



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

FLÁVIA LAÍS GOMES FORTUNATO

**ANÁLISE DE GERAÇÃO PARA CARACTERES DE PORTE E QUALIDADE
DE FRUTO EM PIMENTEIRAS ORNAMENTAIS (*Capsicum annuum* L.)**

**AREIA
2018**

FLÁVIA LAÍS GOMES FORTUNATO

**ANÁLISE DE GERAÇÃO PARA CARACTERES DE PORTE E QUALIDADE
DE FRUTO EM PIMENTEIRAS ORNAMENTAIS (*Capsicum annuum* L.)**

Orientação: **Elizanilda Ramalho do Rêgo**

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

**AREIA
2018**

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

F745a Fortunato, Flávia Laís Gomes.

Análise de geração para caracteres de porte e qualidade de fruto em pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.) / Flávia Laís Gomes Fortunato. - Areia, 2018.
68 f. : il.

Orientação: Elizanilda Ramalho do Rêgo.
Tese (Doutorado) - UFPB/CCA.

1. *Capsicum annuum*. 2. Herança. 3. Controle genético.
I. Rêgo, Elizanilda Ramalho do. II. Título.

UFPB/CCA-AREIA

CDU 631/635(043.2)

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

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

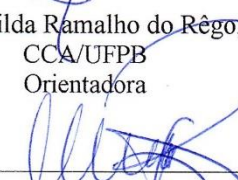
**Análise de geração para caracteres de porte e qualidade de fruto em pimenteiras
ornamentais (*Capsicum annuum* L.)**

AUTOR: FLÁVIA LAÍS GOMES FORTUNATO

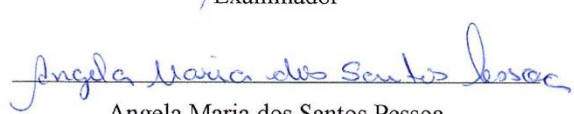
Aprovado como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR em
AGRONOMIA (Agricultura Tropical) pela comissão Examinadora:



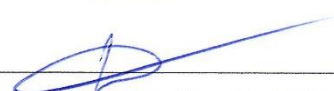
Prof.^a. Elizanilda Ramalho do Rêgo, D. Sc
CCA/UFPB
Orientadora



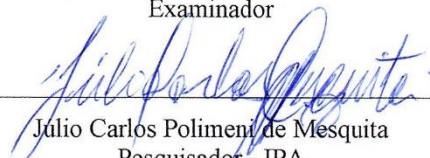
Prof. Mailson Monteiro do Rêgo, D. Sc
CCA/UFPB
Examinador



Angela Maria dos Santos Pessoa
Examinadora



Prof. José Luiz Sandes Carvalho Filho
UFRPE
Examinador



Julio Carlos Polimeni de Mesquita
Pesquisador - IPA
Examinador

Data da realização: 14 de agosto de 2018
Presidente da Comissão Examinadora
Dra. Elizanilda Ramalho do Rêgo

A minha mãe Lucimar Gomes Fortunato
Ao meu pai Jonas Fernandes de Aquino (In Memória)
Ao meu filho Luís Felipe Silva Fortunato
Aos meus irmãos Livia Raquel Fortunato e Isak Fortunato
A minha sobrinha Laila Raissa Gonçalves Fortunato
Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente 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. A minha mãe Lucimar Gomes Fortunato, pelo carinho, cuidado, amor incondicional, incentivo e apoio. Ao meu pai Jonas Fernandes de Aquino (*In Memória*) pelo cuidado e dedicação. A meus irmãos Lívia Raquel e Isak pelas brincadeiras e alegrias, pelo carinho e por estarem sempre ao meu lado.

Ao meu filho Luís Felipe por me tornar uma pessoa mais forte e por me fazer conhecer esse amor tão lindo, puro e verdadeiro.

A minha orientadora Dr.^a Elizanilda Ramalho do Rêgo, pela oportunidade e orientação, pelos conselhos para meu crescimento profissional e também pessoal, e pela confiança em mim depositada.

Ao professor Dr. Mailson Monteiro do Rêgo, pelo apoio e pelos valiosos ensinamentos, tanto do ponto de vista profissional como pessoal.

A todos que fazem parte do Laboratório de Biotecnologia Vegetal, pelos anos passados juntos, pelos ensinamentos, carinho, atenção e amizade; em especial a Michelle e Cristine por toda a ajuda durante a condução do experimento.

Aos amigos feitos no LBV, Michelle, Kaline, Naysa, Gláucia, Priscila, Lindamara, Cristine, Bruna, Maiara, Joelson, Angela, e Marcelo, pelo apoio e companheirismo nos momentos mais difíceis.

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

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

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

RESUMO GERAL

As pimenteiras são cultivadas mundialmente, e seu agronegócio vem ganhando maior participação no mercado devido à grande variedade de produtos, usos, e formas de consumo. O cultivo de pimenteiras ornamentais é uma nova tendência no mercado consumidor brasileiro e vem aumentando gradualmente em todo o mundo. A variabilidade genética existente no gênero *Capsicum* é uma condição básica para o seu uso em programas de melhoramento. O conhecimento da interação gênica e da herança é essencial para a definição de estratégias eficientes de melhoramento. Desta forma, este estudo teve como objetivo estimar os parâmetros genéticos e efeitos gênicos envolvidos na herança de caracteres de porte, flor e fruto em gerações segregantes de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.). O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação, no Laboratório de Biotecnologia Vegetal, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia - PB. No primeiro capítulo foram utilizados como genitores dois acessos de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.) pertencentes ao banco de germoplasma de hortaliças da Universidade Federal da Paraíba (BGH-UFPB): UFPB 347 e UFPB 356. No segundo capítulo foram utilizados como genitores os acessos UFPB 349 e UFPB 356. Estes parentais foram cruzados para a obtenção da geração F_1 , esta por sua vez, foi autofecundada para a obtenção da geração F_2 . As gerações de retrocruzamento RC_1 e RC_2 foram obtidas através do cruzamento entre a F_1 e os parentais P_1 e P_2 , respectivamente. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo avaliadas cinco plantas de cada parental (P_1 e P_2), 20 plantas da geração F_1 , 90 plantas da geração F_2 para o cruzamento 347 x 356, e 88 plantas para o cruzamento 349 x 356, e 40 plantas do RC_1 e do RC_2 . Foram avaliados 19 caracteres quantitativos referentes à planta, flor e fruto. Os dados obtidos foram submetidos à análise de geração, e os efeitos dos modelos foram submetidos ao teste t em nível de 5% e 1% de significância. Para a análise de geração envolvendo os parentais 347 e 356 altos valores de herdabilidade no sentido amplo foram observados para o comprimento da corola, diâmetro das pétalas, peso do fruto, comprimento do fruto e espessura do pericarpo. Porém, apenas o comprimento da corola apresentou alta herdabilidade em sentido restrito. O modelo aditivo-dominante (m, a, d) foi adequado para explicar os parâmetros genéticos da maioria das características avaliadas, com exceção do comprimento da antera e teor de matéria seca, em que o modelo aditivo-dominante foi inadequado, sendo interpretado o modelo completo. Na análise de geração envolvendo os parentais 349 e 356, apenas a altura da planta e espessura do pericarpo apresentaram alta herdabilidade no sentido amplo e restrito. O modelo aditivo-dominante (m, a, d) foi adequado para explicar os parâmetros genéticos da maioria das características. No entanto, para o diâmetro da copa, diâmetro das pétalas, comprimento do pedicelo e teor de matéria seca o modelo aditivo-dominante foi inadequado, recomendando-se a interpretação do modelo completo.

Palavras-chave: *Capsicum annuum*. Herança. Controle genético.

ABSTRACT

Peppers are grown all over the world, and their agribusiness has been gaining greater market share because of the wide variety of products, uses, and forms of consumption. The cultivation of ornamental peppers is a new trend in the Brazilian consumer market and has been increasing gradually throughout the world. The genetic variability existing in the genus *Capsicum* is basic conditions for their use in breeding programs. Knowledge of gene interaction and inheritance is essential for the definition of efficient breeding strategies. In this way, this study aimed to estimate the genetic parameters and gene effects involved in the inheritance of size, flower, and fruit characters in segregating generations of ornamental pepper (*Capsicum annuum* L.). The experiment was carried out in a greenhouse at the Plant Biotechnology Laboratory, Federal University of Paraíba (UFPB), Areia - PB. In the first chapter, two accessions of ornamental pepper (*Capsicum annuum* L.) belonging to the germplasm bank of the Federal University of Paraíba (BGH-UFPB) were used as parents: UFPB 347 and UFPB 356. In the second chapter the accesses UFPB 349 and UFPB 356 were used as parents. These parental were crossed to obtain the F_1 generation, this turn, was self-fertilized to obtain generation F_2 . The backcrossing generations RC_1 and RC_2 were obtained through the crossing between F_1 and the parental P_1 and P_2 , respectively. The experimental design was completely randomized, with five plants of each parental (P_1 and P_2), 20 plants of the F_1 generation, 90 plants of the generation F_2 for crossing 347 x 356, and 88 plants for the crossing 349 x 356, and 40 plants of RC_1 and RC_2 . We evaluated 19 quantitative characters referring to the plant, flower and fruit. The obtained data were submitted to generation analysis, and the effects of the models were submitted to the t test at the 5% and 1% level of significance. For generation analysis involving parental 347 and 356 high heritability values in the broad sense were observed for corolla length, petal diameter, fruit weight, fruit length and pericarp thickness. However, only the corolla length showed high heritability of restricted sense. The additive-dominant model (m, a, d) was adequate to explain the genetic parameters of most of the characteristics evaluated, except for anther length and dry matter content, in which the additive-dominant model was inadequate, being interpreted the complete model. In the generation analysis involving parentheses 349 and 356, only plant height and pericarp thickness showed high heritability in the broad and restricted sense. The additive-dominant model (m, a, d) was adequate to explain the genetic parameters of most characteristics. However, for the canopy diameter, petal diameter, pedicel length and dry matter content, the additive-dominant model was inadequate and the interpretation of the complete model was recommended.

Keywords: *Capsicum annuum*. Inheritance. Genetic control.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	8
REFERÊNCIAS	10
CAPÍTULO I - Controle genético de caracteres de porte e qualidade de frutos em pimenteira ornamental (<i>Capsicum annuum</i> L.)	14
1 INTRODUÇÃO	16
2 MATERIAL E MÉTODOS	17
2.1 Local do experimento	17
2.2 Material Vegetal	18
2.3 Análise estatística	19
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
3.1 Média das gerações	21
3.2 Estimativas dos parâmetros genéticos	28
3.3 Análise de geração	34
4 CONCLUSÕES	37
5 REFERÊNCIAS	37
CAPÍTULO II - Estudo da herança de caracteres de porte, flor e fruto em pimenteiras ornamentais (<i>Capsicum annuum</i> L.)	42
1 INTRODUÇÃO	44
2 MATERIAL E MÉTODOS	45
2.1 Local do experimento	45
2.2 Material Vegetal	45
2.3 Análise estatística	47
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
3.1 Média das gerações	48
3.2 Estimativas dos parâmetros genéticos	55
3.3 Análise de geração	60
4 CONCLUSÕES	64
5 REFERÊNCIAS	65

INTRODUÇÃO GERAL

O gênero *Capsicum* pertence à família das solanáceas e compreende um grupo altamente diversificado de pimentas e pimentões (CASALI; COUTO, 1984; PICKERSGILL, 1997). Este gênero é constituído por 31 espécies, das quais cinco são domesticadas e as demais são classificadas como semidomesticadas e silvestres (MOSCONI et al., 2007). Entre as espécies domesticadas estão *C. annuum* L., *C. baccatum* L., *C. chinense* L., *C. frutescens* L. e *C. pubescens* L. Dentre estas, *C. annuum* L. é a mais cultivada (PICKERSGILL, 1997), e apresenta uma grande importância econômica e de consumo, sendo difundida no mundo como pimenta doce e picante (TRIPODI et al., 2018).

As pimentas compreendem uma importante parcela no mercado de hortaliças frescas do Brasil, e são uma das principais culturas de vegetais e especiarias no ramo de condimentos, temperos e conservas. Valorizadas pelo seu aroma, sabor, pungência e valor nutricional, são cultivadas amplamente em todo o mundo (KOUASSI et al., 2012; MANIKANDAN et al., 2018; PIMENTA et al., 2016; RÊGO et al., 2016; VALVERDE, 2011). *C. annuum*, *C. baccatum* e *C. chinense* são espécies muito populares no Brasil, e estão bastante adaptadas às condições climáticas presentes nas regiões equatoriais e tropicais do país (FINGER; PEREIRA, 2016).

Os compostos responsáveis pelo sabor picante característico da maioria das pimentas são os capsaicinóides (BARBERO et al., 2014), sendo a capsaicina e diidrocapsaicina os principais contribuintes da pungência, representando cerca de 90% dos capsaicinóides totais (MOKHTAR et al., 2017; RÊGO et al., 2012b; TRIPODI et al., 2018). Estudos científicos sugerem que os capsaicinóides promovem a liberação de endorfina, substância responsável pela sensação de bem-estar, e possuem propriedades antioxidantes, anticancerígenas, antiartríticas e analgésicas (DEVI; SOOD, 2018; REYES-ESCOGIDO et al., 2011). Os frutos de *Capsicum* também são ricos em diversos compostos bioativos com potenciais propriedades promotoras de saúde, como vitamina C e E, provitamina A, flavonóides, fenóis, e outros carotenóides, como licopeno e zeaxantina, que reduzem o risco de câncer e doenças cardiovasculares (MENDOZA et al., 2013; WANG et al., 2017).

As espécies do gênero *Capsicum* apresentam diversidade de tamanho, forma e coloração dos frutos, proporcionando uma diversificação no mercado de pimenta devido à quantidade de subprodutos que podem ser produzidos (ALBRECHT et al., 2012;

RÊGO et al., 2011a). Na culinária, as pimentas podem ser utilizadas frescas ou secas, enriquecendo os alimentos com o seu sabor (MOKHTAR et al., 2017). Também são usadas como corantes naturais e matéria prima para a fabricação de spray de pimenta, e na indústria farmacêutica e cosmética (LU et al., 2017; NEITZKE et al., 2016). Além disso, as pimenteiras são comercializadas como plantas ornamentais, sendo utilizadas como buquês e no design de interiores e paisagismo (RÊGO et al., 2011b; RÊGO; RÊGO, 2016).

A utilização de pimenteira como planta ornamental se deve principalmente as suas características estéticas, como folhagem variegada, frutos de coloração intensa e contrastantes com a folhagem, densidade de folhas e frutos, e arquitetura da planta. A facilidade de cultivo, a durabilidade de seu aspecto ornamental em vaso e a existência de genótipos resistentes a pragas e doenças também contribuem com o seu uso para fins ornamentais (NEITZKE et al., 2016; RÊGO et al., 2009). Cultivares de pimenteira que apresentam tamanho e proporções reduzidas são indicadas para o cultivo em vasos, enquanto que plantas de porte mediano a alto podem ser destinadas ao paisagismo (BARROSO et al., 2012; NEITZKE et al., 2010).

A diversidade genética existente no gênero *Capsicum* possibilita a obtenção de novas variedades (STOMMEL; BOSLAND, 2006). O desenvolvimento de cultivares resistentes a pragas e doenças, com maior número de frutos, frutos coloridos e eretos, e copa harmônica é um dos principais objetivos em um programa de melhoramento para fins ornamentais (MACIEL et al., 2016; SANTOS et al., 2014).

A falta de informações adequadas sobre a genética e herança de caracteres quantitativos de planta é um fator limitante para o melhoramento (MARAME et al., 2009). O conhecimento do controle genético é fundamental para o desenvolvimento de um programa de melhoramento eficiente, orientando na escolha de populações segregantes, e proporcionando o conhecimento do tipo de ação gênica envolvida em cada característica avaliada (KHAN et al., 2009; SCHUELTER et al., 2010).

Uma das maneiras de avaliar a magnitude e natureza dos efeitos gênicos que controlam determinado caráter quantitativo é por meio da análise de geração. Esta metodologia permite avaliar simultaneamente várias gerações ou populações, incluindo genitores, híbridos (F_1) e gerações segregantes, como a população F_2 e as derivadas de retrocruzamentos (CRUZ et al., 2012).

A avaliação dos efeitos gênicos aditivos e dos efeitos epistáticos aditivos x aditivos é fundamental em um programa de melhoramento que vise o desenvolvimento

de linhagens superiores (MARAME et al., 2009; MATHER; JINKS, 1982). A existência de variância aditiva facilita a identificação de genótipos geneticamente superiores, os quais proporcionarão ganhos mais vantajosos em razão de sua seleção. Por outro lado, a presença de variância atribuída aos desvios de dominância é um indicador das dificuldades no processo seletivo, sendo desejável apenas em programas que tem como objetivo o desenvolvimento de híbridos (CRUZ et al., 2012). Neste caso, é necessário analisar as contribuições dos efeitos genéticos de dominância, e dos efeitos epistáticos dominante x dominante e aditivo x dominante, selecionando para heterose na direção desejada (MARAME et al., 2009; MATHER; JINKS, 1982).

Este trabalho foi dividido em dois capítulos, nos quais foram avaliados os parâmetros genéticos e os efeitos gênicos envolvidos na herança de caracteres morfoagronômicos de planta, flor e fruto em seis gerações (P_1 , P_2 , F_1 , F_2 , RC_1 e RC_2) de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.).

REFERÊNCIAS

- ALBRECHT, E.; ZHANG, D.; SAFTNER, R. A.; STOMMEL, J. R. Genetic diversity and population structure of *Capsicum baccatum* genetic resources. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 59, n. 7, p. 517 - 538, 2012.
- BARBERO, G. F.; RUIZ, A. G.; LIAZID, A.; PALMA, M.; VERA, J. C.; BARROSO, C. G. Evolution of total and individual capsaicinoids in peppers during ripening of the Cayenne pepper plant (*Capsicum annuum* L.). **Food Chem**, v. 153, p. 200 - 206, 2014.
- 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 Horticulturae**, v. 953, p. 269 - 276, 2012.
- CASALI, V. W. D.; COUTO, F. A. A. Origem e botânica de *Capsicum*. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, p. 113, 1984.
- CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4.ed. Viçosa: UFV. v.1, 2012, 514p.
- DEVI, J.; SOOD, S. Genetic Study of Horticultural Traits in Bell Pepper (*Capsicum annuum* var. *grossum*) Through Generation Mean Analysis. **Agricultural Research**, v. 7, n. 2, p. 112 - 119, 2018.
- FINGER, F.L.; PEREIRA, G.M. Physiology and Postharvest of Pepper Fruits. **In: RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; FINGER, F.L. Production and Breeding of Chilli Peppers**

(*Capsicum* spp.). © **Springer International Publishing Switzerland**, 2016, v. 2, p. 27-40.

KHAN, N.U., HASSAN, G., MARWAT, K.B., TULLAH, F., FARHATULLAH KUMBHAR, M.B., PARVEEN, A., AIMAN, U.E., KHAN, M.Z.; SOOMRO, Z.A. Diallel analysis of some quantitative traits in *Gossypium hirsutum* L. **Pakistan Journal of Botany**, v. 41, p. 3009 - 3022, 2009.

KOUASSI, C. K.; KOFFI-NEVRY, R.; GUILLAUME, L. Y.; YÉSSÉ, Z. N.; KOUSSÉMON, M.; KABLAN, T.; ATHANASE, K. K. Profiles of bioactive compounds of some pepper fruit (*Capsicum* L.) varieties grown in Côte d'Ivoire. **Innov Rom Food Biotechnol**, v. 11, p. 23 - 31, 2012.

LU, J.; GUO, M.; ZHAI, Y.; GONG, Z.; LU, M. Differential Responses to the Combined Stress of Heat and *Phytophthora capsici* Infection Between Resistant and Susceptible Germplasms of Pepper (*Capsicum annuum* L.). **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 36, n. 1, p. 161 - 173, 2017.

MACIEL, G. M.; OLIVEIRA, C. S.; SIQUIEROLI, A. C. S.; MELO, E. I.; OLIVEIRA, A. H. G. Genetic dissimilarity among the physiochemical characteristics of fruit from pepper accessions. **Biosci. J.**, v. 32, n. 4, p. 978 - 985, 2016.

MANIKANDAN, K.; VETHAMONI, P. I.; BAPU, J. R. K.; PARAMAGURU, P. Correlation and path coefficient analysis in F₂ segregating population of chilli (*Capsicum annuum* L.). **International Journal of Chemical Studies**, v. 6, n. 2, p. 3620 - 3622, 2018.

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**, v. 146, p. 131 - 140, 2009.

MATHER, K.; JINKS, J. L. **Introduction to biometrical genetics**. 3rd ed. London: Chapman & Hall. 1982.

MENDOZA, C. C.; SANCHEZ, E.; MILLAN, E.C.; MARQUEZ, E.M.; AGUILAR A. G. Characterization of the nutraceutical quality and antioxidant activity in bell pepper in response to grafting. **Molecules**, v. 18, p. 15689 - 15703, 2013.

MOKHTAR, M.; GINESTRA, G.; YUCEFI, F.; FILOCAMO, A.; BISIGNANO, C.; RIAZI, A. Antimicrobial Activity of Selected Polyphenols and Capsaicinoids Identified in Pepper (*Capsicum annuum* L.) and Their Possible Mode of Interaction. **Current Microbiology**, v. 74, n. 11, p. 1253 - 1260, 2017.

MOSCONE, E. A.; SCALDAFERRO, M. A.; GRABIELE, M.; CECCHINI, N. M.; SÁNCHEZ GARCÍA, Y.; JARRET, R.; DAVIÑA, J. R.; DUCASSE, D. A.; BARBOZA, G. E.; EHRENDORFER, F. The evolution of chili peppers (*Capsicum* – Solanaceae): a cytogenetic perspective. With international solanaceae conference. **Acta Horticulturae**, v. 745, p. 137 - 169, 2007.

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

NEITZKE, R. S.; FISCHER, S. Z.; VASCONCELOS, C. S.; BARBIERI, R. L.; TREPTOW, R. O. Pimentas ornamentais: aceitação e preferências do público consumidor. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 1, p. 102 - 109, 2016.

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

PIMENTA, S.; MENEZES, D.; NEDER, D.G.; MELO, R.A. Adaptability and stability of pepper hybrids under conventional and organic production systems. **Horticultura Brasileira**, v. 34, p. 168 - 174, 2016.

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

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

RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; CRUZ, C. D.; FINGER, F. L.; CASALI, V. W. D. Phenotypic diversity, correlation and importance of variables for fruit quality and yield traits in Brazilian peppers (*Capsicum baccatum*). **Genetic Resources and Crop**, v. 58, n. 6, p. 909 - 918, 2011b.

RÊGO, E. R.; FINGER, F.L.; MAPELI, A.M.; NASCIMENTO, N.F.F.; NASCIMENTO, M.F.; SANTOS, R.M.; RÊGO, M. M. Anthocyanin Content and Total Phenolics of Flowers and Leaves in Ornamental Peppers. **Acta Horticulturae**, v. 937, n. 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. **In: SALAZAR, M. A.; ORTEGA, J. M. (Org.). Pepper: Nutrition, Consumption and Health. Pepper: Nutrition, Consumption and Health. 1ed . New York: Nova Sci. Publishers Inc. v. 1, p. 159 - 170, 2012b.**

RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M. Genetics and Breeding of Chili Pepper *Capsicum* spp. **In: RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; FINGER, F.L. Production and Breeding of Chilli Peppers (*Capsicum* spp.). © Springer International Publishing Switzerland, 2016, v. 4, p. 57 - 80.**

REYES-ESCOGIDO, M. L., GONZALEZ-MONDRAGON, E. G.; VAZQUEZ-TZOMPANTZI, E. Chemical and pharmacological aspects of capsaicin. **Molecules**, v. 16, p. 1253 - 1270, 2011.

SANTOS, R. M. C., RÊGO, E. R., BORÉM, A., NASCIMENTO, M. F., NASCIMENTO, N. F. F., FINGER, F. L.; RÊGO, M. M. Epistasis and inheritance of

plant habit and fruit quality traits in ornamental pepper (*Capsicum annuum* L.). **Genetics and Molecular Research**, v. 13, p. 8876 - 8887, 2014.

SCHUELTER, A. R., PEREIRA, M. G., AMARAL JÚNIOR, A. T., CASALI, V. W. D., SCAPIM, C. A., BARROS, W. S.; FINGER, F. L. Genetic control of agronomically important traits of pepper fruits analyzed by Hayman's partial diallel cross scheme. **Genetics and Molecular Research**, v. 9, p. 113 - 127, 2010.

STOMMEL, J. R.; BOSLAND, P. W. Ornamental Pepper. In: ANDERSON, N. O. (eds). **Flower Breeding and Genetics: Issues, Challenges and Opportunities for the 21st Century**. Springer, Dordrecht, 2006, p. 561 - 599.

TRIPODI, P.; CARDI, T.; BIANCHI, G.; MIGLIORI, C. A.; SCHIAVI, M.; ROTINO, G. L.; SCALZO, R. L. Genetic and environmental factors underlying variation in yield performance and bioactive compound content of hot pepper varieties (*Capsicum annuum*) cultivated in two contrasting Italian locations. **European Food Research and Technology**, p. 1 - 13, 2018.

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

WANG, J.; FANG, X. M.; MUJUMDAR, A.S.; QIAN, J.Y.; ZHANG, Q.; YANG, X.H.; LIU, Y.H.; GAO, Z.J.; XIAO, H.W. Effect of high-humidity hot air impingement blanching (HHAIB) pretreatment on drying characteristic and quality attributes of red pepper (*Capsicum annuum* L.). **Food Chem.**, v. 220: p. 145 - 152, 2017.

CAPÍTULO I

CONTROLE GENÉTICO DE CARACTERES DE PORTE E QUALIDADE DE FRUTOS EM PIMENTEIRA ORNAMENTAL (*Capsicum annuum* L.)

RESUMO

As pimentas apresentam um mercado bastante diversificado e tem um elevado valor econômico e nutricional. O estudo do controle genético de caracteres quantitativos auxilia na condução de um programa de melhoramento eficiente. A magnitude e natureza dos efeitos gênicos podem ser avaliadas por meio da análise de geração. Deste modo, o presente estudo teve como objetivo estimar os parâmetros genéticos e os efeitos gênicos envolvidos na herança de caracteres morfoagronômicos em pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.). O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação, no Laboratório de Biotecnologia Vegetal, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia - PB. Foram utilizados como genitores dois acessos de pimenteiras ornamentais (*C. annuum* L.) pertencentes ao banco de germoplasma de hortaliças da Universidade Federal da Paraíba (BGH-UFPB): UFPB 347 e UFPB 356. Estes acessos foram cruzados para a obtenção da geração F_1 , esta foi autofecundada para a obtenção da geração F_2 . As gerações de retrocruzamento RC_1 e RC_2 foram obtidas através do cruzamento entre a F_1 e os parentais P_1 e P_2 , respectivamente. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo avaliadas cinco plantas de cada parental (P_1 e P_2), 20 plantas da geração F_1 , 90 plantas da geração F_2 e 40 plantas do RC_1 e do RC_2 . Foram avaliados 19 caracteres quantitativos referentes à planta, flor e fruto. Os dados obtidos foram submetidos à análise de geração, e os efeitos dos modelos foram submetidos ao teste t em nível de 5% e 1% de significância. Alta herdabilidade no sentido amplo foram encontradas para o comprimento da corola, diâmetro das pétalas, peso do fruto, comprimento do fruto e espessura do pericarpo. Valores intermediários de herdabilidade foram observados para o comprimento do caule, diâmetro da copa e maior diâmetro do fruto. Para a herdabilidade em sentido restrito, apenas o comprimento da corola, apresentou alta herdabilidade. As características comprimento do caule, diâmetro da copa, diâmetro das pétalas e comprimento do fruto, apresentaram herdabilidade intermediária. O modelo aditivo-dominante (m, a, d) foi adequado para explicar os parâmetros genéticos da maioria das características avaliadas. No entanto, para o comprimento da antera e teor de matéria seca o modelo aditivo-dominante foi inadequado, sendo interpretado o modelo completo. Para o diâmetro da copa, diâmetro do caule, comprimento do filete, comprimento do fruto, maior diâmetro do fruto e menor diâmetro do fruto, os efeitos gênicos aditivos foram mais importantes que os efeitos de dominância, sendo indicada a seleção em gerações precoces. Para a altura da planta, comprimento do caule, comprimento da folha, largura da folha, comprimento da corola, diâmetro das pétalas, comprimento da antera, peso do fruto, comprimento do pedicelo, comprimento da placenta e teor de matéria seca, os efeitos gênicos de dominância desempenharam papel mais importante que os efeitos aditivos, sendo recomendado o uso de híbridos ou a seleção em gerações avançadas.

Palavras-chave: *Capsicum annuum*, herança, controle genético.

GENETIC CONTROL OF SIZE-RELATED TRAITS AND FRUIT QUALITY IN ORNAMENTAL PEPPER (*Capsicum annuum* L.)

ABSTRACT

The peppers present a market very diversified and have a high economic and nutritional value. The study of genetic control of quantitative traits helps in the conduction of an efficient breeding program. The magnitude and nature of the gene effects can be evaluated through generation analysis. Thus, the objective of this study was to estimate the genetic parameters and the genetic effects involved in the inheritance of morphoagronomics characters in ornamental pepper (*Capsicum annuum* L.). The experiment was carried out in a greenhouse at the Plant Biotechnology Laboratory, Federal University of Paraíba (UFPB), Areia - PB. Two accessions of ornamental pepper (*C. annuum* L.) belonging to the germplasm bank of the Federal University of Paraíba (BGH-UFPB) were used as parents: UFPB 347 and UFPB 356. These accesses were crossed to obtain the F₁ generation, this was self-fertilized to obtain generation F₂. The backcrossing generations RC₁ and RC₂ were obtained through the crossing between F₁ and the parental P₁ and P₂, respectively. The experimental design was completely randomized, with five plants of each parental (P₁ and P₂), 20 plants of the F₁ generation, 90 plants of the F₂ generation and 40 plants of RC₁ and RC₂. We evaluated 19 quantitative characters referring to the plant, flower and fruit. The obtained data were submitted to generation analysis, and the effects of the models were submitted to the t test at the 5% e 1% level of significance. High heritability in the broad sense were found for corolla length, petal diameter, fruit weight, fruit length and pericarp thickness. Heritability intermediate values were observed for stem length, canopy diameter and larger fruit diameter. For the heritability of restricted sense, only the corolla length showed high heritability. The characteristics of stem length, canopy diameter, petal diameter and fruit length were intermediate heritability. The additive-dominant model (m, a, d) was adequate to explain the genetic parameters of most of the characteristics evaluated. For the anther length and dry matter content the additive-dominant model was inadequate, and the complete model was interpreted. For the canopy diameter, stem diameter, fillet length, fruit length, larger fruit diameter and smaller fruit diameter, additive gene effects were more important than dominance effects, being selection indicated in early generations. For plant height, stem length, leaf length, leaf width, corolla length, petal diameter, anther length, fruit weight, pedicel length, placental length and dry matter content, gene effects of dominance played a more important role than the additive effects, being recommended the use of hybrids or the selection in advanced generations.

Keywords: *Capsicum annuum*, inheritance, genetic control

1. INTRODUÇÃO

O gênero *Capsicum* inclui as pimentas e pimentões, e tem um elevado valor econômico e nutricional. Os frutos de *Capsicum* são uma rica fonte de antioxidantes naturais, incluindo as vitaminas A, C e E, além de ferro, potássio, magnésio, betacaroteno, ácido fólico e fibra (HULSE-KEMP et al., 2016; RÊGO et al., 2012a; 2016). 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 (RÊGO et al., 2012a).

As pimentas são amplamente cultivadas em todo mundo (HASAN et al., 2014; HILL et al., 2013) e apresentam um mercado bastante diversificado, sendo comercializadas *in natura* ou processadas na forma de molhos, conservas, geleias e pápricas, além do seu uso em produtos farmacêuticos e cosméticos, e como plantas ornamentais (BARROSO et al., 2015; FERRÃO et al., 2011; FERRAZ et al., 2016; FERREIRA et al., 2015; NASCIMENTO et al., 2015; NEITZKE et al., 2016).

O cultivo de pimenteiras ornamentais para o paisagismo é uma nova tendência no mercado consumidor brasileiro (SILVA et al., 2015). Esse interesse vem aumentando gradualmente em todo o mundo e tem incentivado estudos no melhoramento de pimenteiras ornamentais (ARI et al., 2016). A arquitetura da planta, a posição e quantidade de frutos, e o formato e coloração de folhas e frutos, são algumas características que proporcionam a utilização de *Capsicum* como planta ornamental (NEITZKE et al., 2016). Plantas de pequeno porte e compactas e com frutos coloridos e eretos são as mais indicadas (NEITZKE et al., 2016; RÊGO et al., 2009; 2012b). A presença de frutos de diferentes cores na mesma planta, e que contrastem com a folhagem é um fator de grande relevância para a comercialização de pimenteiras ornamentais (NEITZKE et al., 2016). A facilidade e o tempo relativamente curto de cultivo, a durabilidade dos frutos e folhas, a tolerância ao calor e à seca, a fácil propagação por sementes e a existência de genótipos resistentes a pragas e doenças também contribuem para a sua utilização como planta ornamental (NEITZKE et al., 2016; RÊGO et al., 2009; 2012b).

A variabilidade genética existente nas espécies do gênero *Capsicum*, para o formato e coloração dos frutos, folhas e flores são condições básicas para o melhoramento genético desse gênero (FERRÃO et al., 2011), podendo ser usada para

melhorar a produção, qualidade do fruto, valor nutricional, e resistência a doenças e insetos (CASALI et al., 1984). A seleção de genótipos de crescimento rápido, resistentes ao envelhecimento, e com maior vida útil de pós-produção é um dos objetivos de qualquer programa de melhoramento visando à obtenção de cultivares de pimenteiras para fins ornamentais (RÊGO et al., 2015).

O conhecimento da herança dos caracteres avaliados é essencial para a escolha de uma estratégia de melhoramento adequada, que maximize o uso do potencial genético (MANU et al., 2014; NAVHALE et al., 2017; RÊGO et al., 2015). O estudo do controle genético de caracteres quantitativos auxilia na condução de um programa de melhoramento eficiente, orientando na tomada de decisão sobre os métodos de melhoramento a serem utilizados ou sobre o tamanho da população a ser conduzida durante a implementação do programa de melhoramento (BENTO et al., 2016; RÊGO et al., 2012b).

A obtenção de informações adequadas sobre a natureza e magnitude dos efeitos gênicos é de grande importância na predição de respostas de gerações segregantes para o desenvolvimento de novas cultivares (BENTO et al., 2016). Essas informações podem ser investigadas através da análise de geração, permitindo a avaliação simultânea de várias gerações ou populações, incluindo genitores, híbridos (F_1) e gerações segregantes (F_2 , RC_1 e RC_2). Esta metodologia permite avaliar a importância relativa dos efeitos aditivos, de dominância e espistáticos (aditivo x aditivo, aditivo x dominante e dominante x dominante) na determinação de cada característica (MARAME et al., 2009).

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo estimar os parâmetros genéticos e os efeitos gênicos envolvidos na herança de caracteres morfoagronômicos de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local do experimento

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação, no Laboratório de Biotecnologia Vegetal, localizado no Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia - PB.

2.2. Material Vegetal e Caracterização Morfoagronômica

Foram utilizados como genitores dois acessos de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.) pertencentes ao banco de germoplasma de hortaliças da Universidade Federal da Paraíba (BGH-UFPB): UFPB 347 e UFPB 356. Estes acessos foram selecionados com base em estudo anterior, e as suas características estão apresentadas na Tabela 1. Os parentais 347 e 356 foram cruzados para a obtenção da geração F_1 , e por autofecundação desta foi obtida a geração F_2 . As gerações de retrocruzamento RC_1 e RC_2 foram obtidas através do cruzamento entre a F_1 e os parentais P_1 e P_2 , respectivamente.

Tabela 1. Características dos genitores utilizados para a obtenção das gerações F_1 , F_2 , RC_1 e RC_2 .

Características	Parentais	
	UFPB 349	UFPB 356
Cor do caule	Verde com raios púrpura	Roxo
Cor da folha	Variegada	Variegada
Cor da flor	Roxa	Roxa com base branca
Mancha de antocianina no fruto	Presente	Presente
Cor do fruto em estádios intermediários	Verde/ Roxo escuro	Verde/ Roxo escuro/ Alaranjado
Cor do fruto maduro	Vermelho	Vermelho

Os cruzamentos foram realizados em casa de vegetação. Os botões florais foram 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. Em seguida, foram etiquetadas e cobertas com papel alumínio para evitar contaminação (NASCIMENTO et al., 2012, 2013; RÊGO et al., 2012c). A coleta do fruto maduro foi realizada aproximadamente um a dois meses após a polinização. Após a coleta do fruto, foi feita a retirada das sementes.

A semeadura dos parentais (P_1 e P_2), sua progênie (F_1), geração segregante (F_2) e retrocruzamentos (RC_1 e RC_2) foi realizada em bandejas de isopor (poliestireno) de 128 células preenchidas com substrato comercial Plantmax®, contendo duas sementes por célula. Quando as plântulas apresentaram 4 a 6 folhas definitivas, cerca de 50 dias após a semeadura, foi realizado o transplante para vasos de plástico com capacidade de 900 mL, onde as mesmas foram cultivadas e mantidas em casa de vegetação.

A caracterização morfoagronômica foi realizada com base na lista de descritores sugerida pelo *Biodiversity International*, sendo avaliados 19 caracteres quantitativos referentes à planta, inflorescência e fruto. Os caracteres referentes à planta foram altura da planta (AP), altura da primeira bifurcação (APB), diâmetro da copa (DDC), diâmetro do caule (DCL), comprimento da folha (CF) e largura da folha (LF), sendo avaliados quando as mesmas apresentaram o primeiro fruto maduro. 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 por fruto (NSF) e teor de matéria seca (TMS).

2.3. Análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Foram avaliadas cinco plantas de cada parental (P_1 e P_2), 20 plantas da geração F_1 , 90 plantas da geração F_2 e 40 plantas do RC_1 e do RC_2 .

Os dados obtidos foram submetidos à análise de geração, onde foram calculadas as médias, variâncias fenotípicas (σ_f^2), variâncias ambientais (σ_m^2), variâncias genéticas (σ_g^2), variâncias aditivas (σ_a^2), e variâncias devido aos efeitos de dominância (σ_d^2), dadas por:

Variância fenotípica em F_2 :

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

Variância ambiental:

$$\hat{\sigma}_{m(F_2)}^2 = \frac{2\hat{\sigma}_{F_1}^2 + \hat{\sigma}_{P_1}^2 + \hat{\sigma}_{P_2}^2}{4}, \hat{\sigma}_{m(RC_1)}^2 = \frac{\hat{\sigma}_{F_1}^2 + \hat{\sigma}_{P_1}^2}{2} \text{ e } \hat{\sigma}_{m(RC_2)}^2 = \frac{\hat{\sigma}_{F_1}^2 + \hat{\sigma}_{P_2}^2}{2}$$

Variância genética em F₂:

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

Variância aditiva:

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

Onde:

$$\hat{\sigma}_{g(RC1)}^2 = \hat{\sigma}_{f(RC1)}^2 - \hat{\sigma}_{m(RC1)}^2; \hat{\sigma}_{g(RC2)}^2 = \hat{\sigma}_{f(RC2)}^2 - \hat{\sigma}_{m(RC2)}^2$$

Variância devido aos desvios da dominância:

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

Também foram calculadas as estimativas da herdabilidade no sentido amplo (h_a^2) e restrito (h_r^2).

Herdabilidade no sentido amplo:

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

Herdabilidade no sentido restrito:

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

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

Aditivo-dominante foram estimados os efeitos aditivos (a), os efeitos dominantes (d) e os efeitos da media (m).

Todos os efeitos dos dois modelos foram submetidos ao teste t em nível de 5% e 1% de significância. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o programa computacional Genes (CRUZ, 2006).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Média das gerações

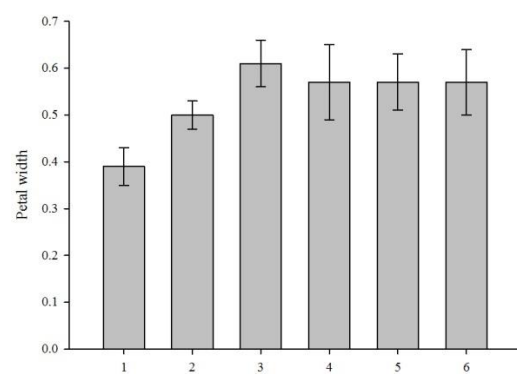
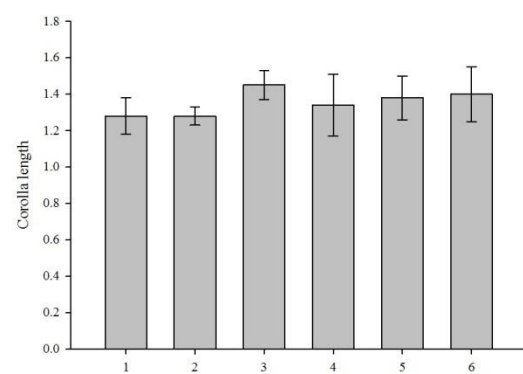
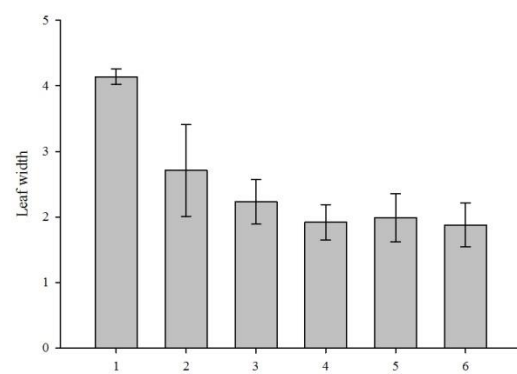
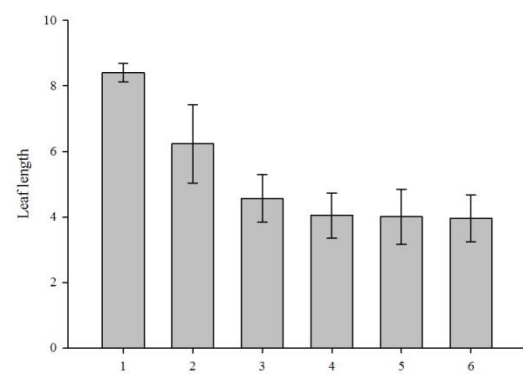
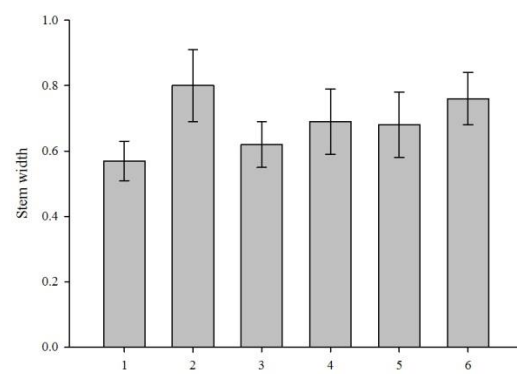
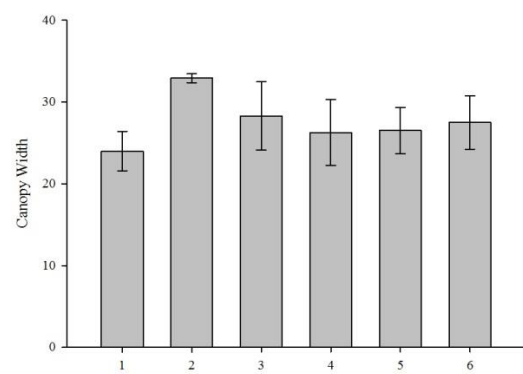
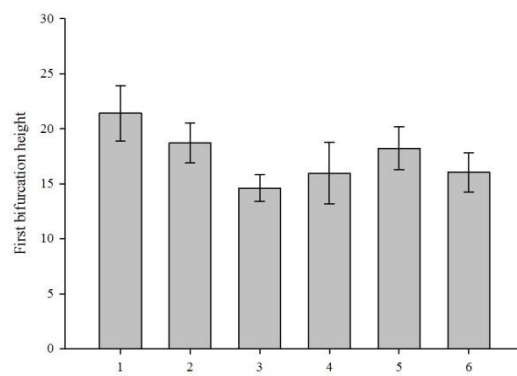
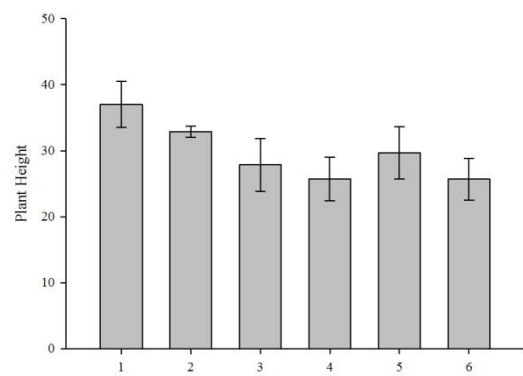
O valor médio da geração F_1 foi inferior à média dos seus parentais para a altura da planta, altura da primeira bifurcação, comprimento da folha, largura da folha, comprimento do pedicelo, espessura do pericarpo, número de sementes por fruto e teor de matéria seca (Tabela 2, Figura 1), indicando a presença de interação alélica de sobredominância negativa. A produção de híbridos para fins ornamentais é indicada para a altura da planta, altura da primeira bifurcação, comprimento da folha e largura da folha, uma vez que a F_1 apresentou média inferior aos seus genitores para estas características. Resultados semelhantes foram observados em *Capsicum annuum* por Santos et al. (2014) para a altura da planta. Estes mesmos autores também descreveram interação sobredominante negativa para o diâmetro da copa e largura da corola, diferindo do observado no presente estudo.

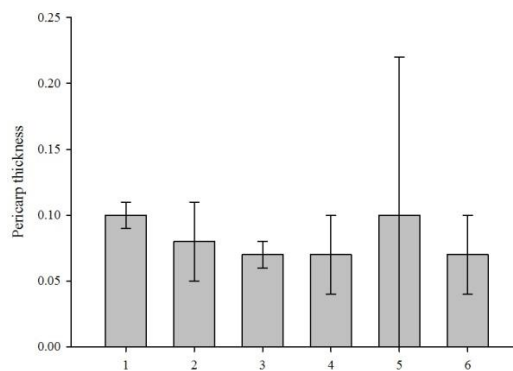
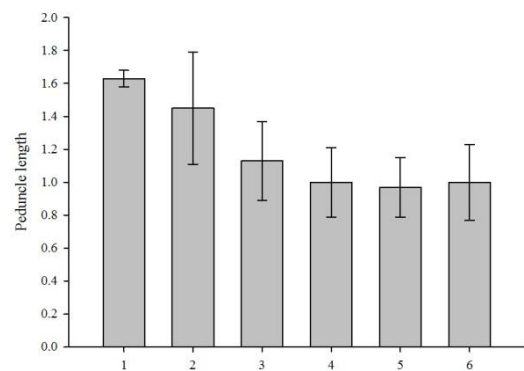
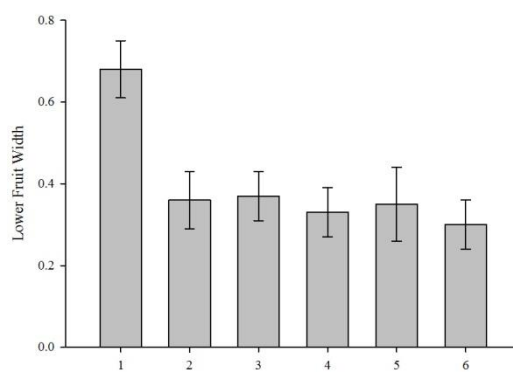
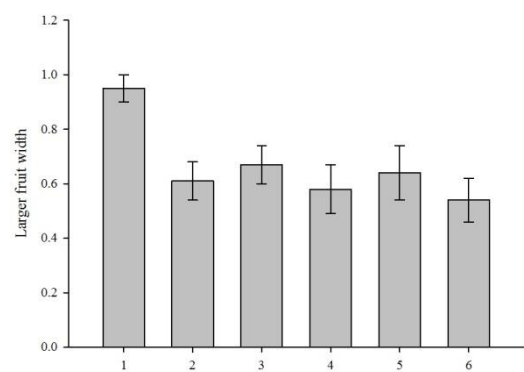
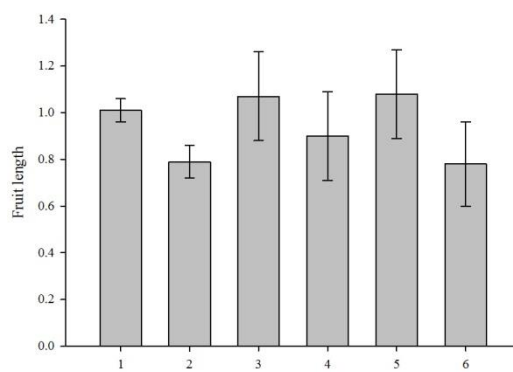
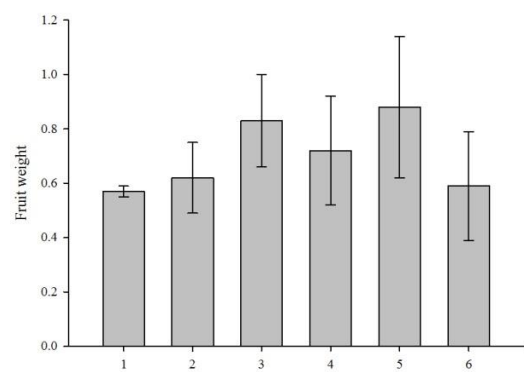
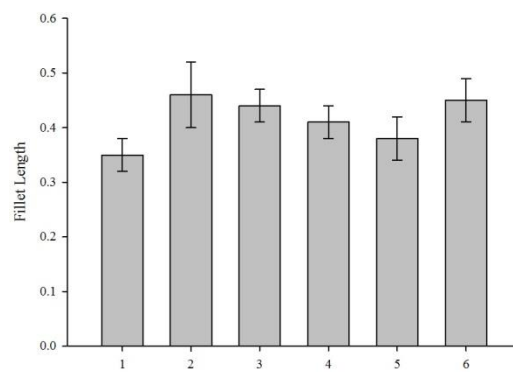
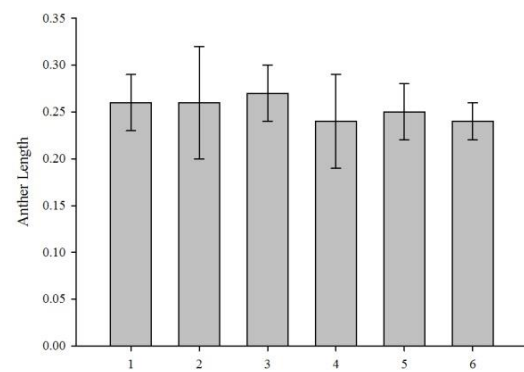
As características comprimento da corola, diâmetro das pétalas, comprimento da antera, peso do fruto, comprimento do fruto e comprimento da placenta apresentaram valores médios na geração F_1 superiores a média dos seus parentais (Tabela 2, Figura 1), caracterizando interação alélica sobredominante, indicando a ocorrência de heterose positiva ou vigor híbrido. Essa superioridade de F_1 pode ser devido a um acúmulo de alelos dominantes favoráveis (MARAME et al., 2009). Para essas características recomenda-se a exploração de híbridos (BARROSO et al., 2015).

Tabela 2. Valores médios e desvio padrão de dezenove caracteres quantitativos de planta, flor e fruto em parentais (P₁ e P₂), F₁, F₂, e retrocruzamentos (RC₁ e RC₂) obtidos do cruzamento entre os acessos de *Capsicum annuum* UFPB 347 e UFPB 356.

Geração	AP	APB	DDC	DCL	CF	LF	CDC	DDP	CANT	CFI
P₁	37.0 ± 3.48	21.4 ± 2.51	24.0 ± 2.42	0.57 ± 0.06	8.41 ± 0.28	4.14 ± 0.12	1.28 ± 0.10	0.39 ± 0.04	0.26 ± 0.03	0.35 ± 0.03
P₂	32.9 ± 0.82	18.7 ± 1.82	32.9 ± 0.55	0.80 ± 0.11	6.23 ± 1.19	2.71 ± 0.70	1.28 ± 0.05	0.50 ± 0.03	0.26 ± 0.06	0.46 ± 0.06
F₁	27.87 ± 3.98	14.61 ± 1.20	28.3 ± 4.17	0.62 ± 0.07	4.57 ± 0.73	2.23 ± 0.34	1.45 ± 0.08	0.61 ± 0.05	0.27 ± 0.03	0.44 ± 0.03
F₂	25.7 ± 3.29	15.97 ± 2.82	26.27 ± 4.01	0.69 ± 0.10	4.05 ± 0.69	1.92 ± 0.27	1.34 ± 0.17	0.57 ± 0.08	0.24 ± 0.05	0.41 ± 0.05
RC₁	29.67 ± 3.97	18.23 ± 1.95	26.5 ± 2.82	0.68 ± 0.10	4.01 ± 0.84	1.99 ± 0.37	1.38 ± 0.12	0.57 ± 0.06	0.25 ± 0.03	0.38 ± 0.04
RC₂	25.7 ± 3.17	16.04 ± 1.79	27.49 ± 3.27	0.76 ± 0.08	3.96 ± 0.71	1.88 ± 0.33	1.40 ± 0.15	0.57 ± 0.07	0.24 ± 0.02	0.45 ± 0.04
Geração	PF	CFR	MDF	MeDF	CP	EP	CPL	NSF	TMS	
P₁	0.57 ± 0.02	1.01 ± 0.05	0.95 ± 0.05	0.68 ± 0.07	1.63 ± 0.05	0.10 ± 0.01	0.77 ± 0.05	44.40 ± 6.27	15.37 ± 2.28	
P₂	0.62 ± 0.13	0.79 ± 0.07	0.61 ± 0.07	0.36 ± 0.07	1.45 ± 0.34	0.08 ± 0.03	0.68 ± 0.17	22.33 ± 2.62	17.25 ± 9.96	
F₁	0.83 ± 0.17	1.07 ± 0.19	0.67 ± 0.07	0.37 ± 0.06	1.13 ± 0.24	0.07 ± 0.01	0.79 ± 0.13	25.73 ± 4.16	14.10 ± 4.20	
F₂	0.72 ± 0.20	0.90 ± 0.19	0.58 ± 0.09	0.33 ± 0.06	1.00 ± 0.21	0.07 ± 0.03	0.73 ± 0.14	23.03 ± 5.17	15.11 ± 4.96	
RC₁	0.88 ± 0.26	1.08 ± 0.19	0.64 ± 0.10	0.35 ± 0.09	0.97 ± 0.18	0.10 ± 0.12	0.82 ± 0.17	25.33 ± 2.34	15.04 ± 3.49	
RC₂	0.59 ± 0.20	0.78 ± 0.18	0.54 ± 0.08	0.30 ± 0.06	1.00 ± 0.23	0.07 ± 0.03	0.64 ± 0.15	19.99 ± 4.12	14.34 ± 5.20	

AP - Altura da planta, APB - Altura da primeira bifurcação, DDC - Diâmetro da copa, DCL - Diâmetro do caule, CF - Comprimento da folha, LF - Largura da folha, CDC - Comprimento da corola, DDP - Diâmetro das pétalas, CANT - Comprimento da antera, CFI - Comprimento do filete, PF - Peso do fruto, CFR - Comprimento do fruto, MDF - Maior diâmetro do fruto, MeDF - Menor diâmetro do fruto, CP - Comprimento do pedicelo, EP - Espessura do pericarpo, CPL - Comprimento da placenta, NSF - Número de sementes/fruto e TMS - Teor de matéria seca.





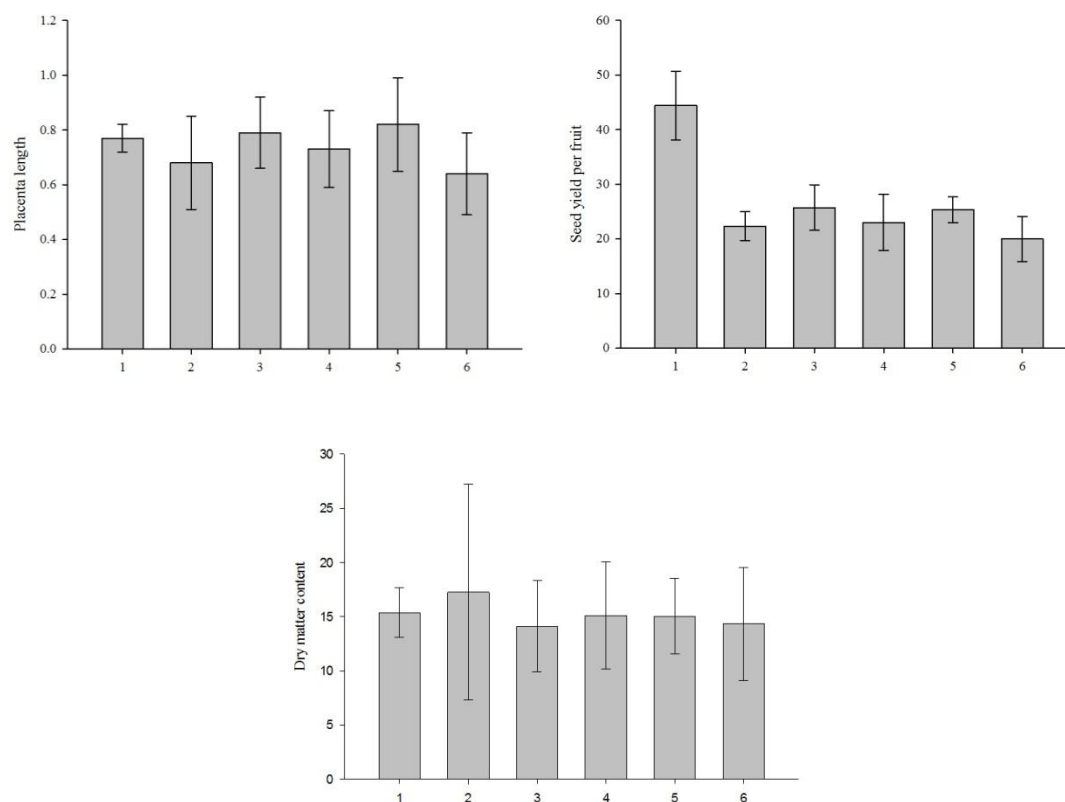


Figura 1. Média e desvio padrão de caracteres quantitativos de planta, flor e fruto avaliados em uma população segregante de pimenteira ornamental (*Capsicum annuum* L.), obtida a partir do cruzamento entre os acessos de UFPB 347 e UFPB 356.

1 - P₁; 2 - P₂; 3 - F₁; 4 - F₂; 5 - RC₁; 6 - RC₂.

As características diâmetro da copa, diâmetro do caule, comprimento do filete, maior diâmetro do fruto e menor diâmetro do fruto, apresentaram médias na geração F₁ dentro do intervalo entre as médias dos parentais (Tabela 2, Figura 1), caracterizando interação alélica do tipo aditiva. Santos et al. (2014) estudando a herança de caracteres de planta e fruto em pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum*) descreveram interação alélica aditiva para a maioria das características avaliadas, assemelhando-se ao observado no presente estudo para o diâmetro do caule e comprimento do fruto. Para melhoria destas características indica-se a seleção em gerações precoces (MARAME et al., 2009).

A média da geração F₂ foi inferior à média da geração F₁ para a maioria das características (Tabela 2, Figura 1), o que é esperado quando se tem interação do tipo sobredominância e dominância. As características altura da primeira bifurcação,

diâmetro do caule e teor de matéria seca, no entanto, apresentaram médias da geração F₂ superior a média dos híbridos.

Indivíduos transgressivos na geração F₂ foram encontrados para a maioria das características avaliadas, com exceção do diâmetro da copa, diâmetro do caule, comprimento do filete e teor de matéria seca (Tabela 2, Figura 1). De acordo com Wesp et al. (2008) a segregação transgressiva é o surgimento de indivíduos em gerações segregantes que estão fora do intervalo dos genitores para o caráter em estudo. As variáveis comprimento da corola e comprimento do fruto apresentaram indivíduos transgressivos na geração F₂ para valores máximos e mínimos (Tabela 2, Figura 1). Indivíduos transgressivos apenas para valores máximos foram encontrados para o diâmetro das pétalas, peso do fruto e comprimento da placenta (Tabela 2, Figura 1). As características altura da planta, altura da primeira bifurcação, comprimento da folha, largura da folha, comprimento da antera, maior diâmetro do fruto, menor diâmetro do fruto, comprimento do pedicelo, espessura do pericarpo e número de sementes por fruto apresentaram indivíduos transgressivos apenas para valores mínimos (Tabela 2, Figura 1). Segundo Marame et al. (2009) transgressões em gerações segregantes podem ocorrer devido a uma distância genética mais ampla entre os genitores.

A presença de transgressivos para valores mínimos para as características altura da planta e altura da primeira bifurcação é de grande interesse no melhoramento de pimenteiros ornamentais. Plantas com tamanho reduzido são um dos principais objetivos de qualquer programa de melhoramento de pimenteiros ornamentais (RÊGO et al., 2009; 2011; SANTOS et al., 2014), sendo portanto, indicada a seleção destes indivíduos para a melhoria destas características. Plantas de pequeno porte são preferíveis para uso ornamental em vaso, pois permitem o cultivo em pequenos recipientes sem prejudicar o crescimento e desenvolvimento das plantas (NEITZKE et al., 2010). Segundo Barroso et al. (2012) apenas as cultivares de pimenteira que apresentarem tamanho e proporções reduzidas é que podem ser comercializadas como plantas ornamentais, uma vez que a altura da planta e o diâmetro da copa devem ser proporcionais ao tamanho do vaso para manter a harmonia entre a arquitetura da planta e o vaso.

O comprimento e a largura da folha são caracteres importantes no mercado de pimenteiros ornamentais, uma vez que as folhas influenciam na harmonia da copa (SANTOS et al., 2014). Essas características apresentaram indivíduos transgressivos para o valor mínimo, sendo indicada a seleção destes indivíduos, visto que folhas

menores e proporcionais a sua copa possibilitam o destaque das flores e frutos entre as folhagens, sendo as mais desejáveis para fins ornamentais (FERREIRA et al., 2015).

O comprimento da corola e o diâmetro das pétalas apresentaram indivíduos transgressivos na geração F_2 para valores máximos, sendo indicada a seleção destes indivíduos para estas características. Flores maiores são mais interessantes para fins ornamentais, pois proporcionam beleza à planta, tornando-a mais atrativa e agradável aos olhos do consumidor, o que aumenta a probabilidade de venda e o valor de mercado (SANTOS et al., 2014). O comprimento da antera apresentou indivíduos transgressivos na geração F_2 apenas para valores mínimos, o que não é interessante em programas de melhoramento, pois dificulta a sua retirada durante a realização de cruzamentos, podendo causar maiores danos ao botão foral.

O peso do fruto apresentou indivíduos transgressivos apenas para valores máximos, não sendo indicada a seleção destes indivíduos para esta característica, uma vez que frutos muito pesados podem causar o acamamento da planta. Por outro lado, o comprimento do fruto apresentou indivíduos transgressivos para valores máximos e mínimos, indicando-se a seleção de indivíduos com valores mínimos, visto que frutos menores são ideais para fins ornamentais, por serem mais proporcionais ao tamanho da planta (SILVA et al., 2015).

Indivíduos transgressivos para valores mínimos foram observados para o maior diâmetro do fruto e menor diâmetro do fruto, o que é de interesse no melhoramento de pimenteiras ornamentais, pois frutos com dimensões menores mantêm o equilíbrio com a arquitetura da planta. Outra característica que também apresentou indivíduos transgressivos para valores mínimos foi o comprimento do pedicelo. No entanto, frutos com pedicelos pequenos não são interessantes no melhoramento de pimenteiras ornamentais, pois dificultam a visualização dos frutos em meio à folhagem, não sendo, portanto, indicada a seleção desses indivíduos. De acordo com Melo et al. (2014), frutos com maior comprimento do pedicelo têm mais destaque em relação às folhas, sendo interessante para plantas cultivadas em vaso e arranjos florais.

A espessura do pericarpo apresentou indivíduos transgressivos apenas para valores mínimos, não sendo indicada a seleção para esta característica. Frutos com pericarpo mais espessos são mais indicados para seleção no melhoramento de pimenteira por serem mais resistentes a danos causados no manuseio pós-colheita e no transporte (LANNES et al., 2007; RÊGO et al., 2009).

O comprimento da placenta apresentou indivíduos transgressivos apenas para valores máximos, indicando-se a seleção desses indivíduos para estas características. Indivíduos com maior comprimento da placenta são mais desejáveis, pois na placenta encontram-se as maiores quantidades de capsacinóides (RÊGO et al., 2012a; ZEWDIE; BOSLAND, 2001), substância responsável pela pungência característica dos frutos e rica em agentes antioxidantes (RÊGO et al., 2012a).

O número de sementes por fruto é uma variável importante para determinar a variabilidade entre os acessos (BENTO et al., 2007). Essa característica apresentou indivíduos transgressivos na F_2 apenas para valores mínimos, o que não é desejável em programas de melhoramento, uma vez que frutos com maior número de sementes são mais interessantes por facilitar a propagação da espécie, além de promover o abastecimento de bancos de germoplasma.

Os retrocruzamentos (RC_1 e RC_2) apresentaram médias que tenderam a se localizar próximas as médias de seus respectivos parentais recorrentes para o comprimento do caule, diâmetro da copa, diâmetro do caule, comprimento da corola, diâmetro das pétalas, comprimento da antera, comprimento do filete, peso do fruto, comprimento do fruto, espessura do pericarpo, comprimento da placenta e teor de matéria seca (Tabela 2), confirmando a escolha dos parentais para esses caracteres (BNEJDI et al., 2009). A largura da folha, maior diâmetro do fruto, menor diâmetro do fruto, comprimento do pedicelo e número de sementes por fruto, apresentaram médias de RC_2 próximas às médias do P_2 , porém médias do RC_1 distantes do P_1 . A altura da planta, no entanto, apresentou o inverso, média de RC_1 próxima à média do P_1 e média do RC_2 distante do P_2 . O comprimento da folha foi a única característica que apresentou valores médios de ambos os retrocruzamentos (RC_1 e RC_2) distantes dos seus respectivos parentais. Essa discrepância pode ser atribuída a uma maior quantidade de genes com efeitos diferentes envolvidos na expressão da característica.

3.2. Estimativas dos parâmetros genéticos

As variáveis altura da planta, altura da primeira bifurcação, comprimento da corola, comprimento da antera, peso do fruto, comprimento do pedicelo, espessura do pericarpo, comprimento da placenta e teor de matéria seca, não apresentaram diferenças entre os genitores (Tabela 3), não tendo, portanto, seus parâmetros genéticos analisados, e não sendo avaliadas na análise de geração.

Tabela 3. Amplitude de dezenove caracteres quantitativos de planta, flor e fruto em parentais (347 e 356) de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum*).

Genitores	AP	APB	DDC	DCL	CF
347	33,52 — 40,48	18,89 — 23,91	21,58 — 26,42	0,51 — 0,63	8,13 — 8,69
356	32,08 — 33,72	16,88 — 20,52	32,35 — 33,45	0,69 — 0,91	5,04 — 7,42
Genitores	LF	CDC	DDP	CANT	CFI
347	4,02 — 4,26	1,18 — 1,38	0,35 — 0,43	0,23 — 0,29	0,32 — 0,38
356	2,01 — 3,41	1,23 — 1,33	0,47 — 0,53	0,20 — 0,32	0,40 — 0,52
Genitores	PF	CFR	MDF	MeDF	CP
347	0,55 — 0,59	0,96 — 1,06	0,90 — 1,00	0,61 — 0,75	1,58 — 1,68
356	0,49 — 0,75	0,72 — 0,86	0,54 — 0,68	0,29 — 0,43	1,11 — 1,79
Genitores	EP	CPL	NSF	TMS	
347	0,09 — 0,11	0,72 — 0,82	38,13 — 50,67	13,09 — 17,65	
356	0,05 — 0,11	0,51 — 0,85	19,71 — 24,95	7,29 — 27,21	

AP - Altura da planta, APB - Altura da primeira bifurcação, DDC - Diâmetro da copa, DCL - Diâmetro do caule, CF - Comprimento da folha, LF - Largura da folha, CDC - Comprimento da corola, DDP - Diâmetro das pétalas, CANT - Comprimento da antera, CFI - Comprimento do filete, PF - Peso do fruto, CFR - Comprimento do fruto, MDF - Maior diâmetro do fruto, MeDF - Menor diâmetro do fruto, CP - Comprimento do pedicelo, EP - Espessura do pericarpo, CPL - Comprimento da placenta, NSF - Número de sementes/fruto e TMS - Teor de matéria seca.

Os componentes de variância foram estimados e utilizados para calcular as herdabilidades em sentido amplo e restrito, e o grau médio de dominância (Tabela 4). As variâncias ambientais foram maiores que as variâncias genéticas para diâmetro do caule, comprimento da folha, largura da folha, comprimento do filete, menor diâmetro do fruto e número de sementes por fruto (Tabela 4), indicando que estas características apresentaram alta influência do ambiente na expressão do caráter, o que dificulta a transmissão do fenótipo desejável aos descendentes. Neste caso, a seleção com base no fenótipo não é confiável (BARROSO et al. 2015).

O comprimento da folha, largura da folha e menor diâmetro do fruto, apresentaram variância genética negativa, sendo considerada como zero. Desse modo, toda variância fenotípica observada para estas características foi de natureza ambiental. De acordo com Borém e Miranda (2013), quanto maior a proporção da variabilidade ambiental em relação à variabilidade total, mais difícil será selecionar genótipos de forma efetiva. Uma alternativa para diminuir a variância ambiental dessas características, seria aumentar a variância genética. O cruzamento entre indivíduos mais divergentes proporcionaria uma variância genética maior, diminuindo assim o efeito do ambiente (BORÉM; MIRANDA, 2013).

Tabela 4. Estimativa dos parâmetros genéticos obtidos das variâncias de dezenove caracteres morfoagronômicos avaliados em uma população segregante de pimenteira ornamental (*Capsicum annuum* L.) obtida a partir do cruzamento entre acessos UFPB 347 e UFPB 356.

Características	Parâmetros Genéticos							GMD
	σ^2_f	σ^2_m	σ^2_g	σ^2_a	σ^2_d	h^2_a	h^2_r	
DDC	16.0458	7.8513	8.1945	18.1826	0	51.0695	51.0695	0
DCL	0.00998	0.0070	0.0029	0.00286	0.00007	29.3854	28.6395	0.2282
CF	0.47723	0.6757	0	0	0.1191	0	0	0
LF	0.0740	0.2089	0	0	0.0131	0	0	0
DDP	0.0062	0.0018	0.0043	0.0036	0.0008	70.4741	57.9679	0.6569
CFI	0.0025	0.0021	0.0004	0.0014	0	16.9951	16.9951	0
CFR	0.0366	0.0147	0.0219	0.0172	0.0047	59.8919	46.9367	0.7430
MDF	0.0085	0.0042	0.0042	0.0005	0.0037	49.9598	6.1581	3.7717
MeDF	0.0040	0.0047	0	0	0.0033	0	0	0
NSF	26.7742	21.183	5.5909	4.6151	0.9758	20.8818	17.2371	0.6503

DDC - Diâmetro da copa, DCL - Diâmetro do caule, CF - Comprimento da folha, LF - Largura da folha, DDP - Diâmetro das pétalas, CFI - Comprimento do filete, CFR - Comprimento do fruto, MDF - Maior diâmetro do fruto, MeDF - Menor diâmetro do fruto e NSF - Número de sementes/fruto.

σ^2_f - Variância fenotípica, σ^2_m - Variância ambiental, σ^2_g - Variância genotípica, σ^2_a - Variância aditiva, σ^2_d - Variância de dominância, h^2_a - herdabilidade no sentido amplo, h^2_r - herdabilidade no sentido restrito, GMD - Grau médio de dominância.

O maior diâmetro do fruto apresentou variância ambiental igual à variância genética. Para as características diâmetro da copa, diâmetro das pétalas, comprimento do fruto e espessura do pericarpo (Tabela 4), as variâncias genéticas foram superiores as variâncias ambientais, sugerindo que a maior parte da variação fenotípica é de natureza genética, podendo ser transmitida aos seus descendentes.

As características diâmetro da copa e comprimento do filete, apresentaram variância de dominância negativa, sendo neste caso considerada igual a zero. Bento et al. (2016) também relataram a presença de variância de dominância negativa em *Capsicum baccatum* para o número de frutos por planta e espessura da polpa, considerando-a como zero. Resultados semelhantes foram observados por Bnejdi et al. (2009) para a resistência a *Phytophthora nicotianae* em *Capsicum annuum* e por Moreira et al. (2013) para o número de ovos por folha e número de grandes minas para traça do tomateiro (*Solanum pennellii*). Segundo estes últimos autores, os valores negativos da variância de dominância podem estar relacionados à baixa precisão das estimativas de variância ambiental. Para estas características os efeitos aditivos foram os responsáveis pela expressão do caráter, sendo a seleção em gerações precoces o método mais adequado (FORTUNATO et al., 2015). De acordo com Rêgo et al. (2012b) a presença de efeitos gênicos aditivos possibilita a obtenção de novas variedades em populações segregantes a partir do cruzamento entre os genótipos testados.

O diâmetro do caule, diâmetro das pétalas, comprimento do fruto e número de sementes por fruto, apresentaram variância aditiva superior à variância de dominância (Tabela 4), sugerindo uma maior contribuição dos efeitos aditivos na expressão do caráter. A seleção em gerações segregantes e a seleção recorrente são indicadas para a melhoria destas características, pois fazem melhor uso da variância aditiva (BNEJDI et al., 2009), possibilitando a obtenção de ganhos satisfatórios (BENTO et al., 2016).

As características comprimento da folha, largura da folha, peso do fruto e menor diâmetro do fruto, apresentaram variância aditiva negativa, sendo definida como zero, indicando que a expressão do caráter é determinada pelos efeitos gênicos de dominância. Resultado similar foi observado por Bento et al. (2016) para o teor de sólidos solúveis totais em *Capsicum annuum*. O maior diâmetro do fruto apresentou variância de dominância superior à variância aditiva, sugerindo que os efeitos gênicos de dominância foram mais importantes que os efeitos gênicos aditivos. A predominância dos efeitos gênicos dominante dificulta o trabalho do melhorista (BNEJDI et al. 2009), pois não é possível ter certeza que o fenótipo superior observado

corresponde ao genótipo desejado (BENTO et al., 2013). Para estas características indica-se a produção de híbridos, visto que o heterozigoto terá o mesmo valor do homozigoto dominante. A seleção em gerações avançadas também pode ser utilizada, recomendando-se o método SSD (descendência por única semente). Esse método permite um rápido avanço de gerações para seleção tardia dos genótipos (BENTO et al., 2013).

As características diâmetro das pétalas e comprimento do fruto apresentaram alta herdabilidade no sentido amplo, 70,47% e 59,89%, respectivamente (Tabela 4). Altos valores de herdabilidade indicam que a maior parte da variação encontrada é devido à variação genética, com pouca influência ambiental, tornando possível o ganho genético para essas características por seleção nas gerações iniciais (PESSOA et al., 2015; SILVA NETO et al., 2014). Resultados semelhantes foram observados por Costa et al., (2016) para o peso do fruto, comprimento do fruto e espessura do pericarpo. Fortunato et al. (2015) descreveram resultados semelhantes para o comprimento da corola e diâmetro das pétalas, demonstrando que a maior parte da variação fenotípica observada para estas características foi de origem genética, podendo ser transmitida aos seus descendentes. Nascimento et al. (2012) também relataram alta herdabilidade no sentido amplo para o comprimento da corola, indicando que a variabilidade genética foi responsável pela maior parcela da variabilidade total para este caráter.

Para as características diâmetro da copa e maior diâmetro do fruto, a herdabilidade no sentido amplo apresentou valores intermediários, 51,07% e 49,96%, respectivamente (Tabela 4), sugerindo que as variações encontradas para essas características foram devidas tanto a causas genéticas quanto ambientais. A altura da planta, diâmetro do caule, comprimento da antera, comprimento do filete, comprimento da placenta e número de sementes por fruto, apresentaram baixa herdabilidade no sentido amplo (Tabela 3), indicando que a maior parte da variação observada para estas características foi devido à variação ambiental. Resultado semelhante foi observado por Silva Neto et al., (2014) para o comprimento da antera, evidenciando ser esta característica mais influenciada pelos componentes ambientais, o que dificulta a seleção para a mesma.

O comprimento da folha, largura da folha, e menor diâmetro do fruto, apresentaram 0% herdabilidade, uma vez que para estas características a variância genética foi negativa, sendo considerada como zero (Tabela 4). Isto sugere que estas características são altamente influenciadas pelos componentes ambientais. Neste caso, a

herdabilidade não pode ser usada como um parâmetro de seleção, recomendando-se para a melhoria destas características a prática de seleção indireta com base em um caráter secundário fortemente correlacionado e com alta herdabilidade (RÊGO et al., 2011), ou a seleção em gerações avançadas (RÊGO et al., 2009).

A herdabilidade no sentido restrito quantifica a importância relativa da proporção aditiva da variância genética, que pode ser transmitida para a próxima geração (BORÉM; MIRANDA, 2013; YANG et al. 2017). O diâmetro da copa, diâmetro das pétalas e comprimento do fruto, apresentaram herdabilidade no sentido restrito intermediária, variando de 46,94% a 57,97% (Tabela 4), indicando a importância dos efeitos gênicos aditivos, e dos efeitos gênicos de dominância e/ou epistáticos. A seleção recorrente recíproca ou a seleção entre e dentro de famílias de meio-irmão pode ser indicada para a melhoria destas características, pois exploram tanto a variância genética aditiva quanto a variância genética não aditiva.

O diâmetro do caule, comprimento do filete, maior diâmetro do fruto e número de sementes por fruto, apresentam baixa herdabilidade no sentido restrito (Tabela 4), sugerindo que a exploração do vigor híbrido para estas características seria a estratégia mais adequada (BARROSO et al., 2015). Segundo Gonçalves et al. (2011), a magnitude reduzida da herdabilidade no sentido restrito implica pouca confiabilidade do genótipo na transmissão do fenótipo desejado para as progênes. Desse modo, a seleção em gerações iniciais não é recomendada, indicando-se a seleção em gerações avançadas (BENTO et al., 2013).

O diâmetro da copa e comprimento do filete apresentaram herdabilidade no sentido restrito igual à herdabilidade no sentido amplo. Para estas características a variância de dominância foi negativa e, portanto, considerada como zero, sugerindo que toda variância genética observada foi devido à variação genética aditiva (BENTO et al., 2016).

O comprimento da folha, largura da folha e menor diâmetro do fruto, apresentaram herdabilidade no sentido restrito igual a zero (Tabela 4), visto que para estas características a variância aditiva foi negativa, e considerada como zero. Desse modo, os efeitos gênicos de dominância e/ou epistáticos foram os responsáveis pelo controle destes caracteres.

O grau médio de dominância expressa a posição relativa do heterozigoto, em relação à média dos homozigotos (CRUZ, 2012). As características diâmetro do caule, diâmetro das pétalas, comprimento do fruto e número de sementes por fruto,

apresentaram valores de grau médio de dominância entre zero e um (Tabela 4), sugerindo a existência de dominância incompleta para estas características. Bento et al.(2016) também descreveram ação gênica de dominância incompleta para o comprimento do fruto, assemelhando-se ao observado no presente estudo. O maior diâmetro do fruto apresentou grau médio de dominância maior que um, indicando interação do tipo sobredominância. Para as demais características foram observados grau médio de dominância igual à zero, indicando interação do tipo aditiva.

3.3. Análise de geração

O modelo aditivo-dominante (m, a, d) apresentou valores do coeficiente de correlação (r) superior a 70% para todas as características avaliadas (Tabela 5), sugerindo a adequação deste modelo para explicar os parâmetros genéticos destas características.

Para o modelo aditivo-dominante o parâmetro genético da média de todos os possíveis homozigotos (m) foi significativo a 1% de probabilidade para todas as características avaliadas (Tabela 5). Os efeitos gênicos aditivos (a) e dominantes (d) foram significativos a 1% e 5% de probabilidade para o diâmetro da copa, diâmetro do caule, comprimento da folha, largura da folha, diâmetro das pétalas, comprimento do filete, comprimento do fruto, maior diâmetro do fruto e menor diâmetro do fruto (Tabela 5), indicando que tanto os efeitos gênicos aditivos quanto os efeitos de dominância estão envolvidos na expressão destas características.

Para o diâmetro da copa, diâmetro do caule, comprimento do filete, comprimento do fruto, maior diâmetro do fruto e menor diâmetro do fruto, os efeitos gênicos aditivos foram mais importantes que os efeitos de dominância. Segundo Rêgo et al., (2009) estas características são facilmente fixadas em gerações iniciais, e podem ser melhoradas por um esquema de seleção simples, como o método genealógico. Estes mesmos autores também sugerem a utilização de seleção recorrente ou seleção massal para o lançamento de novas cultivares para características com efeitos aditivos predominantes.

Tabela 5. Efeitos gênicos para o modelo completo e aditivo-dominante em dezenove características de planta, flor e fruto em pimenteira ornamental (*Capsicum annuum*).

Efeitos	Características									
	DDC		DCL		CF		LF		DDP	
	Estimativa	R ² (%)	Estimativa	R ² (%)	Estimativa	R ² (%)	Estimativa	R ² (%)	Estimativa	R ² (%)
Modelo Completo										
m	25.56**	61.36	0.59**	69.43	7.59**	57.43	3.37**	58.58	0.44**	65.09
a	-4.45**	30.28	-0.11**	13.56	1.09**	4.45	0.72**	6.60	-0.06**	18.35
d	0.10ns	0.0001	0.40*	4.64	-11.12**	16.28	-4.67**	13.92	0.35**	6.58
aa	2.89ns	0.83	0.10ns	2.37	-0.26ns	0.09	0.05ns	0.02	0.01ns	0.02
ad	6.92**	7.30	0.07ns	0.85	-2.08**	2.90	-1.21**	3.76	0.11**	5.88
dd	2.64ns	0.22	-0.37**	9.15	8.10**	18.85	3.53**	17.13	-0.18*	4.07
Modelo aditivo-dominante										
m	29.02**	98.05	0.74**	96.93	5.95**	86.84	2.79**	83.90	0.48**	96.35
a	-3.62**	1.63	-0.11**	2.54	1.58**	6.71	0.93**	10.06	-0.03*	0.34
d	-3.49**	0.31	-0.09**	0.52	-3.01**	6.45	-1.40**	6.03	0.16**	3.30
r	0.8336		0.897		0.758		0.7853		0.9324	

Continuação da tabela 5.

Efeitos	Características									
	CFI		CFR		MDF		MeDF		NSF	
	Estimativa	R ² (%)	Estimativa	R ² (%)	Estimativa	R ² (%)	Estimativa	R ² (%)	Estimativa	R ² (%)
	Modelo Completo									
m	0.38**	90.96	0.76**	46.71	0.73**	54.88	0.55**	49.74	34.85**	50.05
a	-0.06**	7.44	0.11**	31.96	0.17**	30.28	0.16**	20.53	11.03**	25.54
d	0.05ns	0.28	0.21ns	0.55	-0.53**	4.21	-0.69**	10.46	-38.15**	8.51
aa	0.02ns	0.55	0.14ns	1.52	0.05ns	0.31	-0.02ns	0.136	-1.48ns	0.11
ad	-0.04ns	0.76	0.38**	19.04	-0.15**	2.75	-0.23**	6.33	-11.38**	4.51
dd	0.01ns	0.01	0.09ns	0.21	0.47**	7.57	0.51**	12.80	29.03**	11.28
	Modelo aditivo-dominante									
m	0.39**	96.28	0.87**	96.16	0.67**	94.12	0.38**	92.71	25.30**	94.18
a	-0.07**	3.20	0.16**	3.42	0.15**	5.30	0.10**	6.39	5.71**	5.43
d	0.04**	0.51	0.12**	0.42	-0.09**	0.58	-0.06**	0.89	-2.76ns	0.39
r	0.9823		0.8726		0.8432		0.8271		0.8697	

DDC - Diâmetro da copa, DCL - Diâmetro do caule, CF - Comprimento da folha, LF - Largura da folha, DDP - Diâmetro das pétalas, CFI - Comprimento do filete, CFR - Comprimento do fruto, MDF - Maior diâmetro do fruto, MeDF - Menor diâmetro do fruto, e NSF - Número de sementes/fruto.

m - média de homozigotos, a - aditivo, d - dominante, aa - aditivo x aditivo, ad - aditivo x dominante e ad- aditivo x dominante, r - coeficiente de correlação.

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

Para o comprimento da folha, largura da folha e diâmetro das pétalas, os efeitos gênicos de dominância desempenharam papel mais importante que os efeitos aditivos, sendo recomendado o uso de híbridos ou a seleção em gerações avançadas (BARROSO et al., 2015; FORTUNATO et al., 2015; RÊGO et al., 2009; 2015; RÊGO; RÊGO, 2016).

4. CONCLUSÕES

O modelo aditivo-dominante foi suficiente para explicar todas as características avaliadas, sugerindo que apenas os efeitos gênicos aditivos e dominantes influenciaram no controle destes caracteres.

Os efeitos gênicos aditivos foram mais importantes que os efeitos de dominância para o diâmetro da copa, diâmetro do caule, comprimento do filete, comprimento do fruto, maior diâmetro do fruto e menor diâmetro do fruto, sendo indicada para a melhoria destas características a seleção em gerações iniciais.

5. REFERÊNCIAS

- ARI, E.; YILDIRIM, T.; MUTLU, N.; BÜYÜKALACA, S.; GÖKMEN, Ü.; AKMAN, E. Comparison of different androgenesis protocols for doubled haploid plant production in ornamental pepper (*Capsicum annuum* L.). **Turk J Biol**, v. 40, p. 944-954, 2016.
- 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 Horticulturae**, v. 953, p. 269-276, 2012.
- BARROSO, P. A.; PESSOA, A. M. DOS S.; MEDEIROS, G. D. A.; SILVA NETO, J. J.; RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M. Genetic Control of Seed Germination and Physiological Quality in Ornamental Pepper. **Acta Horticulturae**, v. 1087, p. 409-414, 2015.
- BENTO, C. S.; SUDRÉ, C. P.; RODRIGUES, R.; RIVA, E. M.; PEREIRA, M. G. Descritores qualitativos e multicategóricos na estimativa da variabilidade fenotípica entre acessos de pimenta. **Scientia Agraria**, v. 8, p. 149-156, 2007.
- BENTO, C. S.; RODRIGUES, R.; GONÇALVES, L. S. A.; OLIVEIRA, H. S.; SANTOS, M. H.; PONTES, M. C.; SUDRÉ, C. P. Inheritance of resistance to Pepper yellow mosaic virus in *Capsicum baccatum* var. *pendulum*. **Genetics and Molecular Research**, v. 12, n. 2, p. 1074-1082, 2013.

BENTO, C. S.; RODRIGUES, R.; SUDRÉ, C. P.; MEDEIROS, A. M.; MATHIAS, V. A. S.; GONÇALVES, L. S. A. Determining the inheritance of agronomic traits in chili pepper. **Horticultura Brasileira**, v. 34, p. 367-373, 2016.

BNEJDI, F.; SAADOUN, M.; ALLAGUI, M. B.; GAZZAH, M. EL. Epistasis and heritability of resistance to *Phytophthora nicotianae* in pepper (*Capsicum annuum* L.). **Euphytica**, v. 167, p. 39-44, 2009.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. Editora UFV. Viçosa (MG). 6ª edição. 2013, 523p.

CASALI, V. W. D.; COUTO, F. A. A. Origem e botânica de *Capsicum*. **Informe Agropecuário**, v. 10, n. 113, p. 8-10, 1984.

COSTA, M. P. S. D.; RÊGO, M. M.; SILVA, A. P. G.; RÊGO, E. R.; BARROSO, P. A. Characterization and genetic diversity of pepper (*Capsicum* spp) parents and interspecific hybrids. **Genetics and Molecular Research**, v. 15, n. 1, p. 1-12, 2016.

CRUZ, C. D. Programa Genes: aplicativo computacional em genética e estatística. UFV, Viçosa, 2006.

CRUZ, C. D. **Princípios de genética quantitativa**. Editora UFV. Viçosa (MG). 2ª reimpressão. 2012, 394p.

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

FERRAZ, R. M.; RAGASSI, C. F.; HEINRICH, A. G.; LIMA, M. F.; PEIXOTO, J. R.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. Caracterização morfoagronômica preliminar de acessos de pimentas cumari. **Horticultura Brasileira**, v. 34, p. 498-506, 2016.

FERREIRA, K. T. C.; RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; FORTUNATO, F. L. G.; NASCIMENTO, N. F. F.; LIMA, J. A. M. Combining Ability for Morpho-Agronomic Traits in Ornamental Pepper. **Acta Horticulturae**, v. 1087, p. 187-194, 2015.

FORTUNATO, F. L. G.; RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; SANTOS, C. A. P.; CARVALHO, M. G. Heritability and Genetic Parameters for Size-Related Traits in Ornamental Pepper (*Capsicum annuum* L.). **Acta Horticulturae**, v. 1087, p. 201-206, 2015.

GONÇALVES, L. S. A.; RODRIGUES, R.; BENTO, C. S.; ROBAINA, R. R.; AMARAL JÚNIOR, A. T. Herança de caracteres relacionados à produção de frutos em *Capsicum baccatum* var. *pendulum* com base em análise dialélica de Hayman. **Revista Ciencia Agronomica**, v. 42, n. 3, p. 662-669, 2011.

HASAN, M. J.; KULSUM, M.U.; ULLAH, M.Z.; HOSSAIN, M.M.; MAHMUD E.M. Genetic diversity of some chilli (*Capsicum annuum* L) genotypes. **International Journal of Agricultural Research, Innovation and Technology**, v. 4, n. 1, p. 32-35, 2014.

HILL, T. A.; ASHRAFI, H.; REYES-CHIN-WO, S.; YAO, J.; STOFFEL, K.; TRUCO, M.; KOZIK, A.; MICHELMORE, R. W.; DEYNZE, A. V. Characterization of *Capsicum annuum* genetic diversity and population structure based on parallel polymorphism discovery with a 30K unigene pepper genechip. **Plos One**, v.8, p.1-16, 2013.

HULSE-KEMP, A. M.; ASHRAFI, H.; PLIESKE, J.; LEMM, J.; STOFFEL, K.; HILL, T.; LUERSSEN, H.; PETHIYAGODA, C. L.; LAWLEY, C. T.; GANAL, M. W.; DEYNZE, A. V. A HapMap leads to a *Capsicum annuum* SNP infinium array: a new tool for pepper breeding. **Horticulture Research**, v. 16036, n. 3, p. 1-10, 2016.

LANNES, S. D.; FINGER, F. L.; SCHUELTER, D. R.; CASALI, V. W. D. Growth and quality of Brazilian accessions of *Capsicum chinense* fruits. **Scientia Horticulturae**, v. 112, p. 266-270, 2007.

MANU, D. G.; TEMBHURNE, B. V.; KISAN, B.; ASWATHNARAYANA, D. S.; DIWAN, J. R. Inheritance of Fusarium wilt and Qualitative and Quantitative Characters in Chilli (*Capsicum annuum* L.). **Journal of Agriculture and Environmental Sciences**, v. 3, n. 2, p. 433-444, 2014.

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**, v. 146, p. 131-140, 2009.

MEDEIROS, A. M.; RODRIGUES, R.; GONÇALVES, L. S. A.; SUDRÉ, C. P.; OLIVEIRA, H. S.; SANTOS, M. H. Gene effect and heterosis in *Capsicum baccatum* var. *pendulum*. **Ciência Rural**, v. 44, p. 1031-1036, 2014.

MELO, L. F.; GOMES, R. L. F.; SILVA, V. B.; MONTEIRO, E. R.; LOPES, A. C. A.; PERON, A. P. Potencial ornamental de acessos de pimenta. **Ciência Rural**, v. 44, n. 11, p. 2010-2015, 2014.

MOREIRA, G. R.; SILVA, D. J. H.; CARNEIRO, P. C. S.; PICANÇO, M. C.; VASCONCELOS, A. A.; PINTO, C. M. F. Herança de caracteres de resistência por antixenose de *Solanum pennellii* à traça-do-tomateiro em cruzamento com ‘Santa Clara’. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 574-581, 2013.

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 Horticulturae**, v. 953, p. 299-304, 2012.

NASCIMENTO, N. F. F.; RÊGO, E. R.; NASCIMENTO, M. F.; SANTOS, R. M. C.; BRUCKNER, C. H.; FINGER, F. L.; RÊGO, M. M. Flower color variability in double and three-way hybrids of ornamental peppers. **Acta Horticulturae**, v. 1000, p. 457-464, 2013.

NASCIMENTO, M. F.; RÊGO, E. R.; NASCIMENTO, N. F. F.; SANTOS, R. M. C.; BRUCKNER, C. H.; FINGER, F. L.; RÊGO, M. M. Correlation between

morphoagronomic traits and resistance to ethylene action in ornamental peppers. **Horticultura Brasileira**, v. 33, p. 151-154, 2015.

NAVHALE, V. C.; DALVI, V. V.; WAKODE, M. M.; BHAVE, S. G.; BURONDKAR, M. M. Generation mean analysis in chilli (*Capsicum annum* L.). **Electronic Journal of Plant Breeding**, v. 8, n. 1, p. 105-110, 2017.

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

NEITZKE, R. S.; FISCHER, S. Z.; VASCONCELOS, C. S.; BARBIERI, R. L.; TREPTOW, R. O. Pimentas ornamentais: aceitação e preferências do público consumidor. **Horticultura Brasileira**, v. 34, p. 102-109, 2016.

PESSOA, A. M. S.; RÊGO, E. R.; BARROSO, P. A.; RÊGO, M. M. Genetic Diversity and Importance of Morpho-Agronomic Traits in a Segregating F2 Population of Ornamental Pepper. **Acta Horticulturae**, v. 1087, p. 195-200, 2015.

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**, v. 168, p. 275-287, 2009.

RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; CRUZ, C. D.; FINGER, F. L.; CASALI, V. W. D. Phenotypic diversity, correlation and importance of variables for fruit quality and yield traits in Brazilian peppers (*Capsicum baccatum*). **Genet. Resour. Crop Evol.**, v. 58, n. 6, p. 909-918, 2011.

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. In: SALAZAR, M. A; ORTEGA, J. M. (Org.). **Pepper: Nutrition, Consumption and Health. Pepper: Nutrition, Consumption and Health**. 1ed. New York: Nova Sci. Publishers Inc., v. 1, p. 159-170, 2012a.

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 Horticulturae**, v. 937, p. 297-304, 2012b.

RÊGO, E. R.; NASCIMENTO, M. F.; NASCIMENTO, N. F. F.; SANTOS, R. M. C.; FORTUNATO, F. L. G.; RÊGO, M. M. Testing methods for producing self-pollinated fruits in ornamental peppers. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 708-711, 2012c.

RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; FINGER, F. L. Methodological Basis and Advances for Ornamental Pepper Breeding Program in Brazil. **Acta Horticulturae**, v. 1087, p. 309-314, 2015.

RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M. Genetics and Breeding of Chili Pepper *Capsicum* spp. In: RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; FINGER, F.L. **Production and Breeding of Chilli**

Peppers (*Capsicum* spp.). © Springer International Publishing Switzerland, 2016, v. 4, p. 57-80.

SANTOS, R. M. C.; RÊGO, E. R.; BORÉM, A.; NASCIMENTO, M. F.; NASCIMENTO, N. F. F.; FINGER, F. L.; RÊGO, M. M. Epistasis and inheritance of plant habit and fruit quality traits in ornamental pepper (*Capsicum annuum* L.). **Genetics and Molecular Research**, v. 13, p. 8876-8887, 2014.

SILVA, F. C.; RIBEIRO, W. S.; COSTA, L. C.; PINTO, C. M. F.; FINGER, F. L. Evaluation of substrates on the production of ornamental capsicum. **Acta Horticulturae**, v. 1060, p. 115-120, 2015.

SILVA NETO, J. J.; RÊGO, E. R.; NASCIMENTO, M. F.; SILVA FILHO, V. A. L.; ALMEIDA NETO, J. X.; RÊGO, M. M. Variabilidade em população base de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.). **Revista Ceres**, v. 61, n. 1, p. 084-089, 2014.

WESP, C. L.; MARTINELLI, J. Á.; CHAVES, M. S.; GRAICHEN, F. A. Z.; FEDERIZZI, L. C. Herança da resistência quantitativa à ferrugem da folha em linhagens recombinantes de aveia branca. **Tropical Plant Pathology**, v. 33, n. 2, p. 138-147, 2008.

YANG, J.; ZENG, J.; GODDARD, M. E.; WRAY, N. R.; VISSCHER, P. M. Concepts, estimation and interpretation of SNP-based heritability. **Nat Genet.**, v. 49, p. 1304-1311, 2017.

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

CAPÍTULO II

ESTUDO DA HERANÇA DE CARACTERES MORFOAGRONÔMICOS EM PIMENTEIRAS ORNAMENTAIS (*Capsicum annuum* L.)

RESUMO

Nos últimos anos o comércio de plantas ornamentais em vaso cresceu mais do que o mercado de flores de corte. Entre as plantas de vaso, as pimenteiras têm se destacado pela crescente e contínua aceitação pelo mercado consumidor, o que pode ser atribuído a diversidade de formato e coloração dos frutos e folhas, e hábito de crescimento. A obtenção de informações adequadas sobre a natureza e magnitude dos efeitos gênicos é de grande importância para a identificação do método de melhoramento mais adequado. Deste modo, o objetivo deste estudo foi estimar os parâmetros genéticos e efeitos gênicos envolvidos na herança de caracteres de porte, flor e fruto em uma geração segregante de pimenteira ornamental (*Capsicum annuum* L.). O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação, no Laboratório de Biotecnologia Vegetal, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia - PB. Foram utilizados como genitores dois acessos de pimenteiras ornamentais (*C. annuum* L.) pertencentes ao banco de germoplasma de hortaliças da Universidade Federal da Paraíba (BGH-UFPB): UFPB 349 e UFPB 356. Estes acessos foram cruzados para a obtenção da geração F_1 , esta foi autofecundada para a obtenção da geração F_2 . As gerações de retrocruzamento RC_1 e RC_2 foram obtidas através do cruzamento entre a F_1 e os parentais P_1 e P_2 , respectivamente. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo avaliadas cinco plantas de cada parental (P_1 e P_2), 20 plantas da geração F_1 , 88 plantas da geração F_2 e 40 plantas do RC_1 e do RC_2 . Foram avaliados 19 caracteres quantitativos referentes à planta, inflorescência e fruto. Os dados obtidos foram submetidos à análise de geração, e os efeitos dos modelos foram submetidos ao teste t em nível de 5% e 1% de significância. Altos valores de herdabilidade no sentido amplo e restrito foram observados para a altura da planta e espessura do pericarpo, sugerindo a predominância dos efeitos gênicos aditivos na expressão do caráter. O modelo aditivo-dominante (m , a , d) foi adequado para explicar os parâmetros genéticos da maioria das características avaliadas. Entretanto, para o diâmetro da copa, diâmetro das pétalas, comprimento do pedicelo e teor de matéria seca o modelo aditivo-dominante foi inadequado, recomendando-se a interpretação do modelo completo. Os efeitos gênicos aditivos foram mais importantes que os efeitos de dominância para o comprimento do fruto, maior diâmetro do fruto, comprimento da placenta e número de sementes por fruto. Para o diâmetro do caule, comprimento da corola, comprimento da antera e peso do fruto apenas os efeitos gênicos aditivos foram significativos. As demais características apresentaram predominância dos efeitos gênicos dominantes, indicando-se a seleção em gerações avançadas ou a exploração de híbridos. Para o diâmetro da copa os efeitos de dominância e interações epistáticas (aa , ad , dd) foram significantes a 1% e 5 % de probabilidade. O diâmetro das pétalas apresentou efeitos gênicos aditivos e de dominância e as interações epistáticas aa e dd significantes. O comprimento do pedicelo apresentou valores significativos apenas para a interação epistática aditiva x dominante (ad). Para o teor de matéria seca todos os parâmetros avaliados, com exceção da média, foram não significantes.

Palavras-chave: *Capsicum annuum*, herdabilidade, interação gênica.

**STUDY OF THE INHERITANCE OF SIZE-RELATED TRAITS,
INFLORESCENCE AND FRUIT IN ORNAMENTAL PEPPERS
(*Capsicum annuum* L.)**

ABSTRACT

In recent years trade in ornamental potted plants has grown more than the cut flower market. Among the potted plants, pepper plants have been distinguished by the growing and continuous acceptance by the consumer market, which can be attributed to the diversity of shape and color of the fruits and leaves, and habit of growth. Obtaining adequate information about the nature and magnitude of the gene effects is of great importance for the identification of the most appropriate breeding method. Thus, the aim of this study was to estimate the genetic parameters and gene effects involved in the inheritance of size, flower and fruit characters in a segregating generation of ornamental pepper (*Capsicum annuum* L.). The experiment was carried out in a greenhouse at the Plant Biotechnology Laboratory, Federal University of Paraíba (UFPB), Areia - PB. Two accessions of ornamental pepper (*C. annuum* L.) belonging to the germplasm bank of the Federal University of Paraíba (BGH-UFPB) were used as parents: UFPB 349 and UFPB 356. These accessions were crossed to obtain the F₁ generation, this was self-fertilized to obtain the F₂ generation. The backcrossing generations RC₁ and RC₂ were obtained through the crossing between F₁ and the parental P₁ and P₂, respectively. The experimental design was completely randomized, with five plants of each parental (P₁ and P₂), 20 plants of the F₁ generation, 88 plants of the F₂ generation and 40 plants of RC₁ and RC₂. We evaluated 19 quantitative characters referring to the plant, inflorescence and fruit. The obtained data were submitted to generation analysis, and the effects of the models were submitted to the t test at the 5% level of significance. High values of heritability in the broad and restricted sense were observed for plant height and pericarp thickness, suggesting the predominance of additive gene effects in character expression. The additive-dominant model (m, a, d) was adequate to explain the genetic parameters of most of the characteristics evaluated. However For the canopy diameter, petal diameter, pedicel length and dry matter content, the additive-dominant model was inadequate and the interpretation of the complete model was recommended. The additive gene effects were more important than the effects of dominance on fruit length, fruit diameter, placenta length and number of seeds per fruit. For stem diameter, corolla length, anther length and fruit weight only additive gene effects were significant. The other characteristics showed a predominance of the dominant gene effects, indicating the selection in advanced generations or the exploitation of hybrids. For the canopy diameter, the effects of dominance and epistatic interactions (aa, ad, dd) were significant at 1% and 5% probability. The diameter of the petals presented additive and dominance gene effects and significant aa and dd epistatic interactions. The pedicel length presented significant values only for the additive x dominant epistatic interaction (ad). For the dry matter content, all parameters evaluated, except for the mean, were not significant.

Keywords: *Capsicum annuum*, heritability, gene interaction.

1. INTRODUÇÃO

As pimenteiras pertencem ao gênero *Capsicum* e são um dos vegetais mais populares originários da América do Sul e central (BAHURUPE et al., 2013; RÊGO et al., 2012a). O mercado consumidor de pimenta tem crescido bastante nos últimos anos em função da sua versatilidade de aplicação e formas de uso (RÊGO et al. 2012b; SANTOS et al. 2013). Seu comércio anual é de aproximadamente 17% do comércio total de especiarias no mundo (NAVHALE et al., 2017).

No Brasil, o mercado de pimenta tornou-se muito importante no cenário econômico vegetal, principalmente devido a grande variedade de produtos e subprodutos, como molhos, conservas, geléias, e compotas exóticas, além da sua utilização como planta ornamental (RÊGO et al., 2012b; SUDRÉ et al., 2010; VALNIR JÚNIOR et al., 2015). O uso de pimenteiras para fins ornamentais pode ser atribuído à grande diversidade de formatos e colorações dos frutos, hábito de crescimento e variação da coloração da folhagem (STOMMEL; BOSLAND, 2006). As pimentas ornamentais podem ser comercializadas como plantas em vaso, plantas de jardim e como buquês (STOMMEL; BOSLAND, 2006; RÊGO; RÊGO, 2016). O comércio de plantas ornamentais em vasos vem crescendo mais do que o mercado de flores de corte (RÊGO et al. 2015). Dentre as plantas ornamentais cultivadas em vaso, as pimenteiras têm se destacado pela crescente e contínua aceitação pelo mercado consumidor (JUNQUEIRA; PEETZ, 2011; RÊGO et al., 2011).

O gênero *Capsicum* apresenta uma grande diversidade genética para características como formato, tamanho, cor e posição de flores e frutos (BIANCHI et al., 2016). Esta variabilidade pode ser utilizada na obtenção de novas variedades que visem atender a crescente demanda do mercado nos últimos anos (RÊGO et al., 2009a; 2011a; 2012c). A cor do fruto e a arquitetura da planta são as principais características no melhoramento de pimenteiras ornamentais (RÊGO et al., 2009b; 2012bc). 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).

O conhecimento da interação gênica e da herança é essencial para a definição de estratégias eficientes de melhoramento (STOMMEL; GRIESBACH, 2008). A obtenção de informações adequadas sobre a natureza e magnitude dos efeitos gênicos é de grande

importância para a identificação do método mais adequado a ser aplicado na seleção e predição de respostas de gerações segregantes para o desenvolvimento de novas cultivares (BENTO et al., 2016).

O potencial da população base e a eficiência de seleção podem ser investigados por meio da importância dos efeitos aditivos, de dominância e epistáticos para cada característica (BENTO et al., 2016). Essas informações podem ser investigadas através da análise de geração, que avalia simultaneamente várias gerações, incluindo genitores, híbridos (F_1) e gerações segregantes, como geração F_2 , e gerações de retrocruzamento (MARAME et al., 2009). Esta metodologia permite avaliar a adequação do modelo aditivo-dominante a um determinado caráter e estimar parâmetros genéticos baseados nas médias e variâncias (CRUZ, 2012).

O objetivo deste estudo foi estimar os parâmetros genéticos e efeitos gênicos envolvidos na herança de caracteres morfoagronômicos em pimenteira ornamental (*Capsicum annuum*).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local do experimento

O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação, no Laboratório de Biotecnologia Vegetal, localizado no Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Areia - PB.

2.2. Material Vegetal e Caracterização Morfoagronômica

Foram utilizados como genitores dois acessos de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.) pertencentes ao banco de germoplasma de hortaliças da Universidade Federal da Paraíba (BGH-UFPB): UFPB 349 e UFPB 356. Estes acessos foram selecionados com base em estudo anterior, e as suas características estão apresentadas na Tabela 1. Os parentais 349 e 356 foram cruzados para a obtenção da geração F_1 , e por autofecundação desta foi obtida a geração F_2 . As gerações de retrocruzamento RC_1 e RC_2 foram obtidas através do cruzamento entre a F_1 e os parentais P_1 e P_2 , respectivamente.

Tabela 1. Características dos genitores utilizados para a obtenção das gerações F₁, F₂, RC₁ e RC₂.

Características	Parentais	
	UFPB 349	UFPB 356
Cor do caule	Verde	Roxo
Cor da folha	Verde	Variegada
Cor da flor	Branca	Roxa com base branca
Mancha de antocianina no fruto	Ausente	Presente
Cor do fruto em estádios intermediários	Verde claro/Alaranjado	Verde/ Roxo escuro/Alaranjado
Cor do fruto maduro	Vermelho	Vermelho

Os cruzamentos foram realizados em casa de vegetação. Os botões florais foram 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. Em seguida, foram etiquetadas e cobertas com papel alumínio para evitar contaminação (Nascimento et al., 2012, 2013; Rêgo et al., 2012b). Em média de um a dois meses após a polinização foi realizada a coleta do fruto maduro, e em seguida foi feita a retirada das sementes.

A semeadura dos parentais (P₁ e P₂), sua progênie (F₁), geração segregante (F₂) e retrocruzamentos (RC₁ e RC₂) foi realizada em bandejas de isopor (poliestireno) de 128 células preenchidas com substrato comercial Plantmax®, contendo duas sementes por célula. A bandeja foi mantida em ambiente sombreado até a germinação das sementes. Quando as plântulas apresentaram 4 a 6 folhas definitivas, cerca de 50 dias após a semeadura, foi realizado o transplante para vasos de plástico com capacidade de 900 mL, onde as mesmas foram cultivadas e mantidas em casa de vegetação.

A caracterização morfoagronômica foi realizada com base na lista de descritores sugerida pelo *Biodiversity International*, sendo avaliados 19 caracteres quantitativos referentes à planta, flor e fruto. A altura da planta (AP), altura da primeira bifurcação (APB), diâmetro da copa (DDC), diâmetro do caule (DCL), comprimento da folha (CF) e largura da folha (LF) foram avaliadas quando as plantas apresentaram o primeiro fruto maduro, quando estas já tinham completado o seu desenvolvimento. Os descritores quantitativos referentes à flor foram: comprimento da corola (CDC), diâmetro das pétalas (DDP), comprimento da antera (CANT) e comprimento do filete (CFI), sendo avaliados quando as plantas apresentaram 50% de floração. Quando as mesmas apresentaram 50% dos frutos maduros foram avaliados os descritores referentes a fruto: 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 por fruto (NSF) e teor de matéria seca (TMS).

2.3. Análise estatística

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. Foram avaliadas cinco plantas de cada parental (P_1 e P_2), 20 plantas da geração F_1 , 88 plantas da geração F_2 e 40 plantas do RC_1 e do RC_2 .

Os dados obtidos foram submetidos à análise de geração, onde foram calculadas as médias, as variâncias fenotípicas (σ_f^2), ambientais (σ_m^2), genéticas (σ_g^2), aditivas (σ_a^2), e devido aos efeitos de dominância (σ_d^2), dadas por:

Variância fenotípica em F_2 :

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

Variância ambiental:

$$\hat{\sigma}_{m(F_2)}^2 = \frac{2\hat{\sigma}_{F_1}^2 + \hat{\sigma}_{P_1}^2 + \hat{\sigma}_{P_2}^2}{4}, \hat{\sigma}_{m(RC_1)}^2 = \frac{\hat{\sigma}_{F_1}^2 + \hat{\sigma}_{P_1}^2}{2} \text{ e } \hat{\sigma}_{m(RC_2)}^2 = \frac{\hat{\sigma}_{F_1}^2 + \hat{\sigma}_{P_2}^2}{2}$$

Variância genética em F_2 :

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

Variância aditiva:

$$\hat{\sigma}_a^2 = 2\hat{\sigma}_{g(F_2)}^2 - [\hat{\sigma}_{g(RC_1)}^2 + \hat{\sigma}_{g(RC_2)}^2]$$

Onde:

$$\hat{\sigma}_{g(RC_1)}^2 = \hat{\sigma}_{f(RC_1)}^2 - \hat{\sigma}_{m(RC_1)}^2; \hat{\sigma}_{g(RC_2)}^2 = \hat{\sigma}_{f(RC_2)}^2 - \hat{\sigma}_{m(RC_2)}^2$$

Variância devido aos desvios da dominância:

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

Também foram calculadas as estimativas da herdabilidade no sentido amplo (h_a^2) e restrito (h_r^2),

Herdabilidade no sentido amplo:

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

Herdabilidade no sentido restrito:

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

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

Todos os efeitos dos dois modelos foram submetidos ao teste t em nível de 5% e 1% de significância. Todas as análises foram realizadas utilizando-se o programa computacional Genes (CRUZ, 2006).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Média das gerações

A geração F_1 apresentou heterose negativa para a altura da planta, altura da primeira bifurcação, comprimento da folha, largura da folha, comprimento da antera, menor diâmetro do fruto, comprimento do pedicelo e espessura do pericarpo (Tabela 2, Figura 1), visto que a média da F_1 foi inferior à média dos seus parentais, indicando a presença de interação alélica de sobredominância negativa. Para a altura da planta, altura da primeira bifurcação, comprimento da folha, largura da folha e menor diâmetro

do fruto, essa interação é de interesse no melhoramento de pimenteiras ornamentais, uma vez que plantas com o tamanho reduzido são mais indicadas para o cultivo em vaso, recomendando-se a exploração de híbridos para essas características. Resultado similar foi observado por Santos et al. (2014) para a altura da planta em *Capsicum annuum*.

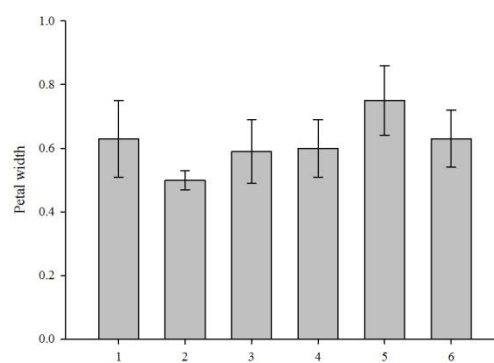
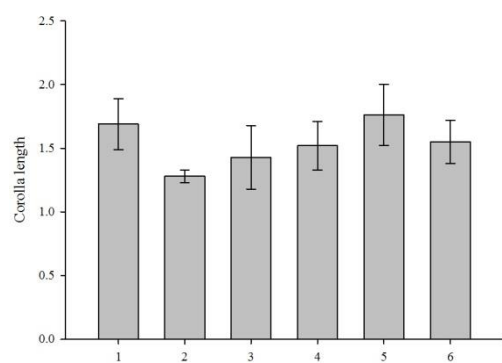
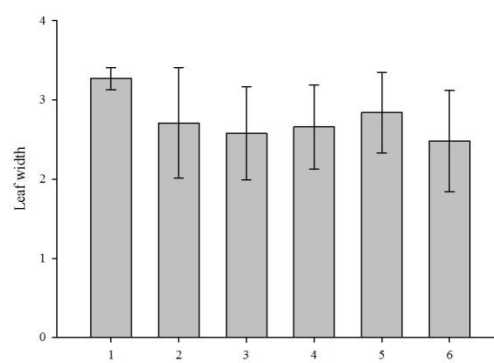
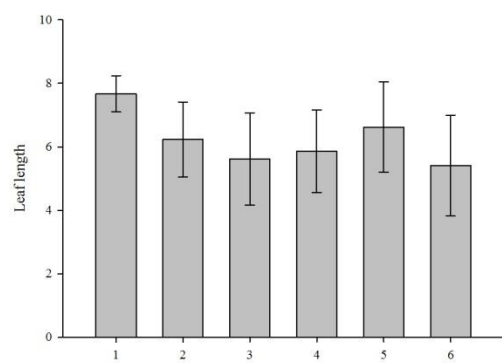
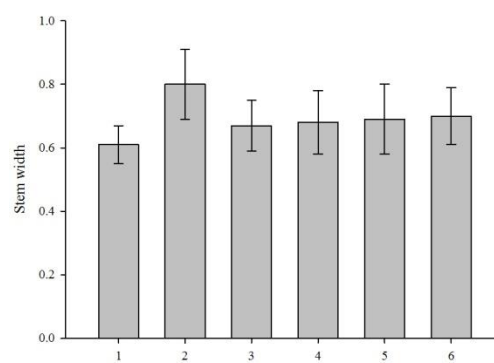
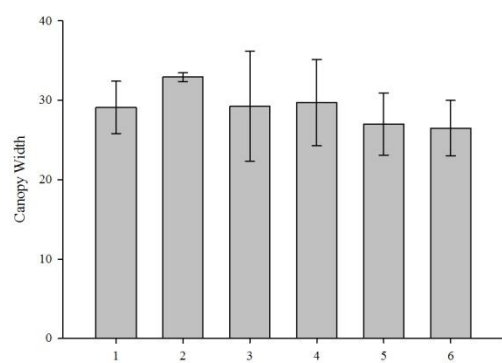
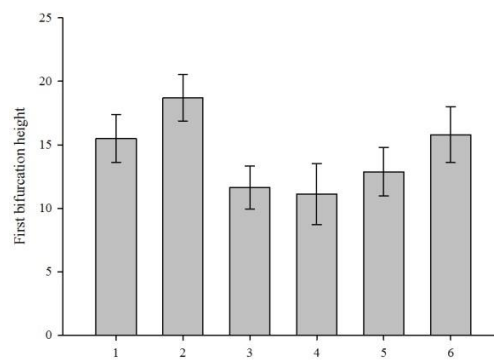
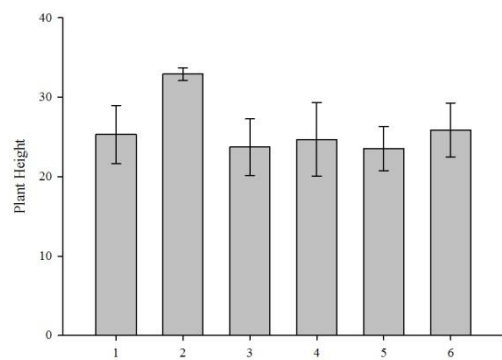
Heterose positiva foi observada para o comprimento do filete e número de sementes por fruto, que apresentaram valores médios na geração F_1 superiores à média dos seus parentais (Tabela 2, Figura 1). Para estas características a interação alélica presente foi de sobredominância, sugerindo que a utilização de híbridos é o método mais indicado para a melhoria destes caracteres (BARROSO et al., 2015). A superioridade de F_1 em relação aos genitores pode ser devido a um acúmulo de alelos dominantes favoráveis (MARAME et al., 2009).

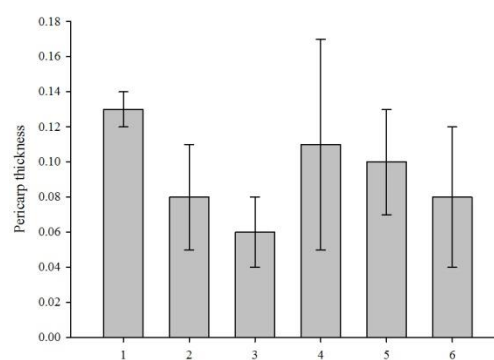
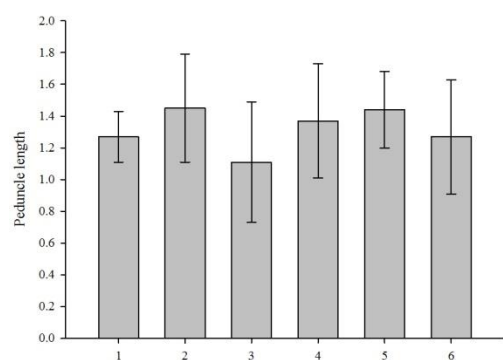
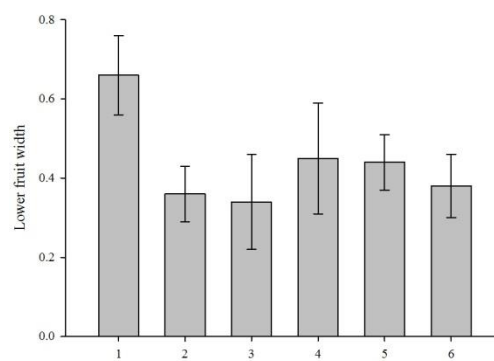
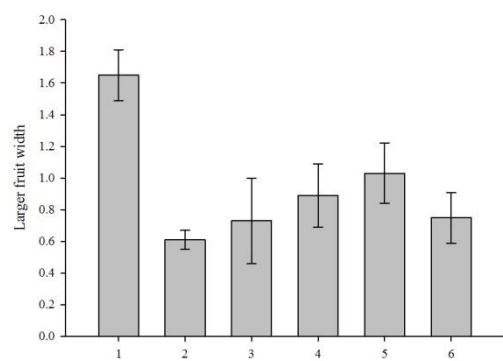
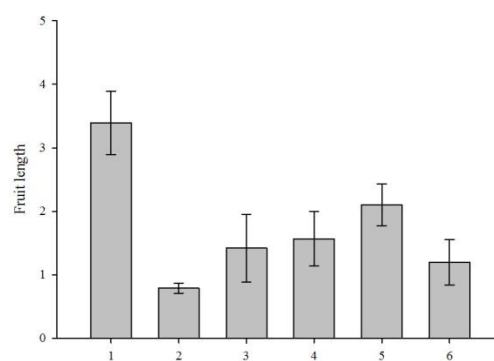
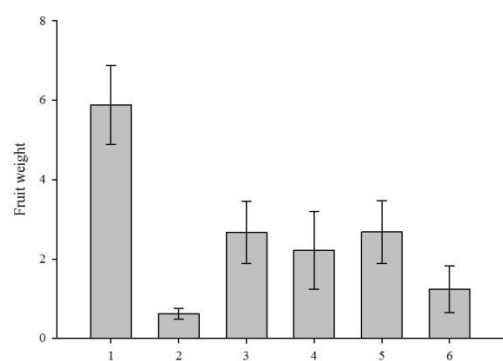
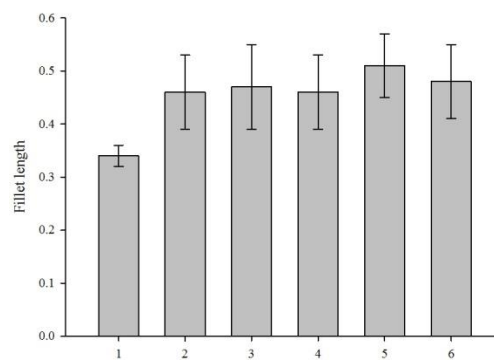
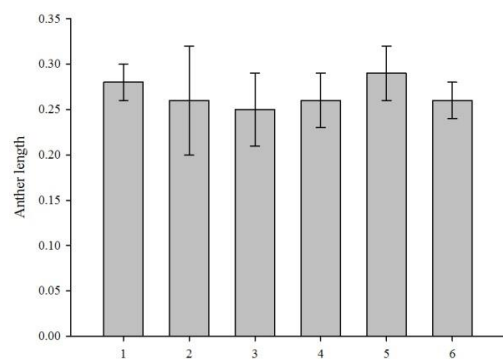
Os valores médios do diâmetro da copa, diâmetro do caule, comprimento da corola, diâmetro das pétalas, peso do fruto, comprimento do fruto, maior diâmetro do fruto, comprimento da placenta e teor de matéria seca na geração F_1 foram intermediários em relação aos parentais (Tabela 2, Figura 1), demonstrando que para estas características a interação alélica foi aditiva. Desse modo, a seleção em gerações precoces pode ser indicada para melhorar estes caracteres. Resultado semelhante foi observado por Santos et al. (2014) em *Capsicum annuum* para o diâmetro do caule e comprimento do fruto. Estes mesmos autores descreveram a presença de interação alélica aditiva para a maioria das características avaliadas.

Tabela 2. Valores médios e desvio padrão de dezenove caracteres quantitativos de planta, flor e fruto em parentais (P₁ e P₂), F₁, F₂ e retrocruzamentos (RC₁ e RC₂) obtidos do cruzamento entre os acessos de *Capsicum annuum* UFPB 349 e UFPB 356.

Geração	AP	APB	DDC	DCL	CF	LF	CDC	DDP	CANT	CFI
P ₁	25,3 ± 3,68	15,5 ± 1,87	29,1 ± 3,29	0,61 ± 0,06	7,67 ± 0,57	3,27 ± 0,14	1,69 ± 0,20	0,63 ± 0,12	0,28 ± 0,02	0,34 ± 0,02
P ₂	32,9 ± 0,82	18,7 ± 1,82	32,9 ± 0,55	0,80 ± 0,11	6,23 ± 1,18	2,71 ± 0,70	1,28 ± 0,05	0,50 ± 0,03	0,26 ± 0,06	0,46 ± 0,07
F ₁	23,72 ± 3,55	11,65 ± 1,68	29,25 ± 6,90	0,67 ± 0,08	5,62 ± 1,45	2,58 ± 0,59	1,43 ± 0,25	0,59 ± 0,10	0,25 ± 0,04	0,47 ± 0,08
F ₂	24,69 ± 4,66	11,12 ± 2,39	29,70 ± 5,41	0,68 ± 0,10	5,87 ± 1,30	2,66 ± 0,53	1,52 ± 0,19	0,60 ± 0,09	0,26 ± 0,03	0,46 ± 0,07
RC ₁	23,54 ± 2,77	12,89 ± 1,90	27,01 ± 3,93	0,69 ± 0,11	6,62 ± 1,42	2,84 ± 0,51	1,76 ± 0,24	0,75 ± 0,11	0,29 ± 0,03	0,51 ± 0,06
RC ₂	25,89 ± 3,39	15,80 ± 2,19	26,49 ± 3,49	0,70 ± 0,09	5,41 ± 1,59	2,48 ± 0,64	1,55 ± 0,17	0,63 ± 0,09	0,26 ± 0,02	0,48 ± 0,07
Geração	PF	CFR	MDF	MeDF	CP	EP	CPL	NSF	TMS	
P ₁	5,88 ± 1,00	3,39 ± 0,50	1,65 ± 0,16	0,66 ± 0,10	1,27 ± 0,16	0,13 ± 0,01	2,51 ± 0,22	43,4 ± 16,05	10,57 ± 1,78	
P ₂	0,62 ± 0,13	0,79 ± 0,08	0,61 ± 0,06	0,36 ± 0,07	1,45 ± 0,34	0,08 ± 0,03	0,68 ± 0,17	22,33 ± 2,62	17,25 ± 9,96	
F ₁	2,67 ± 0,78	1,42 ± 0,53	0,73 ± 0,27	0,34 ± 0,12	1,11 ± 0,38	0,06 ± 0,02	1,05 ± 0,37	49,7 ± 12,56	14,49 ± 3,23	
F ₂	2,22 ± 0,98	1,57 ± 0,43	0,89 ± 0,20	0,45 ± 0,14	1,37 ± 0,36	0,11 ± 0,06	1,22 ± 0,33	36,05 ± 13,50	15,54 ± 4,70	
RC ₁	2,68 ± 0,79	2,10 ± 0,33	1,03 ± 0,19	0,44 ± 0,07	1,44 ± 0,24	0,10 ± 0,03	1,65 ± 0,26	47,67 ± 10,72	17,21 ± 3,95	
RC ₂	1,24 ± 0,59	1,20 ± 0,36	0,75 ± 0,16	0,38 ± 0,08	1,27 ± 0,36	0,08 ± 0,04	0,95 ± 0,28	29,05 ± 8,80	15,26 ± 5,50	

AP - Altura da planta, APB – Altura da primeira bifurcação, DDC - Diâmetro da copa, DCL - Diâmetro do caule, CF - Comprimento da folha, LF - Largura da folha, CDC - Comprimento da corola, DDP - Diâmetro das pétalas, CANT - Comprimento da antera, CFI - Comprimento do filete, PF - Peso do fruto, CFR - Comprimento do fruto, MDF - Maior diâmetro do fruto, MeDF - Menor diâmetro do fruto, CP - Comprimento do pedicelo, EP - Espessura do pericarpo, CPL - Comprimento da placenta, NSF - Número de sementes/fruto e TMS - Teor de matéria seca.





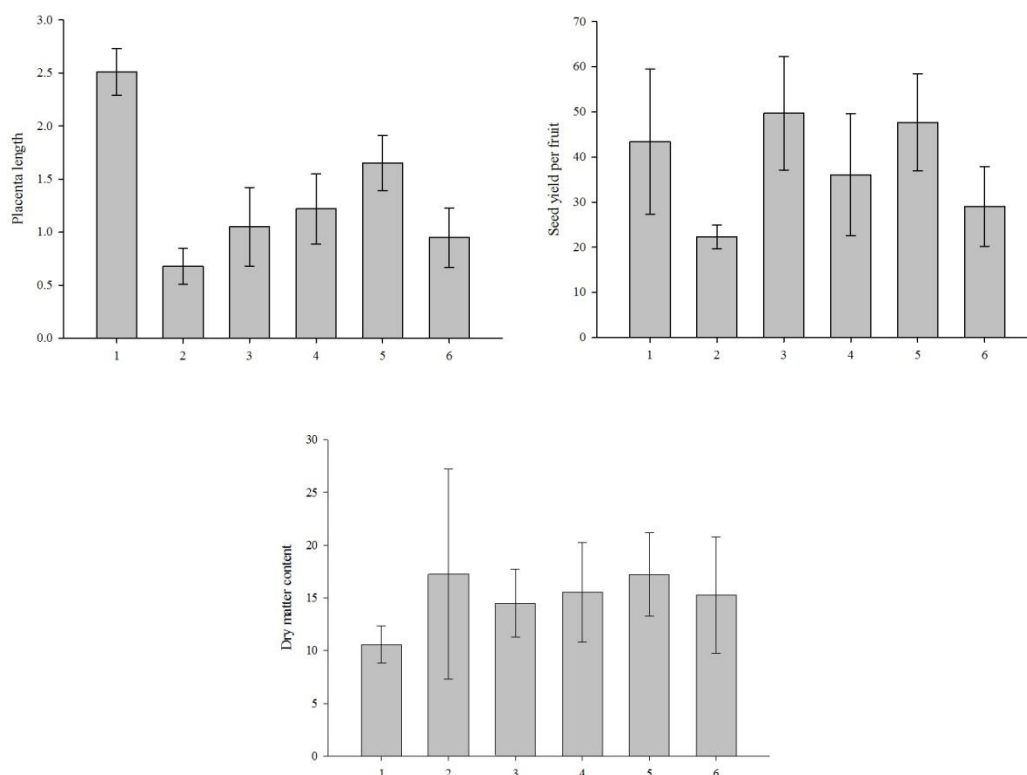


Figura 1. Média e desvio padrão de dezenove caracteres morfoagronômicos em uma população segregante de pimenteira ornamental (*Capsicum annuum* L.), obtida a partir do cruzamento entre os acessos de UFPB 349 e UFPB 356.
1 - P₁; 2 - P₂; 3 - F₁; 4 - F₂; 5 - RC₁; 6 - RC₂.

O diâmetro do caule, diâmetro das pétalas, comprimento da antera e comprimento do filete, apresentaram média da F₂ próxima à média da F₁ (Tabela 2, Figura 1), o que é esperado quando se tem interação aditiva. Para a altura da primeira bifurcação, peso do fruto e número de sementes por fruto a média da geração F₂ foi inferior à média da geração F₁ (Tabela 2, Figura 1), o que é esperado quando se tem interação do tipo sobredominância e dominância. As características altura da planta, diâmetro da copa, comprimento da folha, largura da folha, comprimento da corola, comprimento do fruto, maior diâmetro do fruto, menor diâmetro do fruto, comprimento do pedicelo, espessura do pericarpo, comprimento da placenta e teor de matéria seca, no entanto, apresentaram médias da geração F₂ superior a média dos híbridos.

Indivíduos transgressivos na geração F₂ foram encontrados para a altura da planta, altura da primeira bifurcação, diâmetro da copa, comprimento da folha, comprimento do pedicelo, espessura do pericarpo e número de sementes por fruto.

Segundo Marame et al. (2009) transgressões em gerações segregantes podem ocorrer devido a uma distância genética mais ampla entre os genótipos de seus pais.

A altura da planta e altura da primeira bifurcação apresentaram indivíduos transgressivos na geração F_2 para valores mínimos (Tabela 2, Figura 1), sendo indicada a seleção destes indivíduos, uma vez que um dos principais objetivos de um programa de melhoramento de pimenteiros ornamentais é a obtenção de plantas com o tamanho reduzido (RÊGO et al., 2009; SANTOS et al., 2014). O diâmetro da copa apresentou indivíduos transgressivos na geração F_2 para valores máximos e mínimos (Tabela 2, Figura 1), indicando-se a seleção de indivíduos com valores mínimos, visto que a altura da planta e o diâmetro da copa devem ser proporcionais ao tamanho do vaso para manter a harmonia entre a arquitetura da planta e o vaso (Barroso et al. 2012).

O comprimento da folha apresentou indivíduos transgressivos na geração F_2 apenas para valores mínimos (Tabela 2, Figura 1), sendo indicada a seleção destes indivíduos. Folhas menores e proporcionais a sua copa são mais desejáveis para fins ornamentais, pois possibilitam o destaque das flores e frutos entre as folhagens (FERREIRA et al., 2015).

A espessura do pericarpo apresentou indivíduos transgressivos na geração F_2 apenas para valores máximos (Tabela 2, Figura 1), sendo indicada a seleção para esta característica, pois frutos com pericarpo mais espessos são mais resistentes a danos causados no manuseio pós-colheita e no transporte (LANNES et al., 2007; RÊGO et al., 2009).

Indivíduos transgressivos na geração F_2 apenas para valores mínimos foram observados para o comprimento da placenta e número de sementes por fruto (Tabela 2, Figura 1), não sendo indicada a seleção para estas características. Na placenta encontram-se as maiores quantidades de capsacinóides (RÊGO et al., 2012a; ZEWDIE; BOSLAND, 2001), substância responsável pela pungência característica dos frutos e rica em agentes antioxidantes (RÊGO et al., 2012a), sendo portanto, desejáveis indivíduos com maior comprimento da placenta. Frutos com maior número de sementes são mais interessantes por facilitar a propagação da espécie, além de promover o abastecimento de bancos de germoplasma.

Os retrocruzamentos (RC_1 e RC_2) apresentaram médias que tenderam a se localizar próximas as médias de seus respectivos parentais recorrentes para a altura da primeira bifurcação, diâmetro do caule, comprimento da folha, largura da folha, comprimento da corola, diâmetro das pétalas, comprimento da antera, menor diâmetro

do fruto, comprimento do pedicelo, espessura do pericarpo e número de sementes por fruto (Tabela 2), confirmando a escolha dos parentais para esses caracteres (BNEJDI et al., 2009). O comprimento do filete, peso do fruto, comprimento do fruto, maior diâmetro do fruto e comprimento da placenta, apresentaram médias de RC₂ próximas às médias do P₂, porém médias do RC₁ distantes do P₁. A altura da planta e o diâmetro da copa, no entanto, apresentaram o inverso, média de RC₁ próxima as média do P₁ e média do RC₂ distante do P₂. O teor de matéria seca foi a única característica que apresentou valores médios de ambos os retrocruzamento (RC₁ e RC₂) distantes dos seus respectivos parentais. Essa discrepância pode ser atribuída a uma maior quantidade de genes com efeitos diferentes envolvidos na expressão da característica.

3.2. Estimativas dos parâmetros genéticos

As variáveis altura da primeira bifurcação, diâmetro da copa, comprimento da folha, largura da folha, diâmetro das pétalas, comprimento da antera, comprimento do pedicelo e teor de matéria seca, não apresentaram diferenças entre os genitores (Tabela 3), não tendo, portanto, seus parâmetros genéticos analisados, e não sendo avaliadas na análise de geração.

Tabela 3. Amplitude de dezenove caracteres quantitativos de planta, flor e fruto em parentais (349 e 356) de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum*).

Genitores	AP	APB	DDC	DCL	CF
349	21,62 — 28,98	13,63 — 17,37	25,81 — 32,39	0,55 — 0,67	7,1 — 8,24
356	32,08 — 33,72	16,88 — 20,52	32,35 — 33,45	0,69 — 0,91	5,04 — 7,42
Genitores	LF	CDC	DDP	CANT	CFI
349	3,13 — 3,41	1,49 — 1,89	0,51 — 0,75	0,26 — 0,30	0,32 — 0,36
356	2,01 — 3,41	1,23 — 1,33	0,47 — 0,53	0,20 — 0,32	0,39 — 0,53
Genitores	PF	CFR	MDF	MeDF	CP
349	4,88 — 6,88	2,89 — 3,89	1,49 — 1,81	0,56 — 0,76	1,11 — 1,43
356	0,49 — 0,75	0,71 — 0,87	0,55 — 0,67	0,29 — 0,43	1,11 — 1,79
Genitores	EP	CPL	NSF	TMS	
349	0,12 — 0,14	2,29 — 2,73	27,35 — 59,45	8,79 — 12,35	
356	0,05 — 0,11	0,51 — 0,85	19,71 — 24,95	7,29 — 27,21	

AP - Altura da planta, APB - Altura da primeira bifurcação, DDC - Diâmetro da copa, DCL - Diâmetro do caule, CF - Comprimento da folha, LF - Largura da folha, CDC - Comprimento da corola, DDP - Diâmetro das pétalas, CANT - Comprimento da antera, CFI - Comprimento do filete, PF - Peso do fruto, CFR - Comprimento do fruto, MDF - Maior diâmetro do fruto, MeDF - Menor diâmetro do fruto, CP -

Comprimento do pedicelo, EP - Espessura do pericarpo, CPL - Comprimento da placenta, NSF - Número de sementes/fruto e TMS - Teor de matéria seca.

O diâmetro do caule, comprimento da corola, comprimento do filete, peso do fruto, comprimento do fruto, maior diâmetro do fruto, menor diâmetro do fruto, comprimento da placenta e número de sementes por fruto apresentaram variância ambiental maior que a variância genética (Tabela 4), sugerindo que estas características foram altamente influenciadas pelo ambiente. Para estes caracteres a transmissão do fenótipo desejável aos descendentes pode não ser precisa, não sendo confiável a seleção de genótipos com base no fenótipo (BARROSO et al. 2015). O aumento da variância genética seria uma alternativa para diminuir a variância ambiental destas características. Populações formadas a partir do cruzamento entre genitores divergentes apresentam maior variância genotípica, tendendo a apresentar maiores valores de herdabilidade (BORÉM; MIRANDA, 2013).

Tabela 4. Estimativa dos parâmetros genéticos obtidos das variâncias de dezenove caracteres morfoagronômicos avaliados em uma população segregante de pimenteira ornamental (*Capsicum annuum*) obtida a partir do cruzamento entre acessos UFPB 347 e UFPB 356.

Parâmetros Genéticos	Características					
	AP	DCL	CDC	CFI	PF	CFR
σ^2_f	21,6864	0,0095	0,0371	0,0051	0,9587	0,1829
σ^2_m	8,9471	0,0079	0,0342	0,0039	0,5424	0,1789
σ^2_g	12,7392	0,0016	0,0029	0,0012	0,4164	0,0039
σ^2_a	26,0651	0	0	0,0032	0,9837	0,0179
σ^2_d	0	0,0026	0,0032	0	0	0
h^2_a	58,7430	16,7213	7,7912	23,3229	43,4286	2,1436
h^2_r	58,7430	0	0	23,3229	43,4286	2,1436
GMD	0	0	0	0	0	0

Parâmetros Genéticos	Características				
	MDF	MeDF	EP	CPL	NSF
σ^2_f	0,0395	0,0199	0,0041	0,1115	182,1419
σ^2_m	0,0351	0,0104	0,0004	0,0713	140,7828
σ^2_g	0,0044	0,0095	0,0037	0,0403	41,3591
σ^2_a	0,0364	0,0311	0,0061	0,1085	180,4861
σ^2_d	0	0	0	0	0
h^2_a	11,1734	47,7420	89,0538	36,1022	22,7071
h^2_r	11,1734	47,7420	89,0538	36,1022	22,7071
GMD	0	0	0	0	0

AP - Altura da planta, APB – Altura da primeira bifurcação, DDC - Diâmetro da copa, DCL - Diâmetro do caule, CF - Comprimento da folha, LF - Largura da folha, CDC - Comprimento da corola, DDP - Diâmetro das pétalas, CANT - Comprimento da antera, CFI - Comprimento do filete, PF - Peso do fruto, CFR - Comprimento do fruto, MDF - Maior diâmetro do fruto, MeDF - Menor diâmetro do fruto, CP - Comprimento do pedicelo, EP - Espessura do pericarpo, CPL - Comprimento da placenta, NSF - Número de sementes/fruto e TMS - Teor de matéria seca. σ^2_f - Variância fenotípica, σ^2_m - Variância ambiental, σ^2_g - Variância genotípica, σ^2_a - Variância aditiva, σ^2_d - Variância de dominância, h^2_a - herdabilidade no sentido amplo, h^2_r - herdabilidade no sentido restrito, GMD- grau médio de dominância.

Para a altura da planta e espessura do pericarpo a variância genética foi superior à variância ambiental, indicando que a maior parte da variação fenotípica observada para essas características foi de natureza genética, e pode ser transmitida aos seus descendentes.

As características altura da planta, comprimento do filete, peso do fruto, comprimento do fruto, maior diâmetro do fruto, menor diâmetro do fruto, espessura do pericarpo, comprimento da placenta e número de sementes por fruto, apresentaram variância de dominância negativa, sendo considerada como zero. De acordo com Moreira et al. (2013) os valores negativos da variância de dominância podem estar relacionados à baixa precisão das estimativas de variância ambiental. Resultados semelhantes foram observados por Bento et al. (2016) em *Capsicum baccatum* para o número de frutos por planta e espessura da polpa, e por Bnejdi et al. (2009) para a resistência a *Phytophthora nicotianae* em *Capsicum annuum*. Os efeitos aditivos foram os responsáveis pela expressão destas características, possibilitando a obtenção de novas variedades em populações segregantes a partir do cruzamento entre os genótipos testados (RÊGO et al., 2012c). O método mais adequado para a melhoria destas características é a seleção em gerações precoces (FORTUNATO et al., 2015).

Variância aditiva negativa foi observada para o diâmetro do caule e comprimento da corola, sendo considerada igual à zero. Para estas características os efeitos gênicos de dominância foram os responsáveis pela expressão do caráter, indicando-se a produção de híbridos, pois o heterozigoto terá o mesmo valor do homozigoto dominante. A predominância dos efeitos gênicos dominante dificulta o trabalho do melhorista (BNEJDI et al., 2009), pois não é possível ter certeza que o fenótipo superior observado corresponde ao genótipo desejado (BENTO et al., 2013). Bento et al. (2016) relataram a presença de variância aditiva negativa para o teor de sólidos solúveis totais em *Capsicum annuum*. Para a melhoria destas características pode-se realizar a seleção em gerações avançadas, recomendando-se o método SSD (descendência por única semente), que permite um rápido avanço de gerações para seleção tardia dos genótipos (BENTO et al., 2013).

A altura da planta e a espessura do pericarpo apresentaram alta herdabilidade no sentido amplo, com valores de 58,74% e 89,05%, respectivamente (Tabela 4). A herdabilidade é a proporção da variância fenotípica total de uma população que é atribuível aos efeitos genéticos (YANG et al., 2017). Quanto maior a herdabilidade, maior a variação genética, e consequentemente, menor a influência ambiental,

possibilitando o ganho genético por seleção nas gerações iniciais (PESSOA et al., 2015; SILVA NETO et al., 2014). Costa et al., (2016) descreveram a existência de alta herdabilidade no sentido amplo para o peso do fruto, comprimento do fruto e espessura do pericarpo. Fortunato et al. (2015) observaram a presença de alta herdabilidade no sentido amplo para o comprimento da corola e diâmetro das pétalas. Nascimento et al. (2012) também relataram a existência de alta herdabilidade no sentido amplo para o comprimento da corola, sugerindo que a variabilidade genética foi responsável pela maior parcela da variabilidade total para este caráter, podendo ser transmitida aos seus descendentes.

A herdabilidade no sentido amplo apresentou valores intermediários para o peso do fruto e menor diâmetro do fruto (Tabela 4), sugerindo que as variações encontradas para essas características foram devidas a causas genéticas e ambientais. Para o diâmetro do caule, comprimento da corola, comprimento do filete, comprimento do fruto, maior diâmetro do fruto, comprimento da placenta e número de sementes por fruto, a herdabilidade no sentido amplo foi baixa (Tabela 4), indicando que estas características são mais influenciadas pelos componentes ambientais, o que dificulta a seleção para as mesmas (PASSOS et al., 2010; SILVA NETO et al., 2014). Uma alternativa para a melhoria destas características é a seleção em gerações avançadas (RÊGO et al., 2009a) ou a seleção indireta com base em um caráter secundário fortemente correlacionado e com alta herdabilidade (RÊGO et al., 2011).

A altura da planta, comprimento do filete, peso do fruto, comprimento do fruto, maior diâmetro do fruto, menor diâmetro do fruto, espessura do pericarpo, comprimento da placenta e número de sementes por fruto apresentaram herdabilidade no sentido restrito igual à herdabilidade no sentido amplo, pois para estas características a variância de dominância foi negativa, indicando que toda variância genética observada foi devido à variação genética aditiva (BENTO et al., 2016).

Altos valores de herdabilidade no sentido restrito foram observados para a altura da planta e espessura do pericarpo (Tabela 4), sugerindo a predominância dos efeitos gênicos aditivos na expressão do caráter. A herdabilidade no sentido restrito é a proporção da variância fenotípica atribuível apenas à variação genética aditiva, excluindo a contribuição devido aos efeitos de dominância e epistasia (YANG et al. 2017). Ganhos satisfatórios para estas características podem ser obtidos em gerações segregantes (MEDEIROS et al., 2014), com seleção em gerações iniciais (FORTUNATO et al., 2015).

O peso do fruto e menor diâmetro do fruto apresentaram herdabilidade no sentido restrito intermediária, (Tabela 4), indicando a importância dos efeitos gênicos aditivos, e dos efeitos gênicos de dominância e/ou epistáticos. Para estas características pode-se indicar a seleção recorrente recíproca ou a seleção entre e dentro de famílias de meio-irmão, que exploram tanto a variância genética aditiva quanto a variância genética não aditiva.

O comprimento do filete, comprimento do fruto, maior diâmetro do fruto, comprimento da placenta e número de sementes por fruto, apresentaram baixa herdabilidade no sentido restrito (Tabela 4), indicando pouca confiabilidade dos genótipos na transmissão do fenótipo desejado para a sua descendência (GONÇALVES et al., 2011). Para estas características a seleção em gerações iniciais não é recomendada, indicando-se a seleção em gerações avançadas (BENTO et al., 2013) ou a exploração do vigor híbrido (BARROSO et al., 2015).

Para o comprimento da corola a herdabilidade no sentido restrito foi igual a zero (Tabela 4). Esta característica apresentou variância aditiva negativa, que foi considerada como zero, sugerindo a predominância dos efeitos gênicos de dominância e/ou epistáticos no controle do caráter.

A posição relativa do heterozigoto em relação à média dos homozigotos é expressa através do grau médio de dominância (CRUZ, 2012). Todas as características avaliadas apresentaram valor de grau médio de dominância igual à zero (Tabela 4), indicando ausência de dominância.

3.3. Análise de geração

O modelo aditivo-dominante (m, a, d) foi adequado para explicar os parâmetros genéticos da maioria das características avaliadas, uma vez que estas características apresentaram valores do coeficiente de correlação (r) superior a 70% (Tabela 5).

Tabela 5. Efeitos gênicos para o modelo completo e aditivo-dominante em dezenove características de planta, flor e fruto em pimenteira ornamental (*Capsicum annuum*).

Efeitos	Características									
	AP		DCL		CDC		CFI		PF	
	Estimativa	R ² (%)	Estimativa	R ² (%)	Estimativa	R ² (%)	Estimativa	R ² (%)	Estimativa	R ² (%)
Modelo Completo										
m	29,01**	81,92	0,62**	80,71	0,95**	36,19	0,25**	25,80	4,30**	21,60
a	-3,8**	12,95	-0,09*	10,13	0,20**	14,16	-0,06**	11,90	2,63**	50,79
d	-11,99ns	2,30	0,17ns	0,88	1,80**	17,69	0,60**	20,60	-6,67**	8,16
aa	0,09ns	0,001	0,08ns	1,70	0,53**	12,52	0,15**	9,85	-1,05*	1,53
ad	2,91ns	1,14	0,17*	5,53	0,01ns	0,004	0,18**	14,89	-2,38**	7,09
dd	6,70ns	1,69	-0,12ns	1,03	-1,32**	19,44	-0,37**	16,96	5,04**	10,82
Modelo aditivo-dominante										
m	28,71**	96,65	0,69**	99,53	1,52**	97,63	0,39**	95,41	2,23**	63,51
a	-3,81**	1,91	-0,04*	0,46	0,22**	2,30	-0,03*	0,62	1,63**	36,47
d	-6,87**	1,44	-0,01ns	0,007	0,08ns	0,07	0,15**	3,97	-0,08ns	0,02
r	0.9582		0.9012		0.8277		0.7104		0.9306	

Continuação da tabela 5.

Efeitos	Características									
	CFR		MDF		MeDF		EP		CPL	
	Estimativa	R ² (%)	Estimativa	R ² (%)	Estimativa	R ² (%)	Estimativa	R ² (%)	Estimativa	R ² (%)
Modelo Completo										
m	1,78**	23,95	1,15**	29,90	0,67**	61,13	0,18**	51,34	1,29**	16,33
a	1,30**	70,33	0,52**	62,04	0,15**	20,52	0,03**	25,03	0,91**	80,22
d	-0,50ns	0,27	-0,61ns	1,21	-0,55**	7,04	-0,18*	9,75	-0,04ns	0,002
aa	0,31ns	0,86	-0,02ns	0,01	-0,16*	4,19	-0,08*	10,14	0,31ns	1,05
ad	-0,80**	4,53	-0,49**	6,61	-0,16*	4,63	-0,01ns	0,20	-0,42*	2,27
dd	0,14ns	0,04	0,19 ns	0,22	0,22ns	2,49	0,07ns	3,54	-0,19ns	0,12
Modelo aditivo-dominante										
m	1,83**	73,11	1,05**	82,71	0,49**	92,11	0,11**	91,55	1,54**	70,47
a	1,03**	25,93	0,40**	15,54	0,08**	5,58	0,02**	3,47	0,80**	27,21
d	-0,42**	0,96	-0,30**	1,75	-0,15**	2,30	-0,04**	4,97	-0,54**	2,32
r	0.9851		0.9798		0.9623		0.9122		0.9937	

Continuação da tabela 5.

Efeitos	Características		
	NSF		
	Estimativa	Modelo Completo	R ² (%)
m	23,63**		36,27
a	10,53*		35,73
d	23,61ns		5,49
aa	9,24ns		6,94
ad	16,16ns		15,43
dd	2,46ns		0,13
		Modelo aditivo-dominante	
m	34,59**		83,80
a	13,63**		14,89
d	7,95*		1,30
r	0.9158		

AP - Altura da planta, APB - Altura da primeira bifurcação, DDC - Diâmetro da copa, DCL - Diâmetro do caule, CF - Comprimento da folha, LF - Largura da folha, CDC - Comprimento da corola, DDP - Diâmetro das pétalas, CANT - Comprimento da antera, CFI - Comprimento do filete, PF - Peso do fruto, CFR - Comprimento do fruto, MDF - Maior diâmetro do fruto, MeDF - Menor diâmetro do fruto, CP - Comprimento do pedicelo, EP - Espessura do pericarpo, CPL - Comprimento da placenta, NSF - Número de sementes/fruto e TMS - Teor de matéria seca.

m - média de homozigotos, a - aditivo, d - dominante, aa - aditivo x aditivo, ad - aditivo x dominante e ad- aditivo x dominante, r - coeficiente de correlação.

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

No modelo aditivo-dominante a média de todos os possíveis homozigotos (m) foi significativa a 1% de probabilidade para todas as características avaliadas (Tabela 3). Os efeitos gênicos aditivos (a) foram significantes para todas as características a 1% e 5% de probabilidade pelo teste t. A maioria das características avaliadas apresentaram efeitos de dominância (d) significativos a 1% de probabilidade. Para o número de sementes por fruto efeitos de dominância (d) foram significativos a 5% de probabilidade. O diâmetro do caule, comprimento da corola e peso do fruto, apresentaram efeitos de dominância (d) não significantes (Tabela 5).

Os efeitos gênicos aditivos foram mais importantes que os efeitos de dominância para o comprimento do fruto, maior diâmetro do fruto, comprimento da placenta e número de sementes por fruto. Para o diâmetro do caule, comprimento da corola e peso do fruto, apenas os efeitos gênicos aditivos estão envolvidos na expressão do caráter. Para estas características a seleção pode ser praticada nas primeiras gerações, com maior chance de ganho genético (MEDEIROS et al., 2014). Métodos de melhoramento baseados na seleção ou no método de retrocruzamento podem ser mais efetivos quando se tem predominância dos efeitos gênicos aditivos (RÊGO et al., 2009a; 2015; 2016).

As demais características apresentaram predominância dos efeitos gênicos dominantes no controle do caráter, indicando-se a seleção em gerações avançadas ou a exploração de híbridos (FORTUNATO et al., 2015; RÊGO et al., 2009a; 2015; RÊGO; RÊGO, 2016), ou a seleção em gerações avançadas com a utilização de métodos mais complexos, como Pedigree ou Seleção Recorrente (RÊGO et al., 2009a; 2015; RÊGO; RÊGO, 2016).

4. CONCLUSÕES

A altura da planta e espessura do pericarpo apresentaram alta herdabilidade no sentido amplo e restrito, sugerindo a predominância dos efeitos gênicos aditivos na expressão do caráter.

O modelo aditivo-dominante foi adequado para explicar os parâmetros genéticos de todas as características avaliadas, sugerindo que apenas os efeitos gênicos aditivos e dominantes influenciaram no controle destes caracteres.

O diâmetro do caule, comprimento da corola e peso do fruto apresentaram apenas efeitos gênicos aditivos. Para o comprimento do fruto, maior diâmetro do fruto, comprimento da placenta e número de sementes por fruto os efeitos gênicos aditivos

foram mais importantes que os efeitos de dominância, sendo a seleção em gerações precoces indicada para a melhoria destas características.

5. REFERÊNCIAS

BAHURUPE, J. V.; SAKHARE, S. B.; KULWAL, P. L.; AKHARE, A. A.; PAWAR, B. D. Genetic diversity analysis in chilli (*Capsicum annuum* L) using RAPD markers. **An international quarterly journal of life science**, v. 8, n. 3, p. 915-918, 2013.

BARROSO, P. A.; PESSOA, A. M. DOS S.; MEDEIROS, G. D. A.; SILVA NETO, J. J.; RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M. Genetic Control of Seed Germination and Physiological Quality in Ornamental Pepper. **Acta Horticulturae**, v. 1087, p. 409-414, 2015.

BENTO, C. S.; RODRIGUES, R.; GONÇALVES, L. S. A.; OLIVEIRA, H. S.; SANTOS, M. H.; PONTES, M. C.; SUDRÉ, C. P. Inheritance of resistance to Pepper yellow mosaic virus in *Capsicum baccatum* var. *pendulum*. **Genetics and Molecular Research**, v. 12, n. 2, p. 1074-1082, 2013.

BENTO, C. S.; RODRIGUES, R.; SUDRÉ, C. P.; MEDEIROS, A. M.; MATHIAS, V. A. S.; GONÇALVES, L. S. A. Determining the inheritance of agronomic traits in chili pepper. **Horticultura Brasileira**, v. 34, p. 367-373, 2016.

BIANCHI, P. A.; DUTRA, I. P.; MOULIN, M. M.; SANTOS, J. O.; SANTOS JÚNIOR, A. C. Morphological characterization and analysis of genetic variability among pepper accessions. **Ciência Rural**, v. 46, n.7, p. 1151-1157, 2016.

BNEJDI, F.; SAADOUN, M.; ALLAGUI, M. B.; GAZZAH, M. EL. Epistasis and heritability of resistance to *Phytophthora nicotianae* in pepper (*Capsicum annuum* L.). **Euphytica**, v. 167, p. 39-44, 2009.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. Editora UFV. Viçosa (MG). 6ª edição. 2013, 523p.

COSTA, M. P. S. D.; RÊGO, M. M.; SILVA, A. P. G.; RÊGO, E. R.; BARROSO, P. A. Characterization and genetic diversity of pepper (*Capsicum* spp) parents and interspecific hybrids. **Genetics and Molecular Research**, v. 15, n. 1, p. 1-12, 2016.

CRUZ, C. D. Programa Genes: aplicativo computacional em genética e estatística. UFV, Viçosa, 2006.

CRUZ, C. D. **Princípios de genética quantitativa**. Editora UFV. Viçosa (MG). 2ª reimpressão. 2012, 394p.

FORTUNATO, F. L. G.; RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; SANTOS, C. A. P.; CARVALHO, M. G. Heritability and Genetic Parameters for Size-Related Traits in Ornamental Pepper (*Capsicum annuum* L.). **Acta Horticulturae**, v. 1087, p. 201-206, 2015.

GONÇALVES, L. S. A.; RODRIGUES, R.; BENTO, C. S.; ROBAINA, R. R.; AMARAL JÚNIOR, A. T. Herança de caracteres relacionados à produção de frutos em *Capsicum baccatum* var. *pendulum* com base em análise dialélica de Hayman. **Revista Ciencia Agronomica**, v. 42, n. 3, p. 662-669, 2011.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. S. Balanço do comércio exterior da floricultura Brasileira. **Hórtica: Boletim Técnico**, 2011, 5p.

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**, v. 146, p. 131-140, 2009.

MEDEIROS, A. M.; RODRIGUES, R.; GONÇALVES, L. S. A.; SUDRÉ, C. P.; OLIVEIRA, H. S.; SANTOS, M. H. Gene effect and heterosis in *Capsicum baccatum* var. *pendulum*. **Ciência Rural**, v. 44, p. 1031-1036, 2014.

MOREIRA, G. R.; SILVA, D. J. H.; CARNEIRO, P. C. S.; PICANÇO, M. C.; VASCONCELOS, A. A.; PINTO, C. M. F. Herança de caracteres de resistência por antixenose de *Solanum pennellii* à traça-do-tomateiro em cruzamento com ‘Santa Clara’. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 574-581, 2013.

MOURA, M. C. C. L.; GONÇALVES, L. S. A.; SUDRÉ, C.P.; RODRIGUES, R.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; PEREIRA, T. N. S. 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**, v. 28, p. 155-161, 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 Horticulturae**, v. 953, p. 299-304, 2012.

NASCIMENTO, N. F. F.; RÊGO, E. R.; NASCIMENTO, M. F.; SANTOS, R. M. C.; BRUCKNER, C. H.; FINGER, F. L.; RÊGO, M. M. Flower color variability in double and three-way hybrids of ornamental peppers. **Acta Horticulturae**, v. 1000, p. 457-464, 2013.

NAVHALE, V. C.; DALVI, V. V.; WAKODE, M. M.; BHAVE, S. G.; BURONDKAR, M. M. Generation mean analysis in chilli (*Capsicum annum* L.). **Electronic Journal of Plant Breeding**, v. 8, n. 1, p. 105-110, 2017.

PASSOS, A. R.; SILVA, A. S.; SOUZA, C. S.; SOUZA, C. M. M.; FERNANDES, L. S. Parâmetros genéticos de caracteres agrônômicos em genótipos de mamoneira. **Pesquisa agropecuária brasileira**, p.709-714, 2010.

PESSOA, A. M. S.; RÊGO, E. R.; BARROSO, P. A.; RÊGO, M. M. Genetic Diversity and Importance of Morpho-Agronomic Traits in a Segregating F2 Population of Ornamental Pepper. **Acta Horticulturae**, v. 1087, p. 195-200, 2015.

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**, v. 168, p. 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**, v. 829, p. 371-375, 2009b.

RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; CRUZ, C. D.; FINGER, F. L.; CASALI, V. W. D. Phenotypic diversity, correlation and importance of variables for fruit quality and yield traits in Brazilian peppers (*Capsicum baccatum*). **Genet. Resour. Crop Evol.**, v. 58, n. 6, p. 909-918, 2011.

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.**, v. 937, p. 283-288, 2012a.

RÊGO, E. R.; NASCIMENTO, M. F.; NASCIMENTO, N. F. F.; SANTOS, R. M. C.; FORTUNATO, F. L. G.; RÊGO, M. M. Testing methods for producing self-pollinated fruits in ornamental peppers. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 708-711, 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 Horticulturae**, v. 937, p. 297-304, 2012c.

RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; FINGER, F. L. Methodological Basis and Advances for Ornamental Pepper Breeding Program in Brazil. **Acta Horticulturae**, v. 1087, p. 309-314, 2015.

RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M. Genetics and Breeding of Chili Pepper *Capsicum* spp. In: RÊGO, E. R.; RÊGO, M. M.; FINGER, F.L. **Production and Breeding of Chilli Peppers (*Capsicum* spp.)**. Springer International Publishing Switzerland, 2016, v. 4, p. 57-80.

SANTOS, R. M. C.; NASCIMENTO, M. F.; NASCIMENTO, N. F. F.; BORÉM, A.; FINGER, F. L.; COSTA, D. S.; REGO, M. M. Ethylene resistance in a F₂ population of ornamental chili pepper (*Capsicum annuum*). **Acta horticulturae**, v. 1000, p. 433-438, 2013.

SANTOS, R. M. C.; RÊGO, E. R.; BORÉM, A.; NASCIMENTO, M. F.; NASCIMENTO, N. F. F.; FINGER, F. L.; RÊGO, M. M. Epistasis and inheritance of plant habit and fruit quality traits in ornamental pepper (*Capsicum annuum* L.). **Genetics and Molecular Research**, v. 13, p. 8876-8887, 2014.

SILVA NETO, J. J.; RÊGO, E. R.; NASCIMENTO, M. F.; SILVA FILHO, V. A. L.; ALMEIDA NETO, J. X.; RÊGO, M. M. Variabilidade em população base de

pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.). **Revista Ceres**, v. 61, n. 1, p. 084-089, 2014.

STOMMEL, J. R.; BOSLAND, P. W. Ornamental Pepper. In: ANDERSON, N. O. (eds). **Flower Breeding and Genetics: Issues, Challenges and Opportunities for the 21st Century**. Springer, Dordrecht, 2006, p. 561-599.

STOMMEL, J. R.; GRIESBACH, R. J. Inheritance of Fruit, Foliar, and Plant Habit Attributes in *Capsicum*. **J. Amer. Soc. Hort. Sci.**, v. 133, n. 3, p. 396-407, 2008.

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

VALNIR JÚNIOR, M.; VASCONCELOS, A. J. F.; LIMA, L. S. S.; SILVA, K. F.; CARVALHO, C. M. Eficiência do uso da água em pimenta da espécie *Capsicum frutescens* L., variedade tabasco. **Applied Research & Agrotechnology**, v. 8, n. 3, p. 53-61, 2015.

YANG, J.; ZENG, J.; GODDARD, M. E.; WRAY, N. R.; VISSCHER, P. M. Concepts, estimation and interpretation of SNP-based heritability. **Nat Genet.**, v. 49, p. 1304-1311, 2017.