

CAPACIDADE COMBINATÓRIA E POTENCIAL AGRONÔMICO DE  
HÍBRIDOS DE *Capsicum baccatum* var. *pendulum* NAS CONDIÇÕES  
DA REGIÃO NORTE FLUMINENSE

**ARTUR MENDES MEDEIROS**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE  
DARCY RIBEIRO - UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
MARÇO – 2012

CAPACIDADE COMBINATÓRIA E POTENCIAL AGRONÔMICO DE  
HÍBRIDOS DE *Capsicum baccatum* var. *pendulum* NAS CONDIÇÕES  
DA REGIÃO NORTE FLUMINENSE

**ARTUR MENDES MEDEIROS**

“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: Prof<sup>a</sup>. Rosana Rodrigues

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
MARÇO – 2012

CAPACIDADE COMBINATÓRIA E POTENCIAL AGRONÔMICO DE  
HÍBRIDOS DE *Capsicum baccatum* var. *pendulum* NAS CONDIÇÕES  
DA REGIÃO NORTE FLUMINENSE

**ARTUR MENDES MEDEIROS**

“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 23 de março de 2012.

Comissão Examinadora:

---

Prof. Antônio Teixeira de Amaral Júnior (D. Sc. Melhoramento vegetal) – UENF

---

Prof. Messias Gonzaga Pereira (Ph.D. Plant Breeding) – UENF

---

Prof. Luiz Orlando Oliveira (Ph.D. Plant Genetics and Breeding) - UFV

---

Prof<sup>a</sup>. Rosana Rodrigues (D. Sc. Produção Vegetal) – UENF  
Orientadora

Aos meus pais Medeiros e Benedita

Aos meus irmãos Alexandre, Aline e Anderson

A meu avô Francisco Medeiros Neto – *in memoriam*

Dedico.

## **AGRADECIMENTO**

A Deus e a Nossa Senhora, por estarem sempre me guiando.

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, pela oportunidade concedida para a realização do curso de pós-graduação em nível de mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (Faperj), pelas bolsas concedidas.

À professora Rosana Rodrigues, pela orientação, atenção, ensinamentos e pelo incentivo na busca de conhecimento.

Aos professores Messias Gonzaga Pereira, Antônio Teixeira do Amaral Júnior, Telma Nair Santana Pereira, Beatriz Ferreira, Gonçalo Apolinário de Souza Filho e Vanildo Silveira, pela grande contribuição para meus conhecimentos durante meu mestrado.

À doutora Cláudia Pombo Sudré, pela amizade e pelos grandes ensinamentos teóricos e práticos que me proporcionou.

Ao professor Luiz Orlando de Oliveira, por ter aberto as portas do seu laboratório para contribuição no meu treinamento.

À doutora Christina Vinson, pelos relevantes conhecimentos de marcadores moleculares que me passou e por ter me recebido em sua casa.

Aos meus orientadores de graduação doutor Kaesel Jackson Damasceno e Silva e professora Regina Lucia Ferreira Gomes que contribuíram para meu ingresso na pós-graduação.

À minha mãe Benedita Mendes e ao meu pai José da Costa Medeiros, pelo esforço que fizeram para que eu obtivesse mais essa vitória, e aos meus irmãos por estarem sempre ao meu lado, incondicionalmente.

Aos meus avós que sempre rezaram por mim.

Aos meus tios e primos, pelo companheirismo, em especial minha tia Dedé Medeiros, tia Vilanir Mendes, tia Verônica Mendes e tios Jorge da Costa Medeiros e Tio Francisco Mendes.

Aos meus velhos amigos Giovanni, Natalino, Ribamar, Luciano, Samara, Fernanda, Josane, Mário e Fábio.

Aos meus novos amigos de universidade e vida, Maurício, Marilene, Hérica, Jardel, Soraia, Cíntia, Leandro, Monique, Denilson, Janeo, Caillet, Bianca, Pedro, Hellen, Thiago, Nonato, Cláudia Roberta, Cláudia Lougon, Márcio, Ozias, Vinícius, Lucas, Alexandre e Armando.

Ao secretário Daniel por sempre nos ajudar com boa vontade.

Ao Jader e ao Antônio Carlos, que foram muito importantes para a condução do meu experimento.

Muito obrigado a todos!

## SUMÁRIO

RESUMO .....	vii
ABSTRACT .....	ix
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	4
2.1. Origem e dispersão geográfica .....	4
2.2. Aspectos Botânicos e Reprodutivos .....	5
2.2.1. Aspectos Botânicos e Reprodutivos de <i>C. baccatum</i> .....	6
2.3. Importância Econômica .....	7
2.4. Uso e valor nutricional .....	8
2.5. Melhoramento de pimentas do gênero <i>Capsicum</i> no Brasil.....	9
2.5.1. Produção de híbridos e heterose em <i>Capsicum</i> .....	10
2.6 Análise dialélica .....	11
3. MATERIAL E MÉTODOS .....	13
3.1 Germoplasma .....	13
3.2 Localização e características das áreas experimentais.....	17
3.3 Avaliação das características agrônômicas .....	17
3.3.1 Condições de cultivo e delineamento experimental.....	17
3.4 Análises dos dados.....	18
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	21
4.1 Características qualitativas .....	21

4.2 Características Quantitativas .....	26
4.3 Análise dialética .....	29
4.4 Heterose .....	38
5. CONCLUSÕES .....	40
6. RESUMO E CONCLUSÕES .....	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44

## RESUMO

MEDEIROS, Artur Mendes; M. Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; março, 2012; Capacidade combinatória e potencial agrônômico de híbridos de *Capsicum baccatum* var. *pendulum* nas condições da região norte fluminense; Orientadora: Rosana Rodrigues; Conselheiros: Antônio Teixeira de Amaral Júnior e Messias Gonzaga Pereira.

A demanda por frutos de pimenta vem crescendo no Brasil, tanto para consumo *in natura* como para uso industrial e farmacológico. O papel do melhoramento de plantas no aumento da produção desses frutos é fundamental, disponibilizando aos produtores rurais cultivares que aliem produtividade e qualidade de frutos. Este trabalho teve como objetivos estimar a Capacidade Geral de Combinação (CGC) de cinco genitores, a Capacidade Específica de Combinação (CEC) e determinar o potencial agrônômico de dez híbridos de pimenta (*C. baccatum* var. *pendulum*) a fim de identificar combinações híbridas promissoras para futuras recomendações aos produtores. Cinco genitores, dez híbridos experimentais e duas testemunhas comerciais foram avaliados em condições de campo, no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições e oito plantas por parcela, na Unidade de Apoio à Pesquisa (UAP) no CCTA, *campus* da UENF. Foram avaliados os seguintes caracteres: hábito de crescimento (HC); diâmetro da copa (DC); altura de planta (AP); dias para florescimento (DPFLOR); dias para frutificação (DPFRUT); forma do fruto (FRF); cor do fruto no estágio

intermediário (CFEI); cor do fruto no estágio maduro (CFEM); comprimento do fruto (CF); diâmetro do fruto (DF); número de lóculos por fruto (NLF); espessura da polpa (ESP); número de frutos por planta (NFP); produtividade (PROD); massa média do fruto (MMF); união com o pedicelo (UNIP); teor de sólidos solúveis totais (TSS); número de sementes por fruto (NSF); massa de 1000 sementes (MMS); e presença de pungência (PP). As características qualitativas foram avaliadas com base nos descritores sugeridos pelo *Bioversity International* (BI). As estimativas das CGC e CEC foram realizadas utilizando o método de análise dialélica de Griffing (1956). Entre as características qualitativas, não foi observada variação apenas para HC e CFEI. Entretanto, houve variação nas características FRF, CFEM, UNIP, NLF, PP. Diferenças altamente significativas foram registradas para todos os caracteres quantitativos estudados, com exceção da MMS. Pelo teste de Scott-Knott, observou-se formação de seis grupos para comprimento de fruto (CF) e diâmetro do fruto (DF), indicando maior variabilidade. Para diâmetro da copa (DC), altura de planta (AP) e produtividade (PROD), apenas dois grupos foram formados, revelando menor variabilidade para esses caracteres. Efeitos gênicos aditivos foram significativos para todos os caracteres estudados, exceto para AP. Com exceção das características DC e AP e TSS, os efeitos gênicos não-aditivos foram altamente significativos para as demais características avaliadas. Maior predominância dos efeitos gênicos aditivos foi observada para as características DC, NFP, MMF, CF, DF e ESP. Os efeitos não-aditivos foram mais importantes para as características AP, DPFLOR, DPFRUT, PROD e TSS. Os híbridos experimentais UENF 1616 X UENF 1624, UENF 1616 X UENF 1732, UENF 1624 X UENF 1629, UENF 1629 X UENF 1732 e UENF 1639 X UENF 1732 podem ser selecionados para etapa posterior de ensaios de valor de cultivo e uso (VCU) com vistas ao registro de nova (s) cultivar (s).

## ABSTRACT

MEDEIROS, Artur Mendes; M. Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; march, 2012; Combining ability and agronomic potential of *Capsicum baccatum* var. *pendulum* hybrids under the conditions northern fluminense region; Adviser: Rosana Rodrigues; Committee members: Antônio Teixeira de Amaral Júnior e Messias Gonzaga Pereira.

The demand for chili pepper fruit has been increasing in Brazil, either for fresh consumption and for industrial and pharmaceutical purposes. The role of plant breeding to increase the production of these fruits is essential, providing cultivars that combine yield and fruit quality. This study aimed to estimate the general combining ability (GCA), specific combining ability (SCA) and to determinate the agronomic potential of ten chili peppers hybrid (*C. baccatum* var. *pendulum*) in order to identify promising hybrid combinations for future recommendations to producers. Five parents, ten experimental hybrids and two commercial genotypes were evaluated under field conditions in a randomized complete block with three replicates and eight plants per plot, at the *Unidade de Apoio à Pesquisa - CCTA/UENF*. The following characters were evaluated: growth habit (GH); canopy diameter (CD); plant height (PH); days for flowering (DF); days for fruiting (DTF); fruit shape (FS); color fruit in the intermediate stage (CFIS); fruit color in maturity (CFM); fruit length (FL); fruit width (FWi); number of locules per fruit (NLF); fruit wall thickness (FWT); number of fruits per plant (NFP); productivity

(PROD); fruit weight (FWe); shape of join pedicel (SJP); total soluble solids (TSS); number of seeds per fruit (NSF); weight of 1000 seeds (WS) and presence of pungency (PP). The qualitative characteristics were evaluated based on the descriptors from Bioversity International (BI). The estimates of GCA and SCA were accomplished using the Griffing's diallel analysis (1956). Among the qualitative characteristics, variation was not observed for GH and CFIS. However, there was variation in other characteristics: FS, CFM, SJP, NLF, PP. Highly significant differences were achieved for all traits, except for WS. By Scott-Knott test, it was observed the formation of six groups for fruit length (FL) and fruit width (FWi), indicating more variability. For canopy diameter (CD), plant height (PH) and productivity (PROD) only two groups were formed, showing low variability for these characters. Additive genetic effects were significant for all traits, except PH. The non-additive genetics effects were significant for all traits evaluated, except for the characteristics, CD, PH and TSS. Predominance of additive genetic effects was observed for the characteristics: CD, NFP, FWe, FL, FWi and FWT. The non-additive effects were more important for the characteristics: PH, DF, DTF, PROD and TSS. The experimental hybrids UENF 1616 X UENF 1624, UENF 1616 X UENF 1732, UENF 1624 X UENF 1629, UENF 1629 X UENF 1732 and UENF 1639 X UENF 1732 were promising for next trials of the value of cultivation and use aiming registration of new cultivars.

## 1. INTRODUÇÃO

Uma ampla reestruturação do agronegócio mundial tem sido registrada desde o ano 2000, impulsionada, principalmente, pelas inovações tecnológicas nas diferentes áreas do conhecimento (Vilela e Macedo, 2000, Gasques et al., 2009; Hoff et al., 2010). No setor agrícola, as pesquisas em genética e melhoramento vegetal proporcionam inovações tecnológicas por intermédio do lançamento de cultivares, com conseqüente aumento de produtividade e da qualidade dos produtos derivados delas (Brasil, 2011). Entre as cultivares melhoradas, considerando-se as hortaliças, observou-se aumento em termos de produtividade da ordem de 62% entre os anos de 1998 a 2008. Esse aumento resultou na participação de 12,8 % das hortaliças no PIB do agronegócio brasileiro, que corresponde a 163,5 bilhões de dólares (Melo et al., 2010; Melo, 2011).

Há demanda por cultivares de hortaliças cada vez mais produtivas e com maior uniformidade e qualidade dos frutos (Vilela e Henz, 2000; Carvalho et al., 2006). Isso vem estimulando a substituição das cultivares do tipo linha pura por híbridos  $F_1$ , pois o efeito heterótico desses híbridos pode ser expresso em caracteres ligados diretamente à produtividade, à qualidade e à uniformidade de frutos, além da resistência a múltiplas doenças (Nascimento et al., 2004; Charlo et al., 2011).

O cultivo de pimentas do gênero *Capsicum*, no Brasil, tem se tornado um importante segmento no setor agrícola devido à crescente demanda do

mercado consumidor (Pinto e Silva, 2006; Sudré et al., 2010). Na busca por cultivares promissoras para atender a demanda do gênero em questão, métodos clássicos de melhoramento vêm sendo utilizados, tais como: seleção massal, *pedigree* ou genealógico, retrocruzamento, seleção recorrente, SSD (*single seed descent*) (Reifschneider et al., 2008; Moreira et al., 2009; Rêgo et al., 2011a). A obtenção de híbridos comerciais em *Capsicum* também é uma alternativa viável e comercialmente atrativa, principalmente quando se trata de caracteres cujos efeitos predominantes são não-aditivos (Rêgo et al., 2011a).

Apesar da ampla variabilidade genética do gênero *Capsicum*, a maioria dos programas de melhoramento, até pouco tempo, concentravam seus estudos na espécie *Capsicum annuum* (Gomide et al., 2003; Galeta e Labuschagne, 2004; Nascimento et al., 2004; Maramba et al., 2009; Syukur et al., 2010). Entretanto, com o crescente interesse comercial nas espécies de pimenta, tanto para uso *in natura* como para fins industriais, registra-se o aumento da demanda por cultivares mais produtivas, adaptadas, resistentes a doenças e com qualidade de frutos. Especificamente para *C. baccatum*, há um aumento na utilização desta espécie na produção de molhos e pimenta do tipo “calabresa”, a qual é desidratada em flocos com sementes (Mandail et al., 2005; Carvalho et al., 2009).

Porém, há na literatura um número reduzido de pesquisas realizadas com *C. baccatum* var. *pendulum*, principalmente no que diz respeito à genética e melhoramento. Entre os poucos trabalhos, citam-se o de caracterização da diversidade fenotípica (Rêgo et al., 2011b) e os estudos com análise dialélica de Griffing (Rêgo et al., 2009) e de Hayman (Gonçalves et al., 2011).

Desde 1998, a UENF desenvolve um programa de melhoramento de *Capsicum*, objetivando produzir cultivares com resistência à mancha-bacteriana (Costa et al., 2002; Riva et al., 2007), ao *Pepper yellow mosaic virus* (Bento et al., 2009; Gonçalves, 2010) e a *Colletotrichum gloeosporioides* (Silva et al., 2011). Dentro desse programa, a partir de 2008, foram iniciadas ações específicas para o melhoramento de *Capsicum baccatum* var. *pendulum*, com o intuito de desenvolver híbridos e linhas puras com potencial de recomendação aos produtores de hortaliças do estado do Rio de Janeiro.

Este trabalho teve como objetivos: 1) Determinar a Capacidade Geral de Combinação (CGC) de cinco genitores e a Capacidade Específica de

Combinação (CEC) de dez híbridos de *C. baccatum* var. *pendulum*; 2) Determinar o potencial agrônômico desses híbridos, considerando os aspectos de produção e qualidade de frutos; e 3) Selecionar os híbridos mais promissores para etapa posterior de ensaios de valor de cultivo e uso (VCU) com vistas ao registro de nova(s) cultivar(es).

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Origem e dispersão geográfica

As pimentas pertencentes ao gênero *Capsicum* são originárias do continente americano (Moscone et al., 2007). Evidências arqueológicas indicam que algumas espécies já estavam sendo cultivadas em algumas partes da América do Sul e Central entre 7000 e 5000 anos a.C. (Pozzobon et al., 2006). Fósseis de frutos, sementes, pedúnculos e pólen de espécies do gênero em questão foram encontrados em sete sítios arqueológicos no Arquipélago das Bahamas e na América do Sul Andina. Esses fósseis datam de 6000 anos (Perry et al., 2007).

A dispersão dessas plantas nativas da América para novas áreas foi feita pelos navegadores portugueses e pelos povos que eram transportados em suas embarcações. As rotas de navegação no período 1492-1600 permitiram que as espécies pungentes e doces de pimentas viajassem o mundo. As pimentas do gênero *Capsicum* foram então introduzidas na África, na Europa e, posteriormente, na Ásia (Reifschneider et al., 2008). Outra forma de disseminação registrada foi feita por pássaros, que, ao voarem de um local para outro, dispersavam as sementes em novas áreas (Tewksbury e Nabhan, 2001) denominadas de centros secundários. O Sudeste e o Centro da Europa, África e Ásia são considerados centros secundários de *Capsicum* (Reifschneider et al., 2008). O Brasil também é centro secundário de diversidade das espécies domesticadas deste gênero, exceto para *C. pubescens*. Por deter grande número

de táxons, o estado do Rio de Janeiro (Brasil) também é considerado centro secundário (Bianchetti, 1996).

## 2.2. Aspectos Botânicos e Reprodutivos

As espécies do gênero *Capsicum* são pertencentes à Divisão Spermatophyta, Filo Angiospermae, Classe Dicotyledoneae, Ordem Solanales e Família Solanaceae (Andrews, 1995). Esse gênero é composto por 31 táxons (espécies e suas variedades) confirmados e cinco em vias de serem classificados. No entanto, apenas cinco desses táxons são domesticados: *Capsicum annuum* L., *Capsicum baccatum* L., *Capsicum chinense* Jacq., *Capsicum frutescens* L. e *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. (Bianchetti, 1996; Moscone et al., 2007).

As espécies de *Capsicum* são arbustivas, com caule semilenhoso, que pode ultrapassar 1,0m de altura. Apesar de perenes, são cultivadas como plantas herbáceas anuais. Além disso, possuem grande variabilidade quanto às suas principais características morfológicas, como formato, tamanho, cor e posição de flores e frutos, entre outras (Filgueira, 2008).

As flores típicas são hermafroditas, ou seja, a mesma flor produz gametas masculinos e femininos. Devido a isso, as espécies do gênero *Capsicum* são, preferencialmente, autógamas, o que facilita a sua reprodução, embora a polinização cruzada, por intermédio de abelhas e outros insetos, também possa ocorrer entre indivíduos dentro da mesma espécie e entre espécies do mesmo gênero (Carvalho e Bianchetti, 2004; Filgueira, 2008).

O fruto é uma baga, de estrutura oca e forma lembrando uma cápsula. A grande variabilidade morfológica dos frutos é destacada pelas múltiplas formas, tamanhos, colorações e pungências. A coloração dos frutos maduros, geralmente, é vermelha, mas pode variar desde o amarelo-leitoso, amarelo-forte, alaranjado, salmão, vermelho, roxo até preto. O formato varia entre as espécies e dentro delas, existindo frutos alongados, arredondados, triangulares ou cônicos, campanulados, quadrados ou retangulares (Carvalho e Bianchetti, 2004).

Estudos em *Capsicum* têm demonstrado que as espécies do gênero são diploides com  $2n=2x=24$  ou  $2n=2x=26$ . Entre as espécies com  $2n=24$ , estão *Capsicum chacoense*, *C. parvifolium*, *C. galapagoense*, *C. annuum* (variedades *glabriusculum* e *annuum*), *C. chinense*, *C. frutescens*, *C. baccatum* (variedades *baccatum*, *pendulum* e *umbilicatum*), *C. praetermissum*, *C. eximium*, *C. cardenasii*,

*C. pubescens*, *C. tovarii* e *C. flexuosum*. Já as espécies com  $2n=26$  são *C. mirabile*, *C. schottianum*, *C. pereirae*, *C. campylopodium*, *C. recurvatum*, *C. villosum* e *C. rhomboideum* (Moscone et al., 2007).

As espécies de pimenta possuem pungência, característica marcante do gênero *Capsicum*. Esta pungência é atribuída a substâncias alcaloides, mais especificamente a dois capsaicinóides: a capsaicina e di-hidrocapsaicina. A pungência pode ser estudada pelo método organoléptico Unidades de Calor Scoville (“Scoville Heat Units – SHU”) (Scoville, 1912 citado por Rodríguez-burruezo et al., 2010) e pelo método qualitativo descrito por Derera (2000). Já os capsaicinóides podem ser analisados por *High Performance Liquid Chromatography*, HPLC. O método de espectrofotometria também é utilizado para tal fim, pois estudos demonstram que os resultados obtidos por este método são altamente correlacionados com os obtidos por HPLC ( $r = 0,93$ ) (Perucka et al., 2000).

As espécies do gênero *Capsicum* podem ser classificadas tomando por base a capacidade de hibridação entre elas. Estudos relatam que cruzamentos entre espécies de complexos gênicos diferentes possuem diferentes níveis em termos de compatibilidade: compatibilidade bilateral e incompatibilidade unilateral (Onus e Pickersgill, 2004). Mais recentemente, Monteiro et al. (2011), trabalhando com caracterização reprodutiva de híbridos interespecíficos obtidos entre espécies de *Capsicum*, constataram diferentes graus de hibridação, variando desde combinações férteis (*C. chinense* x *C. frutescens* e *C. annum* x *C. baccatum*) a combinações macho estéreis.

### **2.2.1. Aspectos Botânicos e Reprodutivos de *C. baccatum***

A espécie *C. baccatum* conhecida popularmente por “aji” em países como Peru, é classificada em duas variedades botânicas com base em diferenças morfológicas. Essas variedades botânicas são conhecidas como *C. baccatum* var. *pendulum* (no Brasil, representadas pelas chamadas ‘Dedo-de-moça’ e ‘Cambuci’) e *C. baccatum* var. *baccatum* (‘Cumari’) (Eshbaugh, 1970; Carvalho et al., 2006)

Tais variedades botânicas diferem em relação à característica número de flores por nó: a variedade *C. baccatum* var. *pendulum* apresenta uma flor por nó, enquanto *C. baccatum* var. *baccatum* pode apresentar uma a duas flores por nó.

Em relação à cor da corola, a variedade *C. baccatum* var. *pendulum* possui corola branca e um par de manchas amareladas ou esverdeadas na base de cada lobo das pétalas. Por sua vez, a variedade *C. baccatum* var. *baccatum* tem flores brancas com manchas esverdeadas nas bases. Para as duas variedades, as anteras são amarelas, os cálices dos frutos maduros são evidentemente dentados e não possuem constrição anelar na junção do pedicelo (Pickersgill, 1986; Carvalho e Bianchetti, 2004; Carvalho et al., 2006).

A pimenta dedo-de-moça também conhecida como chifre-de-veado, pimenta vermelha ou calabresa é uma das pimentas mais consumidas no Brasil, principalmente nas regiões Sul e Sudeste. Seus frutos são alongados, vermelhos quando maduros, medindo cerca de 7,5cm de comprimento por 1cm a 1,5cm de largura, com pungência suave a mediana (Carvalho et al., 2006).

A pimenta cambuci ou chapéu-de-frade é de fácil identificação devido ao peculiar formato campanulado dos seus frutos, de tamanho mediano, com cerca de 4cm de comprimento e 7cm de largura. Em virtude da ausência de pungência, ela é considerada pimenta doce (Carvalho et al., 2006).

A forma semidomesticada *C. baccatum* L. var. *baccatum* é representada pela pimenta cumari. Ela é também conhecida como cumari-verdadeira, pimenta-passarinho, cumari-miúda, comari ou pimentinho, possui frutos pequenos, eretos, de formato arredondado com cerca de 0,5 cm de diâmetro, ou ovalado com 0,6 a 0,7 cm de comprimento e 0,5 cm de diâmetro. Possui aroma suave, pungência elevada e é utilizada em conservas (Carvalho et al., 2006).

### **2.3. Importância Econômica**

Aproximadamente 62% da área cultivada com pimentas e pimentões se concentra no Continente Asiático, com produção de 18.021.978 toneladas. A segunda região mais importante é o continente Africano com 19% do total plantado e produção de 2.684.451 toneladas. Os 19% restantes da área cultivada estão na Europa, América e Oceania. Em relação à produtividade, a Europa e Oceania, com produtividades de 23,42 t/ha e 20,67 t/ha, respectivamente, são considerados os continentes com maiores rendimentos (FAO, 2010).

O mercado brasileiro de pimentas do gênero *Capsicum* é marcado pela informalidade e, conseqüentemente, há carência de estatísticas regulares sobre quais tipos são mais comercializados e quais as principais regiões produtoras

(Luz et al., 2006). Entretanto, estima-se que o cultivo de pimenta ocorra em todas as regiões brasileiras, especialmente, no Nordeste e no Sudeste, tendo como principais estados produtores São Paulo, Ceará, Pará, Amazonas e Bahia (IBGE, 2006).

O cultivo de pimenta no Brasil é de grande importância, tanto por suas características de rentabilidade, principalmente quando há agregação de valor ao produto, quanto por sua importância social, por empregar elevado número de mão de obra, principalmente na época da colheita e processamento. Além disso, incentiva a agricultura familiar como alternativa de diversificação da produção, aumentando a fonte de renda, o que, por sua vez, contribui para a redução do êxodo rural (Vilela, 2004; Pinto e Silva, 2006; Reifschneider et al., 2008).

Por outro lado, em geral, empresas de porte médio comercializam conservas, molhos, geleias, conservas ornamentais em supermercados, lojas de conveniência e de produtos importados e até em lojas de decoração. Grandes empresas exportam a pimenta na forma desidratada, páprica, pasta e conservas ornamentais (Pinto e Silva, 2006).

Outro aspecto importante a ser abordado no agronegócio da pimenta é a realização de pesquisa de mercado do potencial comercial da espécie que se deseja produzir, pois estudos demonstram que este potencial pode variar para cada região. Por exemplo, levantamento realizado por Barbosa et al. (2002) sobre as pimentas do gênero *Capsicum* cultivadas no Estado de Roraima constatou que as pimentas denominadas “de cheiro” (*Capsicum chinense*), possuidoras de baixa a média pungência, foram as de maior potencial comercial entre todos os morfotipos locais.

Entre as espécies do gênero *Capsicum*, a demanda pela pimenta “dedo-de-moça” (*C. baccatum*), ultimamente, vem crescendo no mercado europeu (Rodríguez-Burruezo et al., 2009). No Brasil, ela vem se tornando uma das pimentas mais consumidas, principalmente nas regiões Sul e Sudeste (Carvalho et al., 2003).

#### **2.4. Uso e valor nutricional**

As pimentas são relevantes para a culinária mundial, sendo consumidas, principalmente, sob a forma fresca (*in natura*). No entanto, esta situação vem se modificando com a abertura de novos nichos de mercado, tais como as indústrias

alimentícia, médica e cosmética, as quais proporcionam maior valor agregado (Yamamoto e Nawata, 2005; Carvalho et al., 2006).

Na indústria alimentícia, as pimentas são processadas e convertidas para uso em molhos, conservas, geleias, bombons, embutidos (salames, salsichas e linguiças), massas, biscoitos, patês, “ketchup” e maionese. Na área médica, a pimenta é utilizada na composição de pomadas para tratamento de artrite e artrose e no chamado emplastro poroso Sabiá® para aliviar dores musculares (Carvalho et al., 2006). Ainda na área médica, como fármaco, sugere-se, como possibilidade futura, a aplicação de capsaicinóides da pimenta na prevenção de cáries dentárias (Santos et al., 2011).

Outra forma de uso das pimentas do gênero *Capsicum* é como planta ornamental, por apresentarem caracteres que conferem valor estético, por serem de fácil cultivo e de grande durabilidade (Neitzke et al., 2010)

Os frutos de *Capsicum* são fontes de componentes químicos com valor nutricional, como vitaminas, fibras e sais minerais, que, quando em proporções adequadas na dieta, podem assegurar a manutenção de funções vitais do organismo humano (Reifschneider et al., 2008).

## **2.5. Melhoramento de pimentas do gênero *Capsicum* no Brasil**

O gênero *Capsicum* tem sido foco de programas de melhoramento há várias décadas no Brasil. Entre esses programas, os conduzidos por instituições públicas são responsáveis por grande parte dos genótipos utilizados até a década de 1980. Entre esses genótipos, estão as cultivares da série Agrônomo desenvolvidas sob a liderança do Dr. Hiroshi Nagai, do Instituto Agrônomo de Campinas (Ribeiro e Cruz, 2002).

Nos programas de melhoramento de *Capsicum*, são utilizados diversos métodos. A escolha de um deles se baseia em fatores como sistemas reprodutivos, herança genética da característica, objetivos do programa e variabilidade da população base (Allard, 1971; Reifschneider et al., 2008; Rêgo, 2011a). Com base em tais fatores, no gênero *Capsicum*, os métodos clássicos de melhoramento utilizados são: seleção massal, *pedigree* ou genealógico, retrocruzamento, seleção recorrente e SSD (*single seed descent*) (Reifschneider et al., 2008; Rêgo et al., 2011). Utilizando esses métodos, algumas cultivares foram lançadas. Como exemplo, são citadas a cultivar BRS Mari (*Capsicum*

*baccatum var. pendulum*), desenvolvida pela Embrapa Hortaliças após seis ciclos de seleção massal (Carvalho et al., 2009), e as cultivares Boyra Habanero Vermelha (*Capsicum chinense*) e Guaraciaba Jalapeño (*Capsicum frutescens*), lançadas pela empresa ISLA (ISLA, 2010).

Outros programas em andamento se mostram promissores, como o conduzido na Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro que vem objetivando produzir cultivares produtivas e com resistência a doenças como mancha-bacteriana, *Pepper yellow mosaic virus* e *Colletotrichum gloeosporioides* (Costa et al., 2002; Riva et al., 2007; Bento et al., 2009; Moreira et al., 2009; Gonçalves et al., 2011; Silva et al., 2011).

Alternativamente aos métodos clássicos, quando se trata de caracteres cujos efeitos predominantes são não-aditivos, a obtenção de híbridos também é uma boa estratégia para explorar a variabilidade da espécie trabalhada (Rêgo et al., 2011a). A ênfase na obtenção de híbridos  $F_1$  no melhoramento visa a uma série de vantagens como produtividade e qualidade, precocidade, resistência a doenças e pragas, uniformidade, entre outras características que eles podem proporcionar (Peixoto et al., 2001).

### **2.5.1. Produção de híbridos e heterose em *Capsicum***

O sucesso do desempenho de um híbrido está na sua heterose, que é a manifestação do vigor para caracteres de interesse na geração  $F_1$ , em comparação com os genitores (Maluf et al., 2007). Entretanto, do ponto de vista aplicado, a heterose pode ser medida também em relação a genótipo superior (heterobeliose) (Borém, 2009).

A manifestação do vigor híbrido pode ser observada na área foliar, no desenvolvimento do sistema radicular, na altura de planta, na produtividade, na taxa fotossintética, no metabolismo celular, no tamanho da célula, no tamanho do fruto, na cor do fruto e na precocidade, entre outros (Borém, 2009). Esses benefícios da heterose há muito tempo são explorados, todavia, ainda não se conseguiu elucidar completamente sua base genética (Hallauer et al., 2010). As hipóteses que tentam explicar a heterose são a de dominância (parcial ou completa) e a de sobredominância (atribuída ao fato de o valor do heterozigoto ser maior que o do homozigoto), sendo que elas tentam explicar a heterose, respectivamente, pelo acúmulo de alelos dominantes favoráveis em diferentes *loci*

e por uma interação entre diferentes alelos de maneira que o resultado final favoreça a condição heterozigota (Allard, 1971; Hallauer et al., 2010).

Nos programas de melhoramento vegetal que visam à exploração de híbridos e, conseqüentemente, da heterose, é de suma importância a presença de divergência genética entre os genótipos por proporcionar um aumento na probabilidade de serem encontradas combinações híbridas promissoras na geração  $F_1$ . Entretanto, além da divergência genética, para exploração da heterose é necessário também que os genótipos componentes do programa tenham bons desempenhos “*per se*” e que se complementem bem (Bueno, 2004). Falconer (1987) associa divergência genética com heterose, multiplicando a diferença da frequência alélica entre dois genitores pelo desvio da dominância do caráter sob análise. O efeito conjunto de todos os locos é obtido pela soma das contribuições separadas de cada um deles.

Estudos em *Capsicum* demonstram que tem sido possível explorar a heterose nesse gênero. Gomide et al. (2003), ao avaliarem híbridos experimentais de *Capsicum annuum*, obtiveram estimativas de heterose promissoras para produção total e massa média de fruto. Nascimento et al. (2011), estudando 15 híbridos produzidos por intermédio de cruzamentos dialélicos entre seis genitores de *Capsicum annuum*, também verificaram estimativas de heterose promissoras, no entanto, neste caso, para caracteres de qualidade dos frutos. Em pimentas da espécie *Capsicum baccatum* var. *pendulum*, Rodrigues et al. (2012) também constataram valores interessantes de estimativas de heterose.

## 2.6. Análise dialélica

A identificação de linhagens parentais com boa capacidade combinatória pode ser feita utilizando os métodos de análise dialélicas (Nascimento et al., 2004; Cruz et al., 2004) que promovem estimativas de parâmetros úteis na seleção de genitores para hibridação e no entendimento dos efeitos genéticos envolvidos na determinação dos caracteres (Cruz et al., 2004).

Entre os métodos utilizados, citam-se o método proposto por Griffing (1956), pelo qual são estimados os efeitos e as somas de quadrados de efeitos da capacidade geral (CGC) e capacidade de combinação específica (CEC); o método de Gardner e Eberhart (1966), no qual são avaliados os efeitos de variedades e heterose varietal; e o método proposto por Hayman (1954), que

presta informações sobre o mecanismo básico de herança do caráter em estudo, dos valores genéticos dos genitores utilizados e do limite de seleção (Cruz et al., 2004).

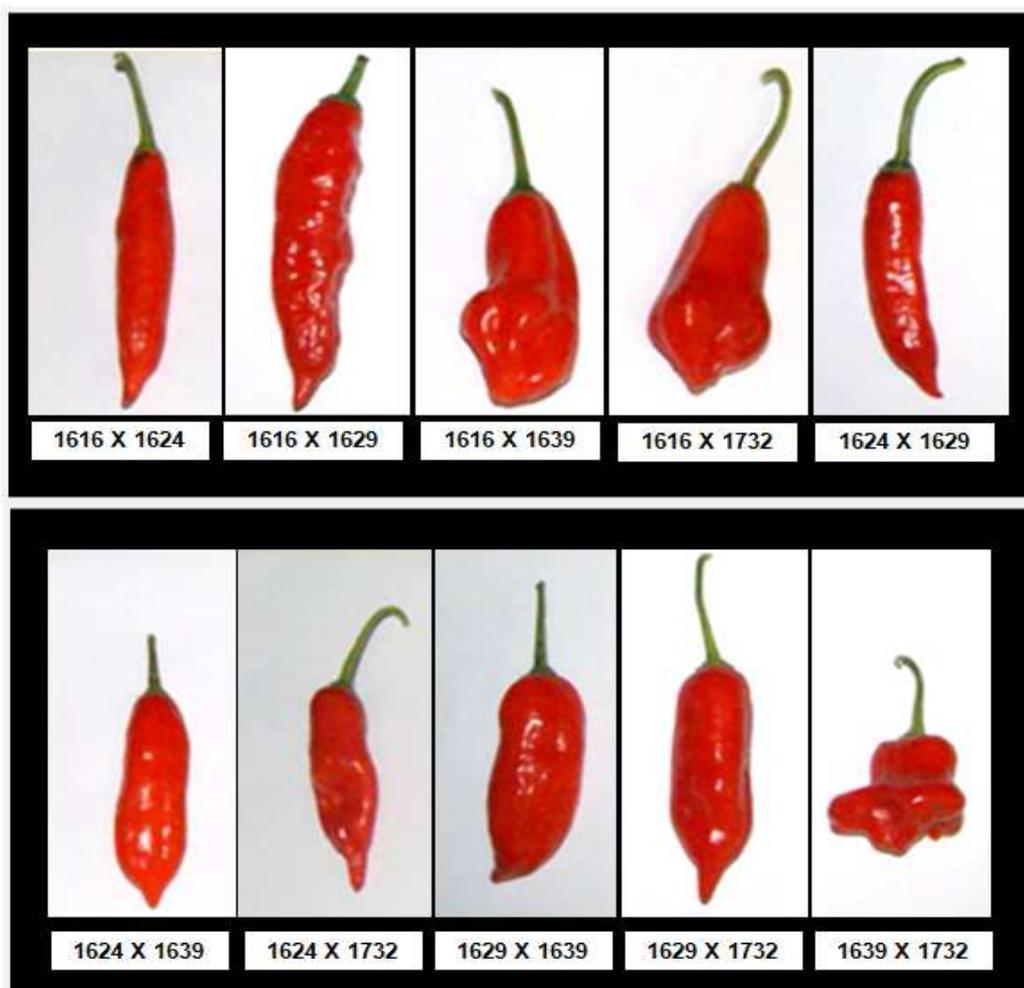
A CGC de uma linha é o valor médio do desempenho do híbrido  $F_1$  nos cruzamentos com outras linhas. Já CEC é o desvio do desempenho de um cruzamento particular da média da CGC (Falconer, 1987). A primeira está relacionada aos efeitos gênicos aditivos, e a segunda, aos efeitos gênicos não-aditivos. O conhecimento antecipado de uma boa combinação de linhagens que dará origem a um híbrido  $F_1$  superior é fundamental para diminuir o trabalho e o custo de um programa de melhoramento (Maluf et al., 1999).

No gênero *Capsicum*, os estudos envolvendo métodos dialélicos, até pouco tempo, concentravam-se na espécie *Capsicum annuum* (Nascimento et al., 2004; Gomide et al., 2003). No entanto, estudos com cruzamentos dialélicos vêm sendo feitos para pimenta, como, por exemplo, o trabalho de Rêgo et al. (2009) em que foram avaliados 56 híbridos de *C. baccatum* utilizando a análise dialélica de Griffing e o trabalho de Gonçalves et al. (2011) em que foi estudada a herança de caracteres relacionados à produção de frutos em *Capsicum baccatum* var. *pendulum* com base em análise dialélica de Hayman.

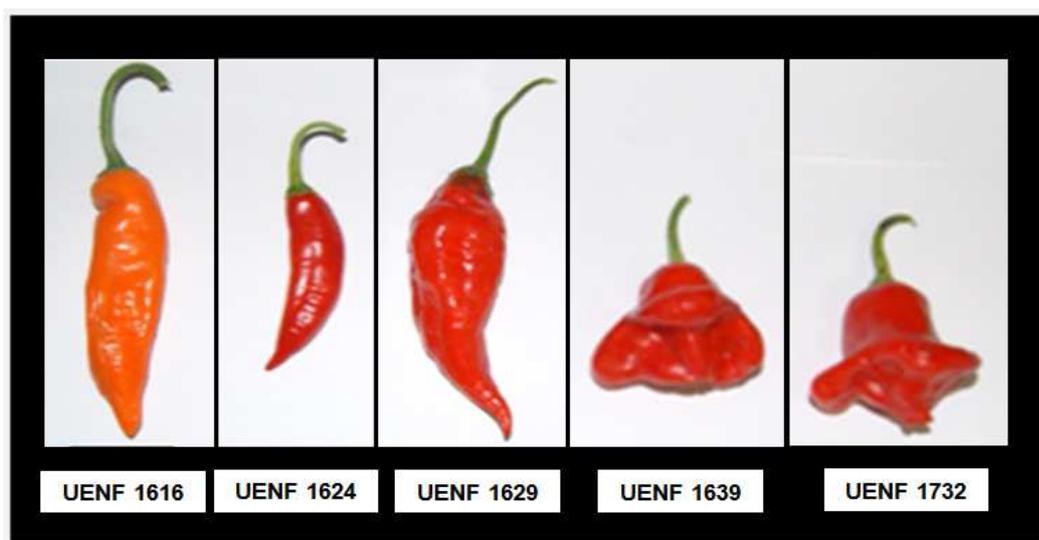
### 3. MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Germoplasma

Os híbridos de *Capsicum baccatum* var. *pendulum* (Figura 1) foram produzidos por cruzamentos dialélicos obtidos por Gonçalves (2010), sem recíprocos, feitos entre os acessos UENF 1616, UENF 1624, UENF 1629, UENF 1639 e UENF 1732 (Figura 2), caracterizados por Moura et al. (2010) e avaliados para resistência ao *Pepper yellow mosaic virus* por Bento et al. (2009) (Tabela 1).



**Figura 1:** Coloração e formatos observados em dez híbridos de *Capsicum baccatum* var. *pendulum*.



**Figura 2:** Coloração e formatos observados para cinco genitores de *Capsicum baccatum* var. *Pendulum*

**Tabela 1** - Características morfoagronômicas e resistência ao *Pepper yellow mosaic virus* (PepYMV) de cinco acessos de *Capsicum baccatum* var. *pendulum*.

Nº	Procedência	Hábito de	Cor do fruto	Formato do	Pungência	Resistência ao
UENF		Crescimento	Maduro	Fruto		PepYMV <sup>1</sup>
1616	Viçosa, MG	Intermediário	Alaranjado	Alongado	Presente	S
1624	Campos, RJ	Ereto	Vermelho	Alongado	Presente	R
1629	Campos, RJ	Intermediário	Vermelho	Alongado	Ausente	S
1639	Feltrin	Intermediário	Vermelho	Acampanulado	Ausente	S
1732	Campos, RJ	Intermediário	Vermelho	Acampanulado	Presente	R

Fonte: Bento (2007), Bento (2009) e Gonçalves (2010) / <sup>1/</sup> R = resistência; e S = Suscetibilidade

**Tabela 2:** Características agrônômicas de duas testemunhas comerciais de *Capsicum frutescens*, cultivadas na UAP/UENF, 2011. Campos dos Goytacazes, RJ.

Híbridos Comerciais	Procedência	Ciclo (dias)	Coloração	Presença de Pungência	Resistência a Doenças
Guaraciaba	ISLA	90	Vermelha	Moderada	Tolerância à antracnose
Ibirajá	ISLA	90	Vermelha	Moderada	Tolerância à antracnose

Duas testemunhas comerciais ('Guaraciaba' e 'Ibirajá') foram utilizadas para fins comparativos, sendo elas dois híbridos de *Capsicum frutescens* adquiridos da empresa ISLA sementes (Tabela 2). Esses híbridos foram utilizados, pois apesar de existirem híbridos de *Capsicum baccatum* registrados no Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (Mapa), sementes dessas cultivares não se encontravam disponíveis para comercialização na época da instalação do experimento.

### **3.2 Localização e características das áreas experimentais**

O experimento foi conduzido em campo na Unidade de Apoio à Pesquisa no CCTA, *campus* da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, localizada em Campos dos Goytacazes, RJ, latitude de 21°44'22.0" Sul e longitude de 41°12'26.2" Oeste (UPEA, 2012).

### **3.3 Avaliação das características agronômicas**

#### **3.3.1 Condições de cultivo e delineamento experimental**

Para obtenção das mudas, os genótipos foram semeados em bandejas de isopor de 128 células em substrato organovegetal comercial vivatto®. Foram semeadas três sementes por célula, com posterior desbaste, deixando-se apenas uma plântula por célula. Após aparecimento de dois pares de folhas definitivas, as mudas foram repicadas para copos de plásticos de 500mL e, após 20 dias, transplantadas para o campo.

Os dez híbridos experimentais, os cinco genitores e as duas testemunhas comerciais foram avaliados em experimento conduzido em blocos ao acaso com três repetições e oito plantas por parcela. O espaçamento entre fileiras e entre plantas na fileira foi de 1,2m e 1,0m, respectivamente. Cada parcela experimental foi constituída de duas fileiras de 4,0m de comprimento, com um total de oito plantas. Foram transplantadas duas plantas por cova. Aos 15 dias após transplante, foram feitos o desbaste e a compensação das falhas.

A adubação foi baseada em análise de solo e no Manual de Adubação para o estado do Rio de Janeiro (De Polli et al., 1988), e os demais tratamentos culturais (capinas, tutoramento, irrigação) foram feitos conforme as recomendações de manejo usual do cultivo para a cultura (Filgueira, 2008)

.As seguintes características agrônômicas foram avaliadas com base nos descritores propostos para o gênero *Capsicum* (IPGRI, 1995).

**Descritores qualitativos:**

**Hábito de crescimento (HC)** – Determinado quando 50% das plantas da parcela tinham frutos maduros (3= prostrado, 5= intermediário ou compacto, 7= ereto, e 9= outro).

**Forma do fruto (FRF)** - Observada em dez frutos de todas as plantas da parcela (1= alongado, 2= redondo, 3= triangular, 4= campanulado, 5= quadrado, 6= pitanga, 7= oval e 8= sino),

**Cor do fruto no estágio intermediário (CFEI)** - Dez frutos de todas as plantas da parcela foram classificados pela última graduação de cor antes da fase madura.

**Cor do fruto no estágio maduro (CFEM)** – Foi observada em dez frutos de todas as plantas da parcela quanto estavam em estágio maduro.

**Número de lóculos por fruto (NLF)** – Foi observado cortando-se transversalmente o fruto, utilizando-se a média de dez frutos por planta da parcela.

**União com o pedicelo (UNIP)** – Observado em dez frutos maduros por planta da parcela.

**Presença de Pungência (PP)** – Os frutos verdes foram coletados e submetidos a uma análise qualitativa que determinou a presença ou ausência da pungência pela reação de substâncias presentes na placenta com o vanadato de amônio, conforme descrito por Derera (2000), modificado por Riva (2006).

**Descritores quantitativos:**

**Diâmetro da copa (DC)** - Mensurado com trena metálica no maior diâmetro da copa em cm quando 50% das plantas da parcela tinham frutos maduros.

**Altura de planta (AP)** – Mensurada com trena metálica na maior altura da planta em cm quando 50% das plantas da parcela tinham frutos maduros.

**Dias para florescimento (DPFLOR)** – Número de dias do transplântio até 50% das plantas conterem pelo menos uma flor aberta.

**Dias para frutificação (DPFRUT)** – Número de dias do transplântio até 50% das plantas da parcela conterem frutos maduros na primeira e/ou segunda bifurcação.

**Comprimento do fruto (CF)** – Mensurado no maior comprimento, em cm, no fruto maduro, utilizando paquímetro digital. Média de dez frutos por planta da parcela.

**Diâmetro do fruto (DF)** – Mensurado na maior largura, em cm, no fruto maduro, utilizando paquímetro digital. Média de dez frutos por planta da parcela.

**Número de frutos por planta (NFP)** – Somatório do número de frutos obtidos em todas as colheitas realizadas.

**Produtividade (PROD)** – Em t/ha, estimada com base na produtividade da parcela.

**Massa média do fruto (MMF)** – Peso médio em gramas, utilizando-se a razão entre o peso total de frutos por planta e o número de frutos por planta.

**Espessura da polpa (ESP)** - Mensurado em cm, no fruto maduro, utilizando paquímetro digital. Média de dez frutos por planta da parcela.

**Teor de sólidos solúveis totais (TSS)** – Em °Brix, utilizando refratômetro digital. Utilizou-se a média de cinco frutos de quatro plantas da parcela.

**Número de sementes por fruto (NSF)** – Obtido pela contagem do número total de sementes por fruto, utilizando-se a média de dez frutos por planta da parcela.

**Massa de 1000 sementes (MMS)** – Foram contadas e pesadas em balança analítica aproximadamente 250 sementes oriundas de mais de um fruto, calculando-se o peso equivalente para 1000 sementes em gramas.

### 3.4 Análises dos dados

#### Análise de variância e análise dialélica

As características quantitativas foram submetidas à análise de variância para verificar significância pelo teste F. Posteriormente, foram realizados os testes de agrupamento de médias de Scott-Knott (1974) e de classificação de médias de Tukey. A análise dialélica foi efetuada, utilizando-se o método 2 de Griffing (1956), no qual são incluídos os genótipos e o conjunto de híbridos  $F_1$ , em que se supõe serem os genótipos de efeito fixo e apenas o erro experimental de efeito aleatório. Nesse modelo, todas as conclusões devem ser limitadas aos genótipos em estudo no presente trabalho.

O modelo estatístico da análise dialélica com base na média das repetições tem os seguintes efeitos:

$$Y_{ij} = m + g_i + g_j + s_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Em que:

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

$m$  = efeito médio de todos os tratamentos;

$g_i$  = efeito da CGC do progenitor  $i$ , correspondente ao desvio de seu desempenho médio em combinações híbridas;

$g_j$  = efeito da CGC do progenitor  $j$ ;

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

$\varepsilon_{ij}$  = erro experimental médio associado às médias da tabela dialélica.

Para estimativa dos efeitos e das somas de quadrados dos efeitos, foi necessário adotar as repetições abaixo, já que esses parâmetros seriam obtidos do modelo linear  $y = X\beta + \varepsilon$ , no qual a matriz  $X$  não é de posto-coluna completo.

$$\sum_i g_i = 0 \text{ e } s_{ij} + \sum_i s_{ij} = 0$$

Considerando-se essa restrição, os estimadores dos efeitos são descritos a seguir (Cruz et al., 2004);

$$m = \frac{2}{p(p+1)} Y_{..}$$

$$g_i = \frac{1}{p+2} \left[ Y_{ii} + Y_{i.} - \frac{2}{p} Y_{..} \right]$$

$$s_{ij} = Y_{ij} - \frac{1}{p+2} [Y_{ii} + Y_{ij} + Y_{i.} + Y_{.j}] + \frac{2}{(p+1)(p+2)} Y_{..}$$

A Tabela 3 mostra o esquema de análise de variância para CGC e CEC, com as respectivas esperanças de quadrados médios para o método 2, de Griffing (1956).

**Tabela 3** - Esquema da análise de variância para CGC e CEC, segundo a metodologia de Griffing (1956), método 2, modelo 1.

FV	GL	SQ	QM	F	E(QM)
<b>CGC</b>	p- 1	Sg	QMG	QMG/QMR	$\sigma^2 + (p+2)\theta_g$
<b>CEC</b>	p(p- 1)/ 2	Ss	QMS	QMS/QMR	$\sigma^2 + \theta_s$
<b>Resíduo</b>	F	Sr	QMR		$\sigma^2$

em que:

f = (b- 1)(g- 1), que corresponde ao número de graus de liberdade do resíduo da análise preliminar;

$$Sg = SQ(g_i) = SQ (CGC) = \frac{1}{p+2} \left[ \sum (Y_{i.} + Y_{.i})^2 - \frac{4}{p} Y^2_{..} \right];$$

$$Ss = SQ (S_{ij}) = SQ (CEC) = \sum \sum_{i \leq j} Y_{ij}^2 - \frac{1}{p+2} \sum (Y_{.i} + Y_{i.})^2 + \frac{2}{(p+1)(p+2)} Y^2_{..}$$

$$\theta_g = \frac{1}{p-1} \sum g_i^2$$

$$\theta_s = \frac{2}{p(p-1)} \sum \sum_{i \leq j} S_{ij}^2$$

**Cálculo da heterose** (Fehr, 1987)

$$H = F_1 - \frac{P_1 + P_2}{2}$$

em que:

H = valor da Heterose em relação aos genitores;

F<sub>1</sub> = média da geração F<sub>1</sub>; e

P<sub>1</sub> e P<sub>2</sub> = genótipos parentais.

Todas as análises genético-estatísticas foram realizadas pelo programa GENES (Cruz, 2006).

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Características qualitativas

Houve variação entre os genótipos testados para FRF, CFEM, UNIP, NLF e PP, enquanto ausência de variabilidade foi observada apenas para HC e CFEI (Tabela 4). O hábito de crescimento foi definido como intermediário, com base nos descritores do IPGRI (1995), tanto nos genitores quanto nos híbridos experimentais e comerciais (Figura 3). A caracterização do hábito de crescimento é importante, sobretudo, do ponto de vista do manejo das plantas, como a diferença do espaçamento entre plantas dentro e entre linhas de plantio, bem como interfere na competição entre plantas causada pelo autossombreamento (Silva et al., 2010). O genitor UENF 1639 também foi caracterizado como tendo HC do tipo intermediário por Moura et al. (2010). A herança do HC tem sido descrita como de ação conjunta de vários genes, cada um contribuindo com pequeno efeito individual (Gottlieb, 1986).

Todos os genótipos testados produziram frutos de cor alaranjada no estágio imaturo (Figura 4 A), porém, na fase madura, houve variabilidade para cor do fruto, tendo sido a cor vermelha predominante na maioria dos genótipos, exceto para o genitor UENF 1616 (cor amarelo-laranja) e para o híbrido comercial 'Ibirajá' (vermelho-escura) (Figura 4 B). A cor vermelha foi observada nos frutos maduros de todos os híbridos experimentais. Como estes frutos são derivados de pelo menos um genitor de coloração vermelha, tais resultados podem ser justificados, sugerindo que a cor vermelha de frutos em *Capsicum* seja condicionada, principalmente, pela presença do alelo dominante  $y^+$ , apesar de

estudos indicarem intervenção de pelo menos mais três *loci*: *c-1*, *c-2* (*carotene pigment inhibitors*) e *cl* (*chlorophyll*) (Lefebvre et al., 1998; Silva Filho et al., 2010). A variabilidade observada para FRF permitiu classificar os frutos em quatro tipos: alongado, chapéu-de-bispo, campanulado e triangular, este último tipo exclusivamente nos híbridos comerciais. Os três genitores UENF 1616, UENF 1624, UENF 1629 têm fruto alongado, e os outros dois, formato conhecido como “chapéu-de-bispo” ou “chapéu-de-frade”, típico da pimenta popularmente conhecida como Cambuci (Tabela 4). O cruzamento de plantas com fruto de formato alongado com plantas com frutos “chapéu-de-bispo” resultou em híbridos de formato campanulado (Tabela 4). Esses resultados estão de acordo com os estudos de Maluf et al. (1999), que reportam ser o caráter de maior comprimento de fruto controlado, predominantemente, por alelos dominantes.

Nos genótipos avaliados, foram identificados frutos com dois e frutos com três lóculos. Entretanto, número de lóculos por fruto igual a três foi observado apenas nos genitores e nos híbridos experimentais, enquanto, para as testemunhas comerciais, foram observados dois lóculos por fruto (Tabela 4). Estudos de correlação indicam que genótipos com maior número de lóculos tendem a produzir maior massa total de frutos (Tavares et al., 1999).

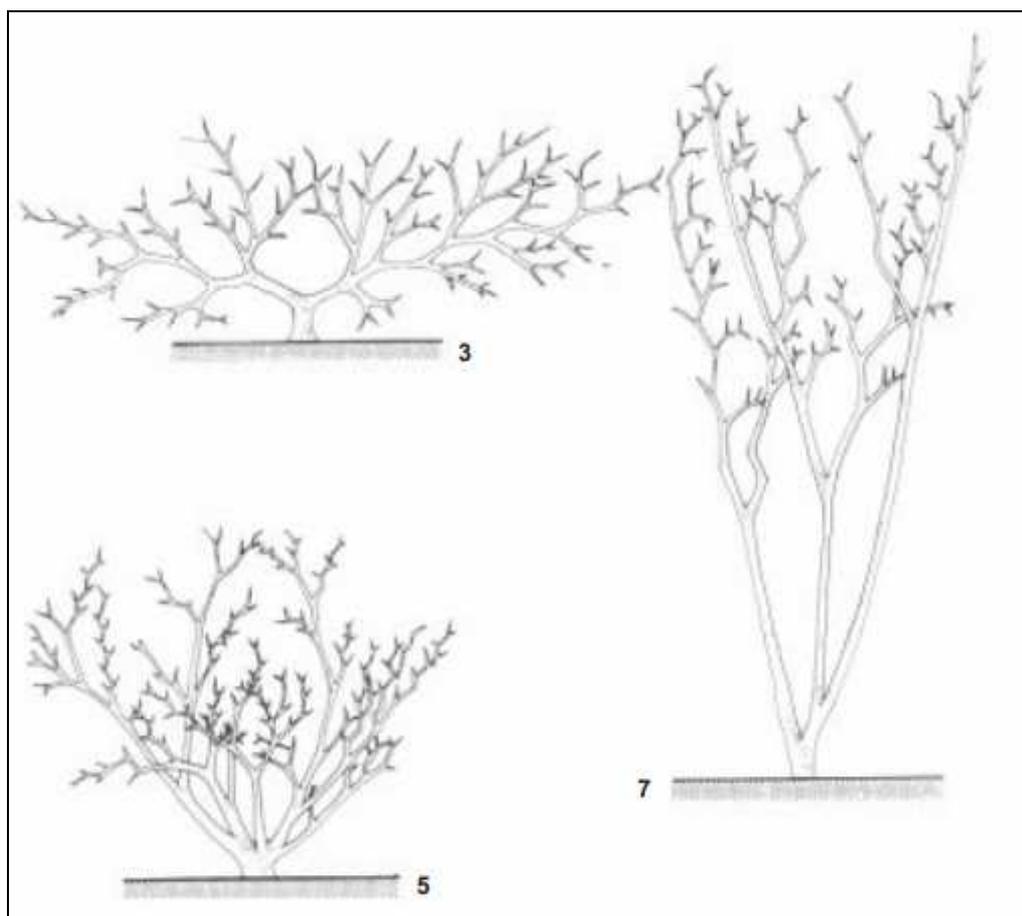
Para o caráter união com o pedicelo, os fenótipos observados foram cordado, obtuso e truncado (Figura 5). Nos cruzamentos entre genitores obtusos X truncados, foram obtidos 100% dos genótipos F<sub>1</sub> truncados, indicando assim que o fenótipo truncado pode ser dominante em relação ao fenótipo obtuso. Esses fenótipos são desejáveis por evitarem acúmulo de água durante as chuvas ou irrigações por aspersão (Maluf et al., 1999).

Nos frutos submetidos à análise para detecção de capsaicina, foi observada sua presença em três dos cinco genitores estudados. Entre os dez híbridos oriundos de tais genitores, apenas em um deles não se observou pungência, resultado do cruzamento entre dois parentais não pungentes. Os demais híbridos experimentais, oriundos de cruzamentos em que pelo menos um genitor tinha capsaicina, foram identificados como portadores deste alcaloide (Tabela 4). Isso confirma os resultados que relatam ser a presença de capsaicina controlada pelo alelo dominante do locus Pun 1 e, nos homozigotos recessivos (pun 1/ pun 1), o alcaloide em questão pode não ser produzido (Flota et al., 2007; Ohse et al., 2010; Aguilar, 2011).

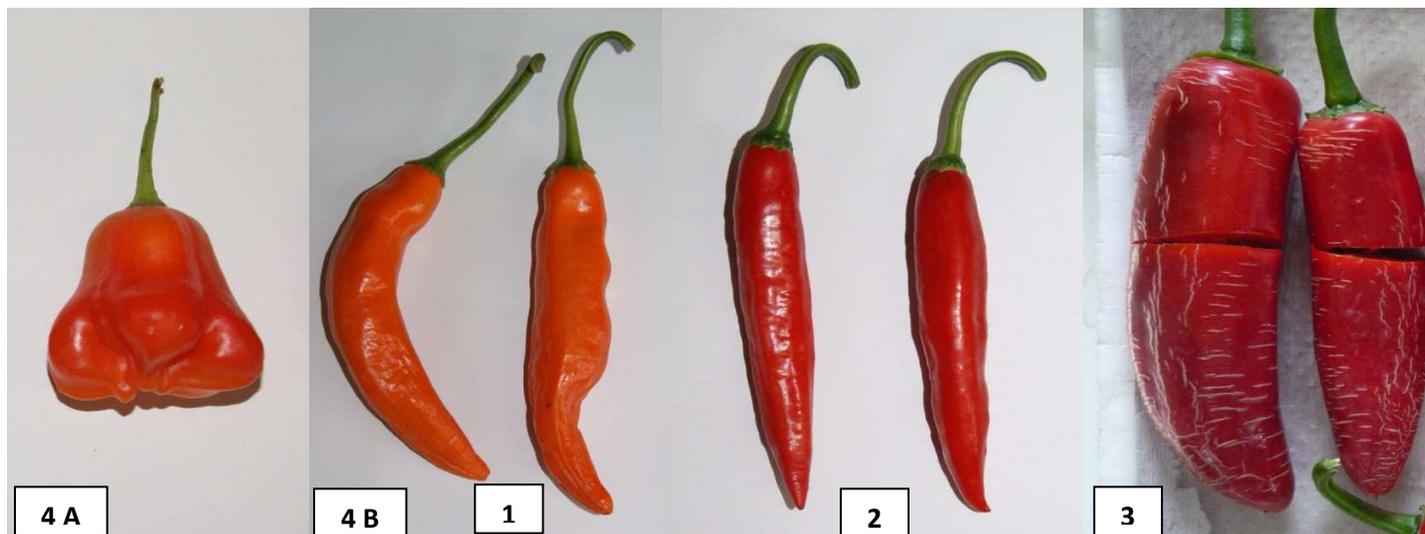
**Tabela 4.** Variabilidade observada, com base em descritores qualitativos, em dez híbridos de *Capsicum baccatum* var. *pendulum* cinco genitores e duas testemunhas comerciais, 2011. Campos dos Goytacazes, RJ.

Genótipo	Características Qualitativas <sup>1/</sup>						
	HC	FRF	CFEI	CFEM	NLF	UNIP	PP
<b>UENF 1616 (P1)</b>	Intermediário	Alongado	Alaranjado	Amarelo-laranja	Três	Obtuso	Presente
<b>UENF 1624 (P2)</b>	Intermediário	Alongado	Alaranjado	Vermelho	Três	Obtuso	Presente
<b>UENF 1629 (P3)</b>	Intermediário	Alongado	Alaranjado	Vermelho	Três	Obtuso	Ausente
<b>UENF 1639 (P4)</b>	Intermediário	Chapéu-de-Bispo	Alaranjado	Vermelho	Três	Truncado	Ausente
<b>UENF 1732 (P5)</b>	Intermediário	Chapéu-de-Bispo	Alaranjado	Vermelho	Três	Truncado	Presente
<b>P1 X P2</b>	Intermediário	Alongado	Alaranjado	Vermelho	Três	Obtuso	Presente
<b>P1 X P3</b>	Intermediário	Alongado	Alaranjado	Vermelho	Três	Obtuso	Presente
<b>P1 X P4</b>	Intermediário	Campanulado	Alaranjado	Vermelho	Três	Truncado	Presente
<b>P1 X P5</b>	Intermediário	Campanulado	Alaranjado	Vermelho	Três	Truncado	Presente
<b>P2 X P3</b>	Intermediário	Alongado	Alaranjado	Vermelho	Três	Obtuso	Presente
<b>P2 X P4</b>	Intermediário	Campanulado	Alaranjado	Vermelho	Três	Truncado	Presente
<b>P2 X P5</b>	Intermediário	Campanulado	Alaranjado	Vermelho	Três	Truncado	Presente
<b>P3 X P4</b>	Intermediário	Campanulado	Alaranjado	Vermelho	Três	Truncado	Ausente
<b>P3 X P5</b>	Intermediário	Campanulado	Alaranjado	Vermelho	Três	Truncado	Presente
<b>P4 X P5</b>	Intermediário	Chapéu-de-Bispo	Alaranjado	Vermelho	Três	Truncado	Presente
<b>GUARACIABA</b>	Intermediário	Triangular	Alaranjado	Vermelho	Dois	Cordado	Presente*
<b>IBIRAJÁ</b>	Intermediário	Triangular	Alaranjado	Vermelho escuro	Dois	Truncado	Presente*

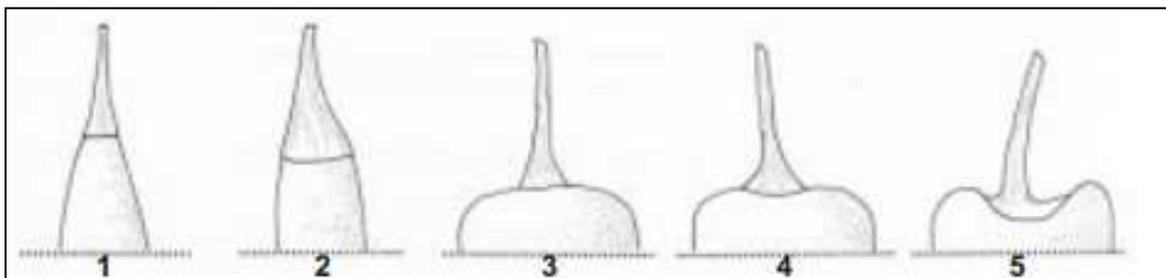
<sup>1/</sup> HC = Hábito de crescimento; FRF = forma do fruto; CFEI = cor do fruto no estágio intermediário; CFEM = cor do fruto no estágio maduro; NLF = número de lóculos por fruto; UNIP = união com o pedicelo e PP = presença de pungência. / \* Fonte: Isla sementes.



**Figura 3:** Diferentes tipos de hábitos de crescimento propostos pelo IPGRI (1995) / Notas: 3 – Prostrada, 5 – intermediária (compacta), 7 – Ereta.



**Figura 4** – **A** - Coloração alaranjada do fruto no estágio de maturação intermediária / **B** - variação da coloração entre os genitores, híbridos comerciais e híbridos experimentais (1 - cor amarelo-laranja, 2 – cor vermelha, 3 - vermelho-escura).



**Figura 5:** Diferentes formas de união do pedicelo com o fruto propostas pelo IPGRI (1995) / Notas: 1 – Agudo, 2 – Obtuso, 3 – Truncado, 4 – Cordado, 5 – Lobado.

#### 4.2 Características Quantitativas

Foram observadas diferenças altamente significativas ( $P < 0,01$ ) entre as médias avaliadas para todos os caracteres estudados, com exceção da MMS, para a qual não se registrou diferença significativa (Tabela 5).

Para as características diâmetro da copa (DC) e altura da planta (AP), o valor da estatística  $\lambda$  do teste de agrupamento de médias de Scott-Knott foi significativo e alocou os genótipos estudados em dois grupos. Para DC, destacaram-se as testemunhas comerciais. Em relação à AP, destacaram-se os genitores UENF 1616 e UENF 1629, os híbridos experimentais UENF 1624 X UENF 1732, UENF 1629 X UENF 1732 e as duas testemunhas comerciais (Tabela 6). Esses genótipos apresentaram as menores médias, por isso são citados como promissores, pois na região do Norte Fluminense há muita incidência de ventos, com isso se buscam genótipos de porte mais baixo.

Os caracteres número de dias para florescimento e número de dias para frutificação tiveram variação de 16 a 73 e 18 a 76 dias, respectivamente. Para esses caracteres, os híbridos comerciais Guaraciaba e Ibirajá foram os mais precoces. As médias para as características em questão registradas para os híbridos experimentais em avaliação foram, respectivamente, de 45 e 48 dias (Tabela 6). Apesar de esses valores médios não serem menores que os obtidos para as testemunhas, os híbridos experimentais tiveram número de dias para a floração inferiores aos obtidos por Eshbaugh (1970), que obteve, avaliando genótipos de *Capsicum baccatum* var. *pendulum*, valor médio de 135 dias para florescimento. Em relação ao número de dias para o início da frutificação,

**Tabela 5.** Análise de variância de 13 características quantitativas<sup>1/</sup> avaliadas em dez híbridos e cinco genitores de *Capsicum baccatum* var. *pendulum* e duas testemunhas comerciais cultivadas na UAP/UENF, 2011. Campos dos Goytacazes, RJ.

FV	Quadrados Médios													
	GL	DC	AP	DPFLOR	DPFRUT	NFP	PROD	MMF	CF	DF	ESP	TSS	NSF	MMS
Blocos	2	805,91	668,41	3,37	6,84	301,34	7,45	27,03	109,98	23,69	0,38	3,64	583,9	3,31
Tratamentos	16	432,66**	306,39**	568,25**	581,87**	5189,80**	21,80**	339,51**	2339,14**	396,72**	0,35**	4,53**	3864,70**	2,13 <sup>ns</sup>
Resíduo	32	91,75	106,74	51,91	50,53	435,39	4,41	6,5	32,62	6,49	0,03	0,84	385	1,78
Média		94,63	91,40	46,2	48,51	83,75	9,13	23,15	90,3	35,93	2,54	7,91	124,46	6,94
CV (%)		10,12	11,30	15,6	14,65	24,92	23,02	11,02	6,33	7,08	6,94	11,62	15,78	19,28

<sup>1/</sup> DC = diâmetro da copa; AP = altura de planta; DPFLOR = dias para o florescimento; DPFRUT = dias para a frutificação, NFP = número de frutos por planta; PROD = produtividade(t/ha); MMF= massa média de fruto (g), CF = comprimento do fruto (mm), DF = diâmetro do fruto (mm), ESP = espessura da polpa (mm), TSS = teor de sólidos solúveis (°BRIX); NSF = número de sementes por fruto e MMS = massa de 1000 sementes. Significativo 1% (\*\*).

**Tabela 6.** Médias de 12 características avaliadas em 10 híbridos e cinco genitores de *Capsicum baccatum* var. *pendulum* e duas testemunhas comerciais, seguidas pelo agrupamento entre média de Scott-Knott. Campos dos Goytacazes, RJ, 2011.

Genótipo <sup>2/</sup>	Características Agronômicas <sup>1/</sup>											
	DC	AP	DPFLOR	DPFRUT	NFP	PROD	MMF	CF	DF	ESP	TSS	NSF
(P1)	87,33 a	84,16 b	52,33 b	55,66 b	57,72 c	5,34 b	23,17 d	115,65 b	27,32 e	2,49 c	10,10 a	102,7 c
(P2)	105,54 a	95,16 a	73,33 a	75,66 a	200,21 a	13,52 a	8,90 e	89,79 d	19,37 f	2,01 d	8,08 a	67,39 d
(P3)	88,40 a	84,97 b	58,33 b	60,66 b	36,36 c	10,00 a	34,33 b	118,82 b	34,71 d	2,91 a	7,54 a	136,81 b
(P4)	97,27 a	91,85 a	45,00 c	47,66 c	92,21 b	5,13 b	20,59 d	50,04 f	54,33 a	2,68 b	8,47 a	85,03 d
(P5)	108,70 a	95,66 a	60,66 b	63,33 b	118,61 b	10,63 a	13,20 e	42,85 f	48,64 b	2,28 c	8,07 a	117,16 c
P1 X P2	88,57 a	89,55 a	49,00 b	51,00 c	95,83 b	11,42 a	14,35 e	91,73 d	23,24 f	2,12 d	7,66 a	107,48 c
P1 X P3	100,37 a	99,69 a	34,33 c	36,66 c	63,49 c	7,094 b	34,11 b	136,4 a	33,48 d	2,33 c	8,27 a	149,96 b
P1 X P4	99,61 a	98,93 a	40,66 c	42,66 c	71,47 c	7,40 b	34,32 b	74,36 e	45,12 c	2,78 b	8,88 a	130,32 c
P1 X P5	97,31 a	106,63 a	41,66 c	43,66 c	95,86 b	11,37 a	22,90 d	85,16 d	44,1 c	2,67 b	8,06 a	98,90 c
P2 X P3	102,27 a	100,71 a	44,33 c	46,33 c	105,65 b	11,41 a	16,33 e	110,66 b	26,08 e	2,05 d	8,78 a	120,64 c
P2 X P4	107,55 a	99,79 a	44,00 c	60,33 b	130,89 b	9,10 b	11,70 e	72,12 e	27,69 e	2,29 c	9,34 a	104,9 c
P2 X P5	98,45 a	87,77 b	57,33 b	60,33 b	78,64 c	4,82 b	11,78 e	71,05 e	27,90 e	2,24 c	8,21 a	75,88 d
P3 X P4	93,54 a	93,05 a	41,00 c	43,33 c	55,08 c	8,73 b	33,32 b	98,77 c	42,28 c	2,85 b	7,99 a	171,02 a
P3 X P5	90,74 a	87,42 b	44,66 c	47,00 c	61,86 c	9,83 a	26,35 c	94,15 c	37,98 d	2,69 b	7,33 a	151,52 b
P4 X P5	105,4 a	97,63 a	44,00 c	46,0 c	91,22 b	13,42 a	19,08 d	50,13 f	56,53 a	2,68 b	6,77 b	123,04 c
GUARACIABA	62,30 b	66,11 b	24,33 d	26,33 d	28,42 c	8,47 b	49,65 a	132,90 a	36,35 d	3,15 a	4,88 b	178,84 a
IBIRAJÁ	75,33 b	74,68 b	16,00 d	18,00 d	40,11 c	7,39 b	29,36 c	100,34 c	25,68 e	2,98 a	5,90 b	193,3 a

<sup>1/</sup> DC = diâmetro da copa; AP = altura de planta ; DPFLOR = dias para o florescimento; DPFRUT = dias para a frutificação, NFP = número de frutos por planta; PROD = produtividade (t/ha); MMF= massa média de fruto (g), CF = comprimento do fruto (mm), DF = diâmetro do fruto (mm), ESP = espessura da polpa (mm), TSS = teor de sólidos solúveis (°BRIX) e NSF = número de sementes por fruto. <sup>2/</sup> P1 - UENF 1616; P2- UENF 1624; P3 – UENF 1629; UENF – 1639 e P5 – UENF 1732.

Gonçalves (2010), trabalhando com dez híbridos de *Capsicum baccatum* var. *pendulum*, cultivados sob estrutura protegida, modelo politúnel, obteve valor médio de 134 dias, também superior à média obtida para os híbridos experimentais. Em relação aos genótipos comparados da mesma espécie, os híbridos experimentais podem ser considerados precoces, razão de serem considerados promissores, pois genótipos precoces produzem em menor período de tempo, acarretando economia para o produtor em relação a custos, por exemplo, de irrigação, insumos e mão de obra.

As médias do número total de frutos por planta (NFP) variaram de 200 para o genótipo UENF 1624 a 28 para a testemunha 'Guaraciaba'. Essa variação proporcionou a formação de três grupos. Os híbridos experimentais UENF 1616 X UENF 1624, UENF 1616 X UENF 1732, UENF 1624 X UENF 1629, UENF 1624 X UENF 1639 e UENF 1639 X UENF 1732 tiveram média superior aos híbridos comerciais (Tabela 6). Com isso, esses híbridos experimentais se mostram promissores visto ser o número de frutos por planta um componente importante para o aumento da produtividade.

Na característica produtividade (PROD), o valor da estatística  $\lambda$  do teste de agrupamento de médias de Scott-Knott alocou os genótipos com base em suas médias em dois grupos. Os híbridos experimentais UENF 1616 X UENF 1624, UENF 1616 X UENF 1732, UENF 1624 X UENF 1629, UENF 1629 X 1732 e UENF 1639 X UENF 1732 mostraram-se superiores às duas testemunhas comerciais, denotando maior rendimento em relação a tais testemunhas para a mesma unidade de área (Tabela 6).

Em relação à característica massa média do fruto (MMF), foram formados cinco grupos, cujas médias variaram de 8,9 a 49,65g, tendo sido o híbrido comercial Guaraciaba o de maior média (49,65g) (Tabela 6). Os híbridos experimentais UENF 1616 X UENF 1629 e UENF 1616 X UENF 1639, apesar de terem média inferior (34,2g) em relação às testemunhas comerciais, foram superiores à melhor média (25,22g) obtida por Rêgo et al. (2011b) estudando 40 variedades locais de *C. baccatum*, que são da mesma espécie dos híbridos experimentais em questão.

As características comprimento do fruto (CF) e diâmetro do fruto (DF) tiveram maior variabilidade, com a formação de seis grupos cada e uma variação de 42,85mm a 136,48mm e 19,37mm a 56,53mm, respectivamente (Tabela 6).

Em relação ao CF, o híbrido experimental UENF 1616 X UENF 1629 e o híbrido comercial Guaraciaba ficaram no mesmo grupo com as maiores médias, 136,4mm e 132,9mm, respectivamente. Para a característica diâmetro do fruto (DF), o híbrido experimental UENF 1639 X UENF 1732 e o genitor UENF 1639 tiveram maiores médias em relação aos demais, 56,53mm e 54,33mm, respectivamente (Tabela 6). Esses resultados foram superiores aos obtidos por Jarret (2007), que, avaliando características morfológicas em frutos de *C. baccatum*, obteve valor médio de 60mm para comprimento do fruto (CF) e valor médio de 18,6mm para diâmetro do fruto (DF).

Com base na espessura da polpa (ESP), os acessos foram diferenciados em quatro grupos. Os híbridos comerciais juntamente com o genitor UENF 1629 formaram o grupo de polpas mais espessas com média de 3,01mm (Tabela 6). Nos híbridos experimentais, observou-se média de 2,47mm de largura de polpa. Este valor é superior ao obtido por Rêgo et al. (2009), que obtiveram valor médio de 2,1mm ao estudarem 56 híbridos F<sub>1</sub> obtidos por intermédio de cruzamentos dialélicos entre oito genitores de *Capsicum baccatum*.

Em relação ao caráter teor de sólidos solúveis (TSS), foi possível a formação de apenas dois grupos. Esta característica mostrou uma variação entre 4,88 e 10,10°brix. Com exceção do híbrido UENF 1639 x UENF 1732, tanto os genitores como todos os demais híbridos experimentais apresentaram médias superiores aos híbridos comerciais (Tabela 6). O caráter teor de sólidos solúveis (TSS) está diretamente relacionado ao sabor dos frutos, pois teor mais elevado de sólidos solúveis torna os frutos mais saborosos. Devido a isso, os genótipos com maiores médias de TSS citados são promissores para fins de melhoramento visando à exploração de sabor do fruto, como, por exemplo, para consumo *in natura* e produção de derivados como conservas e geleias.

Quanto ao número médio de sementes por fruto, foram formados quatro grupos com variação de 67,39 até 193 sementes por fruto. O grupo com maior média para esta característica foi composto por 'Guaraciaba' e 'Ibirajá' e pelo híbrido experimental UENF 1629 X UENF 1639 (Tabela 6). Estudando 40 variedades locais de *C. baccatum*, Rêgo et al. (2011b) obtiveram variação entre 8,0 a 144,33 sementes por fruto.

### **4.3 Análise dialélica**

A CGC foi significativa para diâmetro da copa (DC) e altamente significativa para todas as demais características avaliadas, com exceção da altura da planta (AP), para a qual não foi significativa. A CEC foi altamente significativa para a maioria das características, exceto para TSS que foi significativa e DC e AP que foram não significativas. Isso indica a participação, na expressão da maioria dessas características, de efeitos gênicos aditivos e não-aditivos. Esses efeitos, por sua vez, podem ser explorados por intermédio de combinações híbridas (efeitos gênicos não-aditivos) ou na geração de populações segregantes e, a partir da aplicação de métodos de melhoramento, avançar gerações a fim de serem obtidas linhagens superiores (efeitos gênicos aditivos) (Tabela 7).

#### **Diâmetro da copa (DC) e altura de planta (AP)**

Para essas características, são desejados genitores que apresentem estimativas de CGC que denotem contribuição para redução na média desses caracteres, ou combinações híbridas com estimativas de CEC que indiquem que o híbrido experimental tenha altura de planta e diâmetro da copa inferiores a seus genitores, levando a uma maior facilidade nos tratos culturais e na colheita de frutos. Entretanto, a análise dialélica para essas características não relatou diferença significativa entre os quadrados médios dos tratamentos, indicando que genitores e híbridos experimentais não diferiram significativamente entre si (Tabela 7).

#### **Número de dias para o início da floração (DFLOR)**

Para essa característica, estimativas com valores baixos de CGC são desejáveis, pois indicam que o genitor contribui favoravelmente na redução da média desse caráter (Silva, 2002). Nesse sentido, os genitores UENF 1616, UENF 1629 e UENF 1639 destacaram-se com valores de -3,95, -2,42 e -3,42, respectivamente (Tabela 8).

**Tabela 7.** Quadrados médios de genitores e híbridos experimentais, das capacidades geral e específica de combinação (CGC e CEC) e do resíduo, média dos quadrados dos efeitos da capacidade combinatória, para 11 características agrônômicas<sup>1/</sup> de *C. baccatum* var. *pendulum*, avaliadas em dialelo completo sem os recíprocos. Campos dos Goytacazes, RJ, 2011.

FV	GL	Quadrados médios										
		DC	AP	DPFLOR	DPFRUT	NFP	PROD	MMF	CF	DF	ESP	TSS
Genótipos	14	152,66 <sup>ns</sup>	127,97 <sup>ns</sup>	312,90**	320,50**	4727,55**	24,10**	213,83**	2223,08**	398,60**	0,27**	2,00**
CGC	4	252,19*	32,58 <sup>ns</sup>	543,95**	538,58**	12508,24**	21,21**	680,80**	7298,16**	1272,04**	0,71**	2,83**
CEC	10	112,84 <sup>ns</sup>	165,73 <sup>ns</sup>	220,48**	233,26**	1615,28**	25,26**	27,04**	193,05**	49,22**	0,098**	1,68*
Resíduos	28	92,21	113,36	44,36	42,90	494,84	4,68	6,36	32,80	7,13	0,0312	0,62
Médias dos quadrados dos efeitos												
CGC		7,62	-3,79	23,79	23,60	572,06	0,78	32,11	345,97	60,23	0,032	0,10
CEC		6,88	17,46	58,71	63,45	373,47	6,85	6,89	53,41	14,03	0,022	0,35
CV (%)		10,12	11,30	15,6	14,65	24,92	23,02	11,02	6,33	7,08	6,94	11,62

<sup>1/</sup> DC = diâmetro de copa; AP = altura de planta; DPFLOR = dias para o florescimento; DPFRUT = dias para a frutificação; NFP = número de frutos por planta; PROD = produtividade (t/ha); MMF = massa média de fruto (g), CF = comprimento do fruto (mm), DF = diâmetro do fruto (mm), ESP = espessura da polpa (mm) e TSS = teor de sólidos solúveis (°BRIX). \*\* e \* = significativo em nível de 0,01 e 0,05, respectivamente.

**Tabela 8.** Efeitos da Capacidade Geral de Combinação ( $\hat{g}_i$ ) para cinco genótipos parentais de *C. baccatum* var. *pendulum*, avaliados na UAP/UENF em dialelo completo, sem recíprocos. Campos dos Goytacazes, 2011.

Genitores	Características Agronômicas <sup>1/</sup>								
	DPFLOR	DPFRUT	NFP	PROD	MMF	CF	DF	ESP	TSS
UENF 1616	-3,95	-3,82	-14,27	-1,10	2,3	14,04	-2,70	0,0064	0,519
UENF 1624	8,23	8,17	38,48	1,15	-7,68	0,63	-10,83	-0,30	0,10
UENF 1629	-2,42	-2,49	-26,17	0,19	7,57	22,42	-1,46	0,13	-0,28
UENF 1639	-3,42	-3,49	-1,28	-0,96	0,54	-17,89	8,68	0,16	0,072
UENF 1732	1,5	1,64	3,25	0,71	-2,75	-19,21	6,32	0,0027	-0,41

<sup>1/</sup> DPFLOR = dias para o florescimento; DPFRUT = dias para a frutificação, NFP = número de frutos por planta; PROD = produtividade (t/ha); MMF= massa média de fruto (g), CF = comprimento do fruto (mm), DF = diâmetro do fruto (mm), ESP = espessura da polpa (mm) e TSS = teor de sólidos solúveis (°BRIX).

Com base na média dos quadrados dos efeitos, observou-se predomínio dos efeitos gênicos não-aditivos (dominância ou epistasia), sendo os cruzamentos UENF 1616 X UENF 1629 e UENF 1624 x UENF 1629 promissores por apresentarem resultados de acordo com o proposto por Cruz et al. (2004) que indicam, de interesse para os melhoristas, combinações híbridas, com estimativas de capacidade específicas de combinação favorável que envolvam pelo menos um dos genitores que tenha tido favorável efeito da capacidade geral de combinação (Tabela 9).

### **Número de dias para a frutificação (DPFRUT)**

Nesta característica tanto os efeitos gênicos aditivos quanto os não-aditivos contribuíram para sua expressão. Entretanto, houve predomínio dos efeitos gênicos não-aditivos. Assim como o caráter número de dias para o florescimento, o DPFRUT também é uma característica que indica precocidade, e como tal interessa que assuma os menores valores possíveis. Com isso, os genitores UENF 1616 e UENF 1629 e UENF 1639 são promissores devido a seus valores significativos e negativos para CGC (Tabelas 7 e 8).

Em relação à CEC, todos os híbridos experimentais, com exceção do UENF 1624 X UENF 1639, mostraram valores negativos para suas estimativas de CEC. Sendo assim, esses híbridos experimentais tiveram estimativas de CEC promissoras, denotando precocidade em relação a seus genitores (Tabela 9).

### **Número de frutos por planta (NFP)**

Os efeitos gênicos aditivos foram mais relevantes no controle genético desta característica, sendo os genitores UENF 1624 e UENF 1732, com estimativas de CGC de, respectivamente, 38,48 e 3,25, indicados para produzir combinações promissoras para gerar populações segregantes e, a partir da aplicação de métodos de melhoramento, avançar gerações para obtenção de linhagens superiores (Tabela 8). Rêgo et al. (2009), ao estudarem 56 híbridos de *C. baccatum*, também indicaram predomínio de efeitos gênicos aditivos no controle genético desta característica.

A estimativa da Capacidade Específica de Combinação (CEC) também foi significativa, indicando que, além dos efeitos gênicos aditivos, os não-aditivos também foram importantes na expressão dessa característica (Tabelas 7 e 9).

### **Produtividade (PROD)**

No que se refere à produtividade, destacaram-se as combinações UENF1616 X UENF 1624, UENF1616 X UENF1639, UENF 1616 X UENF 1732, UENF1624 X UENF 1629, UENF 1629 X UENF 1639 e UENF 1639 X UENF 1732 com as estimativas mais elevadas de CEC. No entanto, de acordo com as estimativas de CGC, apenas os genitores UENF 1624, UENF 1629 e UENF 1732 foram superiores, porque tiveram valores positivos. Desse modo, apenas as combinações UENF1616 X UENF 1624, UENF 1616 X UENF 1732, UENF1624 X UENF 1629, UENF 1629 X UENF 1639 e UENF 1639 X UENF 1732 são promissoras, visto apresentarem pelo menos um genitor superior para a CGC em relação à característica avaliada (Tabelas 8 e 9).

### **Massa média de fruto (MMF)**

A expressão desta característica foi influenciada pelos efeitos da CGC e da CEC. Entretanto, o valor da média dos quadrados dos efeitos da CGC para essa característica foi superior ao apresentado para CEC (Tabela 7).

A combinação híbrida com maior valor de CEC (UENF 1629 X UENF 1639) é formada por dois genitores que têm estimativas positivas para a CGC (Tabelas 8 e 9). Com isso, ratifica-se a importância dos efeitos gênicos aditivos na expressão dessa característica, indicando, dessa forma, a possibilidade de se prever a performance média dos híbridos, baseando-se, apenas, no desempenho dos genitores, embora também se tenha sugerido a ocorrência de efeitos epistáticos de natureza não-aditiva (Gomide et al., 2003).

### **Comprimento médio do fruto (CF)**

Nesta característica, houve predomínio dos efeitos gênicos aditivos. Os genitores UENF 1616 e UENF 1629 se mostraram mais promissores com os maiores valores para CGC (Tabela 8). Apesar disso, os efeitos gênicos não-aditivos também contribuíram para a expressão da característica, sendo observados valores significativos para as estimativas de CECs (Tabela 9). Os híbridos experimentais UENF 1616 X UENF 1629 e UENF 1629 X UENF 1639 merecem destaque com valores observados de CEC de 13,22 e 7,45, respectivamente (Tabela 9). A superioridade da combinação UENF 1616 X UENF 1629 pode ser explicada pelos valores positivos de CGC de ambos os genitores,

ao passo que, para combinação UENF 1629 X UENF 1639, apenas um genitor apresentou valor positivo (Tabela 8). Rêgo et al. (2009) e Gonçalves (2010), ao avaliarem híbridos de *C. baccatum*, também encontraram predomínio de efeitos gênicos aditivos na expressão do caráter comprimento do fruto.

### **Diâmetro do Fruto (DF)**

Em relação a CGC, os genitores UENF 1639 e UENF 1732 se destacaram com os valores respectivos de 8,68 e 6,32, tendo, portanto, uma maior influência na média das combinações híbridas das quais participam (Tabela 8).

Em relação aos híbridos experimentais, a combinação UENF 1639 X UENF 1732 se destacou por ter apresentado o maior valor positivo de CEC e, além disso, ter, como parentais, os dois genitores com maiores estimativas de CGC (Tabela 9).

### **Espessura da Polpa (ESP)**

A estimativa da CGC mostrou que todos os genitores, com exceção do UENF 1624, contribuíram positivamente para a expressão do caráter em questão (Tabela 8). Isso se refletiu nos valores das estimativas de CEC, que foram negativas para a maioria das combinações que envolveram UENF 1624 como genitor (Tabela 9).

### **Teor de sólidos solúveis totais (TSS)**

Os valores de CGC e CEC para essa característica variaram de -0,41 a 0,52 e de -1,19 a 0,92, respectivamente. As estimativas de CGC foram positivas para os genitores UENF 1616, UENF 1624 e UENF 1639. No entanto, observou-se para esta característica superioridade dos efeitos gênicos não-aditivos em relação aos aditivos. Devido a isso, as combinações UENF 1616 X UENF 1639, UENF 1624 X UENF 1629, UENF 1624 X UENF 1639 e UENF 1624 X UENF 1732, por terem as maiores estimativas de CEC (Tabelas 8 e 9), são promissoras para exploração do vigor híbrido. O predomínio de efeitos não-aditivos controlando o caráter concorda como os resultados de Rêgo et al. (2009).

**Tabela 9.** Valores das estimativas dos efeitos da Capacidade Específica de Combinação (CEC), em dialelo com cinco genitores<sup>2/</sup> e dez híbridos experimentais de *C. baccatum* var. *pendulum*,. Campos dos Goytacazes, RJ.

Efeitos ( $\hat{\delta}_{ii}$ e $\hat{\delta}_{ij}$ )	Características Agronômicas <sup>1/</sup>								
	DPFLOR	DPFRUT	NFP	PROD	MMF	CF	DF	ESP	TSS
P <sub>1</sub> x P <sub>1</sub>	10,57	11,3	-4,06	-1,73	-2,4	0,77	-3,86	0,0025	0,819
P <sub>1</sub> x P <sub>2</sub>	-4,95	-5,36	-18,71	2,08	-1,25	-9,73	0,20	-0,059	-1,19
P <sub>1</sub> x P <sub>3</sub>	-8,95	-9,03	13,60	-1,28	3,26	13,22	1,06	-0,28	-0,207
P <sub>1</sub> x P <sub>4</sub>	-1,62	-2,03	-3,31	0,19	0,49	-8,58	2,56	0,14	0,049
P <sub>1</sub> x P <sub>5</sub>	-5,62	-6,17	16,55	2,47	2,36	3,54	3,89	0,18	-0,28
P <sub>2</sub> x P <sub>2</sub>	7,19	7,30	32,90	1,92	3,31	1,73	4,45	0,14	-0,36
P <sub>2</sub> x P <sub>3</sub>	-11,14	-11,36	3,00	0,77	-4,51	0,82	1,79	-0,25	0,71
P <sub>2</sub> x P <sub>4</sub>	3,85	3,63	3,34	-0,37	-2,12	2,5	-6,74	-0,04	0,92
P <sub>2</sub> x P <sub>5</sub>	-2,80	-1,508	-53,43	-6,33	1,25	2,85	-4,17	0,066	0,28
P <sub>3</sub> x P <sub>3</sub>	13,52	13,63	-1,62	0,32	-1,77	-12,82	1,05	0,17	-0,13
P <sub>3</sub> x P <sub>4</sub>	-2,80	-2,69	-7,80	0,22	4,23	7,45	-1,51	0,082	-0,035
P <sub>3</sub> x P <sub>5</sub>	-4,14	-4,17	-5,54	-0,36	0,56	4,15	-3,46	0,0885	-0,208
P <sub>4</sub> x P <sub>4</sub>	2,19	2,63	4,43	-2,21	-1,46	-0,95	0,38	-0,115	0,092
P <sub>4</sub> x P <sub>5</sub>	-3,80	-4,17	-1,09	4,39	0,323	0,45	4,93	0,047	-1,12
P <sub>5</sub> x P <sub>5</sub>	7,85	8,01	21,76	-0,084	-2,25	-5,5	-0,6	-0,195	0,665

<sup>1/</sup> DPFLOR = dias para o florescimento; DPFRUT = dias para a frutificação, NFP = número de frutos por planta; PROD = produtividade (t/ha); MMF= massa média de fruto (g), CF = comprimento do fruto (mm), DF = diâmetro do fruto (mm), ESP = espessura da polpa (mm), TSS = teor de sólidos solúveis (°BRIX). <sup>2/</sup> P1 - UENF 1616; P2- UENF 1624; P3 – UENF 1629; UENF – 1639 e P5 – UENF 1732.

#### 4.4 Heterose

Os híbridos experimentais foram avaliados por estimativa da heterose em relação à média dos genitores (Tabela 10). Para DPFLOR e DPFRT, todos os híbridos experimentais, com destaque para o híbrido UENF 1616 X UENF 1629, mostraram maior precocidade, com heteroses negativas, em relação à média dos parentais. Valores de heterose negativa indicam menor número de dias para o florescimento e, conseqüentemente, produção mais precoce (Blat et al., 2007).

Para a característica número de frutos por planta (NFP), os híbridos UENF 1616 X UENF 1629 e UENF 1616 X UENF 1732 foram superiores, pois tiveram maiores médias associadas a maiores valores de estimativa de heterose (Tabela 10). Em relação à produtividade (PROD), os híbridos experimentais UENF 1616 X UENF 1732 e UENF 1639 X UENF 1732 se destacaram com maiores médias e estimativas de heterose.

Para o caráter MMF, sete das dez combinações híbridas foram superiores em relação à média dos genitores, com valores positivos de heterose variando de 6,62% a 25,93% (Tabela 10).

Os híbridos 1629 X UENF 1639, UENF 1629 X UENF 1732 e UENF 1616 X UENF 1629, tiveram maiores valores de CF (Tabela 10). Segundo Blat et al. (2007), o comprimento do fruto no gênero *Capsicum* é uma das características de maior interesse do produtor pela sua importância na comercialização, uma vez que o mercado brasileiro valoriza frutos grandes.

Embora quatro das dez combinações experimentais tenham apresentado valores de heterose positivos em relação aos genitores para o caráter DF, o híbrido UENF 1616 X UENF 1732 foi o que apresentou maior estimativa de heterose para a característica em questão, com o valor de 16,12% (Tabela 10). Para o caráter ESS, o híbrido experimental UENF 1616 X UENF 1732 também apresentou o maior valor de heterose positiva em relação aos parentais (Tabela 10). Genótipos com maior espessura de polpa são desejáveis, pois essa característica tem grande participação na determinação do peso e na conservação pós-colheita de frutos do gênero *Capsicum*, isto é, a espessura de polpa está vinculada à produtividade e à qualidade do fruto (Silva, 2002; Blat et al., 2007).

**Tabela 10.** Heterose percentual em relação à média dos pais<sup>2/</sup> (H) avaliada em 10 híbridos experimentais<sup>2/</sup> de *C. baccatum* var. *pendulum*, Campos dos Goytacazes, RJ.

Características Agronômicas <sup>1/</sup>																		
	DPFLOR		DPFRUT		NFP		PROD		MMF		CF		DF		ESP		TSS	
	$\bar{X}$	H (%)																
P <sub>1</sub> x P <sub>2</sub>	49,00	-22,01	51,00	-22,33	95,83	-25,69	11,42	21,09	14,35	-10,50	91,7	-10,69	23,24	-0,42	2,12	-5,85	7,66	-15,71
P <sub>1</sub> x P <sub>3</sub>	34,33	-37,95	36,66	-36,96	63,49	34,97	7,09	-7,58	34,11	18,67	136,4	16,41	33,48	7,94	2,33	-13,66	8,27	-6,24
P <sub>1</sub> x P <sub>4</sub>	40,66	-16,44	42,66	-17,42	71,47	-4,66	7,40	41,30	24,32	11,16	74,36	-10,24	45,12	10,53	2,78	7,73	8,88	-4,38
P <sub>1</sub> x P <sub>5</sub>	41,66	-26,53	43,66	-26,61	95,86	8,73	11,37	42,33	22,90	25,93	85,16	7,45	44,10	16,12	2,67	11,97	8,06	-11,27
P <sub>2</sub> x P <sub>3</sub>	44,33	-32,65	46,33	-32,03	105,65	-10,68	11,41	-2,95	16,33	-24,42	110,6	6,09	26,08	-3,55	2,05	-16,67	8,78	12,33
P <sub>2</sub> x P <sub>4</sub>	58,33	-1,41	60,33	-2,16	130,89	-10,47	9,10	-2,40	11,70	-20,64	72,12	3,14	27,69	-24,86	2,29	-2,34	9,34	12,8
P <sub>2</sub> x P <sub>5</sub>	57,33	-14,43	60,33	-13,19	78,64	-50,66	4,82	-60,03	11,78	6,62	71,05	7,14	27,9	-17,94	2,24	4,31	8,21	1,6
P <sub>3</sub> x P <sub>4</sub>	41,00	-20,64	43,33	-20,00	55,08	-14,31	8,73	15,44	33,32	21,33	98,77	16,98	42,28	-5,02	2,85	1,81	7,99	-0,18
P <sub>3</sub> x P <sub>5</sub>	44,66	-24,93	47,00	-24,19	61,86	-20,15	9,83	-4,72	26,35	10,87	94,15	16,47	37,98	-8,85	2,69	3,73	7,33	-6,08
P <sub>4</sub> x P <sub>5</sub>	44,00	-16,72	46,00	-17,12	91,22	-13,46	13,42	70,30	19,08	12,93	50,13	7,93	56,53	9,8	2,68	8,16	6,77	-18,15

<sup>1/</sup> DPFLOR = dias para o florescimento ; DPFRUT = dias para a frutificação (DMS = 21, 76); NFP = número de frutos por planta (DMS = 552, 11); PROD = produtividade (DMS= 6853, 73); MMF= massa média de fruto (g) (DMS = 7,81); CF = comprimento do fruto (mm) (DMS = 17,48); DF = diâmetro do fruto (mm) (DMS = 7, 78); ESP = espessura da polpa (mm) (DMS = 0,54) e TSS = teor de sólidos solúveis (°BRIX) (DMS = 2,81). <sup>2/</sup> P1 - UENF 1616; P2- UENF 1624; P3 – UENF 1629; UENF – 1639 e P5 – UENF 1732.

O teor de sólidos solúveis do fruto é um caráter de grande importância, pois quanto maior sua concentração, mais saborosos são os frutos. Os híbridos UENF 1624 X UENF 1629 e UENF 1624 X UENF 1639 apresentaram os maiores valores de heterose observados (Tabela 10). Heterose positiva para esse caráter é interessante, pois mostra a superioridade em sabor destes híbridos experimentais em relação aos genitores.

## 5. CONCLUSÕES

1. Os efeitos gênicos aditivos foram mais importantes para as características diâmetro da copa (DC), número de frutos por planta (NFP), massa média do fruto (MMF), comprimento do fruto (CF), diâmetro do fruto (DF) e espessura da polpa (ESP). Para os caracteres altura da planta (AP), número de dias para o início da floração (DPFLOR), número de dias para o início da frutificação (DPFRUT), produtividade (PROD) e teor de sólidos solúveis (TSS), os efeitos gênicos não-aditivos foram os mais importantes.
2. Os genitores UENF 1624 e UENF 1732 são os indicados para proporcionarem ganhos satisfatórios no número de frutos por planta.
3. A utilização dos genitores UENF 1616, UENF 1629 e UENF 1639 em cruzamentos é indicada para incrementar a massa média de frutos.
4. Os híbridos experimentais UENF 1616 X UENF 1624, UENF 1616 X UENF 1732, UENF 1624 X UENF 1629, UENF 1629 X UENF 1732 e UENF 1639 X UENF 1732 têm potencial para uso comercial por seus resultados em termos de produtividade, por serem pungentes e terem um genitor resistente ao Pepper Yellow Mosaic Virus. Além disso, eles se mostram promissores também em termos de teor de sólidos solúveis, o que favorece a exploração de produtos derivados de pimenta, como geleias e conservas. Com isso, tais híbridos podem ser selecionados para etapa posterior de ensaios de valor de cultivo e uso (VCU) com vistas ao registro de nova (s) cultivar (es) e sua posterior disponibilização aos produtores.

## 6. RESUMO E CONCLUSÕES

Devido à crescente demanda por pimentas no Brasil, para consumo *in natura*, bem como para uso industrial e farmacológico, surge a necessidade do estabelecimento de programas de melhoramento para disponibilizar aos produtores cultivares capazes de atender a tal demanda. Este trabalho teve como objetivos estimar a Capacidade Geral de combinação (CGC) de genitores, estimar a Capacidade Específica de Combinação (CEC) e determinar o potencial agrônomo de híbridos de pimenta (*C. baccatum* var. *pendulum*) a fim de identificar combinações híbridas promissoras para futuras recomendações aos produtores. Para isso, cinco genitores, dez híbridos experimentais e duas testemunhas comerciais foram avaliados em condições de campo, no delineamento de blocos ao acaso, com três repetições e oito plantas por parcela, na Unidade de Apoio à Pesquisa (UAP) no CCTA, *campus* da UENF. Foram avaliados os seguintes caracteres: diâmetro da copa (DC); altura de planta (AP); hábito de crescimento (HC); dias para florescimento (DPFLOR); dias para frutificação (DPFRUT); forma do fruto (FRF); cor do fruto no estágio intermediário (CFEI); cor do fruto no estágio maduro (CFEM); comprimento do fruto (CF); diâmetro do fruto (DF); número de lóculos por fruto (NLF); espessura da polpa (ESP); número de frutos por planta (NFP); produtividade (PROD); massa média do fruto (MMF); união com o pedicelo (UNIP); teor de sólidos solúveis totais (TSS); número de sementes por fruto (NSF); massa de 1000 sementes (MMS); e

presença de pungência (PP). Os caracteres qualitativos foram avaliados com base nos descritores sugeridos pelo *Bioversity International* (BI), e as características quantitativas, submetidas ao teste de agrupamento de médias de Scott-Knott (1974). As estimativas das CGC e CEC foram feitas utilizando-se o método de análise dialélica de Griffing (1956). A análise das características qualitativas revelou variação nas características FRF, CFEM, UNIP, NLF, PP. Com base na ANOVA ( $P < 0,01$ ), em todas as características quantitativas observou-se variação, com exceção para peso de MMS. Pelo teste de Scott-Knott, observou-se maior variação com formação de seis grupos para comprimento de fruto (CF) e diâmetro do fruto (DF), enquanto a menor variação foi observada para diâmetro da copa (DC), altura de planta (AP) e produtividade (MFP), com formação de apenas dois grupos. Com base na análise dialélica, verificou-se maior predominância dos efeitos gênicos aditivos para as características DC, NFP, MMF, CF, DF e ESP. Os efeitos não-aditivos foram mais importantes para as características AP, DPFLOR, DPFRUT, PROD e TSS. Os híbridos experimentais UENF 1616 X UENF 1624, UENF 1616 X UENF 1732, UENF 1624 X UENF 1629, UENF 1629 X UENF 1732 e UENF 1639 X UENF 1732 são potenciais e podem ser selecionados para etapa posterior de ensaios de valor de cultivo e uso (VCU) com vistas ao registro de nova (s) cultivar (es) e sua posterior disponibilização aos produtores.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, F.S.A. (2011). Estimación de parámetros genéticos en el contenido de capsaicina y rendimiento en una cruce de pimentón cultivar serrano y aji cayenne (*Capsicum annuum*) por medio del análisis de medias generacionales. Tese (Máster en Ciencias Agrarias Línea de Investigación Fitomejoramiento). Universidad Nacional de Colombia, 73p.
- Allard, R.W. (1971). Princípios do melhoramento genético das plantas. São Paulo: Edgard Blüchner, 381 p.
- Andrews J. 1995. Pepper: *The Domesticated Capsicums*. Texas: University of North Texas.
- Barbosa, R.I.; Luz, F. J. F.; Nascimento Filho, H. R.; Maduro, C. B. (2002). Pimentas do gênero *Capsicum* cultivadas em Roraima, Amazônia brasileira. I. Espécies domesticadas. *Acta amazônica*, 32: 177-192.
- Bento, C. dos S.; Rodrigues, R.; Zerbini, F.M.; Sudré, C.P. (2009). Sources of resistance against the *Pepper yellow mosaic virus* in chili pepper. *Horticultura Brasileira* 27: 196-201.
- Bianchetti L.B. (1996). Aspectos morfológicos, ecológicos e biogeográficos de dez táxons de *Capsicum* (Solanaceae) ocorrentes no Brasil. Dissertação (Mestrado em botânica). Brasília, UNB, 174p.
- Blat, S.F.; Braz, L.T.; Arruda, A.S. (2007). Avaliação de híbridos duplos de pimentão. *Horticultura Brasileira* 25: 350-354.
- Borém, A.; Miranda, G. V. (2009). *Melhoramento de Plantas*. Ed. UFV. 529p.
- Bueno, L.C de. S., Mendes, A.N.G., Carvalho, S.P de. (2004). *Melhoramento genético de Plantas*. 1º Ed. Lavras: UFLA, 282p.

- Brasil.(2011). Ministério da agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em: fevereiro de 2012.
- 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. Embrapa Hortaliças. Documentos, 49. 49p.
- Carvalho, S.I.C.; Bianchetti, L.B.; Ribeiro, S. da C.; Lopes, C. A. (2006). Pimentas do gênero *Capsicum* no Brasil. Embrapa Hortaliças. Documentos, 94. 27p.
- Carvalho, S.I.C.; Bianchetti, L.B (2004). Sistema de produção de pimentas (*Capsicum*spp.):botânica.EmbrapaHortaliças.Disponível em:<http://www.cnph.embrapa.br/sistprod/pimenta/botanica.htm>. Acessado em: março de 2012.
- Carvalho, S.I.C. de.; Ribeiro, C.S.C.; Gilmar Paulo Henz, G.P.; Reifschneider, F.J.B. (2009). 'BRS Mari': new hot pepper cultivar for processing. *Horticultura Brasileira*, 27: 571-573.
- Charlo, H.C. de O.; Galatti, F. de S.; Braz, L. T.; Barbosa, J.C. (2011). Híbridos experimentais de melão rendilhado cultivados em solo e substrato. *Revista Brasileira Fruticultura*, 33: 144-156.
- Costa, R. A.; Rodrigues, R.; Sudré, C.P. Resistência genética à mancha bacteriana em genótipos de pimentão. *Horticultura Brasileira*, 20: 86-89.
- Cruz, C. D.; Regazzi, A. J.; Carneiro, P. C. S. (2004). *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento Genético*. Viçosa: UFV, 480p.
- Cruz CD (2006) Programa Genes. Aplicativo computacional em genética e estatística. Editora UFV, Viçosa- MG, 422p.
- Derera, G. (2000). Condiment paprika: breeding, harvesting and commercialization. 33p.
- De Polli, et al, H. (1988). *Manual de adubação para o Rio de Janeiro*. 2º Ed, Itaguaí: Universidade Rural, 179p.
- Eshbaugh, W.H. (1970). A biosystematic and evolutionary study of *Capsicum baccatum* (Solanaceae) . *Brittonia*, 22: 31-32.
- Falconer, D.S. (1987). *Introdução à genética quantitativa*. Viçosa: UFV, 279p.
- FAO (2010) Food and agriculture organization of the united nations, versão eletrônica. Disponível em: <http://faostat.fao.org/default.aspx>. Acesso em: fevereiro de 2012.
- Fehr, W.R. (1987). *Principles of cultivar development*. New York: Macmillan. 525p.
- Flota, F.V.; Ham, M. de L.M.; González, M.M.; Carbajal, G.G.; Garcia, C.V.; Pelayo. (2007). La biosíntesis de capsaicinoides, el principio picante de Chile. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 30: 353-360.

- Figueira F.A.R. (2008). *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa: UFV, 402p.
- Geleta, L.F.; Labuschagne, M.T. (2004). Hybrid performance for yield and other characteristics in peppers (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Agricultural Science*, 142: 411–419.
- 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*, 27: 1007-1015.
- Gonçalves, S. L. A. Herança de caracteres agrônômicos e da resistência ao *Pepper yellow mosaic virus* em *Capsicum baccatum* var. *pendulum*. (2010). Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Campos dos Goytacazes – UENF, 118p.
- Gonçalves, L. S. A; Rodrigues, R.; Bento, C. dos S.; Robaina, R. R.; Amaral Júnior, A. T do. (2011). Herança de caracteres relacionados à produção de frutos em *Capsicum baccatum* var. *pendulum* com base em análise dialélica de Hayman. *Ciência Agrônômica*, v. 42, n. 3, p. 662-669.
- Gottlieb. (1986). The genetic basis of plant form. *Philosophical Transactions of The Royal Society B: Biological Sciences*. 313: 197-208.
- Griffing, B. (1956). Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. *Australian Journal of Biological Sciences*, 9: 463-493.
- Gasques, J.G.; Bastos, E.T.; Bacchi, M.R.P.; Valdes, C. (2009). Produtividade Total dos Fatores e Transformações da Agricultura Brasileira: análise dos dados dos Censos Agropecuários. In 48º Congresso, Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural (SOBBER).
- Hallauer, A.R; Miranda Filho, J.B.; Carena, M.J. (2010). *Quantitative Genetics in Maize Breeding*. 3rd Ed., Springer, New York, NY.
- Hoff, D.N.; Pedrozo, E.A.; Pavinato, A.; Freitas, A. S. (2010). Percurso da difusão da inovação tecnológica no agronegócio: o caso do plantio direto no Rio Grande do Sul. *Ensaio FEE*, 31: 477-502.
- IBGE. (2006). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acesso: fevereiro de 2012.
- IPGRI. (1995). Descriptors for *Capsicum*. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, 49p.
- ISLA (2010). Isla sementes. Disponível em: <http://www.isla.com.br/cgi-bin/index.cgi>. Acesso em: março de 2012.
- Jarret, R.L. (2007). Morphologic variation for fruit characteristics in the USDA/ARS *Capsicum baccatum* L. germplasm collection. *Hortscience* 42(5):1303-1305.

- Lefebvre, V.; Kuntz, M.; Camara, B.; Palloix, A. (1998). The capsanthin capsorubin synthase gene: a candidate gene for the *y* locus controlling the red fruit colour in pepper. *Plant Molecular Biology* 36: 785–789.
- Luz, F. J. F.; Braz, L. T.; Vargas, P. F.; Almeida, G. V. B. (2006). Origem e principais morfotipos de pimentas *in natura* do gênero *Capsicum* comercializadas na Ceagesp SP em 2004. In: 46º Congresso Brasileiro de Olericultura, Goiânia-GO. Diversificação e industrialização na horticultura.
- Madail, J. C. M.; Schneid, L. F.; Sima, L. F.; Wendt, A. N. (2005). Economia da produção de pimenta vermelha no município de Turuçu-RS. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, (*Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento*, 19). 27p.
- 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 (1): 152-160.
- Maramba, F.; Desalegne, L.; Fininsa, C.; Sigvald, R. (2009). Genetic analysis for some plant and fruit traits, and its implication for a breeding program of hot pepper (*Capsicum annuum* var. *annuum* L.). *Hereditas*: 146: 131-140.
- Melo, P.C.T.; Melo, A.M.T.; Castro, C.E.F. (2010). Avances en el negocio de hortalizas y flores en condiciones agroclimáticas tropicales y subtropicales in Brasil 2010. Disponível em: <http://www.horticom.com/pd/article.php?sid=76200>. Acesso em: fevereiro de 2012.
- Melo, P.C.T. (2011). Genetic improvement of vegetables: development of open-pollinated cultivars. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, S1: 93-94.
- Monteiro, C.E.; Pereira, T.N.S.; Campos, K.P. de. (2011). Reproductive characterization of interspecific hybrids among *Capsicum* species. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*. 11: 241-249.
- Moreira, S.O.; Rodrigues, R.; Araújo, M.L.; Sundré, C. P.; Riva-Souza, E.M. (2009). Desempenho agrônomico de linhas endogâmicas recombinantes de pimenta em dois sistemas de cultivo. *Ciência Rural*, 39: 1387-1393.
- Moscone E.A, Scaldaferrro M.A, Grabielle M, Cecchini N.M, García Y.S, Jarret R, Daviña J.R, Ducasse D.A, Barboza G.E, Ehrendorfer F. (2007). The evolution of chili peppers (*Capsicum* – Solanaceae): a cytogenetic perspective. *Acta Horticulturae*, 745: 137-169.
- Moura, M.C.C.L.; Gonçalves, L.S.A.; Sudré, C.P.; Rodrigues, R.; Amaral Júnior, A.T.; Pereira, T.N.S. (2010). Algoritmo de Gower na estimativa da divergência genética em germoplasma de pimenta. *Horticultura Brasileira* 28: 155-161.
- Nascimento, I.R. do.; Maluf, W.R.; Faria, M.V.; Valle, L.A.C. do.; Meneses, C.B. de.; Benites, F.R.G. (2004). Capacidade combinatória e ação gênica na

- expressão de caracteres de importância econômica em pimentão. *Ciência e agrotecnologia*, 28: 251-260.
- Nascimento, M.F.; Nascimento, N.F.F.; Rêgo, E.R.; Sapucay, M.J.L.C; Fortunato, F.L.G; Rêgo, M.M. (2011). Heterose em cruzamentos dialélicos para qualidade de frutos em pimenteiras ornamentais. *Horticultura Brasileira*. 29: S2948-S2955.
- Neitzke, R.S.; Barbieri, R.L.; Rodrigues, W.F.; Corrêa, I.V.; Carvalho, F.I.F. (2010). Dissimilaridade genética entre acessos de pimenta com potencial ornamental. *Horticultura Brasileira* 28: 47-53.
- Onus, A.N.; Pickersgill. B. (2004). Unilateral incompatibility in *Capsicum* (Solanaceae): occurrence and taxonomic distribution. *Annals of Botany*, 94: 289-295.
- Ohse, B.J.G.; Fuscaldi, J.L.; Buso, G.S.C.; Carvalho, S.I.C.; Reifschneider, F.J.B.; Ferreira, M.E. (2010). Ausência de ardor em pimenta causada por SNPs detectados no gene *Pun1* de *Capsicum annum*. In: 56º Congresso Brasileiro de Genética. ISBN 978-85-89109-06-2.
- Peixoto, J.R.; Mathias, Filho, L.; Silva, C.M.; Oliveira, C.M.; Cecilio Filho, A.B. (2001). Produção de genótipos de tomateiro tipo 'Salada' no período de inverno, em Araguari. *Horticultura Brasileira*, 19 (2): 148-150.
- Perry, L., Dickau, R., Zarrilo, S., Holst, I., Pearsall, D.M., Piperno, D.R., Berman, M.J., Cooke, R.G., Rademaker, K., Ranere, A.J., Raymond, J.S., Sandweiss, D.H., Scaramelli, F., Tarble, K., Zeidler, J.A. (2007) Starch fossils and the domestication and dispersal of chili peppers (*Capsicum* spp. L.) in the Americas. *Science*, 315:986-988.
- Perucka, I.; Oleszek, W. (2000). Extraction and determination of capsaicinoids in fruit of hot pepper *Capsicum annum* L. by spectrophotometry and high-performance liquid chromatography. *Food Chemistry* - , 71: 287-291.
- Pozzobon M.T, Schifino-Wittman, Bianchetti L.B. (2006). Chromosome numbers in wild and semidomesticated brazilian *Capsicum* L. (Solanaceae) species: do  $x=12$  and  $x=13$  represent two evolutionary lines?. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 151: 259-269.
- Pickersgill. B. (1986). *Capsicum* spp. In: León, J. (Org.). Guidelines for seed exchange and plant introduction in tropical crops. FAO, 73-78.
- Pinto, C.M.F., Silva, D.J.H da. (2006). *Cultivo da Pimenta*. EPAMIG: *Informe agropecuário*, v.27 n.235 108p.
- Rêgo, E. R do.; Rêgo, M.M. do.; Finger, F.L.; Cruz, C.D.; Casali, V.W.D. (2009). A diallel study of yield components and fruit quality in chilli pepper (*Capsicum baccatum*). *Euphytica*, 168: 275-287.

- Rêgo, E.R do.; Finger, F.L.; Nascimento, N.F. do.; Araújo, E.R.; Sapucay, M.J.L. da C. (2011a). Genética e melhoramento de pimenteiros *Capsicum spp.* In: Rêgo, E. R do.; Finger, F.L.; Rêgo, M.M. do. (Org.). Produção, Genética e Melhoramento de Pimentas (*Capsicum spp.*). Recife: Imprima, 223p.
- Rêgo, E. R do.; Rêgo, M.M. do.; Cruz, C.D.; Finger, F.L.; Casali, V.W.D. (2011b). Phenotypic diversity, correlation and importance of variables for fruit quality and yield traits in Brazilian peppers (*Capsicum baccatum*). *Genetic Resources and Crop Evolution*. 58: 909-918.
- Rodrigues, R.; Gonçalves, L.S.A.; Bento, C.dos S.; Sudré, C.P.; Renata R Robaina, R.R. Antonio T do Amaral Júnior, A.T.do. (2012). Capacidade combinatória e heterose para características agrônômicas em pimentas do complexo *baccatum*. *Horticultura Brasileira*, v. 30.
- Rodríguez-Burruezo, A.; Prohens, J.; Raigón, M. D.; Nuez, F. (2009). Variation for bioactive compounds in aji (*Capsicum baccatum* L.) and rocoto (*C. pubescens* R. & P.) and implications for breeding. *Euphytica*. 170:169–181.
- Rodríguez-Burruezo, A.; Kollmannsberger, H.; Prohens, J.; Nitz, S.; Fita, A. (2010). Comparative Analysis of Pungency and Pungency Active Compounds in: Chile Peppers (*Capsicum spp.*). *Bulletin UASVM Horticulture*, 67(1): 1843-5394.
- 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: março de 2012.
- Ribeiro. C.S.C.; Reifschneider, F.J.B. (2008). Genética e melhoramento. In: Ribeiro, C.S.C.; Lopes, C.A.; Carvalho, S.I.C.; Henz, G.P.; Reifschneider, F.J.B (Org.). *Pimentas Capsicum*. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2008. p. 55-69.
- Riva, E.M. (2006). Uso de método genealógico e *single seed descent* (SSD) para obtenção de linhas de pimentão resistentes à mancha bacteriana. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Campos dos Goytacazes –RJ, UENF. 106p.
- Riva-Souza E.M.; Rodrigues, R.; Sudré C.P.; Pereira, M.G.; Viana, A.P.; Amaral Júnior, A.T. (2007). Obtaining pepper F<sub>2:3</sub> lines with resistance to the bacterial spot using the pedigree method. *Horticultura*, 25: 567-571.
- Santos, M.M.P.; Vieira-da-Motta, O.; Vieira, I.J.C., Braz-Filho, R.; Gonçalves, P.S.; Maria, E.J.; Terra, W.S.; Rodrigues, R.; Souza, C.L.M. (2011). Antibacterial activity of *Capsicum annum* extract and synthetic capsaicinoid derivatives against *Streptococcus mutans*. *J Nat Med*. DOI 10.1007/s11418-011-0579-x.
- Scott AJ, Knott M (1974) A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics*, 30(3):507–512.

- Silva, V.F.; Bezerra Neto, F.; Negreiros, M.Z.; Pedrosa, J.F. (2000). Comportamento de cultivares de alface em diferentes espaçamentos sob temperatura e luminosidade elevadas. *Horticultura Brasileira*, 18 (3): 183-187.
- Silva, L.L. da. (2002). Heterose e capacidade de combinação em cruzamentos dialélicos parciais de pimentão. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Piracicaba, ESALQ, p. 82.
- Silva Filho, J.G. da; Fonseca, M.E. de N.; Boiteux, L.S. (2010). Marcadores funcionais relacionados com a coloração de fruto em espécies de *Capsicum*: Análise de polimorfismos na região promotora do gene codificador da Capsantina-capsorubina sintase. *Horticultura Brasileira*, 28: S2630-S2635.
- Silva, S. de A.M. da.; Bento, C. dos S.; Medeiros, A.M.; Sudré, C.P.; Rodrigues, R (2011). Identificação de fontes de resistência à antracnose em acessos de *Capsicum* spp. In: XI Mostra de Pós-Graduação UENF.
- Sudré, C.P.; Gonçalves, L.S.A.; Rodrigues, R.; Amaral Júnior, A.T. do.; Riva-Souza, E.M.; Bento, C. dos 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.
- Syukur, M.; Sujiprihati, S.; Yunianti, R.; Undang. (2010). Diallel analysis using Hayman method to study genetic parameters of yield components in pepper (*Capsicum annuum* L.). *HAYATI Journal of Biosciences*, 17: 183-188.
- Tavares, M.; Melo, A.M.T. de.; Scivittaro, W.B. (1999). Efeitos diretos e indiretos e correlações canônicas para caracteres relacionados com a produção de pimentão. *Bragantia*, 58(1): 41-47.
- Tewksbury, J. J.; Nabhan, G.P. (2001). Directed deterrence by capsaicin in chillies. *Nature*, 412: 403-404.
- UPEA. (2012). Unidade de Pesquisa e Extensão Agro-Ambiental. Disponível em: <http://www.iff.edu.br/campus/upea>. Acesso: março de 2012.
- Vilela, N.J. (2004). Sistema de produção de Pimentas (*Capsicum* spp): Coeficientes técnicos, custos, rendimentos e rentabilidade. Embrapa Hortaliças, Sistemas de Produção, 4 ISSN 1678 Versão Eletrônica Dezembro /2004.  
Disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/sistprod/pimenta/coeficientes.htm#tabela1>>. Acesso em 26 de setembro de 2010.
- Vilela, N.J.; Henz, G.P. (2000). Situação atual da participação das hortaliças no agronegócio brasileiro e perspectivas futuras. *Cadernos de Ciência & Tecnologia*, 17: 71-89.
- Vilela, N.J.; Macedo, M.M.C. (2000). Fluxo de poder no agronegócio: o caso das hortaliças. *Horticultura brasileira*, Brasília, v. 18: 88-94.

Yamamoto, S.; Nawata, E. (2005). *Capsicum frutescens* L. in southeast and east Asia, and its dispersal routes into Japan. *Economic Botany*, v. 59, n. 1, p. 18-28.