característica foi de 0,6268 no genótipo mais dominante e 0,3641 no genótipo mais recessivo. O genitor 355 foi o que apresentou a maior média, com valor de 0,578, evidenciando a possibilidade de ganhos para esta característica.

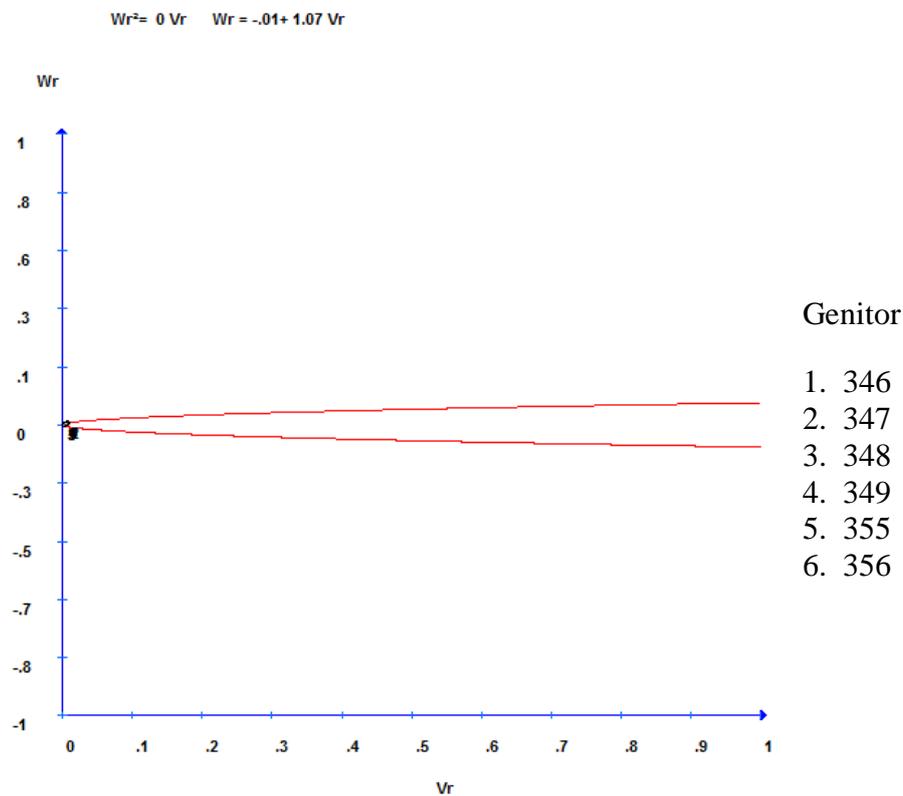


Figura 11-Reta e parábola estabelecidas pelas relações entre a covariância W_i , entre médias de progenitores e médias dentro da i -ésima linha, e a variância V_i , entre médias dentro da linha, para a característica comprimento do filete, em pimenta.

Reta estabelecida por: $\hat{W}_i = \hat{a} + \hat{b}\hat{V}_i$ e a parábola por: $\hat{W}_i^2 = \hat{V}_p\hat{V}_i$

A herdabilidade no sentido amplo foi de 92,13%, evidenciando que os efeitos genéticos foram os responsáveis pela maior parte da variação fenotípica observada no comprimento do filete (Tabela 5). A herdabilidade no sentido restrito foi de 62,23%, sugerindo a predominância dos efeitos aditivos na expressão do caráter.

Entre as características desejáveis em programas de melhoramento de pimenteiros ornamentais, se destacam variedades com pequeno porte e compactas, com folhas menores e proporcionais a sua copa. Os resultados deste estudo mostraram que os alelos recessivos foram os responsáveis pela redução da altura da planta, largura da copa, comprimento do

caule, comprimento da folha e largura da folha, o que facilita o trabalho do melhorista, uma vez que o fenótipo selecionado corresponde ao genótipo desejável. Os alelos dominantes foram os responsáveis pelo aumento comprimento da corola, comprimento da antera e comprimento do filete. Para o diâmetro do caule, comprimento do pecíolo e diâmetro das pétalas o aumento nos valores observados foram em sua maioria proporcionados por alelos recessivos, o que facilita o trabalho do melhorista na seleção destas características.

A herdabilidade no sentido amplo foi alta para todas as características avaliadas, evidenciando que a maior parte da variação fenotípica observada no caráter é de natureza genética, podendo ser transmitida aos seus descendentes. Para a maioria das características, a herdabilidade no sentido restrito também foi alta, evidenciando uma maior contribuição dos efeitos aditivos na expressão do caráter, sendo a seleção o método mais adequado para a melhoria destas características.

4 REFERÊNCIAS

BARROSO P.A.; RÊGO E.R.; RÊGO M.M.; NASCIMENTO K.S.; NASCIMENTO N.F.F.; NASCIMENTO M.F.; SOARES W.S.; FERREIRA K.T.C.; OTONI W.C. Analysis of Segregating Generation for Components of Seedling and Plant Height of Pepper (*Capsicum annuum* L.) for Medicinal and Ornamental Purposes. *Acta Hort.* 953: 269-276, 2012.

BENTO CS; SUDRÉ CP; RODRIGUES R; RIVA EM; PEREIRA MG. Descritores qualitativos e multicategóricos na estimativa da variabilidade fenotípica entre acessos de pimenta. *Scientia Agraria* 8: 149-156, 2007.

BHARADWAJ DN, SINGH SK, SINGH HL. Genetic variability and association of component characters for yield in chilli. *Intl J Plant Sci* 2: 93-96, 2007.

CARVALHO SIC; BIANCHETTI LB; BUSTAMANTE PG; SILVA DB. Catálogo de germoplasma de pimentas e pimentões (*Capsicum* spp.) da Embrapa Hortaliças. *Embrapa Hortaliças*, 49: 49p, 2003.

CRUZ CD; REGAZZI AJ; CARNEIRO PCS. *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. 4 ed. Viçosa: UFV v.1, 2012, 514p.

EL-BRAMAWY MAS; SHABAN WI. Inheritance of yield, yield components and resistance to major diseases in *Sesamum indicum* L. *Spanish Journal of Agricultural Research*. 6 (4): 623-628, 2008.

FEKADU, M., RAVISHANKAR, H. and LEMMA, D. Study on variability in tomato germplasm under conditions of central Ethiopia. – *Veg. Crops Res. Bull.* 58: 41–50, 2003.

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

GONÇALVES LSA; RODRIGUES R; BENTO CS; ROBAINA RR; JÚNIOR AMARAL AT. Herança de caracteres relacionados à produção de frutos em *Capsicum baccatum* var. *pendulum* com base em análise dialélica de Hayman. *Revista Ciencia Agronomica*, 42 (3): 662-669, 2011.

HASANUZZAMAN M; HAKIM M A; FERSDOUS J; ISLAM M M; RAHMAN L. Combining ability and heritability analysis for yield and yield contributing characters in chilli (*Capsicum annuum*) landraces. *Plant Omics Journal*, 5 (4): 337-344, 2012.

MARAME F; DESALEGNE L; FININSA C; SIGVALD R. Genetic analysis for some plant and fruit traits, and its implication for a breeding program of hot pepper (*Capsicum annuum* var. *annuum* L.). *Hereditas*, 146: 131-140, 2009.

MATOS CHC; PALLINI A; PINTO CMF; VENZON M; REZENDE DDM; FREITAS RCP. Caracterização morfológica e classificação da superfície foliar de pimentas quanto à presença de tricomas e domácias. *Horticultura Brasileira* 29: 181-186, 2011.

NASCIMENTO, I R; MALUF, W R; GONÇALVES, L D; FARIA, M V; RESENDE, J T V; NOGUEIRA, D W. Capacidade combinatória de linhagens de pimentão a partir de análise dialélica multivariada. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 32 (2): 235-240, 2010.

NASCIMENTO N.F.F; RÊGO E.R.; NASCIMENTO M.F.; FINGER F.L., BRUCKNER C.H.; SILVA NETO J.J; RÊGO M.M. Heritability and Variability of Morphological Traits in a Segregating Generation of Ornamental Pepper. *Acta Hort.* 953: 299-304, 2012.

PEREIRA, TNS; RODRIGUES, R. Recursos genéticos em *Capsicum*: situação atual e perspectivas. In: LIMA, M.C. (org) *Recursos genéticos de hortaliças: riquezas naturais*. São Luís: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, p. 137-159, 2005.

PICKERSGILL B. 1997. Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. *Euphytica* 96: 129-133.

POLETINE, J. P. *et al.* Inferências genéticas em cultivares diferenciadoras de feijoeiro comum ao *Colletotrichum indemuthianum* raça 69. *Semina: Ciências Agrárias*, 27 (3): 393-398, 2006.

RÊGO ER. *Diversidade, herança e capacidade de análise combinatória em pimenta (Capsicum baccatum)*. Minas Gerais: UFV. (Tese Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas), 2001.

REGO, E R; RÊGO, M M; CRUZ, C D; CECON, P R; AMARAL, D S S L; FINGER, F L. Genetic diversity analysis of peppers: a comparison of discarding variable methods. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 3(1): 19-26, 2003.

RÊGO ER; RÊGO MM; SILVA DF; CORTEZ RM; SAPUCAY MJLC; SILVA DR; SILVA JUNIOR SJ. Selection For Leaf And Plant Size And Longevity Of Ornamental Peppers (*Capsicum* spp.) Grown In Greenhouse Condition. *Acta Horticulturae* 829: 371-375, 2009a.

RÊGO, E. R. ; REGO, M. M. ; FINGER, F. L. ; CRUZ, C. D. ; CASALI, V. W. D.. A diallel study of yield components and fruit quality in chilli pepper (*Capsicum baccatum*). *Euphytica*, Wageningen, v. 168, p. 275-287, 2009b.

RÊGO ER; FINGER FL; REGO MM. *Produção, genética e melhoramento de pimentas (Capsicum ssp.)*. Recife: Imprima. 223 p. 2011a.

RÊGO ER; REGO MM; CRUZ CD; FINGER FL; CASALI VWD. Phenotypic diversity, correlation and importance of variables for fruit quality and yield traits in Brazilian peppers (*Capsicum baccatum*). *Genet Resour Crop Evol.* 58 (6): 909-918, 2011b.

RÊGO, E.R., FINGER, F.L., RÊGO, M.M. Types, uses and fruit quality of Brazilian peppers. p.132-144. In: J.F. Kralis (ed.), *Spices: types, uses and health benefits*. Nova Science Publishers. New York. 2012a.

RÊGO ER; NASCIMENTO MF; NASCIMENTO NFF; SANTOS RMC; FORTUNATO FLG; RÊGO MM. Testing methods for producing self-pollinated fruits in ornamental peppers. *Horticultura Brasileira* 30: 669-672, 2012b.

SILVA, A.R., CECON, P.R., RÊGO, E.R., NASCIMENTO M. Avaliação do coeficiente de variação experimental para caracteres de frutos de pimenteiras, *Revista Ceres*, 58 (2): 168-171, 2011.

STOMMEL JR; BOSLAND PW. Ornamental pepper *Capsicum annuum*. p. 561-599. In: NO Anderson (ed.), *Flower Breeding and Genetics: Issues, Challenge, and Opportunities for the 21st Century*. Springer, Dordrecht. 2006.