

HETEROSE E CAPACIDADE COMBINATÓRIA DE HÍBRIDOS DE
Capsicum annuum PARA O MERCADO ORNAMENTAL

CAMILA QUEIROZ DA SILVA

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE
DARCY RIBEIRO – UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
Março – 2015

HETEROSE E CAPACIDADE COMBINATÓRIA DE HÍBRIDOS DE
Capsicum annuum PARA O MERCADO ORNAMENTAL

CAMILA QUEIROZ DA SILVA

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas.”

Orientadora: Profa. Rosana Rodrigues

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ
Março - 2015

HETEROSE E CAPACIDADE COMBINATÓRIA DE HÍBRIDOS DE
Capsicum annuum PARA O MERCADO ORNAMENTAL

CAMILA QUEIROZ DA SILVA

“Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Genética e Melhoramento de Plantas.”

Aprovada em 20 de março de 2015.

Comissão Examinadora:

Prof^a. Elizanilda Ramalho do Rêgo (D.Sc., Genética e Melhoramento) – UFPB

Dr^a. Cíntia dos Santos Bento (D.Sc, Genética e Melhoramento de Plantas) - UENF

Prof. Alexandre Pio Viana (D.Sc., Produção Vegetal) - UENF

Prof^a. Rosana Rodrigues (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF
(Orientadora)

DEDICATÓRIA

Dedico a todos que torceram por mim, pelo meu crescimento e felicidade.

Que partilharam aprendizados,
alegrias, tropeços e fé ao longo do meu caminhar.

Em especial,
dedico aos meus pais (Antônio Carlos e Ivone), ao meu namorado
(André) e aos demais familiares e amigos
aos quais tenho muito carinho em compartilhar
todas as minhas vitórias.

“Não andeis ansiosos por coisa alguma; antes em tudo sejam os vossos
pedidos conhecidos diante de Deus pela oração e súplica com ações de
graças.”
Filipenses 4.6

AGRADECIMENTOS

A Deus por todas as bênçãos e generosidade realizadas em minha vida.

Aos meus pais por todo amor e incentivo em toda a minha formação como ser humano e profissional.

Ao André por todo seu amor e generosidade como namorado e amigo acima de tudo; pela compreensão nos momentos de ausência, pelo carinho, colaboração e cumplicidade em que devotou ao longo dessa importante fase de crescimento e aprendizagem profissional.

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro e ao curso de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento de Plantas pela oportunidade concedida para a realização deste curso.

Aos órgãos de fomento Faperj e CNPq, pelo financiamento da pesquisa e, em especial à Faperj, pela concessão da bolsa e auxílios durante o curso.

À professora Rosana Rodrigues por acreditar em mim, por ter me confiado este trabalho, pelos ensinamentos e por todo o crescimento profissional que me permitiu alcançar.

À Cláudia Pombo e a Cíntia pela amizade e paciência em ajudar-nos em tudo o que precisássemos, assim como, à Marilene que, mesmo distante, sempre contribuiu com auxílios e com suas prazerosas e engraçadas prosas.

Aos demais colegas do laboratório (Samy, Artur, Daniele, Lígia, Thâmara, Ingrid, Jéssica, Grazielle, Alexandre, Igor, Rodrigo, João Gabriel, Adilson, José Wallace, Vinícius) pelo convívio ao longo desses anos, por toda a colaboração

durante a execução dos experimentos e das atividades laborais em geral, e por tornarem o nosso dia a dia mais prazeroso.

Aos professores do curso de Pós-Graduação por toda a contribuição e dedicação em fazer-nos profissionais melhores e aptos para a vida profissional, em especial, agradeço aos meus conselheiros: professora Telma e professor Alexandre por toda a contribuição ao longo deste trabalho.

À professora Elizanilda por aceitar o convite em fazer parte da banca e assim contribuir para o enriquecimento deste trabalho.

Aos amigos do curso em especial a Jocarla, Ellenzinha, Erina, Avelino, Nádia, Lídia, Railan, Amanda, Nayara, Rafael pelas horas de estudos, pela amizade, por todo o auxílio e colaboração em todos os momentos de dificuldade enfrentados.

À Bruna de Castro e à professora Janie Jasmim pelas horas de conversas, apoio e pela preocupação com meu bem estar.

Ao professor Douglas Chaves e sua equipe no Instituto de Química da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro por seu auxílio na quantificação dos capsaicinoides, gerando informação relevante para este trabalho.

Aos funcionários da UAP/UENF pelas colaborações ao longo dos experimentos.

Ao querido José Daniel que sempre esteve receptivo e com tamanha generosidade para auxiliar-nos em todas as nossas necessidades; pelo ser humano que é e pelo carinho que tem por cada um de nós.

A todos, eu agradeço imensamente, aos citados e àqueles dos quais me esqueci, não por ausência de importância ou merecimento, mas cada um teve um papel fundamental em minha vida e contribuiu com um pedacinho de si nesta trajetória.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	ix
1.INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. Origem e classificação botânica.....	3
2.2. Espécies domesticadas de <i>Capsicum</i>	4
2.3. Importância econômica, nutricional e uso das pimentas.....	6
2.4. Uso de <i>Capsicum</i> para fins ornamentais.....	6
2.5. Melhoramento de pimentas do gênero <i>Capsicum</i>	7
2.6. Cruzamentos e Análise dialélica.....	9
3.MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3.1. Genitores e obtenção de híbridos F ₁ s.....	12
3.1.1. Hibridação.....	14
3.2. Avaliação dos híbridos em condições de casa de vegetação....	16
3.3. Análise estatística e genética das variáveis.....	19
3.3.1. Análise de Variância.....	20
3.3.2. Estimativa dos parâmetros genéticos.....	21

3.3.3. Correlação de Pearson.....	22
3.3.4. Análises dialéticas.....	22
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	24
4.1. Caracteres Qualitativos.....	24
4.1.2. Avaliação dos questionários de preferência do público.....	29
4.2. Caracteres Quantitativos.....	31
4.2.1. Eficiência de hibridação.....	31
4.2.2. ANOVA e análise dialética.....	32
4.2.3. Teste de agrupamento de médias Scott-Knott.....	40
4.2.4. Heterose.....	43
4.2.5. Correlação de Pearson.....	47
4.2.6. Estimativa dos parâmetros genéticos.....	50
4.2.7. Algoritmo de Gower.....	51
4.2.8. Quantificação dos capsaicinoides.....	54
5. CONCLUSÕES.....	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
APÊNDICE.....	69

RESUMO

Silva, Camila Queiroz da; M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; março, 2015; Heterose e capacidade combinatória de híbridos de *Capsicum annuum* para o mercado ornamental; Orientadora: Profa. Rosana Rodrigues; Conselheiros: Profa. Telma Nair Santana Pereira e Prof. Alexandre Pio Viana.

O interesse pela produção de pimentas tem crescido, principalmente, devido à sua versatilidade de uso, abrangendo inúmeros segmentos de mercado, como por exemplo, o uso culinário para dar cor, sabor e aroma aos alimentos; nas indústrias cosmética, farmacêutica e química, na obtenção de xampu, analgésicos e gás de pimenta. As múltiplas formas de uso das pimentas têm ainda uma vertente, ainda que pouco explorada, mas que possui grande potencial de crescimento: o mercado ornamental. O mercado de sementes dispõe de poucas cultivares de pimentas para fins ornamentais e estas são oriundas de programas de melhoramento conduzidos fora do País, não havendo ainda cultivares desenvolvidas por programas de melhoramento conduzidos dentro do país. Todavia, as coleções de germoplasma mantidas no Brasil possuem muitos genótipos que podem ser explorados para a obtenção de novas cultivares, adaptadas às condições locais e com características ornamentais que atendam ao crescente mercado consumidor, além de estimularem e permitirem a inserção de novos melhoristas no mercado ornamental e suprir, deste modo, o baixo contingente de profissionais especializados neste setor. Este trabalho relata a

obtenção e a avaliação de híbridos de pimenta ornamental para o cultivo em vaso. Seis genitores previamente selecionados em estudos preliminares foram cruzados em esquema de dialelo completo, sem recíprocos. Os híbridos e os genitores foram testados em casa de vegetação no período de março a setembro de 2014, em blocos ao acaso com dez repetições e uma planta por parcela. Dezoito características foram avaliadas, considerando a análise de variância, o agrupamento de Scott-Knott (1974) para classificação das médias e o modelo proposto por Griffing (1956) para a análise dialélica. Nenhum dos parentais ou combinações híbridas foi superior para todas as características tanto qualitativas, quanto quantitativas avaliadas para o objetivo ornamental ao mesmo tempo. Na análise dialélica tanto os efeitos de aditividade, quanto o de dominância foram importantes no controle dos caracteres estudados neste trabalho, indicando tanto a exploração de híbridos quanto o desenvolvimento de linhagens superiores a partir do avanço das gerações segregantes. Considerando-se um ideótipo para pimenta ornamental como: baixa altura, precocidade, grande número de estádios de maturação e quantidade do fruto, recomendam-se os híbridos: UENF 1626 x UENF 1750; UENF 1750 x UENF 2030; UENF 1626 x UENF 2030; UENF 1627 x UENF 2030; UENF 1750 x UENF 1632; UENF 1626 x UENF 1627 e UENF 1750 x UENF 1623; além do parental UENF 1750 para dar continuidade ao programa de melhoramento.

Palavras-chave: melhoramento de ornamentais, pimentas, hibridação, capacidade geral de combinação, capacidade específica de combinação.

ABSTRACT

Silva, Camila Queiroz da; M.Sc .; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; March, 2015; Heterosis and combining ability of *Capsicum annuum* hybrids for the ornamental market; Advisor: Rosana Rodrigues; Committee members: Telma Nair Santana Pereira and Prof. Alexandre Pio Viana.

The interest in the production of chili peppers has grown primarily due to its versatility of use, spanning numerous industries, such as culinary use to provide color, flavor and aroma to food; in the cosmetic, pharmaceutical and chemical, in getting shampoo, analgesics and chili pepper gas. The multiple uses of chili peppers still have a shed, it is little explored yet, but it has great potential for growth: the ornamental market. The seed market has few chili peppers cultivars for ornamental purposes and these are from breeding programs conducted outside the country, without even cultivars developed by breeding programs conducted within the country. However, the germplasm collections held in Brazil have many genotypes that can be exploited to obtain new cultivars adapted to local conditions and ornamental features that meet the growing consumer market, and stimulate the insertion of new plant breeders in ornamental sector increasing the professionals working in this matter. This research describes the evaluation of ornamental chili pepper hybrids for growing in pots. Six parents previously selected in preliminary studies were crossed in complete diallel scheme without reciprocal. The hybrids and parents were tested in a greenhouse from March to September 2014, in a randomized block design with ten replications and one plant

per plot. Eighteen characteristics were evaluated, considering the analysis of variance, the grouping of Scott-Knott (1974) for the classification of medium and the model proposed by Griffing (1956) for the diallel analysis. None of the parent or hybrids was superior for all the quality and quantitative characteristics evaluated for ornamental purpose at the same time. In the diallel analysis both effects, additive and dominance, were important in the control of the characters studied in this work, indicating both the exploration and the development of hybrid higher from the advance of segregating generations. Considering a ideotype for ornamental chili pepper as low height, earliness, large number of maturation stages and fruit number, the following hybrids can be recommended for further studies aiming recommendation: UENF 1626 x UENF 1750; UENF 1750 x UENF 2030; UENF 1626 x UENF 2030; UENF 1627 x UENF 2030; UENF 1750 x UENF 1632; UENF 1626 x 1627 and UENF UENF 1750 x UENF 1623; also, parental UENF 1750 can be indicating to continue the breeding program, in advance of segregating generations.

Keywords: ornamental breeding, chili peppers, hybridization, general combining ability, specific combining ability.

1. INTRODUÇÃO

O mercado consumidor de pimentas (*Capsicum* spp.) tem registrado grande crescimento em função da versatilidade de aplicações dos frutos. A ampla variabilidade genética observada nas espécies de *Capsicum* possibilita atender às inúmeras exigências deste setor (Melo, 2004), inclusive a crescente demanda por pimentas para uso com finalidade ornamental (Rêgo et al., 2013).

A atratividade das pimentas do gênero *Capsicum* que conferem valor estético às plantas, deve-se, principalmente, à mudança de coloração durante o amadurecimento dos frutos; aos seus diferentes formatos e tamanhos; ao baixo porte das plantas e também à precocidade de produção (Vieira, 2002; Fabri, 2006; Silva et al., 2015). Tais caracteres propiciam o cultivo dessas plantas tanto em vasos, para uso em ambientes internos de casas e escritórios, quanto para uso em jardins, ou ainda, como plantas de corte na produção de arranjos. Todas essas possibilidades atraem os consumidores que, além de utilizarem o fruto na alimentação, passam a utilizar as plantas para ornamentação, inclusive os indivíduos que não gostam de consumir o fruto, mas desejam apreciá-las por sua atratividade estética (Stommel & Bosland, 2005; Carvalho et al., 2006).

O despertar do consumo das pimentas para fins ornamentais implicou na demanda por novos produtos, envolvendo a atuação de melhoristas e o estabelecimento de programas de melhoramento neste setor (Rêgo et al., 2013).

Apesar da grande variabilidade observada, principalmente, nos frutos de *Capsicum*, o melhoramento objetivando a obtenção de cultivares para fins

ornamentais nesse gênero ainda é pequeno, comparado a espécies, como o milho e as hortaliças (Vilela et al., 2008; Neitzke et al., 2010; Ramalho et al., 2010). Todavia, o país possui um aporte de bancos de germoplasma de *Capsicum* com grande acervo de acessos que podem ser utilizados para esta finalidade (Rêgo et al., 2013).

Embora *Capsicum annuum* seja a espécie mais cultivada, economicamente importante e a mais estudada do gênero em termos de genética e melhoramento, poucos trabalhos, a exemplo de Rêgo et al., (2012b) e Nascimento et al., (2014) dispõem de informações referentes a cruzamentos dialélicos especificamente para aspectos ornamentais, necessitando de mais estudos para esta finalidade.

Os cruzamentos dialélicos possibilitam ao melhorista selecionar genitores, com base na capacidade de combinação relacionada às características morfoagronômicas dos parentais ‘*per se*’ e em combinação, assim como, conhecer o controle genético dessas características orientando a exploração de linhagens e/ou de híbridos com base na capacidade combinatória e, também, na adoção do melhor método de melhoramento que otimize os ganhos genéticos (Ramalho et al., 1993; Cruz e Regazzi, 2004).

Este trabalho teve como objetivo obter e avaliar híbridos derivados de cruzamentos dialélicos completo e sem recíprocos entre seis acessos de *Capsicum annuum* da coleção de germoplasma de *Capsicum* da UENF com potencial ornamental para o cultivo em vaso a fim de estimar sua capacidade combinatória, selecionar os mais promissores e indicá-los para o mercado ornamental.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Origem e classificação botânica

O gênero *Capsicum* originou-se na Bolívia e tem a espécie *Capsicum chacoense* como ancestral comum às demais, sofrendo migração e especiação nas regiões dos Andes e terras baixas das Amazônia (Moscone et al., 2007). A expansão deste gênero para outras partes do mundo (continentes europeus, africanos, asiáticos), possivelmente ocorreu por meio dos navegadores espanhóis e portugueses, no final do século XV, e pela possível dispersão das sementes realizadas por pássaros migratórios (De Witt e Bosland, 1997; Stommel e Bosland, 2005).

O cultivo das pimentas já era realizado pelos indígenas que as empregavam para dar aroma, cor e sabor aos alimentos e como forma de preservá-los de contaminações por organismos patogênicos, e também para outros fins, como por exemplo, o uso do pó da pimenta seca como arma contra seus inimigos, o que corresponderia ao *spray* de pimenta - aerossol ou espumas feitas de oleoresina de pimenta - utilizado pelas forças armadas (Rufino e Penteado 2006).

O Brasil é um importante centro de diversidade do gênero *Capsicum*, pois abriga espécies domesticadas, semidomesticadas e silvestres (Barbosa e Bianchetti, 2005). Este gênero, pertence à família Solanaceae, possui 35 espécies, sendo cinco domesticadas: *Capsicum annuum*, *Capsicum baccatum*, *Capsicum chinense*, *Capsicum frutescens* e *Capsicum pubescens* diferenciadas

por suas características botânicas intrínsecas, sobretudo relacionadas à cor, ao número e à posição floral (Pickersgill 1997; Moscone et al., 2007; Carrizo et al., 2013). Novas espécies de *Capsicum* têm sido descritas, como por exemplo, *C. caatingae*; *C. longidentatum*, e *C. eshbaughii* (Barbosa et al., 2011).

As pimentas deste gênero possuem características importantes como a ampla variabilidade de formas, cores e tamanhos de frutos e a presença da pungência, que é exclusiva do gênero (Bosland e Votava, 1999; Carvalho et al. 2003; Dias et al., 2013). São plantas com flores hermafroditas e autógamas, entretanto podem se beneficiar com polinização cruzada realizada por agentes polinizadores (insetos e abelhas) com ocorrência de 2 a 90% podendo ser, então, classificadas como intermediárias ou alógamas facultativa (Bosland e Votava, 1999; Cruz e Campos, 2007; Rêgo et al., 2012a).

As espécies do gênero *Capsicum* são diploides com variação no número de cromossomos, sendo algumas espécies com $2n=2x=24$ e outras, em geral as silvestres com $2n=2x=26$ (Moscone, 2007).

Segundo Viñals et al., (1996) o gênero *Capsicum* é constituído por três complexos gênicos que facilitam o cruzamento entre indivíduos de mesmo complexo e na obtenção de híbridos férteis. O complexo *C. pubescens* é constituído por *C. cardenasii*, *C. eximium*, *C. pubescens*; o complexo *C. baccatum* que engloba as espécies de *C. baccatum* var. *baccatum*, *C. baccatum* var. *pendulum* (forma domesticada), *C. praetermissum*, *C.tovarii* e *C. umbilicatum* e o complexo *C. annuum* que reúne as espécies *C. annuum* var *annuum*, *C. annuum* var *glabriusculum*, *C. chinense* , *C. frutescens*. *C. chacoense*, *C. galapagoense*.

2.2. Espécies domesticadas de *Capsicum*

São cinco as espécies consideradas domesticadas para o gênero *Capsicum*:

Capsicum annuum var. *annuum* que engloba os pimentões, as pimentas doces e a maioria das pimentas ornamentais. É a espécie mais cultivada e estudada. Possuem como principais características a presença de uma flor por nó, corola de cor branca e sem manchas na base das pétalas. Frutos com grande variabilidade de cores, tamanhos, formas e com polpa firme (Viñals et al., 1996).

Pickersgill (1997) considera que as plantas desta família foram domesticadas nas terras altas do México.

Capsicum annuum var. *glabriusculum* é uma variedade bastante apreciada para o mercado ornamental, visto que suas características são desejáveis para uso estético, como por exemplo a grande variabilidade de cores apresentada pelos seus frutos. Possui uma flor por nó; a cor da corola roxa ou branca com manchas violeta difusas; as anteras roxas; o formato e posição dos frutos são do tipo ovalados e eretos, de coloração violeta (imaturos) e vermelha (maduros) (Reifschneider et al., 2000).

Capsicum chinense possui grande diversidade encontrada na Bacia Amazônica. Caracteriza-se por apresentar, duas ou mais flores por nó, apresentando a corola de cor branca esverdeada e sem manchas na base das pétalas; as anteras podem ser azuis, roxas, violetas ou amarelas. Os frutos podem ser de várias cores e formas e nos frutos maduros há a presença de cálice pouco dentado e, tipicamente, apresentam uma constrição anelar na junção com o pedicelo (Viñals et al., 1996).

Capsicum frutescens possui a menor variabilidade morfológica entre as espécies domesticadas. Apresenta como características, uma flor por nó; corola de cor branca esverdeada, sem mancha na base das pétalas; as anteras, em geral, são azuis, roxas ou violeta. Os frutos geralmente são pequenos, alongados e eretos (Viñals et al., 1996).

Capsicum baccatum var. *pendulum* é caracterizada por possuir flores de corola branca com manchas amareladas; uma única flor por nó e as anteras amarelas. Os frutos são de várias cores e formas, geralmente pendentes, persistentes, com polpa firme (Viñals et al., 1996; Lim, 2013). *Capsicum baccatum* var. *baccatum* se diferencia da variedade *pendulum* por possuir manchas esverdeadas nas corolas e duas a três flores por nó (Viñals et al., 1996).

Capsicum pubescens possui uma flor por nó, corola roxa e sem manchas na base das pétalas e frutos de polpa firme (Viñals et al., 1996).

2.3. Importância econômica, nutricional e uso das pimentas

O cultivo das pimentas está concentrado no Continente Asiático, seguido pelos continentes Africano e Americano (FAOSTAT, 2013). No Brasil, o cultivo concentra-se nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, tendo os Estados de Goiás, Minas Gerais, Bahia e São Paulo como principais produtores. O cultivo das pimentas é um importante e promissor segmento no agronegócio brasileiro de grande importância econômica e cultural, que nos últimos anos tem ganhado um espaço cada vez maior no mercado, em função de sua versatilidade culinária, industrial, propriedades medicinais e ornamentais (Rufino e Penteado, 2006; Sudré et al., 2010).

As hortaliças, em geral, são fontes de vitaminas e sais minerais que contribuem para uma dieta balanceada. Nas pimentas estão presentes, principalmente, as vitaminas A, B1, B2, C e carotenoides (Viñals et al., 1996; Zancanaro, 2008).

O uso das pimentas na alimentação como condimento seja *in natura* ou em conservas denotando sabor, cor e aroma é a principal utilização. Entretanto, podem ser empregadas em outros setores industriais, como no mercado farmacêutico, medicinal e ornamental (Bosland, 1996; Carvalho et al., 2006).

Como plantas ornamentais, o cultivo de pimentas envasadas no Brasil tem crescido bastante devido à sua dupla finalidade (como decorativas e comestíveis), e às características relativas ao porte e aos frutos destas plantas que atraem os consumidores (Barroso et al., 2012; Nascimento et al., 2013).

2.4. Uso de *Capsicum* para fins ornamentais

As espécies do gênero *Capsicum*, possuem excelente potencial para a comercialização como planta ornamental. O cultivo em vaso, principalmente, de pimentas tem crescido bastante devido às suas características de baixo porte, diversidade de cor e forma dos frutos, além do tempo relativamente curto e da fácil germinação das sementes, da tolerância ao calor e da harmonia de vaso, que contribuem para a crescente utilização destas plantas como ornamentais. A altura e a forma de crescimento dessas plantas variam de acordo com a espécie e as

condições de cultivo. As folhas apresentam tamanhos, colorações e formatos variáveis e os frutos destacam-se pelas múltiplas formas, tamanhos, colorações e pungências que atraem o consumidor pela busca destas plantas. (Stommel e Bosland, 2005; Barroso et al., 2012; Nascimento et al., 2013).

O mercado de pimentas para fins ornamentais possui, ainda que poucas, algumas cultivares consideradas ornamentais, a exemplo de ‘Sangria’ (*Capsicum annuum*) que caracteriza-se por frutos com diversas cores; ‘Purple flash’ (*Capsicum annuum*) possui folhagens roxas e ocasionalmente variegada com branco, frutos pequenos e redondos; ‘Garda tricolore’ (*Capsicum annuum*) que foi considerada a primeira ornamental para jardim, com frutos de cor roxa, creme, laranja e vermelha; ‘Numex centennial’ (*Capsicum annuum*), primeira pimenta ornamental liberada pela NMSU (*New Mexico State University*) para vasos pequenos, com flores e folhagem púrpura e frutos de cor púrpura, amarela, laranja, e vermelha; e as pimentas registradas no mercado brasileiro, híbridos como: ‘Pirâmide ornamental’ (*Capsicum annuum*), ‘Espaguetinho ornamental’ (*Capsicum annuum*); ‘Gion red’ (*Capsicum annuum*) ; ‘Grisu F₁’ (*Capsicum frutescens*) e ‘Calypso’ (*Capsicum annuum*). Em sua maioria, são cultivares que fizeram parte de programas de melhoramento fora do país, não sendo adaptadas às condições locais, havendo a necessidade de novas cultivares para suprir a demanda crescente por estas plantas no mercado ornamental e que sejam adaptadas as condições brasileiras de cultivo (Fabri, 2008; Pinto et al., 2012).

2.5. Melhoramento de pimentas do gênero *Capsicum*

Os programas de melhoramento utilizando o gênero *Capsicum* são conduzidos há bastante tempo, principalmente por instituições públicas. Muitas cultivares desenvolvidas foram e são utilizadas até hoje por possuírem grande importância no âmbito nacional, principalmente visando resistência a doenças e o aumento da produtividade. Os programas de melhoramento de *Capsicum* tem focado principalmente na procura de genótipos resistentes às doenças fúngicas, bacterianas e viróticas (Ribeiro e Cruz, 2002). Dentre os programas de melhoramento objetivando o melhoramento de *Capsicum*, a UENF vem trabalhando no desenvolvimento de cultivares resistentes a doenças e,

recentemente, visando obter cultivares adaptadas para atender ao mercado ornamental (Rodrigues et al., 2014). E um dos maiores grupos em estudos com pimentas ornamentais é o da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), com pesquisas de *Capsicum* para fins ornamentais como observado, por exemplo, nos trabalhos desenvolvidos por Rêgo et al. (2012b); Barroso et al. (2012); Rêgo et al. (2013); Nascimento et al. (2013); Nascimento et al. (2014).

Muitos métodos são utilizados nos programas de melhoramento visando desenvolver cultivares, sendo a escolha de cada um deles baseada em uma série de fatores: objetivos do programa, sistemas reprodutivos da cultura a ser melhorada, herança genética da característica desejada e variabilidade da população base (Allard, 1971; Rêgo, 2011). Os métodos de melhoramento massal e *pedigree* são os mais usados para obtenção de cultivares de pimentas ornamentais de acordo com Bosland (1996) e Stommel e Bosland (2005). Bosland e Gonzalez (1994), por exemplo, relatam o desenvolvimento da cultivar de pimenta ornamental 'NuMex Mirasol' utilizando o método *pedigree*.

Com a crescente demanda das pimentas para fins ornamentais, a necessidade de novos produtos adaptados às condições locais e com poucos programas de melhoramento atuando neste segmento de mercado há um estímulo para que haja a participação de melhoristas para atuarem no desenvolvimento de novas cultivares que atendam a demanda no mercado brasileiro de plantas ornamentais (Rêgo et al. 2012a).

Os programas de melhoramentos são cada vez mais responsáveis por suprir a necessidade de cultivares mais adaptadas e responsivas às condições climáticas e para atender as necessidades da população, deste modo o uso de estratégias, como a hibridação, que promovam o desenvolvimento de novos produtos e seja utilizado de uma forma mais rápida. A utilização de genitores superiores para serem empregados no processo de hibridação tem sido uma estratégia realizada em diversas culturas hortícolas, destacando as solanáceas como berinjela, tomate, pimenta e pimentão (Maluf, 2001).

Apesar de ser um processo mais trabalhoso visto que há a necessidade de realizar cruzamentos manuais, em relação às cultivares de polinização aberta, implica em sementes de maior valor unitário e na obtenção de plantas com características desejáveis (Maluf, 2001).

O uso de híbridos possui vantagens como a possibilidade de combinar diferentes e interessantes características qualitativas e quantitativas. O aumento de qualidade e produtividade, uniformidade e resistência a patógenos estão entre os principais caracteres de interesse nos programas de melhoramento. Já as dificuldades apresentadas pela hibridação estão atreladas a produção da semente híbrida, em que há a necessidade de treinamento para a execução da emasculação e polinização, além de sofrer influência da temperatura, e também pelo fato da produção das sementes híbridas serem, em sua maioria, de posse das empresas privadas, o que torna o pequeno produtor a mercê de seu constante consumo (Miranda e Casali, 1988; Maluf, 2001).

Para *Capsicum* ornamental, trabalhos como o de Nascimento et al. (2012) e Nascimento et al. (2013) discutem a importância da hibridação como uma fonte de novas combinações genéticas a fim de obter características interessantes que podem ser exploradas nos programas de melhoramento para esta finalidade.

2.6. Cruzamentos e análise dialélica

A escolha de parentais divergentes geneticamente que serão utilizados em cruzamentos objetivando obter híbridos promissores e/ou linhagens superiores é possível por meio da determinação dos componentes de capacidade combinatória. O dialelo é um delineamento genético que possibilita selecionar genitores, com base na capacidade de combinação relacionada às características morfoagronômicas em populações segregantes, assim como, permite conhecer o controle genético dessas características orientando a adoção do melhor método de melhoramento que otimize os ganhos genéticos (Ramalho et al., 1993; Cruz e Regazzi, 2004).

O termo dialelo tem sido utilizado para expressar um conjunto de $p(p-1)/2$ híbridos resultantes do cruzamento entre p genitores (linhagens, variedades, clones, etc.), podendo-se incluir, além dos genitores, os híbridos recíprocos, ou outras gerações relacionadas, tais como F_{2s} e retrocruzamentos e sua metodologia baseia-se na realização de todos os cruzamentos possíveis entre um conjunto de parentais. (Griffing, 1956; Cruz e Regazzi, 2004).

Dentre os métodos propostos para análise de tabelas dialélicas, os mais

utilizados são os propostos por Griffing (1956) e Gardner e Eberhart (1966) (Ramalho et al., 1993; Cruz e Regazzi, 2004).

O método proposto por Griffing (1956) estima a capacidade geral de combinação (CGC) e a capacidade específica de combinação (CEC) dos genótipos em cruzamentos e o de Gardner e Eberhart (1966) avalia os efeitos de variedades e heterose (Cruz e Regazzi, 2004). A CGC de um parental refere-se ao valor médio do desempenho do híbrido F1 nos cruzamentos com outros parentais. Já CEC é o desvio do desempenho de um cruzamento particular da média da CGC. A Capacidade Geral de Combinação está relacionada aos efeitos gênicos aditivos, e a Capacidade Específica de Combinação, aos efeitos gênicos não aditivos (dominância) (Falconer, 1987).

O conhecimento antecipado de uma boa combinação de linhagens dará origem a um híbrido F1 superior, sendo assim, fundamental para diminuir mão de obra e custos de um programa de melhoramento (Maluf et al., 1999).

O estudo da heterose possibilita obter perspectivas de produção de cultivares híbridas conforme seu desempenho em relação a seus parentais (Allard, 1971). Sua terminologia foi proposta por Shull em 1911, dentre outras definições, pode ser compreendida como o vigor do híbrido em relação ao vigor médio de seus pais ou como o desvio da descendência em relação à média dos pais, sendo a expressão da heterose de grande importância para a comercialização de híbridos, cuja média supera a média do genitor de melhor desempenho (Allard, 1971; Maluf, 2001).

A manifestação da heterose pode ser observada em várias características como na altura da planta, na produtividade, no tamanho do fruto, na precocidade. Em plantas ornamentais, pode ser evidenciada, em flores de cortes, no número de flores produzidos pela planta no híbrido F₁, como nas roseiras, cravos e crisântemos. Nas espécies para o cultivo em vaso, a heterose expressasse, principalmente, na precocidade e no tempo de floração dessas plantas como visto em: 'Pelargonium zonale' e 'Anthurium scherzerianum' (Reimann-Philipp, 1983).

Especificamente objetivando-se variáveis dialélicas para o interesse ornamental há poucos trabalhos disponíveis na literatura utilizando a espécie *Capsicum*, como visto nos trabalhos de Rêgo et al. (2012b) que realizaram análise dialélica para algumas características vegetativas em pimenta ornamental e Nascimento et al. (2014) que verificaram a capacidade combinatória entre seis

parentais da espécie *C. annuum* indicando-os para o desenvolvimento de variedades dentro do programa de *Capsicum* ornamental da UFPB. Isto implica em necessidade de mais informações e na pouca utilização de genótipos de *Capsicum* para uso ornamental, entretanto existem resultados abundantes sobre a heterose em híbridos de pimentão, como por exemplo o trabalho realizado por Hasanuzzaman et al. (2013) no qual avaliaram heterose em variedades locais de *Capsicum annuum* em Bangladesh, encontrando significância para explorá-la nas características de dias para florescimento; comprimento e peso dos frutos; número de frutos por planta e número de sementes por fruto.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo da heterose e da capacidade combinatória de híbridos de *Capsicum annuum* quanto ao potencial ornamental foi conduzido em duas etapas que consistiram na obtenção de 15 híbridos em esquema de dialelo completo sem recíprocos, em condições de casa de vegetação durante o período de junho a dezembro de 2013 e na avaliação dos híbridos e de seus genitores, também em casa de vegetação, no período de março a setembro de 2014, utilizando condições de plantio e manejo similares às aquelas recomendadas para a produção de plantas ornamentais para comércio em vaso.

3.1. Genitores e obtenção de híbridos F₁s

Seis genótipos da coleção de germoplasma de *Capsicum* da UENF selecionados com base nos resultados de caracterização para fins ornamentais realizados por Silva et al. (2015) (Tabela 1 e Figura 1) foram cruzados em esquema de dialelo completo sem recíprocos para obtenção da geração F₁.

Tabela 1. Número de registro na coleção de germoplasma de *Capsicum* da UENF, nome da espécie e características ornamentais de cada acesso utilizado para obtenção de híbridos para fins ornamentais. Campos dos Goytacazes-RJ, 2014.

Nº UENF	Espécie	Altura (cm)	NEM*	FF* (mm)	HAB
1623	<i>C. annuum</i> var. <i>annuum</i>	43,3	4	triangular	intermediário
1626	<i>C. annuum</i> var. <i>annuum</i>	53,3	4	triangular	intermediário
1627	<i>C. annuum</i> var. <i>annuum</i>	51,5	3	alongado	intermediário
1632	<i>C. annuum</i> var. <i>annuum</i>	32,6	4	triangular	prostrado
1750	<i>C. annuum</i> var. <i>glabriusculum</i>	37,9	5	arredondado	intermediário
2030	<i>C. annuum</i>	35,0	3	alongado	ereto

*NEM (Nº de estádios de maturação do fruto); FF (Forma do Fruto); HAB (Hábito de Crescimento)



Figura 1. Porte, forma e cor dos frutos e folhas dos seis acessos da coleção de germoplasma de *Capsicum* da UENF selecionados para fins ornamentais por Silva et al. (2015). a) UENF 1623; b) UENF 1626; c) UENF 1627; d) UENF 1632; e) UENF 1750. UENF 2030, Campos dos Goytacazes-RJ, 2014.

Dos cruzamentos envolvendo os seis genitores de *Capsicum* spp. em esquema de dialelo parcial sem recíprocos foram obtidos 15 híbridos F₁ [$p(p-1)/2$] (Tabela 2), entretanto, as avaliações foram realizadas em 14 dos 15 híbridos, uma vez que a combinação UENF 1632 x UENF 1623 não germinou.

Tabela 2. Esquema dos cruzamentos dialélicos (6 x 6) sem recíprocos estabelecidos entre seis acessos de *Capsicum annuum* da coleção de germoplasma de *Capsicum* da UENF para obtenção da geração F₁. Campos dos Goytacazes-RJ, 2014.

C/E	1	2	3	4	5	6
UENF 1626 (1)	⊗	1626x1750	1626x1627	1626x2030	1626x1632	1626x1623
UENF 1750 (2)	-	⊗	1750x1627	1750x2030.	1750x1632	1750x1623
UENF 1627 (3)	-	-	⊗	1627x2030.	1627x1632	1627x1623
UENF 2030 (4)	-	-	-	⊗	2030x1632	2030x1623
UENF 1632 (5)	-	-	-	-	⊗	1632x1623
UENF 1623 (6)	-	-	-	-	-	⊗

Autofecundação: ⊗

3.1.1. Híbridação

A semeadura foi realizada em bandejas de poliestireno com 128 células contendo substrato comercial e mantidas em casa de vegetação, localizada na Unidade de Apoio à Pesquisa (UAP) do CCTA/UENF. O transplante foi realizado quando as mudas tinham de quatro a seis folhas definitivas, aproximadamente, 10 cm de altura, transferindo-as para vasos plásticos com capacidade para cinco litros, contendo uma mistura de solo, areia e esterco bovino na proporção de 1:1:1. Cada vaso continha uma planta. Durante a condução desta etapa os tratamentos culturais recomendados para a cultura foram realizados segundo as recomendações sugeridas por Filgueira (2012).

As híbridagens foram realizadas durante os períodos de temperatura mais amenas, início da manhã e no final da tarde, pois segundo Godoy et al. (2006) altas temperaturas prejudicam o pegamento dos cruzamentos, a produção de frutos e de sementes.

Para a realização dos cruzamentos, os botões florais fechados e entumescidos de cada um dos genitores masculinos foram coletados para retirada do pólen. O pólen obtido de cada genitor foi armazenado em geladeira dentro de

vidros âmbar contendo sílica-gel, devidamente identificados (Figura 2).

Os botões florais das plantas dos genitores femininos foram emasculados antes da antese. No mesmo período, a polinização foi feita colocando-se os grãos de pólen de cada um dos genitores masculinos sobre o estigma de cada flor emasculada. Fios de lã de cores diferentes foram utilizados para identificar os frutos oriundos de diferentes genitores no cruzamento (Figura 2).

A eficiência de hibridação (EH), em porcentagem, foi calculada através da seguinte expressão:

$$EH = (n^\circ \text{ de cruzamentos efetivos} / n^\circ \text{ de cruzamentos efetuados}) \times 100$$



Figura 2. Etapas dos cruzamentos, retirada de pólen e hibridação. a) botões florais coletados, sem as pétalas; b) retirada do pólen com auxílio de pinça; c) e d) armazenamento dos pólenes em cápsulas e posteriormente alocadas em vidros âmbar contendo sílica gel na geladeira, respectivamente; e) Identificação com fios de lã (de cores diferentes) e etiquetas contendo: genitores, data e nº do cruzamento; f) Emasculação do botão floral antes da antese; g) polinização colocando o grão de pólen do genitor masculino no estigma da flor emasculada; h) ensacamento do botão floral após o cruzamento, que foram retirados após o pegamento dos frutos. Campos dos Goytacazes-RJ, 2014.

3.2. Avaliação dos híbridos em condições de casa de vegetação

A avaliação dos híbridos foi conduzida na UAP do CCTA/UENF, Campos dos Goytacazes, RJ, utilizando o delineamento em blocos ao acaso, com dez repetições e uma planta por parcela. Os tratamentos consistiram de seis genitores, 14 híbridos e duas testemunhas comerciais ('Pirâmide Ornamental' e 'Espaguetinho Ornamental').

A obtenção das mudas, o transplântio e os tratamentos culturais realizados durante todo o cultivo foram feitos conforme descrito para o item 3.1.1.

As variáveis avaliadas foram selecionadas a partir da lista de descritores para *Capsicum* proposta pelo IPGRI (1995) e modificações (acréscimo de cores para as características de cor da corola e cor da antera; número de estádios de maturação) sugeridas por Silva et al. (2015). A seleção das variáveis foi feita levando-se em conta os aspectos relacionados ao uso da planta para fins ornamentais.

Dez variáveis qualitativas (Quadro 1), incluindo uma variável relacionada à preferência de potenciais consumidores em relação à aparência das plantas por meio de questionário próprio (Figura 3), aplicado durante a 10ª Semana do Produtor Rural da UENF (2014) e oito quantitativas foram consideradas. Para as variáveis qualitativas foi considerada a moda observada para cada tratamento e para as quantitativas as médias dos valores observados em cada tratamento.

Quadro 1. Discriminação das classes observadas e o período de avaliação dos 13 descritores qualitativos de *Capsicum* spp. propostos pelo IPGRI (1995) com modificações sugeridas por Silva et al. (2015). Campos dos Goytacazes-RJ, 2014.

Descritores	Classes de acordo com o IPGRI (1995)	Período de avaliação
HAB	3- prostrado, 5- intermediário; 7- ereto	Quando 50% dos frutos estavam maduros
CFO	1-amarelo; 2- verde claro; 3- verde; 4- verde escuro; 5- roxo claro; 6- roxo; 7- variegado; 8-outra	-
Descritores referentes à flor (observação das flores totalmente abertas nas primeiras florações)		
CCO	1- branco; 2- amarelo claro; 3- amarelo; 4- amarelo-esverdeado; 5 - roxo com base branca; 6- branco com base roxa; 7- branco com margem roxa (roxo com branco); 8- roxo; 9 – Outro (9.1 branco esverdeado, 9.2 branco com manchas amarelas; 9.3. branco com manchas verdes; 9.4. branco esverdeada com a linha mediana das pétalas roxas).	-
CAN	1- branca; 2 - amarela; 3- azul pálida; 4 - azul; 5-roxa; 6 - outra (6.1- verde ; 6.2- marrom)	-
PFL	3- pendente; 5 - intermediária; 7- ereta	-
Descritores referentes a fruto (observadas quando os mesmos estiverem maduros, com exceção do NEM)		
NEM*	2, 3, 4, 5	Observação diária a partir da coloração inicial do fruto formado até a última coloração na sua maturação completa
PFT	1- pendente; 2- ereto; 3 – intermediário	-
PSF	0 - não persistente; 1 – persistente	Durabilidade do fruto na planta após atingir o amadurecimento
FFT	1- alongado; 2- quase redondo ; 3- triangular; 4- campanulado; 5- cilíndrico; 6– outro	-

HAB -hábito de crescimento ; **CFO** - cor da folha ; **FFO** - forma da folha; **CCO** - cor da corola; **CAN** - cor da antera; **PFL** - posição da flor; **NEM**- número de estádios de maturação; **PFT** - posição do fruto; **PSF**- persistência do fruto; **FFT**-forma do fruto.

* Cinco frutos por planta foram marcados com lã colorida para o acompanhamento diário da mudança de coloração.

PIMENTAS ORNAMENTAIS

A. Você gosta de consumir pimenta? Sim Não

B. Você tem/teria pimentas para ornamentação de sua casa/jardim? S N

C. Enumere em ordem de preferência, os três híbridos que mais lhe agradaram e que você gostaria de ter em casa ou presentear uma pessoas: _____, _____ e _____.

D. Enumere os dois híbridos que você considera menos atrativos para uso como planta ornamental: _____ e _____.

Obrigada pela colaboração! :)

Figura 3. Modelo do questionário de avaliação aplicado a 24 pessoas (estudantes e participantes) durante a Semana do Produtor Rural 2014 na UENF averiguando a preferência do público por pimentas ornamentais. Campos dos Goytacazes-RJ, 2014.

As características quantitativas avaliadas foram: **altura de planta – ALT (cm)**, mensurado da base da planta ao ponto mais alto da copa, utilizando-se trena, anterior e posteriormente a frutificação; maior **diâmetro de copa – DIC (cm)** mensurado concomitantemente à altura de planta, medindo-se com auxílio de trena; **número de dias para o florescimento – DPF** computado contando-se da semente até o momento em que pelo menos metade das plantas estava, no mínimo, com uma flor aberta.

Para as características dos frutos foram avaliados: **número total de frutos – NTF**, o **comprimento do fruto – CPF (mm)**, o **diâmetro do fruto – DIF (mm)**, **dias para frutificação – DFF**.

O NTF foi obtido pelo somatório do número de frutos maduros colhidos durante o ciclo da cultura. Para as análises de CPF e DIF foram utilizadas as médias de cinco frutos maduros selecionados ao acaso e foram medidos com paquímetro digital e expressos em milímetros (mm). O DFF foi contado a partir do transplante até o momento em que 50 % das plantas estavam com frutos maduros na primeira e segunda bifurcações.

A pungência dos frutos (PGF) foi obtida pelo procedimento de HPLC (*High Performance Liquid Chromatography*), em que as curvas de calibração foram preparadas para capsaicina, dihydrocapsaicina e nordihydrocapsaicina, são

os capsaicinoides padrão (obtidos por Merck Milipore) responsáveis por 90% da pungência nos frutos de pimenta (Zhang et al., 2010).

As análises foram preparadas dissolvendo 10mg da massa do fruto em 1mL de metanol. Os solventes acetonitrila e ácido acético foram provenientes da Tedia Brasil. A separação por HPLC foi realizada usando cromatografia líquida de Shimadzu LC-20AT acoplado ao SPD-20 A SPD-20A detector por arranjo de diodos (DAD) (forno da coluna CTO-20A, módulo de comunicação CBM-20A) e amostrador automático. A coluna de fase reversa foi usada Betasil Thermo C18 (25 cm, 4,6 mm, 5 μ m) com a fase móvel consistida de água e ácido acético a 1% (A) e acetonitrila (B) com 20 μ L (cada amostra) do volume injetado. As amostras foram testadas durante 15 minutos a uma taxa de fluxo de 1mL.min⁻¹ e a absorbância foi monitorizada entre 250-300 nm. O método isocrática foi utilizado que consiste de acetonitrila (60%). Os compostos foram quantificados a partir de uma curva de calibração para a capsaicina, dihydrocapsaicina e nordihydrocapsaicina os quais foram realizadas em três repetições de cinco concentração (0,02-0,1 mg.mL⁻¹).

3.3. Análise estatística e genética das variáveis

As variáveis qualitativas foram avaliadas por meio de estatística descritiva e as quantitativas pelas análises do programa Genes (Cruz, 2013) para testar a significância das fontes de variação pelo teste F para as características agrônômicas quantitativas; classificar as médias dos genótipos pelo teste proposto por Scott-Knott (1974); analisar o dialelo estimando a Capacidade Geral de Combinação (CGC) e a Capacidade Específica de Combinação (CEC) segundo o modelo proposto por Griffing, (1956) e heterose; e estimar os parâmetros genéticos de variâncias fenotípica (σ^2), ambiental (σ^2) e genotípica (θ_g^2), coeficiente de determinação genotípica (H^2), coeficiente de variação experimental (Cve); coeficiente de variação genotípica (Cvg); índice de variação (Iv) e correlação de Pearson.

O programa R (www.r-project.org) foi utilizado para análise conjunta das variáveis quantitativas e qualitativas com base no algoritmo de Gower, (1971) a

fim de agrupar os genótipos pelo método de UPGMA (*Unweighted Pair-Group Method Using an Arithmetic Average*).

3.3.1. Análise de Variância:

A partir da média das parcelas para cada tratamento do estudo dialélico foi realizada a análise de variância para as características agrônômicas quantitativas, em que o modelo matemático considerou como fixos todos os efeitos exceto o erro experimental, conforme apresentado na Tabela 3.

$$Y_{ij} = \mu + G_i + \epsilon_{ij}, \text{ onde:}$$

Y_{ij} = valor observado no genótipo i dentro da repetição j ;

μ = média geral;

G_i = efeito do genótipo i , com $i = 1, 2, \dots, 15$;

ϵ_{ij} = Erro experimental associado à observação Y_{ij}

Tabela 3 - Esquema da análise de variância das características avaliadas para o dialelo. UENF. Campos dos Goytacazes-RJ, 2014.

FV	GL	QM	E (QM)	F
Repetição	r-1			
Genótipos	g-1	QMG	$\sigma^2 + r\theta_g$	QMG/QMR
Resíduo	(r-1) (g-1)	QMR	σ^2	

Onde:

r= número de repetição;

g = número de genótipos (tratamentos);

σ^2 = componente de variância do erro experimental;

$\theta_g = \sum G_i^2 / (g-1)$ = medida de variação genética dos genótipos

3.3.2. Estimativa dos parâmetros genéticos

Para as características quantitativas estudadas foram determinados estimadores de parâmetros genéticos descritos a seguir:

a) Variância fenotípica (σ_f^2)

Variância total observada em um dado caráter calculada por meio da razão entre o quadrado médio de genótipos e o número de repetições:

$$\sigma_f^2 = \frac{QMG}{r}$$

b) Variância ambiental (σ^2)

A parte da variância fenotípica causada pelas diferenças no ambiente ao qual os indivíduos da população foram cultivados. A partir do quadrado médio do erro, conclui-se que:

$$\sigma^2 = QMR$$

c) Variabilidade genotípica (θ_g^2)

A expressão da variabilidade genotípica entre as médias dos genótipos obtida pela razão entre o componente quadrático da variância genotípica diminuída do componente quadrático do erro pela repetição:

$$\theta_g^2 = \frac{(QMG - QMR)}{r}$$

d) Coeficiente de determinação genotípica (H^2)

Obtido pela razão entre o componente genotípico (θ_g^2) e a variância fenotípica (σ_f^2) entre médias de genótipos:

$$H^2 = \frac{\theta_g}{QMG/r}$$

e) Coeficiente de variação experimental (Cve):

$$c_{ve} (\%) = \sqrt{\frac{QMR}{m}} \times 100$$

f) Coeficiente de variação genotípica (Cvg):

$$C_{vg} (\%) = \sqrt{\frac{\theta_g}{m}} \times 100$$

g) Índice de variação (Iv): razão entre o coeficiente de variação genotípica (Cvg) e o coeficiente de variação experimental (Cve):

$$I_v = \frac{C_{vg}}{C_{ve}}$$

3.3.3. Correlação de Pearson

As estimativas dos coeficientes de correlação fenotípica de Pearson (r), com base nas médias de repetições entre os caracteres combinados dois a dois, foram calculados por meio das expressões:

$$r_{(x,y)} = \frac{Cov_{(x,y)}}{\sqrt{\sigma_x \cdot \sigma_y}}$$

Onde $r_{(x,y)}$: correlação entre os caracteres x e y;

$Cov_{(x,y)}$: covariância entre os caracteres x e y;

$\sigma_x \cdot \sigma_y$: desvio-padrão dos caracteres x e y, respectivamente.

A significância dos coeficientes de correlação fenotípica, genotípica e ambiental foram verificadas pelo teste t (Cruz e Regazzi, 2004).

3.3.4. Análises dialélicas

Os dados foram analisados de acordo com a metodologia proposta por Griffing, (1956), que estima os efeitos da Capacidade Geral e Específica de Combinação (CGC e CEC).

As análises de capacidade combinatória foram realizadas de acordo com o método 2, no qual são incluídas os genitores e o conjunto de híbridos F_1 , num total de $p(p + 1)/2$ genótipos, considerando-se o modelo 1, em que se supõe que

os genótipos são de efeito fixo e apenas o erro experimental é de efeito aleatório (Tabela 4). Nesse modelo, todas as conclusões foram limitadas aos genótipos em estudo no presente trabalho. O modelo estatístico adotado analisa a tabela dialélica com base na média das repetições, decompondo-a nos seguintes efeitos:

$$Y_{ij} = \mu + g_i + g_j + s_{ij} + \varepsilon_{ij}, \text{ onde:}$$

y_{ij} = valor médio da combinação híbrida ou do genitor (i=j);

μ = efeito médio de todos os tratamentos;

g_i = efeito da CGC do genitor i, e corresponde ao desvio de seu desempenho médio em combinações híbridas;

g_j = efeito da CGC do genitor j;

s_{ij} = efeito da CEC para os cruzamentos entre os genitores i e j; sendo $s_{ij} = s_{ji}$;

ε_{ij} = erro experimental médio associado às médias da tabela dialélica.

Tabela 4 – Esquema da análise de variância para CGC e CEC, proposta por Griffing (1956), método 2, modelo, segundo Cruz, 2006. Campos dos Goytacazes-RJ, 2014.

FV	GL	SQ	QM	F	EQM
CGC	p-1	SQCGC	QMG	QMG/QMR	$\sigma^2 + r(n-2)\theta g$
CEC	p(p-1)/2	SQCEC	QMS	QMS/QMR	$\sigma^2 + r\theta s$
Resíduo	M		QMR		σ^2

Para cada caráter avaliado foi calculado a heterose em relação à média dos genitores, pela seguinte expressão:

$$Hmp = \frac{F_1 - MP}{MP} \times 100$$

$$MP = \frac{P_1 + P_2}{2}$$

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1. Caracteres Qualitativos

Os caracteres qualitativos são de grande relevância na avaliação para fins ornamentais, visto que são as principais características que chamam a atenção do consumidor. Caracteres como o hábito de crescimento da planta, coloração e forma de frutos e folhas são os principais relacionados ao caráter ornamental (Neitzke et al., 2010; Silva et al., 2015).

Onze genótipos e as duas testemunhas tiveram o hábito de crescimento intermediário (UENF 1626; UENF 1750; UENF 1626x UENF 1750; UENF 1626x UENF 1632; UENF 1626x UENF 1623; UENF 1750x UENF 2030; UENF 1750x UENF 1632; UENF 1750x UENF 1623; UENF 1627x UENF 1632; UENF 1627x UENF 1623; UENF 2030x UENF 1623), o parental UENF 1632 e o híbrido UENF 2030 x UENF 1632 possuem o hábito prostrado e os demais genótipos hábito ereto. Plantas de hábito de crescimento intermediário e ereto tendem a serem mais vistosas. Segundo Vieira, (2002) e Carvalho et al. (2006) há uma relação entre o hábito de crescimento e a altura da planta, sendo as plantas de menor altura aquelas de hábito intermediário e prostrado, entretanto, as de hábito ereto permitem maior visibilidade das plantas, sendo desta forma mais atrativas.

Quanto à coloração das folhas (Figura 4), as plantas apresentaram variações entre o verde e o verde escuro. Para Carvalho et al. (2006) o contraste

da coloração das folhagens com a variação de cor do frutos é altamente atrativo e que confere o caráter ornamental nessa cultura.

Para as características relacionadas à flor, o parental UENF 1750 (*Capsicum annuum* var. *glabriusculum*) tem a cor da corola roxa e as anteras também roxas e as combinações híbridas que o tiveram como genitor, feminino ou masculino, tiveram a cor da corola branca com margem roxa e anteras roxas; os demais genótipos e as testemunhas possuem a corola de cor branca e anteras azul pálido (Figura 5). Resultados similares foram obtidos por Nascimento et al. (2013) avaliando cor da flor em híbridos de pimentas ornamentais.

Ainda relacionado à flor, todos os genótipos tiveram a posição da flor ereta; implicando deste modo, na obtenção de frutos eretos, ideais para o mercado ornamental. As características referentes à flor são também importantes elementos de identificação de uma espécie dentro do gênero *Capsicum* (Reifschneider e Ribeiro, 2008).

Quanto aos frutos, foi possível observar que em todos os genótipos os mesmos tiveram a posição ereta e foram persistentes. Frutos eretos são mais vistosos e quando associados à variabilidade de coloração, se tornam mais atrativos, permitindo a utilização destas plantas para a ornamentação. Já a persistência dos frutos na planta é um dos objetivos para que se prolongue o efeito ornamental (Vieira, 2002; Silva et al., 2015)

A forma do fruto triangular observada, predominante, em 11 genótipos, correspondendo a três genitores (UENF 1626; UENF 1632; UENF 1623) e oito híbridos (UENF 1626 x UENF 1750; UENF 1626 x UENF 1627; UENF 1626 x UENF 2030; UENF 1626 x UENF 1632; UENF 1626 x UENF 1623; UENF 1750 x UENF 2030; UENF 1750 x UENF 1632; UENF 1750 x UENF 1623) e na testemunha 'Pirâmide ornamental'. O genitor UENF 1750 tem os frutos de forma arredondada e nos demais genótipos a forma do fruto é alongada.

No que se refere ao número de estádios de maturação (Figura 6 e Tabela 5) todos os genótipos estudados tiveram no mínimo três estádios de mudança de cor dos frutos. As combinações híbridas que tiveram o acesso UENF 1750 como genitor (feminino ou masculino) e o próprio parental tiveram cinco estádios de maturação; a testemunha 'Pirâmide ornamental' quatro e os demais genótipos três estádios. Essa variação de cor na mesma planta torna-a atrativa, despertando o interesse pela mesma para fins decorativos (Silva et al., 2015).



Figura 4. Representação das variações de cor e formas de folha dos seis parentais e os quatorze híbridos de *Capsicum annuum* estudados. Campos dos Goytacazes-RJ, 2014.



Figura 5. Exemplo das características relacionadas à flor: cor da corola e anteras. a) corola roxa e anteras azuis (*C.annuum* var. *glabriusculum*); b) corola de cor branco com margem roxa e anteras; c) corola branca e anteras azul pálido. Campos dos Goytacazes-RJ, 2014.

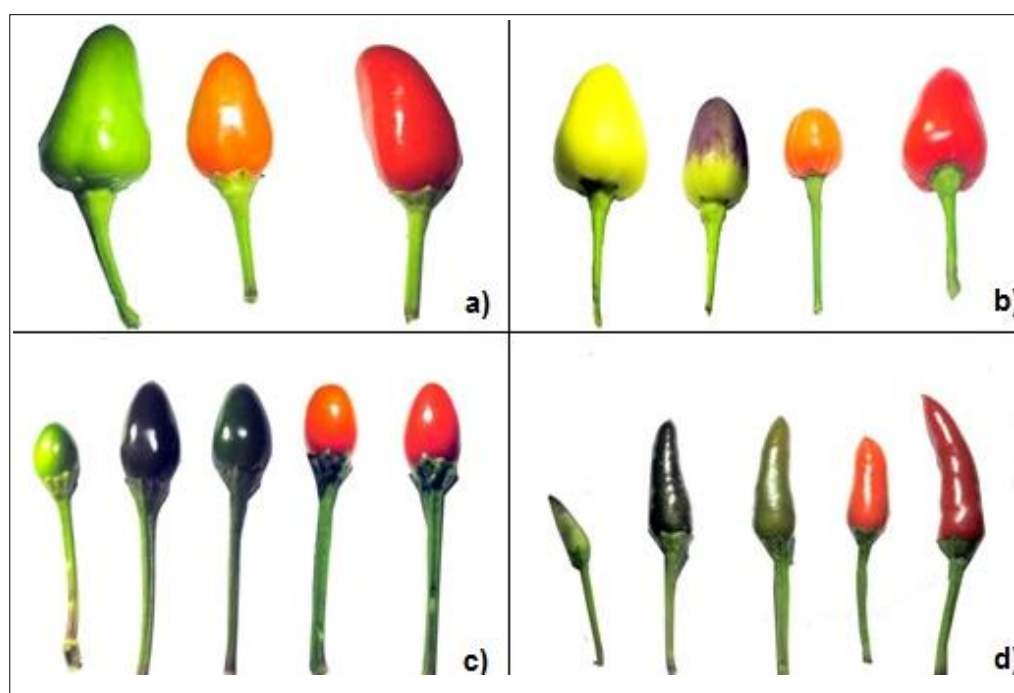


Figura 6. Número de estádios de maturação dos frutos observados a partir da coloração inicial do fruto formado até a última coloração na sua maturação completa, sendo divididos em três: **a)** (verde, laranja, vermelho); quatro: **b)** (verde, ápice com antocianina, laranja, vermelho), e cinco **c)** e **d)** (verde, roxo, verde, laranja, vermelho). Campos dos Goytacazes-RJ, 2014.

Tabela 5. Mudança de coloração de estádios de maturação da fase imatura a fase de maturação dos seis parentais, quatorze híbridos e duas testemunhas comerciais de *Capsicum annuum*. Campos dos Goytacazes-RJ, 2014.

Genótipo	Fase imatura	Fases de transição de cor			Fase de maturação
1626	Verde	Laranja	-	-	Vermelho
1750	Verde	Roxo	Verde	Laranja	Vermelho
1627	Verde	Laranja	-	-	Vermelho
2030	Verde	Laranja	-	-	Vermelho
1632	Verde	Laranja	-	-	Vermelho
1623	Verde	Laranja	-	-	Vermelho
1626x1750	Verde	Roxo	Verde	Laranja	Vermelho
1626x1627	Verde	Laranja	-	-	Vermelho
1626x2030	Verde	Laranja	-	-	Vermelho
1626x1632	Verde	Laranja	-	-	Vermelho
1626x1623	Verde	Laranja	-	-	Vermelho
1750x1627	Verde	Roxo	Verde	Laranja	Vermelho
1750x2030	Verde	Roxo	Verde	Laranja	Vermelho
1750x1632	Verde	Roxo	Verde	Laranja	Vermelho
1750x1623	Verde	Roxo	Verde	Laranja	Vermelho
1627x2030	Verde	Laranja	-	-	Vermelho
1627x1632	Verde	Laranja	-	-	Vermelho
1627x1623	Verde	Laranja	-	-	Vermelho
2030x1632	Verde	Laranja	-	-	Vermelho
2030x1623	Verde	Laranja	-	-	Vermelho
'Pirâmide Ornamental'	Verde	Ápice com antocianina	Laranja		Vermelho
'Espaguetinho Ornamental'	Verde	Laranja	-	-	Vermelho

(-) não possui outras colorações até a maturação final

4.1.2. Avaliação dos questionários de preferência do público

Segundo a avaliação dos questionários aplicados a 24 pessoas durante a 10ª Semana do Produtor Rural da UENF, realizada em Novembro de 2014 na própria Universidade, observou-se que 83,33% (20) dos entrevistados gostam de consumir pimentas e que 100% têm ou teriam pimenta para ornamentação de jardim ou para interior (Figura 7). Os dados foram expressos em porcentagem a fim de facilitar a quantificação das respostas da avaliação e foi determinado que o valor mínimo para a consideração tanto dos preferidos quanto dos rejeitados fosse acima e abaixo, respectivamente, dos 25%.

Os cinco genótipos com maior aceitação, em ordem de preferência, foram: UENF 1750 (46%); UENF 1627 x UENF 2030 (46%); UENF 1750 x UENF 1632 (38%); UENF 1626 x UENF 1627 (29%) e UENF 1750 x UENF 1623 (29%). O acesso UENF 1627 foi o menos preferido na opinião dos avaliadores, recebendo 33% de rejeição. O acesso UENF 1750 é um representante da espécie *C. annuum* var. *glabriusculum*, notadamente reconhecido como de caráter ornamental, pela cor variegada de suas folhas, coloração das anteras, forma e cor dos frutos. Observa-se também que entre os quatro híbridos preferidos, dois deles tiveram UENF 1750 como um de seus genitores. É interessante também observar que, embora tenha sido apontado como o genótipo de menor preferência, o genitor UENF 1627 teve dois de seus híbridos relacionados como sendo os preferidos por 75% dos participantes da pesquisa (UENF 1627 x UENF 2030, com 46% e UENF 1626 x UENF 1627, com 29%).

Os demais genótipos avaliados foram classificados como intermediários, pois segundo o critério de avaliação acima ou abaixo de 25% do limite de classificação para preferência ou rejeição, estes tiveram faixas de valores intermediárias.

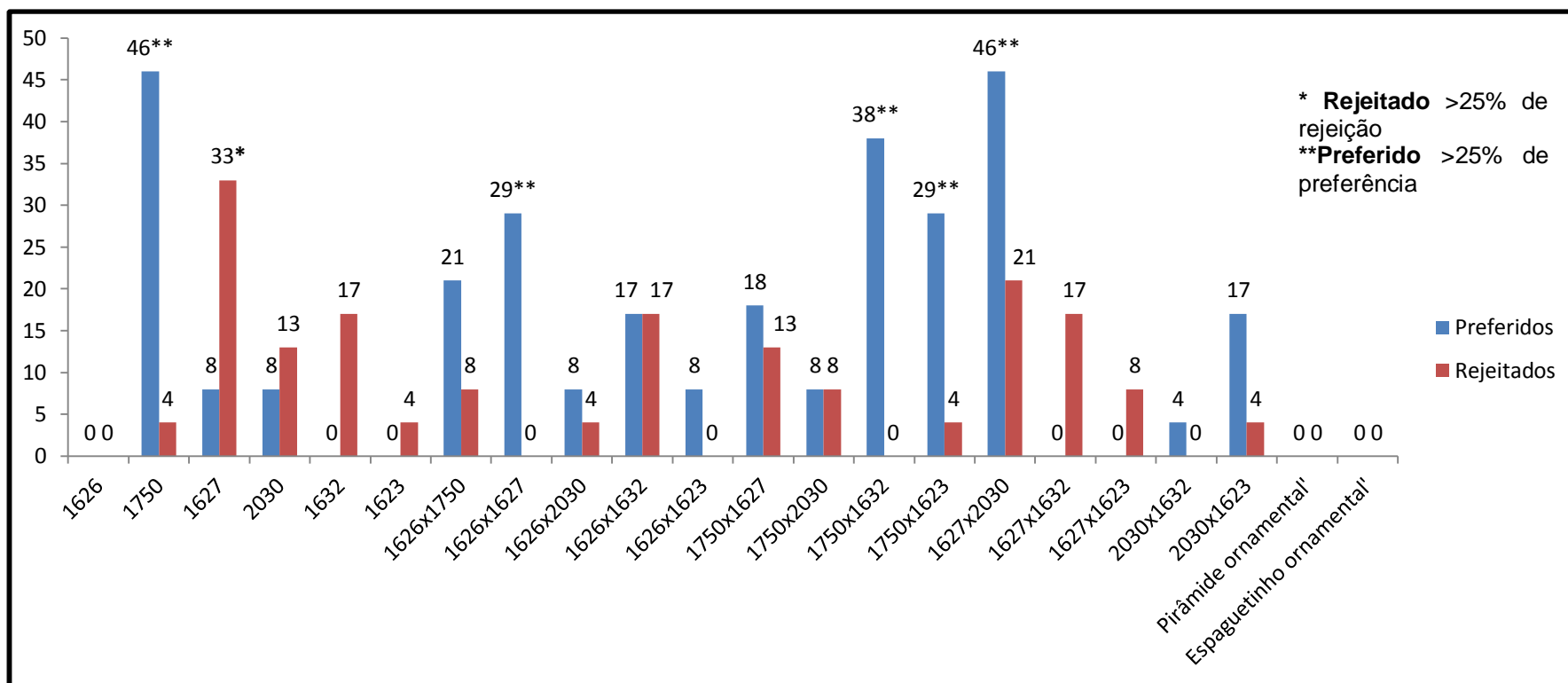


Figura 7. Distribuição dos resultados de preferência dos possíveis consumidores, em porcentagem, por genótipo escolhido pelo público quanto a sua preferência ou rejeição. Considerou-se um valor mínimo de 25% como critério de classificação. Campos dos Goytacazes-RJ, 2014.

4.2. Caracteres Quantitativos

4.2.1. Eficiência de hibridação

Trezentas e setenta e quatro polinizações foram efetuadas, e a taxa de pegamento dos cruzamentos variou de 42 a 95%, obtendo-se de 11 a 48 frutos, conforme o número de polinizações realizadas para as combinações híbridas, e o número de sementes produzidas, para alguns cruzamentos, foi acima de 500 sementes (Tabela 6). Cardoso (2005), em estudos de polinização com abobrinha, sugere que o aumento do número de sementes por plantas é explicado por uma elevada quantidade de pólen utilizada no cruzamento. Neste estudo, verificou-se também que o aumento do número de cruzamentos para uma determinada combinação híbrida proporcionou um maior número de frutos colhidos. Exceto para quatro combinações híbridas (UENF 1626 x UENF 1750; UENF 1626 x UENF 1627; UENF 1627 x UENF 2030, e UENF 1627 x UENF 1632) as demais tiveram a taxa de pegamento acima de 80%, corroborando com os dados observados nos estudos de polinização manual em pimentão conduzidos por Godoy et al. (2006), que registraram valores entre 80 a 94% de pegamento das flores polinizadas e por Nascimento et al. (2012) em estudos de compatibilidade em pimentas ornamentais em que obtiveram melhores resultados entre os cruzamento intraespecífico de *Capsicum annuum*.

Considerando-se o resultado da preferência dos consumidores, os quatro híbridos mais bem classificados tiveram taxa de pegamento acima de 70%, chegando até a 91,30% nos híbridos em que UENF 1750 foi o genitor feminino. Portanto, a produção de sementes híbridas não seria um empecilho no caso de se optar por desenvolver híbridos comerciais a partir desses cruzamentos.

Tabela 6. Combinações híbridas, número cruzamentos realizados, número de frutos colhidos, taxa de pegamento dos frutos e número de sementes produzidas para cruzamentos entre seis genitores de *Capsicum annuum* L. Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil, 2014.

Identificação dos cruzamentos	Nº de cruzamentos	Nº de frutos colhidos	Taxa de Pegamento (%)	Nº de sementes
1626x1750	26	11	42,30	107
1626x1627	21	15	71,43	341
1626x2030	18	17	94,44	448
1626x1632	22	19	86,36	444
1626x1623	20	19	95,00	425
1627x2030	18	13	72,22	413
1627x1632	20	15	75,00	497
1627x1623	17	15	88,24	547
1632x1623	58	48	82,21	878
1750x1627	22	19	86,36	551
1750x2030	23	20	91,30	541
1750x1632	23	21	91,30	843
1750x1623	21	19	90,48	633
2030x1623	36	34	94,44	1051
2030x1632	29	26	89,65	915

4.2.2. ANOVA e análise dialélica

A análise de variância evidenciou diferença altamente significativa ($P < 0,01$) entre todos os caracteres avaliados para a fonte de variação genótipos (Tabelas 7). Os valores de coeficiente de variação (CV) ficaram dentro dos limites propostos para o gênero *Capsicum*, segundo Silva et al. (2011), que estudaram critérios de classificação dos CVs para seis variáveis em pimenteiros, e também na mesma magnitude dos valores de CV encontrados por Rodrigues et al., (2012) em estudos com *Capsicum baccatum*, para características semelhantes.

Houve diferença altamente significativa para todas as características em termos de CGC e CEC, indicando que efeitos aditivos e de dominância são importantes no controle dos caracteres estudados havendo, portanto, a possibilidade tanto de exploração de híbridos, quanto do desenvolvimento de linhagens superiores a partir do avanço das gerações segregantes. Entretanto, as estimativas dos efeitos dos quadrados médios de genitores e híbridos F_{1s} de acordo com o Método 2 e modelo 1 de GRIFFING (1956) evidenciaram a predominância dos efeitos aditivos para quase todas as características avaliadas,

exceto para o DIC e DFF que tiveram maior influência dos efeitos de dominância (Tabela 8). No geral, estes resultados indicam a predominância dos efeitos da CGC em relação à CEC, ou seja, predominância dos efeitos de aditividade no controle das características de altura, anterior e posterior à frutificação, dias para o florescimento, comprimento e diâmetro do fruto e número de frutos por planta. Rêgo et al. (2012b) em estudos dialélicos para alguns caracteres vegetativos em pimenta ornamental identificam, similarmente a este trabalho, que ambos os efeitos de aditividade e de dominância foram importantes nos controles das características avaliadas pelos autores. Rodrigues et al. (2012) e Medeiros et al. (2014) avaliando caracteres similares em *Capsicum baccatum* em condição de casa de vegetação e em campo, respectivamente, identificaram efeitos aditivos e não aditivos para as características de diâmetro de copa, dias para frutificação, número de frutos por planta, comprimento e diâmetro do fruto. Porém, esses autores observaram que os efeitos aditivos foram predominantes na expressão do caráter altura de planta. Similarmente, Nascimento et al. (2014) avaliando os efeitos genéticos para produção e qualidade do fruto em *Capsicum annuum* verificaram, também, que os efeitos aditivos são mais importantes no controle das características de comprimento e diâmetro de fruto, enquanto que os efeitos não-aditivos foram mais significativos no controle do caráter dias para a frutificação. Santos et al. (2014) em estudo, também, com *Capsicum annuum* para fins ornamentais identificaram o controle dos efeitos aditivos para as características de altura de planta, diâmetro da copa, comprimento do caule, largura da folha, diâmetro da corola e comprimento do pedicelo

Tabela 7. Resumo da análise de variância de sete características quantitativas^{1/} avaliadas em 14 híbridos e seis genitores de *Capsicum annuum* cultivados na Unidade de Apoio à Pesquisa da UENF, 2014. Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil, 2014.

FV	Quadrados Médios								
	GL	ALT1	ALT2	DIC	DFL	DFR	COF	DIF	NFR
Genótipos	21	42,68**	276,35**	123,01**	84,04**	108,71**	1284,24**	89,67**	7038,53**
Resíduo	198	2,75	17,71	22,27	4,76	11,16	23,19	1,33	314,51
Total	219								
Média		9,6	21,87	33,5	49,45	25,86	33,56	11,83	51,47
CV (%)		17,28	19,23	14,08	4,41	12,91	14,34	9,77	34,45

^{1/} ALT1 altura (cm) de planta anterior à fase de frutificação; ALT2 altura (cm) de planta posterior à fase de frutificação; DIC diâmetro da copa (cm); DFL = dias para o florescimento; DFR = dias para a frutificação, COF comprimento (mm) do fruto; DIF diâmetro (mm) do fruto; NFR = número de frutos por planta.

**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 8. Estimativas dos quadrados médios de genitores e híbridos F_{1s} de *Capsicum annuum* L. para a capacidade geral e específica de combinação (CGC e CEC) e do resíduo, e média dos quadrados dos efeitos da capacidade combinatória e da variância residual de acordo com o Método 2, modelo 1 de GRIFFING (1956). Campos dos Goytacazes-RJ, 2014.

Quadrados Médios									
FV	GL	ALT1 ¹⁾	ALT2	DIC	DFL	DFR	COF	DIF	NFR
Genótipos	20	27,71**	148,65**	21,60**	44,58**	77,49**	1320,53**	86,37**	7269,99**
CGC	5	69,58**	476,14**	49,36**	136,00**	171,06**	4708,75**	329,94**	26307,33**
CEC	15	13,75**	39,49**	12,35**	14,11**	46,30**	191,12**	5,19**	924,21**
Resíduo	180	2,91	19,18	22,14	4,59	11,90	24,40	1,38	318,38
Média dos Quadrados dos Efeitos									
CGC		3,06	142,02	1,55	11,60	18,74	13865,31	68,04	432725,37
CEC		2,61	24,88	7,48	2,89	30,16	493,64	0,38	12515,19
Resíduo		0,09	4,09	5,45	0,23	1,57	6,61	0,02	1126,26

¹⁾ ALT1 altura (cm) de planta anterior à fase de frutificação; ALT2 altura (cm) de planta posterior à fase de frutificação; DIC diâmetro da copa (cm); DFL = dias para o florescimento; DFR = dias para a frutificação, COF comprimento (mm) do fruto; DIF diâmetro (mm) do fruto; NFR = número de frutos por planta. ** Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F.

Valores negativos para a estimativa da capacidade geral de combinação (\hat{g}_i) para a altura de planta foram expressos nos parentais UENF 1626 e UENF 1632 em ambas as mensurações realizadas (ALT1 -0,98 e -1,35; ALT2 -2,60 e -2,49, respectivamente) (Tabela 9). Nos cruzamentos dos quais participam, estes genótipos contribuem para obtenção de plantas de pequeno porte, permitindo que essas sejam cultivadas em vasos para fins decorativos de interiores. Silva et al., (2015), cujo trabalho estudou a seleção de parentais para fins ornamentais, Carvalho et al., (2006) que discutiram quais são as características que conferem caráter ornamental às pimenteiras e Santos et al. (2014), verificaram a preferência dos consumidores por plantas de porte mais baixo para o cultivo em vaso e constataram que esses caracteres estão relacionadas com o hábito de crescimento. Por outro lado, os valores de \hat{g}_i observados para os genitores UENF 1627 e UENF 1623 mostram que esses parentais podem contribuir para aumentar a altura das plantas, posteriormente à frutificação (ALT2). Outra empregabilidade muito desejada das pimenteiras é o cultivo em jardim, onde plantas de maiores alturas podem ser utilizadas para esta finalidade.

Para o DIC o genitor UENF 1623 contribuiu com valores positivos de \hat{g}_i (1,04) (Tabela 9), favorecendo maiores diâmetros de copa, o que significa que este genótipo quando utilizado em cruzamentos contribui para que os híbridos sejam mais atrativos visualmente em função da maior copa (mais folhagem).

De acordo com Barroso et al. (2012) há uma importante relação entre a altura de planta, diâmetro de copa e tamanho do vaso de cultivo para que as plantas possuam uma aparência estética harmoniosa, devendo a altura da planta e o diâmetro da copa serem 1,5 a 2 vezes maior que o tamanho do vaso.

Quanto à precocidade, menores valores de \hat{g}_i para DFL e DFR foram obtidos pelo genitor UENF 1623 (-2,04 e -2,09, respectivamente). Para as características de COF e DIF, valores de \hat{g}_i negativos são, em geral, requeridos para o caráter ornamental, visto que favorece a produção de frutos de menor tamanho, porém em maior número. Já para NFR, são preferíveis valores de \hat{g}_i positivos. Os genótipos UENF 1626 e UENF 1750 contribuíram com menores valores de \hat{g}_i para COF e DIF (-9,24 e -9,71) e (-0,85 e -1,58), respectivamente e com valores positivos de \hat{g}_i para NFR (10,94 e 27,63). Tais características foram abordadas também nos trabalhos de Buttow et al. (2010) e Rêgo et al., (2010), ambos em pimenta (*Capsicum baccatum*) e Silva et al., (2015) em *Capsicum* spp..

Esses trabalhos descrevem a correlação negativa entre tamanho de frutos e número de frutos por planta, indicando que menores valores de tamanho de frutos permitem maior produção de frutos por planta, sendo uma associação que confere maior atratividade e harmonia em termos ornamentais.

Tabela 9. Estimativas dos efeitos da capacidade geral de combinação (\hat{g}_i) avaliadas em seis genótipos de *Capsicum annum* L. e desvios padrão (DP) dos efeitos de dois parentais diferentes. Campos dos Goytacazes, RJ, 2014.

Genótipos	Características Avaliadas ¹							
	ALT1	ALT2	DIC	DFL	DFR	COF	DIF	NFR
1626	-0,98	-2,60	-0,63	1,24	1,08	-9,24	-0,85	10,94
1750	0,31	-0,14	0,75	0,74	1,08	-9,71	-1,58	27,63
1627	0,95	1,34	0,16	1,24	1,60	7,66	-0,62	-3,06
2030	0,60	-0,03	-0,42	-0,45	-1,12	6,70	-1,86	2,07
1632	-1,35	-2,49	-0,91	-0,73	-0,53	2,86	3,31	-23,33
1623	0,46	3,88	1,04	-2,04	-2,09	1,72	1,60	-14,26
DP (G_i-G_j)	0,27	0,69	0,74	0,34	0,55	0,78	0,18	2,82

¹ ALT1 altura (cm) de planta anterior à fase de frutificação; ALT2 altura (cm) de planta posterior à fase de frutificação; DIC diâmetro da copa (cm); DFL = dias para o florescimento; DFR = dias para a frutificação, COF comprimento (mm) do fruto; DIF diâmetro (mm) do fruto; NFR = número de frutos por planta.

As estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (\hat{S}_{ij} e \hat{S}_{ji}) (Tabela 10) indicam os efeitos da combinação híbrida obtida entre os genitores e sua interpretação é conforme sua relação com os valores de CGC de seus parentais (Griffing, 1956). Carvalho et al. (2006); Neitzke et al. (2010); Silva et al. (2015) em seus trabalhos apontam que o cultivo ornamental em vaso para ornamentação interior requer menor altura de planta. Por outro lado, Barroso et al. (2012) discutem que há uma relação entre altura de planta, diâmetro de copa e o tamanho do vaso, devendo este ser maior 1,5 a 2 vezes que a altura da planta.

Para o caráter ALT1, 12 combinações híbridas tiveram bons resultados, com valores negativos para esta característica: UENF 1626 x UENF 1627 (-1,74); UENF 1626 x UENF 2030 (-1,20); UENF 1626 x UENF 1632 (-0,85); UENF 1626 x UENF 1623 (-0,36); UENF 1750 x UENF 2030 (-0,08); UENF 1750 x UENF 1627 (-0,13); UENF 1750 x UENF 1632 (-0,63); UENF 1750 x UENF 1623 (-0,40); UENF 1627 x UENF 2030 (-0,57); UENF 1627 x UENF 1623 (-1,58); UENF 2030 x UENF 1632 (-1,07) e UENF 1632 x UENF 1623 (-0,56). No entanto, estes resultados não eram esperados para UENF 1750 x UENF 1627, UENF 1750 x UENF 2030, UENF 1750 x UENF 1623, UENF 1627x UENF 2030, UENF 1627x

UENF 1623, uma vez que nenhum de seus parentais apresentou efeitos de CGC negativos para esta característica, evidenciando que estas combinações híbridas tiveram melhores resultados em relação a CGC de seus parentais. Algumas combinações que se destacaram quanto a ALT1, também mostraram bons resultados para ALT2, como: UENF 1626 x UENF 1627 (-0,96); UENF 1626 x UENF 1632 (-0,26); UENF 1626 x UENF 1623 (-2,94); UENF 1750 x UENF 2030 (-0,15); UENF 1627 x UENF 1623 (-3,05); UENF 2030 x UENF 1632 (-2,40); UENF 1632 x UENF 1623 (-0,16). Do mesmo modo, ressalta-se que as combinações que não tiveram os parentais UENF 1626 e UENF 1632 superaram as expectativas quanto aos valores de CGC.

A característica diâmetro da copa requer valores positivos de \hat{S}_{ii} , pois contribuem para o objetivo ornamental desejado, com efeitos visuais mais atrativos por apresentar mais folhagens. Sendo assim, os melhores resultados foram encontrados nos cruzamentos UENF1626 x UENF1627 (2,23), UENF 1750x UENF 1623 (1,12); UENF 1627x UENF 1632 (1,50); UENF 2030x UENF 1632 (1,30). No entanto, de acordo com os valores dos efeitos da CGC apenas as combinações UENF 1750 x UENF 1623 possuem ambos os parentais superiores.

Barroso et al. (2012) e Neto et al. (2014) em estudos com *Capsicum annuum* para fins ornamentais evidenciaram em seus trabalhos a importância da arquitetura de planta e sua harmonia estética-visual, sendo importantes a altura da planta e o diâmetro da copa para efeitos ornamentais.

As melhores combinações quanto aos valores de precocidade (valores negativos de \hat{S}_{ii} para DFL e DFR) foram identificados nos híbridos UENF 1626 x UENF 1750 (-1,63 DFL e -2,64 DFR), UENF 1626 x UENF 2030 (-0,45 DFL e DFR), UENF 1750 x UENF 2030 (-0,44 DFL e -0,45 DFR); UENF 1750 x UENF 1623 (-0,35 DFL e -1,47 DFR), UENF 1627 x UENF 2030 (-0,44 DFL e -1,95 DFR), UENF 1627 x UENF 1623 (-1,35 DFL e -1,47 DFR), UENF 2030 x UENF 1632 (-0,70 DFL e -0,92 DFR), sendo as combinações resultantes dos parentais UENF 1623, UENF 1632 e UENF 2030 aquelas que expressam os resultados de precocidade esperados segundo as estimativas da CGC.

Para as características COF e DIF as combinações com menores valores dessas características, obtendo valores negativos de \hat{S}_{ii} foram os cruzamentos UENF 1626 x UENF 2030 (COF -5,05 e DIF -0,24); UENF 1750 x UENF 2030 (COF -0,61 e DIF -0,73), portanto, tendo os parentais UENF 1626 e UENF 1750

como superiores para os valores de CGC. Para o NFR, valores positivos de \hat{S}_{ii} são interessantes para o caráter ornamental, sendo verificado nas combinações UENF 1626 x UENF 1750 (23,65), UENF 1626 x UENF 2030 (1,46), UENF 1627 x UENF 2030 (10,21), UENF 1627 x UENF 1623 (8,54), UENF 1632 x UENF 1623 (1,67). Apenas as combinações UENF 1627x UENF 1623 e UENF 1632x UENF 1623 obtiveram valores não esperados de acordo com os efeitos de capacidade geral de combinação de seus parentais.

Rêgo et al. (2012c) em estudos de herança para precocidade em pimentas ornamentais, observaram que os genes de dominância são responsáveis pelo controle da característica de precocidade. Já Silva et al. (2015) além de argumentarem em seu trabalho sobre a importância quanto à precocidade das plantas de pimentas ornamentais, sendo desejáveis plantas precoces para reduzir os custos do produtor e atender agilmente às exigências do consumidor, relataram quanto ao tamanho do fruto, em que frutos de menores tamanho e em grande número por planta conferem maior atratividade para as pimenteiras.

Tabela 10. Estimativas dos efeitos da capacidade específica de combinação (\hat{S}_{ii} e \hat{S}_{ij}) para sete características avaliadas em seis genótipos de *C. annuum* L. e desvios padrão (DP) dos efeitos de dois F_{1s} com e sem parental comum e entre dois parentais. Campos dos Goytacazes, RJ, 2014.

Efeitos (\hat{S}_{ii} e \hat{S}_{ij}) ^{1/}	Características Avaliadas ^{2/}							
	ALT1	ALT2	DIC	DFL	DFR	COF	DIF	NFR
1x1	1,45	1,07	-0,47	-0,63	-2,14	1,34	0,38	-2,66
1x2	1,25	0,63	-0,00	-1,63	-2,64	0,88	-0,41	23,65
1x3	-1,74	-0,96	2,23	0,87	2,86	-1,26	0,33	-3,66
1x4	-1,20	0,53	0,36	-0,45	-0,45	-5,05	-0,24	1,71
1x5	-0,85	-0,26	-0,95	1,83	4,97	3,02	-0,55	-7,40
1x6	-0,36	-2,94	-0,70	0,64	-0,47	-0,28	0,12	-8,96
2x2	0,00	-2,55	-0,35	1,37	2,36	-1,89	0,50	1,46
2x3	-0,13	0,37	-0,16	-0,63	0,86	1,75	0,17	-3,85
2x4	-0,08	-0,15	-0,17	-0,44	-0,45	-0,61	-0,73	0,52
2x5	-0,63	2,31	-0,08	0,33	-1,03	1,37	-0,83	-11,59
2x6	-0,40	1,93	1,12	-0,35	-1,47	0,39	0,80	-11,65
3x3	1,78	-0,41	-2,12	0,37	0,36	-4,38	-0,22	-5,66
3x4	-0,57	0,42	0,12	-0,44	-1,95	2,33	0,62	10,21
3x5	0,47	3,18	1,50	0,83	-1,03	7,78	-1,01	0,10
3x6	-1,58	-3,05	0,55	-1,35	-1,47	-1,83	0,33	8,54
4x4	1,12	-0,25	-0,75	1,74	1,74	-2,86	0,06	-3,92
4x5	-1,07	-2,40	1,30	-1,98	-1,34	-0,14	1,06	-3,52
4x6	0,71	2,12	-0,11	-0,17	0,72	9,19	-0,84	-1,08
5x5	1,07	-1,33	-0,92	-0,70	-0,92	-6,35	0,97	10,37
5x6	-0,56	-0,16	0,08	0,39	0,29	0,67	-0,64	1,67
6x6	0,85	1,05	-0,47	0,42	1,20	-4,07	0,11	5,74
DP (Sii – Sij)	0,54	1,38	1,49	0,68	1,09	1,56	0,37	5,64
DP (Sij-Sik)	0,71	1,83	1,96	0,89	1,44	2,06	0,49	7,46
DP (Sij-Skl)	0,66	1,69	1,82	0,83	1,33	1,91	0,45	6,91

^{1/}UENF 1626 (1); UENF 1750 (2); UENF 1627 (3); UENF 2030 (4); UENF 1632 (5); UENF 1623 (6)

^{2/} ALT¹/ALT²= altura (cm) das plantas anterior e posterior à frutificação, respectivamente; DIC= diâmetro da copa (cm); DFL= dias para a floração; DFR= dias para a frutificação; COF= comprimento dos frutos (mm); DIF= diâmetro dos frutos (mm); NFR= número de frutos por planta.

4.2.3. Teste de agrupamento de médias Scott-Knott

O teste de agrupamento de médias permitiu a identificação de quatro grupos para ALT1, ALT2, DFL e DFR; um grupo para DIC; sete grupos para DIF e seis para COF e NFR (Tabela 11). Estes resultados demonstram a existência de variabilidade entre os genótipos estudados. Similarmente Neto et al. (2014) em estudos com *Capsicum annuum* para fins ornamentais e Neitze et al. (2010) também observaram diferenciação de classes para a maioria das características estudadas para o objetivo ornamental, sendo as características relacionadas ao fruto as que possuíram mais grupos. As médias para ALT1 variaram entre 6,77 e 12,90 cm enquanto a ALT2 variou entre 17,62 e 31,19 cm. As plantas mais altas

na avaliação feita após a frutificação (ALT2) foram observadas no genitor UENF 1623 enquanto o genitor UENF 1626 e o híbrido UENF 1626 x UENF 1632 produziram as plantas mais baixas. Melo et al. (2014), ao selecionarem plantas de pimenta com potencial ornamental identificaram acessos considerados baixos, com altura variando de 19,75cm a 31,50cm. Já Neitze et al. (2010) identificaram em seu trabalho de *Capsicum* para fins ornamentais plantas com alturas bem superiores, variando de 15,03 cm a 78,40cm, sendo mais indicadas para uso em jardim.

Para o diâmetro da copa, não houve diferença entre as médias dos tratamentos e os valores para esse caráter variaram entre 31,06 a 36,71 cm. Valores de diâmetro de copa superiores a 20cm, também, foram observados por Neto et al. (2014) em seu trabalho com pimentas ornamentais. O número de dias para o florescimento variou entre 44 a 52 dias após o transplântio havendo possibilidade de se selecionar genótipos precoces. Também houve diferença entre os genótipos para o número de dias para a frutificação e os valores variaram entre 21 e 31 dias após o florescimento (65 e 83 dias totais). Rêgo et al. (2012c) observaram, em média, 50 dias para florescimento e 31 dias após o florescimento para a frutificação (aproximadamente 91 dias para frutificar). Genótipos mais precoces são mais interessantes para os produtores que podem comercializar seu produto mais rapidamente (Patil and Bhalekar, 2009; Silva et al., 2015), reduzindo assim seus custos de produção.

O diâmetro do fruto foi o caráter com maior amplitude de variação nas médias, com um valor mínimo de 8,08 cm e máximo de 19,23 cm, formando sete classes. Sequencialmente, as características comprimento do fruto e número de frutos por planta tiveram também grande amplitude de variação nas médias, formando ambos seis classes. Variações de grupos para as características relacionadas ao fruto, também, foram verificadas por Neitze et al. (2010).

Para o comprimento do fruto a variação foi desde 12,80 a 52,23cm. Já o número de frutos por planta variou de 18 a 108 frutos.

Tabela 11. Médias¹⁾ para oito características avaliadas em cruzamentos dialélicos completos sem recíprocos, entre seis genitores de *Capsicum annum* L.: Campos dos Goytacazes-RJ, 2014.

Genótipos	ALT1	ALT2	DIC	DFL	DFR	COF	DIF	NFR
	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média	Média
1626x1626	9,33c	19,26d	31,84a	50,00b	25,00c	18,78e	10,91e	76,00c
1626x1750	10,61b	21,13c	34,45a	49,00b	26,00c	16,98e	9,48f	107,00a
1626x1627	8,4c	23,05c	34,79a	52,00a	31,00a	30,13c	10,12e	62,00d
1626x2030	9,03c	22,05c	34,17a	50,00b	25,00c	26,58d	9,10f	71,00c
1626x1632	6,77d	17,62d	31,82a	52,00a	30,00b	30,63c	13,88c	32,00e
1626x1623	9,01c	21,89c	33,23a	48,00b	24,00d	26,26d	12,81d	40,00e
1750x1750	10,70b	20,16c	35,46a	51,00a	29,00b	12,80f	9,35f	108,00a
1750x1627	11,37b	24,21c	36,00a	50,00a	28,00b	34,08c	9,92e	69,00c
1750x2030	11,28b	23,4c	34,40a	49,00b	25,00c	29,33d	8,08g	85,00b
1750x1632	8,18c	22,28c	35,15a	49,00b	25,00c	29,07d	12,91d	47,00e
1750x1623	10,5b	26,86b	31,95a	47,00c	25,00c	26,25d	12,64d	56,00d
1627x1627	12,90a	26,86b	33,10a	51,00a	29,00b	45,89b	10,57e	39,00e
1627x2030	11,03b	24,72c	35,46a	49,00b	24,00d	50,38a	10,24e	56,00d
1627x1632	9,44c	25,6b	35,71a	51,00a	27,00b	52,23a	13,73c	25,00f
1627x1623	10,01b	25,55b	36,71a	47,00c	23,00d	41,10b	12,91d	45,00e
2030x2030	12,04a	23,28c	32,74a	48,00b	23,00d	42,87b	8,8f	59,00d
2030x1632	7,86c	18,07d	33,60a	46,00c	21,00d	43,49b	14,40c	28,00f
2030x1623	11,77a	27,45b	35,88a	46,00c	22,00d	49,92a	10,85e	37,00e
1632x1632	8,37c	17,66d	31,06a	47,00c	23,00d	33,74c	19,23a	18,00f
1623x1623	11,79a	31,19a	35,81a	44,00d	23,00d	32,43c	14,76c	29,00f

¹⁾ Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

^{1/} ALT1/ALT2 altura (cm) de planta anterior¹ e posterior² à fase de frutificação; DIC diâmetro da copa (cm); DFL = dias para o florescimento; DFR = dias para a frutificação; COF comprimento (mm) do fruto; DIF diâmetro (mm) do fruto; NFR = número de frutos por planta.

4.2.4. Heterose

Os valores da heterose variaram de -28,94 (ALT1) a 33,52% (COF) (Tabela 12), observando-se muitos valores negativos, que neste caso, significam redução na altura, no tempo para florescimento e frutificação, além de diâmetro e comprimento do fruto, características em que a redução nas médias é desejável para o programa de melhoramento de *Capsicum* ornamental. Blat et al., (2007) realizando estudos em híbridos de pimentão com base na estimativa da heterose, também encontraram resultados de heterose negativa para a altura de planta, e segundo esses autores para pimentão alturas médias são ideais. Entretanto, para fins ornamentais segundo o ideótipo buscado neste trabalho objetivam-se plantas menores para uso em vaso. Nascimento et al. (2010), estudando a capacidade combinatória de linhagens de pimentão identificaram que a estimativa de heterose variou bastante para quatro caracteres (produtividade, massa média do fruto, produção precoce de frutos e altura da planta). Especificamente para a altura da planta, esses autores observaram variação entre -18,23 a +15,07. Sousa e Maluf (2003) observaram valores de heterose variando entre -93 e +55% para o número de sementes por fruto em um dialelo de pimentas (*Capsicum chinense*). Rodrigues et al. (2012) relataram heterose variando entre -24,78 para massa seca do fruto (g) e +98,09 para o número de frutos por planta, em um dialelo para *C. baccatum* var. *pendulum*. Afroza et al. (2013) em estudos de heterose em *Capsicum annuum* L. encontraram variações entre -44,88 para o número de frutos por planta a +106,69 para produção de frutos por planta (g). Estes estudos permitem concluir que os dados obtidos neste trabalho estão dentro dos valores de heterose observados para os estudos com *Capsicum*. É importante salientar que, os genitores utilizados neste dialelo foram indicados com base em sua performance agrônômica e divergência genética, conforme descrito por Silva et al. (2015).

Para a característica ALT1, quase todos os híbridos tiveram menores médias em relação à média de seus parentais e com heterose negativa, exceto a combinação UENF 1626 x UENF 1750 que obteve maior média de altura em relação a seus parentais e heterose positiva. Valores de heterose negativa para altura indicam plantas mais baixas, ideais para o cultivo em vaso. Nascimento et al. (2010), cujo objetivo foi estudar capacidade combinatória em linhagens de

pimentão, destacaram a importância de se obter plantas com menor altura, identificando valores de heterose de até -15,49. Já para o caráter ALT2, seis combinações híbridas (UENF 1626 X UENF 1627; UENF 1626 x UENF 1632; UENF 1626 x UENF 1623; UENF 1627 x UENF 2030; UENF 1627 x UENF 1623 e UENF 2030 x UENF 1632) tiveram valores menores em relação à média de seus parentais, entretanto, apenas UENF 1627 x UENF 2030 não apresentou heterose negativa.

Exceto os híbridos UENF 1626 x UENF 1623 e UENF 1750 x UENF 1623, todos os demais apresentaram valores de DIC superiores à média de seus parentais e com valores de heterose positiva. Já a combinação UENF 1626 x UENF 1632 apresentou heterose negativa (-0,77) para esta característica. Destaca-se o híbrido UENF 1626 X UENF 1627 com valor de heterose de +10,74. Rodrigues et al. (2012), avaliando híbridos de *Capsicum baccatum*, encontraram para diâmetro de copa valores positivos de heterose variando de +1,14 a +12,82.

Para DFL quatro híbridos e dois genitores (UENF 1750 x UENF 1623; UENF 1627 x UENF 1623; UENF 2030 x UENF 1632; UENF 2030 x UENF 1623; UENF 1632 e UENF 1623) tiveram os menores valores, sendo mais precoces para o florescimento. Em termos de dias para frutificação, cinco híbridos e três genitores (UENF 1626 x UENF 1623; UENF 1627 x UENF 2030; UENF 1627 x UENF 1623; UENF 2030 x UENF 1632; UENF 2030 x UENF 1623; UENF 2030; UENF 1632, e UENF 1623) mostraram maior precocidade. Os valores de heterose negativa para as características DFL e DFR indicam redução no número de dias para o florescimento e frutificação, sendo os genótipos precoces mais interessantes para os produtores (Blat et al., 2007; Patil e Bhalekar, 2009; Silva et al., 2015). Gomide et al., (2003) e Patil e Bhalekar (2009) também encontraram valores negativos de heterose (-4,50 a -75,76) e (-1,31 a -17,61), respectivamente, para precocidade, em pimentão e pimentas (*Capsicum annuum* L.).

Entre os híbridos, o menor COF foi registrado para UENF 1626 x UENF 1750 (16,98 cm) e a combinação híbrida UENF 1626 x UENF 2030 obteve maior valor negativo de heterose para esse caráter. Ainda entre os híbridos, os maiores valores para comprimento do fruto foram observados para UENF 1627 x UENF 2030, UENF 1627 x UENF 1632 e UENF 2030 x UENF 1623. Em relação ao

diâmetro dos frutos, o híbrido UENF 1750 x UENF 2030 foi o que obteve a menor média e a heterose com maior valor negativo.

Para NFR, o híbrido UENF 1626 x UENF 1750 juntamente com o genitor UENF 1750 foram os que produziram maior número de frutos, com mais de 100 frutos por planta, embora os maiores valores de heterose tenham sido observados para os híbridos UENF 1627 x UENF 2030 e UENF 1627 x UENF 1623 (+32,96 e +25,00, respectivamente). Valores de heterose positiva para esse caráter foram observados para apenas seis dos híbridos avaliados (UENF 1626 x UENF 1750; UENF 1626 x UENF 1627; UENF 1626x UENF 2030; UENF 1750 x UENF 2030; UENF 1627 x UENF 2030 e UENF 1627 x UENF 1623). Valores de heterose positiva entre +3,89 a +37,19 para número de frutos foram encontradas em *C. baccatum* por Rodrigues et al. (2012). É importante ressaltar que frutos de menor tamanho e em maior número são ideais para a produção de pimentas ornamentais, segundo o objetivo proposto neste trabalho, entretanto plantas com frutos de tamanho maior e em menor quantidade na planta, também podem ser atrativos, pois proporcionam destaque visual na planta sendo desejável ao mercado.

Tabela 12. Médias^{1/} e heterose percentual em relação à média dos pais (H) para oito características avaliadas em cruzamentos dialélicos completos sem recíprocos, entre seis genitores de *Capsicum annuum* L.: Campos dos Goytacazes-RJ, 2014.

Genótipos	ALT1		ALT2		DIC		DFL		DFR		COF		DIF		NFR	
	Média	H(%)	Média	H(%)	Média	H(%)	Média	H(%)	Média	H(%)	Média	H(%)	Média	H(%)	Média	H(%)
1626x1626	9,33c	0,00	19,26d	0,00	31,84a	0,00	50,00b	0,00	25,00c	0,00	18,78e	0,00	10,91e	0,00	76,00c	0,00
1626x1750	10,61b	5,20	21,13c	6,92	34,45a	1,17	49,00b	-3,92	26,00c	-10,28	16,98e	7,82	9,48f	-8,56	107,00a	27,17
1626x1627	8,4c	-28,94	23,05c	-1,89	34,79a	10,74	52,00a	1,96	31,00a	14,28	30,13c	0,86	10,12e	2,31	62,00d	0,91
1626x2030	9,03c	-22,73	22,05c	0,59	34,17a	2,96	50,00b	-2,00	25,00c	-1,03	26,58d	-13,96	9,10f	-4,90	71,00c	8,20
1626x1632	6,77d	-23,55	17,62d	-0,69	31,82a	-0,77	52,00a	5,15	30,00b	27,66	30,63c	21,96	13,88c	-8,20	32,00e	-26,31
1626x1623	9,01c	-14,16	21,89c	-15,56	33,23a	-0,65	48,00b	1,57	24,00d	0,00	26,26d	4,33	12,81d	-0,96	40,00e	-21,21
1750x1750	10,70b	0,00	20,16c	0,00	35,46a	0,00	51,00a	0,00	29,00b	0,00	12,80f	0,00	9,35f	0,00	108,00a	0,00
1750x1627	11,37b	-8,42	24,21c	8,03	36,00a	3,14	50,00a	-2,91	28,00b	-1,75	34,08c	16,95	9,92e	0,30	69,00c	-2,37
1750x2030	11,28b	-5,65	23,4c	5,75	34,40a	1,09	49,00b	-3,96	25,00c	-9,43	29,33d	6,15	8,08g	-11,45	85,00b	2,19
1750x1632	8,18c	-12,33	22,28c	22,67	35,15a	1,63	49,00b	0,00	25,00c	-6,79	29,07d	23,78	12,91d	-10,89	47,00e	-28,45
1750x1623	10,5b	-7,35	26,86b	10,16	31,95a	4,24	47,00c	-2,59	25,00c	-12,87	26,25d	14,60	12,64d	4,06	56,00d	-22,34
1627x1627	12,90a	0,00	26,86b	0,00	33,10a	0,00	51,00a	0,00	29,00b	0,00	45,89b	0,00	10,57e	0,00	39,00e	0,00
1627x2030	11,03b	-15,55	24,72c	3,09	35,46a	4,71	49,00b	-2,97	24,00d	-11,54	50,38a	13,28	10,24e	7,43	56,00d	32,96
1627x1632	9,44c	-8,69	25,6b	19,01	35,71a	9,36	51,00a	2,04	27,00b	-2,97	52,23a	33,52	13,73c	-9,26	25,00f	-8,26
1627x1623	10,01b	-22,74	25,55b	-11,68	36,71a	5,36	47,00c	-3,63	23,00d	-9,09	41,10b	6,11	12,91d	3,02	45,00e	25,00
2030x2030	12,04a	0,0	23,28c	0,00	32,74a	0,00	48,00b	0,00	23,00d	0,00	42,87b	0,00	8,8f	0,00	59,00d	0,00
2030x1632	7,86c	-20,96	18,07d	-8,00	33,60a	6,55	46,00c	-5,21	21,00d	-7,53	43,49b	11,44	14,40c	3,90	28,00f	-20,30
2030x1623	11,77a	-2,28	27,45b	6,25	35,88a	1,44	46,00c	-2,64	22,00d	-3,30	49,92a	32,46	10,85e	-7,87	37,00e	-5,00
1632x1632	8,37c	0,00	17,66d	0,00	31,06a	0,00	47,00c	0,00	23,00d	0,00	33,74c	0,00	19,23a	0,00	18,00f	0,00
1623x1623	11,79a	0,00	31,19a	0,000	35,81a	2,29	44,00d	1,16	23,00d	0,71	32,43c	0,00	14,76c	0,00	29,00f	0,0

^{1/} Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente pelo teste de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

^{1/} ALT1/ALT2 altura (cm) de planta anterior¹ e posterior² à fase de frutificação; DIC diâmetro da copa (cm); DFL = dias para o florescimento; DFR = dias para a frutificação; COF comprimento (mm) do fruto; DIF diâmetro (mm) do fruto; NFR = número de frutos por planta.

4.2.5. Correlação de Pearson

A característica COF apresentou correlação significativa e negativa ($P < 0,05$ pelo teste t) com o NFR, (-0,5272) (Tabela 13). Valores de correlação entre o COF e o NFR evidenciam que quanto maior o tamanho dos frutos, menor a quantidade dos mesmos por planta, como visto por Silva et al. (2015), indicando que menores valores relacionados a tamanho de frutos permitem maior produção de frutos por planta, sendo assim, mais atrativo e harmônico do ponto de vista ornamental.

Todas as características tiveram correlação negativa com o DIF, no entanto apenas o NFR foi altamente significativo, resultado semelhante ao observado por Moreira et al. (2012) em estudo de correlação em linhas recombinadas de pimentas. Como já demonstrado por Silva et al. (2015) para o caráter COF, o menor DIF também implica na obtenção de maiores valores do NFR. Características relacionadas aos frutos de pimentas foram avaliadas por Silva et al. (2013) em que não observaram correlação entre as características de comprimento do fruto e seu diâmetro.

As características ALT1 e ALT2 tiveram correlação significativamente positiva com o DIC e significativamente negativa com DFL e DFR, não sendo significativa com as demais. Para o objetivo ornamental não é interessante baixos valores de DIC, visto que maiores copas são mais vistosas e comportam mais frutos, entretanto isso levaria a plantas mais altas não serem, deste modo, ideal para o cultivo em vaso para ornamentação interior. Moreira et al. (2012) também encontraram valores significativamente positivos para a correlação entre altura da planta e diâmetro da copa. Entretanto, o objetivo destes autores era obter plantas com uma altura suficientemente adequada para o manuseio dos frutos no momento da colheita e com a copa grande para comportar mais frutos por planta. Quanto à relação de altura e precocidade, o ideal seria a combinação de plantas mais baixas e mais precoces, sendo duas características de grande importância para o mercado de plantas ornamentais.

O DFL teve correlação altamente significativa e positiva com a característica DFR, evidenciando que se uma planta é precoce para o florescimento conseqüentemente também será para frutificar, relação semelhante ao esperado para plantas tardias. Como visto por Silva et al. (2015), plantas

precoces em termos de florescimento e frutificação tendem a ser mais desejáveis para atender às necessidades do mercado.

Tabela 13. Análise de correlação de PEARSON entre sete caracteres de genitores e híbridos, resultantes do dialelo intraespecífico de *Capsicum annuum* L. Campos dos Goytacazes-RJ, 2014.

Características^{1/}	COF	DIF	ALT1	ALT2	DIC	DFL	DFR	NFR
COF	1	-0,0213	0,1652	0,2589	0,0881	-0,2284	-0,2668	-0,5272*
DIF		1	-0,3524	-0,1572	-0,1973	-0,0805	-0,1061	-0,7105**
ALT¹			1	0,8418**	0,692**	-0,5284*	-0,4641*	0,4126
ALT²				1	0,8688**	-0,6608**	-0,5279*	0,1738
DIC					1	-0,6786**	-0,5604**	0,3807
DFL						1	0,9309**	-0,2229
DFR							1	0,0054
NFR								1

^{1/} ALT1/ALT2= altura (cm) das plantas anterior e posterior à frutificação, respectivamente; DIC= diâmetro da copa (cm); DFL= dias para a floração; DFR= dias para a frutificação; COF= comprimento dos frutos (mm); DIF= diâmetro dos frutos (mm); NFR= número de frutos por planta.

** *: Significativo a 1 e 5% de probabilidade pelo teste t.

4.2.6. Estimativa dos parâmetros genéticos

Segundo Neves et al. (2003), características que possuem ampla variabilidade genotípica (θ_g^2), relacionada a um alto coeficiente de determinação genotípico (H^2) e o índice de variação (I_v) superior a um, indicam possibilidade de identificação de genótipos superiores e assim, pode-se aplicar métodos de seleção mais simples.

Para todas as características avaliadas o coeficiente de determinação genotípico foi acima de 80%, indicando um alto controle genético dessas características e uma boa correlação entre o fenótipo e genótipo. Moreira et al. (2009) em seu trabalho com linhas endogâmicas recombinadas de pimenta encontraram valores de coeficiente de determinação genotípica entre 42,73% a 96,40%, destacando-se cinco das seis características relacionadas ao fruto com valores acima de 80%.

Características com valores do índice de variação próximo ou superiores à unidade, indicam confiabilidade na seleção, assim como, o uso de métodos mais simples de seleção, a exemplo do massal e o *SSD (Single Seed Descent)*. Todas as características avaliadas alcançaram valores próximos ou superiores à unidade, exceto o diâmetro da copa, que também foi a característica de menor coeficiente de determinação genotípica.

Tabela 14. Estimativas de variâncias fenotípica (σ_f^2), ambiental (σ_e^2) e da variabilidade genotípica (θ_g^2), do coeficiente de determinação genotípica (H^2) e do índice de variação (I_v) para sete características avaliadas em genitores e híbridos, resultantes do dialelo entre espécies de *Capsicum annuum* L. Campos dos Goytacazes-RJ, 2014.

Características ^{1/}	σ_f^2	σ^2	θ_g^2	H^2	I_v
ALT1	4,26	0,275	3,99	93,54	1,20
ALT2	27,63	1,77	25,86	93,59	1,20
DIC	12,30	2,22	10,07	81,89	0,67
DFL	8,40	0,47	7,92	94,33	1,28
DFR	10,87	1,11	9,75	89,73	0,93
COF	128,42	2,31	126,10	98,19	2,33
DIF	8,96	0,13	8,83	98,50	2,56
NFR	703,85	31,45	672,40	95,53	1,46

^{1/} ALT1 altura (cm) de planta anterior à fase de frutificação; ALT2 altura (cm) de planta posterior à fase de frutificação; DIC diâmetro da copa (cm); DFL = dias para o florescimento; DFR = dias para a frutificação, COF comprimento (mm) do fruto; DIF diâmetro (mm) do fruto; NFR = número de frutos por planta.

4.2.7. Algoritmo de Gower

No dendrograma obtido pelo método de agrupamento UPGMA para a análise conjunta das variáveis quantitativas e qualitativas com base no algoritmo de Gower (1971) foi possível observar a formação de três grupos e dois subgrupos (Figura 8), com o corte estabelecido a aproximadamente 35% de dissimilaridade.

O grupo I foi composto pelo parental UENF 1750 e todas as demais combinações híbridas em que o mesmo participou como genitor seja materno ou paterno (UENF 1750 x UENF 1627; UENF 1626 x UENF 1750; UENF 1750 x UENF 2030; UENF 1750 x UENF 1632; UENF 1750 x UENF 1623). São genótipos que possuem características quantitativas similares como: altura mediana de 22cm, valores de copa mediano de 35cm e com variação de florescimento e frutificação em torno dos 49 dias após o transplante e 29 dias após o florescimento, respectivamente. Quanto às características qualitativas, as flores possuem pétalas e anteras de coloração roxa, hábito de crescimento intermediário, cor da folha verde escuro, flores eretas, frutos eretos, persistentes, com cinco estádios de maturação e forma triangular, exceto o UENF 1750 que tem a forma arredondada. Também possuem a maioria dos acessos mais votados segundo avaliação de preferência do consumidor.

O grupo II foi constituído pelas testemunhas, que divergem dos demais por terem altura mediana de 10cm, serem tardios levando em média 52 dias para florescer após o transplante e 33 dias para frutificar após o florescimento e com baixa produção de frutos. Qualitativamente são de hábito intermediário, possuem folhas verde-escuras, corola e anteras brancas, flores e frutos eretos e persistentes.

O grupo III foi subdividido em outros dois grupos, sendo composto pelo grupo III.1 (UENF 1632, UENF 1626, UENF 2030 x UENF 1632, UENF 1626 x UENF 1632, UENF 1626 x UENF 1623, UENF 1623, UENF 1626 x UENF 1627, UENF 1626 x UENF 2030) e o III.2 (UENF 1627, UENF 1627 x UENF 1632, UENF 1627 x UENF 2030, UENF 2030, UENF 1627 x UENF 1623, UENF 2030 x UENF 1623). Em geral, são plantas com valores de copa em torno dos 34 cm e precoce em termos de florescimento e frutificação. Possuem corola branca, flores eretas, frutos persistentes, eretos, de forma alongada e com três estádios de

maturação. Especificamente o subgrupo III.1. agrupou os genótipos que possuem valores de diâmetro de copa em torno dos 34cm, são plantas precoces florescendo, em média, aos 48 dias após o transplântio e frutificando 25 dias posteriores ao florescimento. As folhas possuem coloração verde, corolas de cor branca e anteras azul pálido; flores eretas, frutos persistentes, com três estádios de maturação; eretos e de forma alongada. Já o subgrupo III.2. alocou genótipos com altura média de 25cm e valores de copa, médio, de 34cm. São precoces, florescendo 48 dias após serem transplantadas e frutificam 24 dias posteriores. Possuem corola de cor branca, anteras de cor azul pálido, flores eretas, frutos com três estádios de maturação, eretos, persistentes e de forma alongada.

De acordo com o ideotipo buscado para a finalidade ornamental, os genótipos estudados alocados respectivamente, nos grupos I e III, com suas subdivisões, possuem características como: altura de planta de até 35cm para cultivo em vaso, precocidade de florescimento e frutificação, frutos persistentes, em grande quantidade na planta e com variação dos estádios de maturação, desejáveis ao mercado ornamental. Apesar dos genótipos reunidos no grupo III possuírem características favoráveis ao uso como ornamentais, no momento de selecionar híbridos e genitores promissores, a escolha feita pelos avaliadores deve ser considerada, pois são os consumidores finais que irão decidir pela compra do genótipo mais atrativo visualmente. Neste caso, deve-se dar prioridade aos genótipos do grupo I.

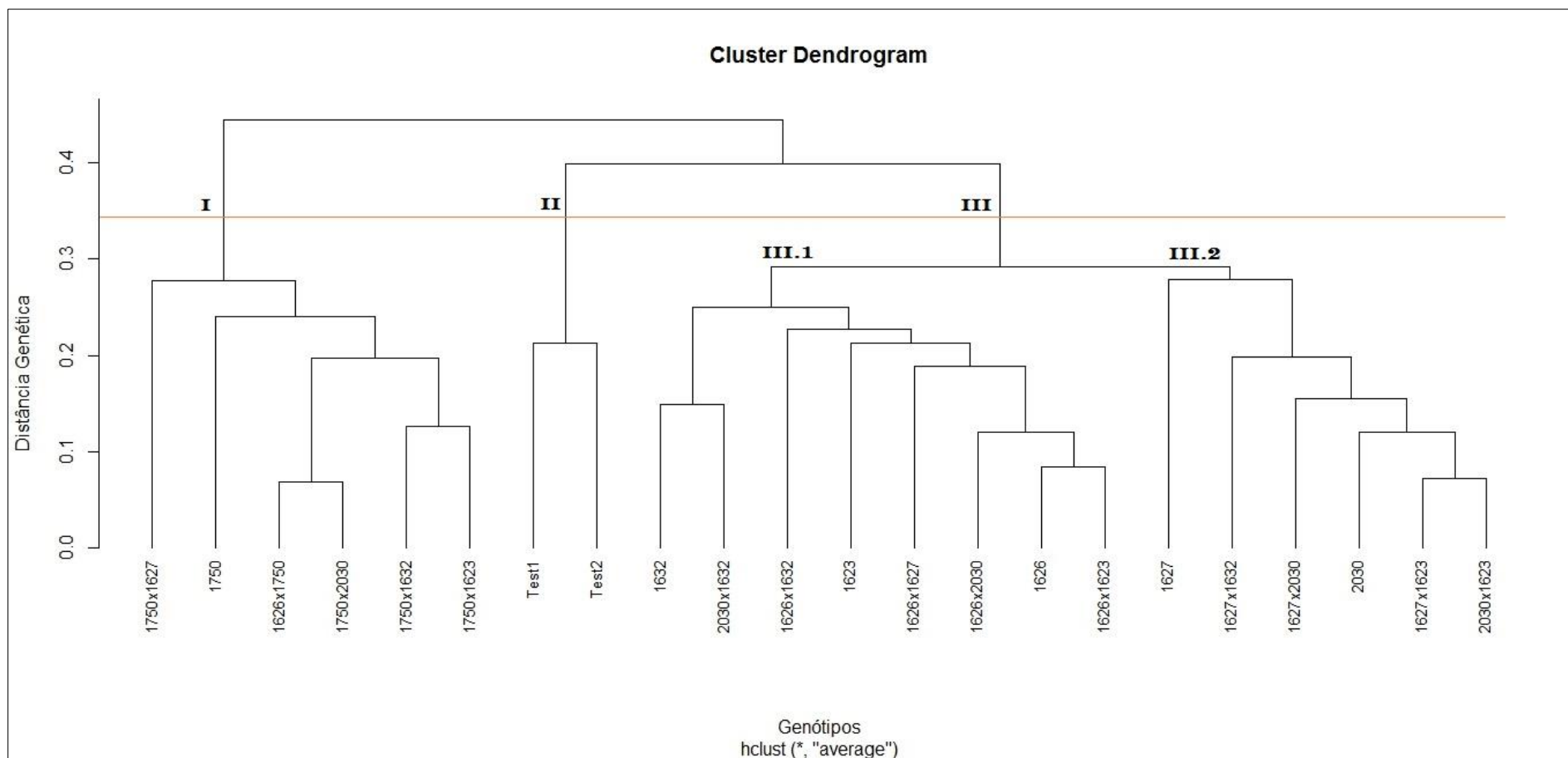


Figura 8. Dendrograma de dissimilaridade genética entre 14 híbridos, seis parentais e duas testemunhas de *Capsicum* spp. Método UPGMA baseado no algoritmo de Gower. Campos dos Goytacazes-RJ, 2014.

4.2.8. Quantificação dos capsaicínoides

Nesta etapa do trabalho, a quantificação dos capsaicínoides foi efetuada apenas para os genitores e testemunhas, a fim de se estabelecer a existência de diferenças entre os genitores, de tal forma que justifique um futuro estudo de herança deste caráter nas populações geradas pelos cruzamentos em estudo. A concentração dos capsaicínoides é variável, dependendo de fatores genéticos e ambientais como: temperatura e iluminação; manejo e do estágio de desenvolvimento do fruto, ou seja, a idade em que se foi realizada a avaliação, sendo observado maior acúmulo nos estádios iniciais (Bosland e Votava, 1999; Domenico et al., 2012, Orellana-Escobedo et al., 2013).

Os resultados obtidos para o conteúdo de capsaicínoides mostraram diferenças entre os genótipos avaliados, inclusive em relação ao conteúdo de componentes presentes nos frutos e nas sementes, indicando variabilidade quanto à pungência (Figura 9). Dois genótipos, UENF 2030 e a testemunha comercial 'Espaguetinho ornamental' apresentam pouco ou nenhum conteúdo de capsaicina tanto no fruto quanto na semente, sendo, portanto, consideradas de leve ou nenhuma pungência. Para o mercado ornamental, informações quanto à presença ou ausência de pungência das plantas são importantes para que o consumidor esteja atento ao seu uso próximo a crianças ou animais, sendo desejáveis, neste caso, pimentas não pungentes (Silva et al., 2015).

Os genótipos UENF 1626 quanto ao conteúdo de capsaicínoides no fruto e o UENF 1750, fruto e semente, apresentaram um perfil atípico quanto a estes alcalóides, tendo maior conteúdo de nordihidrocapsaicina. Orellana-Escobedo et al. (2013), também encontraram em seu trabalho com *Capsicum* spp., resultados atípicos de conteúdo de capsaicina, verificando em pimentas da espécie *Capsicum annuum* maior concentração de dihidrocapsaicina, sendo portanto menos pungentes.

Silva et al. (2015) sugerem a importância de genótipos com dupla finalidade para atender aos consumidores que gostam dos frutos para consumir e, também, para fins decorativos. Seguindo a proposta apresentada por estes autores alguns genótipos: UENF1627, UENF1623, a comercial 'Pirâmide ornamental' e o UENF1632, em ordem de maior concentração (34,4; 25,3; 24,8; 22,3 µg/10mg), apresentaram maior conteúdo de capsaicina em relação aos

demais componentes e genótipos avaliados, sendo indicados tanto para o consumo de seus frutos *in natura*, molhos, geleias, conserva, quanto para uso ornamental.

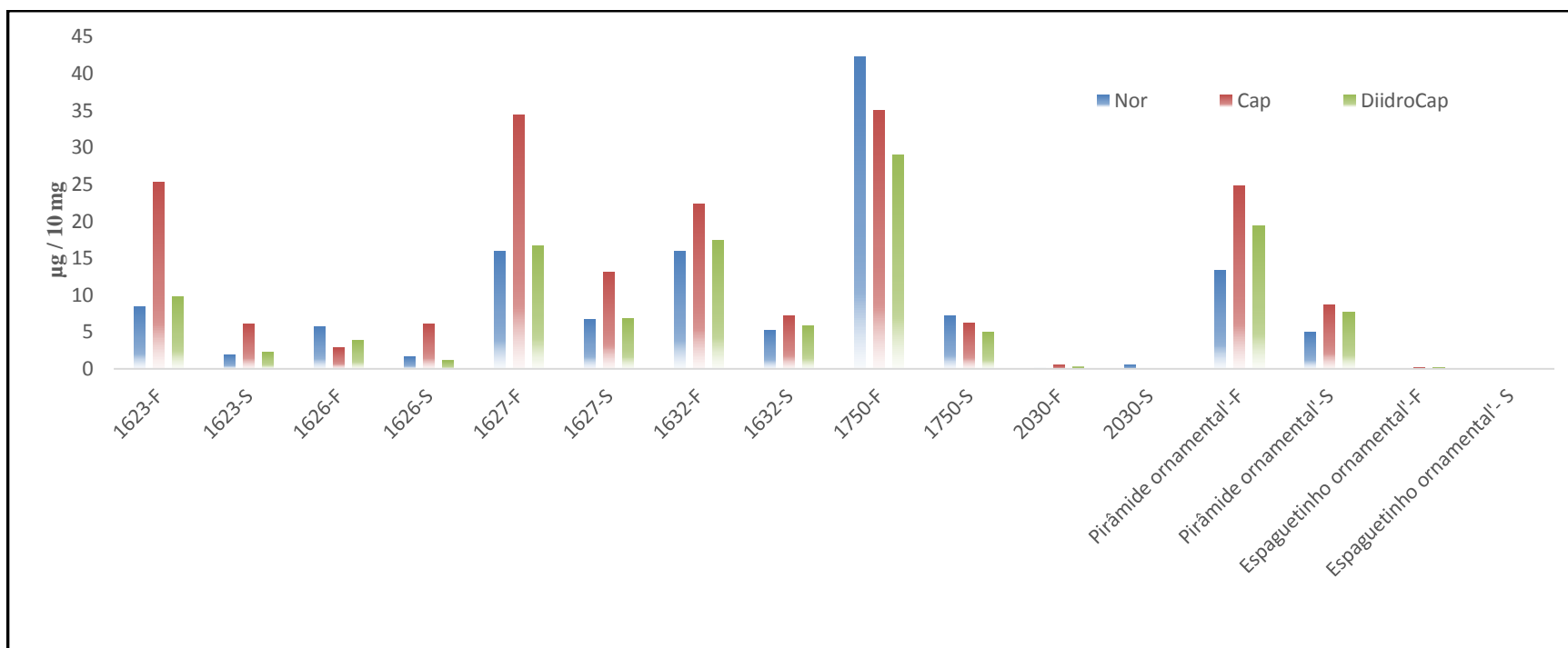


Figura 9. Distribuição da quantificação dos componentes de capsaicina (Nor = Nordihidrocapsaicina; Cap = Capsaicina e DiidroCap = Dihidrocapsaicina) em frutos (F) e sementes (S) analisados nos seis parentais e nas duas testemunhas comerciais. Campos dos Goytacazes-RJ, 2014.

5. CONCLUSÕES

Ambos os efeitos de aditividade e dominância foram importantes no controle das características avaliadas, indicando tanto a exploração de híbridos quanto o desenvolvimento de linhagens superiores a partir do avanço das gerações segregantes.

Nenhum dos parentais ou combinações híbridas foi superior para todas as características tanto qualitativas, quanto quantitativas avaliadas para o objetivo ornamental ao mesmo tempo. Entretanto, objetivando o desenvolvimento de novas cultivares para suprir o mercado de pimentas para fins ornamentais, e considerando um ideotipo para pimenta ornamental que consiste em plantas de baixa altura (até 30 cm), precoces em dias para florescimento e frutificação, grande número de frutos por planta, hábito de crescimento intermediário a ereto e número de estádios de maturação igual ou maior que três, recomendam-se os híbridos UENF 1626 x UENF 1750, UENF 1750 x UENF 2030 e UENF 1626 x UENF 2030. Além desses híbridos, devem-se considerar ainda como promissores aqueles indicados pelas preferências dos avaliadores e que atendem a algumas características consideradas ideotipo para pimenta ornamental: UENF 1627 x UENF 2030; UENF 1750 x UENF 1632; UENF 1626 x UENF 1627 e UENF 1750 x UENF 1623.

O parental UENF 1750 também pode ser recomendado para dar continuidade ao programa de melhoramento de *Capsicum* ornamental, pois atende aos parâmetros propostos para o ideotipo, como grande número de frutos

por planta, baixa altura de planta, com cinco estádios maturação dos frutos e flores roxas que atraem ao consumidor, que os classificou como o preferido entre as plantas avaliadas por apresentar boa conformação estética, embora seja tardia para florescer e frutificar em relação aos demais acessos avaliados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Allard, R.W. (1971) Princípios do melhoramento genético das plantas. São Paulo: Edgard Blüchner, 381 p.
- Afroza, B.; Khan, S.H.; Jabeen, N.; Narayan, S. (2013) Heterosis studies for yield and maturity traits in sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Annals of Agri-Bio Reserch.* 18:368-370.
- Barbosa, G.E., Agra, M.F., Romero, M.V., Scaldaferro, M.A., Moscone, E.A. (2011) New endemic species of *Capsicum* (Solanaceae) from the Brazilian Caatinga: comparison with the re-circumscribed *C. parvifolium*. *Systematic Botany.* 36:768-781.
- Barbosa, G.E., Bianchetti, L.B. (2005). Three new species of *Capsicum* (Solanaceae) and a key to the wild species from Brazil. *Systematic Botany.* 30:863-871.
- 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. (2012) Analysis of segregating generation for components of seedling and plant height of pepper (*Capsicum annuum* L.) for medicinal and ornamental purposes. *Acta Horticulturae.* 953:269-276.

- Blat, S.F.; Braz, L.T; Arruda, A.S. (2007) Avaliação de híbridos duplos de pimentão. *Horticultura Brasileira*. 25:350-354.
- Bosland, P.W. and Gonzalez, M.M. (1994) 'NuMex Mirasol' Chile. *HortScience* 29(9):1091.
- Bosland, P.W. (1996) *Capsicums: Innovative uses of an ancient crop*. p. 479-487. In: J. Janick (ed.), *Progress in new crops*. ASHS Press, Arlington, VA.
- Bosland PW & Votava EJ. (1999) *Peppers: vegetable and spice Capsicums*. Wallingford: CAB International. 204 p.
- Büttow, M.V et al. (2010) Diversidade genética entre acessos de pimentas e pimentões da Embrapa Clima Temperado. *Ciência Rural*, Santa Maria, 40: 1264-1269.
- Cardoso, A.I.I. (2005). Polinização manual em abobrinha: efeitos nas produções de frutos e de sementes. *Horticultura Brasileira*, Brasília. 23: 731-734.
- Carrizo, G.C., Sterpetti, M., Volpi, P., Ummarino, M., Saccardo, F. (2013). Wild *Capsicums*: identification and in situ analysis of Brazilian species. *XVth EUCARPIA Meeting on genetics and breeding of Capsicum and Eggplant*. Torino, Italy. 205-213p.
- Carvalho, S.I.C.; Bianchetti, L.B.; Bustamante, P.G.; Silva, D.B. (2003). Catálogo de germoplasma de pimentas e pimentões (*Capsicum* spp.) da Embrapa Hortaliças. Brasília: *Embrapa Hortaliças*. 49p.
- Carvalho, S.I.C.; Bianchetti, L.B.; Ribeiro, C.S.C.; Lopes, C.A. (2006). Pimentas do gênero *Capsicum* no Brasil. Brasília: *Embrapa Hortaliças*. 27.
- Cruz C.D; Regazzi AJ; Carneiro PCS. (2004). *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa- UFV. 480p

- Cruz, C.D. (2006). *Programa Genes Biometria*. Editora UFV. 382p.
- Cruz, D.O. & Campos, L. A. (2007). Biologia floral e polinização de pimenta malagueta de Oliveira (*Capsicum frutescens* L., Solanaceae): um estudo de caso. *Acta Scientiarum. Biological Sciences*, 29(4), 375-379.
- Cruz, CD. (2013). Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum Agronomy* 35: 271-276.
- De witt, D., Bosland, P.W. (1997). *Peppers of the world: an identification guide Ten Speed Press*, Berkeley, California, p.219.
- Dias, G.B., Gomes, V.M., Morais, T.M.S., Zottich, U.P., Rabelo, G.R., Carvalho A.O., Moulin, M.M., Gonçalves, L.S.A., Rodrigues, R., Cunha, M. (2013). Characterization of *Capsicum* species using anatomical and molecular data. *Genetics and Molecular Research*, 23:222-232.
- Domenico, C.I., Coutinho, J.P., Godoy, H.T., Melo, A.M.T. (2012). Caracterização agrônômica e pungência em pimento de cheiro. *Horticultura Brasileira*. 30:466-472.
- Fabri, EG. (2006). Pimenta. *Globo Rural*. 96 – 97p. Editora Globo.
- Fabri, EG. (2008). Pimenta. *Globo Rural*. 279. Editora Globo.
- Falconer, D.S. (1987). *Introdução à genética quantitativa*. Viçosa: UFV, 279p.
- FAOSTAT. (2013). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Versão eletrônica. Disponível em: [http:// http://faostat3.fao.org](http://faostat3.fao.org). Acesso em: Nov. de 2014.
- Filgueira, F.A.R. (2012). *Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa- MG: UFV. 402.

- Godoy, M.C.; Godoy, A.R; Cardoso, A.I.I. (2006). Influência do estágio de maturação da flor na produção de sementes de pimentão com polinização manual. *Bragantia*, Campinas, 65:83-87.
- Gomide, M.L.; Maluf, W.R.; Gomes, L.A.A. (2003). Heterose e capacidade combinatória de linhagens de pimentão (*Capsicum annuum* L.). *Ciência e Agrotecnologia*. v. 27, n. 5, p. 1007-1015,
- Gower JC. (1971). A general coefficient of similarity and some of its properties. *Biometrics*, Hoboken. v.27: 857-874..
- Griffing, B. (1956). *Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems*. Austr. J. Biol. Sci. 9: 463-496.
- Hasanuzzaman, M.; Hakim, M.A.; Hanafi, M.M.; Shukor-Juraimi, A.;Islam, M.M.; Shamsuddin, A.K.M. (2013). Study of heterosis in Bangladeshi Chili (*Capsicum annuum* L.) landraces. *Agrociência*. 47:683-690.
- IPGRI. (1995). *Descritores para Capsicum (Capsicum spp.)*. Roma. IPGRI, 51p.
- L. Orellana-Escobedo , L.E. Garcia-Amezquita , G.I. Olivas , J.J. Ornelas-Paz & D.R. Sepulveda. (2013). Capsaicinoids content and proximate composition of Mexican chili peppers (*Capsicum* spp.) cultivated in the State of Chihuahua. *CyTA - Journal of Food*, 11:2, 179-184.
- Lim, T.K. (2013). *Edible Medicinal and Non-medicinal plants. Capsicum baccatum* var. *pendulum*. Vol.6, cap. 23. 202p.
- Maluf, W.R.; Blank, A.F.; Gomes, L.A.A. (1999). Teste precoce da capacidade combinatória de linhagens de pimentão (*Capsicum annuum* L.) para características de fruto. *Ciência e Agrotecnologia*, 23: 152-160.

- Maluf, W.R. (2001). Heterose e emprego de híbridos F1 em hortaliças. NASS, L.L.; Valosis, A.C.C.; Melo, I.S.; Valadares, M.C. (ed) *Recursos genéticos e melhoramento: plantas*. Rondonópolis, Fundação MT. 650-671p.
- Medeiros, A.M.; Rodrigues, R.; Gonçalves, L.S.A.; Sudré, C.P.; Oliveira, H.S.; Santos, M.H. (2014). Gene effect and heterosis in *Capsicum baccatum* var. *pendulum*. *Ciência Rural*, Santa Maria. 44:1031-1036.
- Melo, A.M.T. Pesquisa com pimenta-hortícola no IAC. (2004). Trabalho apresentado no *I Encontro Nacional do Agronegócio de Pimenta (Capsicum spp.)*, Campinas – SP, 2004.
- Melo, L.F.de.; Gomes, R.L.F.; Silva, V.B.; Monteiro, E.R.; Lopes, A.C.A.; Peron, A.P. (2014). Potencial ornamental de acessos de pimenta. *Ciência Rural*, Santa Maria. 44:2010-2015.
- Miranda, J.E.C., Casali, V.W.D.(1988). Métodos de melhoramento aplicados as espécies autógamas. *Simpósio Brasileiro sobre Capsicum, 1*. Dourado, Anais. 15-30p.
- Moreira, S. O.; Rodrigues, R.; Araújo, M. L. D.; Sudré, C. P.; Riva-Souza, E. M. (2009). Desempenho agrônômico de linhas endogâmicas recombinadas de pimenta em dois sistemas de cultivo. *Ciência Rural*, 39(5), 1387-1393.
- Moreira, S.O., Gonçalves, L.S.A., Rodrigues, R., Sudré, C.P., Júnior, A.T.A., Medeiros, A.R. (2012). Correlações e análise de trilha sob multicolinearidade em linhas recombinadas de pimenta (*Capsicum annuum* L.). *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. 8:15-20.
- Moscone, E.A. (2007). The evolution of chili peppers (*Capsicum* – Solanaceae): a cytogenetic perspective. *Acta Horticulturae*, 745:137-169.
- Nascimento, I.R.; Maluf, W.R.; Gonçalves, L.D.; Faria, M.V.; Resende, J.T.V.; Nogueira, D.W.(2010). Capacidade combinatória de linhagens de pimentão a

partir de análise dialélica multivariada. *Acta Scientiarum Agronomy*, Maringá. 32:235-240.

Nascimento, N. F. F.; Rêgo, E. R.; Rêgo, M. M.; Nascimento, M. F.; Alves, L. Í. F. (2012). Compatibilidade em cruzamentos intra e interespecíficos em pimenteiras ornamentais. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, 18(1), 57-61.

Nascimento, N. F. F.; Nascimento, M. F.; Santos, R. M. C.; Bruckner, C. H.; Finger, F. L.; Rêgo, E. R.; Rêgo, M. M. (2013). Flower color variability in double and three-way hybrids of ornamental peppers. *Acta horticulturae*

Nascimento, N.F.F.; Rêgo, E.R.; Nascimento, M.F.; Bruckner, C.H.; Finger, F.L.; Rêgo, M.M. (2014). Combining ability for yield and fruit quality in the pepper *Capsicum annuum*. *Genetics and Molecular Reserch*. 13:3237-3249.

Neitzke, R.S.; Barbieri, R.L.; Rodrigues, W.F.; Correa, I.V.; Carvalho, F.I.F. (2010). Dissimilaridade genética entre acessos de pimenta com potencial ornamental. *Horticultura Brasileira* 28: 47-53.

Neto, J.J.S.; Rêgo, E.R.; Nascimento, M.F.; Filho, V.A.L.S.; Neto, J.X.A.; Rêgo, M.M. (2014). Variabilidade em população base de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.). *Revista Ceres*. 61:084-089.

Neves, L.G.; Leal, N.R.; Rodrigues, R.; Pereira, N.E. (2003). Estimativa de parâmetros genéticos e correlação entre componentes de resistência à traçadotomateiro em progênies de *Lycopersicon esculentum* x *L. hirsutum* f. *glabratum*. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 21, n. 3, p. 458-461.

Patil, B.T.; Bhalekar, M.N. (2009). Heterosis studies in chili (*Capsicum annuum* L.) for earliness, growth and green fruit yield. *Haryana J. hort. Sci.* 38:296-299.

Pickersgill B. (1997). Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. *Euphytica*, v. 96, 129-133p.

- Pinto, C.M.F.; Pinto, C.L.O.; Finger, F.L.; Ribeiro, W.S. (2012). Pimentas Ornamentais Comestíveis: uma oportunidade para o agronegócio familiar. In: *Simpósio Brasileiro de Agropecuária Sustentável, 4.*, 2012. Anais... Viçosa: UFV, 138-157p.
- Ramalho, M.A.P., Santos, J.B., Zimmermann, M.J.O. (1993). *Genética Quantitativa em Plantas Autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro*. Goiânia. Editora UFG, 1993. 271p.
- Ramalho, M.A.P.; Toledo, F.H.R.B.; Souza, J.C.; Teixeira, R.A. (2010). *Competências em Melhoramento Genético de Plantas no Brasil*. 1ª Edição. Viçosa-MG: Arka. 104p. il.Biblioteca(s): Embrapa Semiárido.
- Reifschneider, F.J.B.; Oliveira, A.B.; Silva, A.M.; Lopes, C.A.; Ribeiro, C.S.C.; Lopes, D.; Cruz, D.M.R.; Marques, D.M.C.; França, F.H.; Buso, G.S.C.; Bianchetti, L.B.; Ferreira, M.E.; Pozzobon, M.T.; Resende, R.O.; Carvalho, S. I.C.; Pinheiro, V.L.; Casali, V.W.D. (2000). *Capsicum - pimentas e pimentões no Brasil*. Embrapa, Brasília. 113p.
- Reifschneider, F.J.B.; Ribeiro, C.S.C. (2008). Cultivo de Pimentas *Capsicum*. Brasília: *Athalaya*, 11-14p.
- Reimann-Philipp, R. (1983). *Heterosis in Ornamentals: Monographs on Theoretical and Applied Genetics* 6: 234-259.
- Rêgo, E.R.; Rêgo, M.M.; Cruz, C.D.; Finger, F.L.; Casali, V.W.D. (2010). Phenotypic diversity, correlation and importance of variables for fruit quality and yield traits in Brazilian peppers (*Capsicum baccatum*). *Genet Resour Crop Evololution*. doi: 10.1007/s10681-009-9947-y.
- Rêgo, E.R do.; Finger, F.L.; Nascimento, N.F. do.; Araújo, E.R.; Sapucay, M.J.L.da C. (2011). *Genética e melhoramento de pimenteiros Capsicum spp.*

In: Produção, Genética e Melhoramento de Pimentas (Capsicum spp.). Recife: Imprima, 223p.

Rêgo, E.R.; Nascimento, M.F.; Nascimento, N.F.F.; Santos, R.M.C.; Fortunato, F.L.G.; Rêgo, M.M. (2012a). Testing methods for producing self-pollinated fruits in ornamental peppers. *Horticultura Brasileira* 30: 669-672.

Rêgo, E. R.; Rêgo, M. M.; Costa, F. R.; Nascimento, M. F.; Nascimento, N. F. F.; Barbosa, L. A.; Santos, R. M. C. (2012b). Analysis of diallel cross for some vegetative traits in chili pepper. *Acta Horticulture*, 937, 297-304.

Rego, E. R.; Fortunato, F. L. G.; Nascimento, M. F.; do Nascimento, N. F. F.; do Rego, M. M.; Finger, F. L. (2012). Inheritance for earliness in ornamental peppers (*Capsicum annum*). *Acta horticulturae*. 961:405-410.

Rêgo, E.R.; Rêgo, M.M.; Finger, F.L.; Nascimento, N.F.F.; Nascimento, M.F.; Santos, R.M.C. (2013). Brazilian ornamental pepper breeding program: a consortium among universities, small farmers and government agencies. In: *Meeting on Genetics and Breeding of Capsicum and Eggplant Eucarpia, XV*. 431-434.

Ribeiro, C.S. da; Cruz, D.M.R. (2002). Tendências de mercado. Disponível em:<http://www.grupocultivar.com.br/site/content/artigos/artigos.php?id=406>. Acesso: Dezembro de 2014.

Rodrigues, R.; Gonçalves, L.S.A.; Bento, C.S.; Sudré, C.P.; Robaina, R.R.; Amaral Júnior, A.T. (2012). Combining ability and heterosis for agronomic traits in chili pepper. *Horticultura Brasileira*. 30:226-233.

Rodrigues, R., Sudré, C.P., Bento, C.S., Pimenta, S., Medeiros, A.M., Moulin, M.M., Gonçalves, L.S.A., Cunha, M., Neves, L.G., Gomes, V.M. (2014). Capsicum Working Group: a Collaborative Multidisciplinary Effort to Improve

Sweet and Chili Pepper -10. *The 22nd International Pepper Conference 2014*.
Vinã del Mar, Chile. 137p.

Rufino, J.L.S.; Penteado, D.C.S. (2006). Importância econômica, perspectivas e potencialidades do mercado para pimenta. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v. 2:7-15.

Santos, R. M. C.; Rêgo, E. R.; Borém, A.; Nascimento, M. F.; Nascimento, N. F. F.; Finger, F. L.; Rêgo, M. M. (2014). Epistasis and inheritance of plant habit and fruit quality traits in ornamental pepper (*Capsicum annuum* L.). *Genetics and Molecular Research*, 13(4), 8876-8887.

Scott, T.J.; Knott, M. (1974). Cluster analysis methods for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics*, Raleigh, 30 (3): 507-512.

Silva, AR; Cecon, PR; Rêgo, ER; Nascimento, M. (2011). Avaliação do coeficiente de variação experimental para caracteres de frutos de pimenteiras. *Revista Ceres*. 58: 168-171.

Silva, A. R.; Nascimento, M.; Cecon, P. R.; Sapucay, M. J.; do Rêgo, E. R.; Barbosa, L. A. (2013). Path analysis in multicollinearity for fruit traits of pepper. *IDESIA* (Chile), 31(2), 55-60.

Silva, C.Q.; Jasmim, J.M.; Santos, J.O.; Bento, C.S; Sudré, C.P.; Rodrigues, R. (2015). Phenotyping and selecting parentes for ornamental purposes in chili pepper accessions. *Horticultura brasileira*. 33:066-073.

Souza, J. A. de; Maluf, W.R. (2003). Diallel analyses and estimation of genetic parameters of hot pepper. *Scientia Agricola*, 60:105-113.

Stommel, J.R. and P.W. Bosland. (2005). Pepper Ornamental, *Capsicum annuum*. In N.O. Anderson (ed.). *Flower breeding and genetics: Issues, challenges and opportunities for the 21st century*. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

- Sudré, C.P., Gonçalves, L.S.A., Rodrigues, R., Amaral Júnior, A.T., Riva-Souza, E.M., Bento, C.S. (2010). Genetic variability in domesticated *Capsicum* spp as assessed by morphological and agronomic data in mixed statistical analysis. *Genetics and Molecular Research*, 9(1):283-294.
- Vieira, M.A. (2002). *Uso de polímero hidroabsorvente efeitos sobre a qualidade de substratos hortícolas e crescimento de mudas de pimentão ornamental*. Pelotas: UFPel - FAEM, 2002. Mestrado em Produção Vegetal, UFPel. 113p.
- Vilela, N.J.; Ribeiro, C.S.C; Madail, J.C. (2008). Eficiência técnico-econômica de quatro sistemas de produção de pimentas *Capsicum*. Brasília-DF: *Embrapa Hortaliças*, (Comunicado Técnico).
- Viñals, F.N.; Ortega, R.G.; Garcia, J.C. (1996). *El cultivo de pimientos, chiles y ajíes*. Madri: Mundi-Prensa. 607p.
- Zancanaro, Raquel Daneliczen. (2008). *Pimentas: tipos, utilização na culinária e funções no organismo*. Monografia (Especialização em Gastronomia e Saúde)-Universidade de Brasília, Brasília. 43f.
- Zhang Q; Hu J.; Sheng L.; Li Y. (2010). Simultaneous quantification of capsaicin and dihydrocapsaicin in rat plasma using HPLC coupled with tandem mass spectrometry. *Journal of Chromatography B*, 878:2292–2297.

APÊNDICE



UENF 1626xUENF1623 UENF 1626xUENF1627 UENF 1626xUENF1632 UENF 1626xUENF1750 UENF 1626xUENF2030 UENF 1750xUENF1623



UENF 1750xUENF1627 UENF 1750xUENF1632 UENF 1750xUENF2030 UENF 1627xUENF1623 UENF 1627xUENF1632 UENF 1627xUENF2030



UENF 2030xUENF1623 UENF 2030xUENF1632

Figura 1A. Quatorze híbridos de *Capsicum annuum* obtidos em cruzamento dialélico completo e sem recíproco