

VALOR DE CULTIVO E USO E ÍNDICES DE SELEÇÃO NÃO-  
PARAMÉTRICOS NA INDICAÇÃO DE HÍBRIDOS DE *Capsicum*  
*baccatum* var. *pendulum*

**ARTUR MENDES MEDEIROS**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY  
RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
JANEIRO – 2016

VALOR DE CULTIVO E USO E ÍNDICES DE SELEÇÃO NÃO-  
PARAMÉTRICOS NA INDICAÇÃO DE HÍBRIDOS DE *Capsicum*  
*baccatum* var. *pendulum*

**ARTUR MENDES MEDEIROS**

“Tese 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 Doutor em Genética e Melhoramento  
de Plantas”.

Orientadora: Profa. Rosana Rodrigues

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
JANEIRO – 2016

VALOR DE CULTIVO E USO E ÍNDICES DE SELEÇÃO NÃO-  
PARAMÉTRICOS NA INDICAÇÃO DE HÍBRIDOS DE *Capsicum*  
*baccatum* var. *pendulum*

**ARTUR MENDES MEDEIROS**

“Tese 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 Doutor em Genética e Melhoramento de  
Plantas”.

Aprovada em 29 de janeiro de 2016

Comissão Examinadora:

---

Prof. Leandro Simões Azeredo Gonçalves (D.Sc. Genética e Melhoramento de  
Plantas) - UEL

---

Prof. Geraldo de Amaral Gravina (D.Sc. Fitotecnia) - UENF

---

Prof. Telma Nair Santana Pereira (Ph.D. Plant Breeding) – UENF

---

Profa. Rosana Rodrigues (D. Sc. Produção Vegetal) UENF  
(Orientadora)

Benedita Rodrigues Mendes Medeiros  
José da Costa Medeiros  
Alexandre Mendes Medeiros  
Aline Mendes Medeiros  
Anderson José Mendes Medeiros

Dedico

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por tudo;

A nossa senhora, pela intercessão;

Agradeço meus pais, José da Costa Medeiros e Benedita Rodrigues, pela educação e apoio;

Aos meus irmãos, Alexandre Mendes Medeiros, Aline Mendes Medeiros e Anderson José Mendes Medeiros, pelo companheirismo;

A meus avós, tios, primos, sobrinhas... Toda a família;

À Minha orientadora, Rosana Rodrigues, por me apoiar nos desafios;

A todos os professores do Programa de Genética e Melhoramento de Plantas da UENF;

À professora, Regina Lúcia Ferreira Gomes, pelos ensinamentos;

Ao Dr. Kaesel Jackson Damasceno e Silva, pelas orientações;

Aos Meus amigos desde antigamente: Giovanni, Natalino, Dyêgo, Mario Henrique, Luciano;

À Samara Ferreira, que me ajudou muito no meu doutoramento;

Aos meus amigos de universidade e de laboratório: Ribamar, Janeo, Caillet, Pedro, Claudia Pombo, Lucas, Maurício, Fabio, Armando, Fabíola, Bianca, Ellen, Hérica, Daniele, Ligia, Monique, Samy, Cintia, Ingrid, Jéssica e Júlio;

Ao secretario, Daniel;

Aos técnicos da UAP UENF, Jader e Carlos;

Aos funcionários da Pesagro: José Emanuel, João e Enildo;

À FAPERJ e CAPES, pela concessão das bolsas;

À North Dakota State University, por nos aceitar como *Research Scholar*;

Ao professor, Mohamed Mergoum, pela orientação juntamente com o professor Richard D. Horsley e a toda a Equipe do programa de Genética e Melhoramento de Trigo da NDSU;

Ao Técnico Matt, pela ajuda e amizade;

Aos professores: Rosana Rodrigues, Messias Pereira, Alexander Pio Viana e aos

Aos Alunos Guilherme e Rodrigo, por nos ajudar diretamente no intercâmbio.

Obrigado a todos!

## RESUMO

MEDEIROS, Artur Mendes; D.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; março, 2016; Valor de cultivo e uso e índices de seleção não-paramétricos na indicação de híbridos de *Capsicum baccatum* var. *pendulum*; Orientadora: Rosana Rodrigues; Conselheiros: Geraldo de Amaral Gravina e Telma Nair Santana Pereira.

Nas solanáceas, a utilização de híbridos no mercado de sementes se consolidou nas últimas décadas, em especial nas culturas do pimentão, berinjela e tomateiro. Entretanto, outras culturas como as pimentas (*Capsicum* spp.) ainda tem algumas espécies que são tratadas de forma incipiente pelos programas de melhoramento que visam à obtenção de híbridos. Os objetivos desse trabalho foram avaliar híbridos experimentais de pimenta dedo-de-moça (*C. baccatum* var. *pendulum*) quanto aos aspectos de produção e qualidade de frutos em duas épocas de plantio, cumprindo os requisitos básicos para os ensaios de Valor de Cultivo e Uso preconizados pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA) para o registro de novas cultivares, e utilizar índices de seleção não-paramétricos com base em características agronômicas e físico-químicas de frutos para recomendação desses híbridos para registro junto ao MAPA. Três híbridos experimentais (UENF 1616 X UENF 1732, UENF 1624 X UENF 1629 e UENF 1629 X UENF 1732), três genitores (UENF 1616, UENF 1624 e UENF 1629) e duas testemunhas comerciais (‘BRS Mari’ e ‘Ibirajá’) foram avaliados em condições de campo, no delineamento em blocos ao acaso, com três repetições e

16 plantas por parcela. Os ensaios foram instalados em duas épocas de cultivo (outono/inverno e primavera/verão) no município de Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro. Avaliaram-se as características número de dias para florescimento; número de frutos por planta; massa média do fruto (g); comprimento do fruto (mm); diâmetro do fruto (mm); produtividade; massa seca do fruto (g/100g); acidez titulável (% de ácido cítrico); ácido ascórbico (mg 100<sup>-1</sup> MF) e teor de sólidos solúveis (°Brix). Houve interação significativa entre os genótipos estudados para todas as características avaliadas. Observou-se diferença significativa entre as épocas de plantio para a maioria dos caracteres avaliados. A interação G X A foi significativa e de natureza complexa apenas para os caracteres MSF e AA. Houve também, diferença significativa entre os contratos e entre as interações para a maioria dos caracteres avaliados. Os índices de seleção não-paramétricos Mulamba e Mock (1978) e distância genótipo-ideótipo foram coincidentes em classificar o híbrido UENF 1616 X UENF 1732 como promissor, com base em características agronômicas e físico-químicas, simultaneamente. O híbrido UENF 1616 X UENF 1732 está apto para o registro e posteriormente para a comercialização entre os produtores da Região Norte Fluminense.

*Capsicum baccatum* var *pendulum*, Índice de Schwarzach, registro de cultivares, frutos de pimenta, valor nutricional

## ABSTRACT

MEDEIROS, Artur Mendes; D.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; January, 2016; Value for cultivation and use and non-parametric selection indices in the indication of hybrids of *Capsicum baccatum* var. *pendulum*; Adviser: Rosana Rodrigues; Committee members: Geraldo de Amaral Gravina e Telma Nair Santana Pereira.

In Solanaceae, the use of hybrid seeds has been consolidated in recent decades, especially in pepper and tomato crops. However, other crops such as chili peppers (*Capsicum* spp.) are still neglected by breeding programs aimed at obtaining hybrids. The objectives of this study were to evaluate experimental chili pepper hybrids *dedo-de-moça* fruit type (*C. baccatum* var. *pendulum*) on of yield and fruit quality aspects in two seasons, fulfilling the basic requirements for the cultivation value of testing and use recommended by the *Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento* for the registration of new cultivars and to compare non-parametric selection indices based on agronomic and physicochemical characteristics of fruits. Three experimental hybrids, four parents and two commercial genotypes were evaluated under field conditions in randomized blocks design, in two growing seasons (fall / winter and spring / summer) in the municipality of Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro. The following traits were evaluated: number of days to flowering; number of fruits per plant; fruit weight; fruit length; fruit diameter; yield; fruit dry weight; titratable acidity; ascorbic acid and soluble solids content. There was a significant interaction between the studied genotypes for all traits. A significant difference between planting dates for most characters. The G X E

interaction was significant and complex nature only for MSF and AA characters. There was also a significant difference between the contrasts and interactions for most characters. The non-parametric selection indices Mulamba and Mock (1978) and distance genotype-ideotype (Schwarzach, 1972) coincided in classifying hybrid the UENF 1616 X 1732 UENF as promising based on agronomic and fruit quality characteristics, simultaneously. This hybrid is eligible for registration with the *Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento* and later both can be released for farmers in the North of Rio de Janeiro region.

*Capsicum baccatum* var *pendulum*, Schwarzach Index, cultivars registration, chili pepper fruits, nutritional value.

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	.4
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	5
3.1 Importância econômica.....	5
3.2 Origem e botânica.....	6
3.2.1 Aspectos Botânicos e Reprodutivos de <i>C. baccatum</i> .....	8
3.3 Melhoramento de <i>Capsicum</i> no Brasil.....	9
3.3.1 Melhoramento de <i>Capsicum</i> na UENF.....	10
3.4 Interação genótipos x ambientes (G x E).....	12
3.5 Valor de cultivo e uso .....	13
3.6 Índices de seleção.....	15
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	17
4.1 Material vegetal.....	17
4.2 Obtenção dos híbridos experimentais.....	17
4.3 Avaliações de campo .....	21
4.3.1 Localização e características experimentais.....	21
4.3.2 Obtenção das mudas.....	21
4.3.3.1 Avaliação das características agronômicas.....	22
4.3.3.2 Avaliação das características físico-químicas.....	23

4.4 Análise estatística.....	23
4.4.1 ANOVA.....	23
4.4.2 Dissimilaridade de ambientes.....	26
4.4.3 Índice de seleção.....	26
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>28</b>
<b>6. CONCLUSÕES.....</b>	<b>40</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>41</b>

## 1. INTRODUÇÃO

As pimentas estão entre as culturas mais importantes da família Solanaceae cultivadas no mundo (Mahmoud et al., 2015). Além de serem comercializadas *in natura*, abastecem também a agroindústria podendo ser processadas sob a forma de condimentos, temperos e conservas, ocupando lugar de destaque entre as espécies condimentares (Rebouças et al., 2013).

O gênero *Capsicum* possui 38 espécies descritas, todos originários do continente americano, sendo apenas cinco delas consideradas domesticadas: *Capsicum annuum* L., *Capsicum chinense* Jacq., *Capsicum frutescens* L., *Capsicum baccatum* L. e *Capsicum pubescens* (Pickersgill, 1986; Bianchetti, 1996; Moscone et al., 2007; Barboza et al., 2011).

Dentre as espécies domesticadas, a *Capsicum baccatum* - representada por diferentes variedades botânicas, a *C. baccatum* var. *baccatum* e *C. baccatum* var. *pendulum*, é a mais consumida nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, sendo popularmente denominada de dedo-de-moça (fruto alongado) ou cambuci (fruto campanulado) (Embrapa Hortaliças, 2007). Além disso, são empregadas na culinária de todo o mundo, por reunirem atributos importantes como aparência, textura, cor, aroma, teor de vitaminas e pungência (Ferrão et al., 2011).

Existe uma demanda crescente por cultivares de hortaliças mais produtivas, uniformes e com maior qualidade de frutos (Vilela e Henz, 2000; Carvalho et al., 2006). Isso vem estimulando a substituição das cultivares do tipo linha pura por híbridos F<sub>1</sub> a fim de se explorar a heterose ou vigor híbrido,

principalmente, quando se trabalha com caracteres com predominância de efeitos dominantes ou não aditivos. Isso porque os efeitos da heterose podem resultar, por exemplo, em maior produtividade, qualidade e uniformidade de frutos, além de resistência a pragas e doenças.

O desenvolvimento de novas variedades com alta produtividade e com frutos de qualidade é um dos principais objetivos dos programas de melhoramento de pimentas (Rêgo et al., 2009). No entanto, isso não é tarefa fácil, pois os caracteres sob os quais os melhoristas trabalham, em sua maioria, são quantitativos. Somando-se a isso, o cultivo das espécies de pimenta é realizado em diferentes regiões ou em diferentes épocas na mesma região, sob diversos tipos de solo, temperatura, fotoperíodo, umidade, precipitação e práticas culturais (Rebouças et al., 2013). O resultado da interação entre os fatores genéticos e os fatores ambientais faz com que, em muitos casos, o desempenho dos genótipos nos diversos ambientes não seja coincidente (Ramalho et al., 2012; Cruz et al., 2012).

Nas fases finais de avaliação dos programas de melhoramento de plantas, para obtenção do registro junto ao Registro Nacional de Cultivares (RNC) do Ministério da Agricultura e Pecuária (MAPA) das variedades desenvolvidas e, com isso, estas possam ser comercializadas, devem-se realizar ensaios para determinação do seu Valor de Cultivo e Uso (VCU). Nesses ensaios são avaliadas diferentes características pré-estabelecidas pelo MAPA, em vários locais e anos (Brasil, 2015). Em relação às espécies olerícolas entre o período de 1998 a 2014, foram constatados 7174 registros e 147 proteções no MAPA. As espécies do gênero *Capsicum* estão entre as espécies com maior número de registros, juntamente com as culturas do tomate, alface e melão (Gomes et al. 2016).

Nos ensaios de VCU é obtida grande quantidade de informações a respeito dos genótipos avaliados. Uma maneira de otimizar a avaliação dos dados coletados e aumentar a chance de sucesso de um programa de melhoramento é por intermédio da seleção simultânea de um conjunto de caracteres de importância econômica, usando índices de seleção (Cruz et al., 2012).

Há dois grupos de índices na literatura, os índices paramétricos e os não-paramétricos. Esses índices diferem devido à necessidade ou não da estimação dos parâmetros covariância e variâncias genéticas e fenotípicas. A utilização dos

índices paramétricos requer a estimação de tais parâmetros. Como exemplo, citam-se os índices de Brim et al. (1959), Kempthorne e Nordskog (1959), Pesek & Baker (1969), Tai (1977) e Smith et al. (1981).

Os índices não-paramétricos, por sua vez, não requerem tais estimações. São exemplos de índices não-paramétricos: Elston (1963), Schwarzbach (1972) e Mulamba & Mock (1978). Assim, nas etapas finais de programas de melhoramento, onde os genótipos são fixos e não há possibilidade de estimação dos parâmetros supracitados, pode-se lançar mão dos índices de seleção não-paramétricos para selecionar genótipos que reúnam, simultaneamente, uma série de atributos que satisfaça as exigências, tanto do produtor quanto do consumidor.

## 2. OBJETIVOS

### Objetivo geral

O objetivo geral do presente trabalho foi dar continuidade ao programa de melhoramento iniciado em 2008 na UENF, lançando cultivares híbridas de pimenta dedo-de-moça.

### Objetivos específicos:

I) Avaliar híbridos experimentais de pimenta dedo-de-moça (*C. baccatum* var. *pendulum*), quanto aos aspectos de produção e qualidade de frutos em duas épocas de plantio, cumprindo os requisitos básicos para os ensaios de Valor de Cultivo e Uso Preconizados pelo Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento para o registro de novas cultivares.

II) Utilizar índices de seleção não-paramétricos com base em características agronômicas e físico-químicas de frutos.

III) Recomendar híbrido de pimenta para o registro junto ao MAPA.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Importância econômica

As estatísticas mundiais não distinguem as espécies do gênero *Capsicum* a que se referem os dados de produção. Entretanto, esses dados apontam altas taxas de crescimento da produção desse gênero em todos os países do mundo, especialmente no continente asiático. O continente asiático, atualmente, possui 63,65% da área cultivada com pimentas e pimentões, atingindo produção de 21.355.762 toneladas. A segunda região mais importante é o continente Africano, com 19% do total plantado e produção de 2.885.934 toneladas (FAO, 2012).

Em nível nacional, estatísticas formais sobre produção e comercialização de pimenta são escassas e não refletem a realidade econômica dessa cultura. Isso se dá em virtude do cultivo de pimenta ser praticado, principalmente, por agricultores de base familiar e, a produção ser comercializada informalmente (Luz et al., 2006, Sudré et al., 2010). Apesar disso, é de senso comum que o cultivo de pimenta ocorre em todas as regiões brasileiras, especialmente em Minas Gerais, Goiás, São Paulo, Ceará e Rio Grande do Sul (Esteves, 2011).

As pimentas também são cultivadas por médios e grandes produtores individuais ou integrados a agroindústrias. Empresas de porte médio comercializam conservas, molhos e geleias em supermercados, lojas de conveniência e de produtos importados e até em lojas de decoração. Grandes empresas exportam a pimenta na forma desidratada, páprica e pasta. Essas

últimas, por possuírem extensas áreas de cultivo (próprias ou em parceria), empregam um número significativo de pessoas, principalmente na época da colheita, contribuindo para a geração de renda, que por sua vez, contribui para fixação de pessoas na área rural (Oliveira et al., 2014b)

O mercado dessa cultura é bastante diversificado, indo desde a comercialização de pimentas para consumo *in natura* e conservas caseiras até a exportação de produtos processados e industrializados, como: geleias, bombons, embutidos (salames, salsichas e linguças), massas, biscoitos, patês, “ketchup” e maionese (Carvalho et al., 2006). Nos últimos anos, o mercado de pimenta está experimentando grandes mudanças. Neste cenário, incluem-se produtos com alto valor agregado, tais como pimentas em compotas exóticas e chocolate com pimenta (Rêgo et al., 2012).

Além do uso culinário, as pimentas também são utilizadas na área médica, 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 nessa área, como fármaco, sugere-se como possibilidade futura, a aplicação de capsaicinoides 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, serem de fácil cultivo e de grande durabilidade (Neitzke et al., 2010, Rêgo et al., 2012, Silva et al., 2015).

### **3.2 Origem e botânica**

As espécies do gênero *Capsicum* são pertencentes à Divisão *Spermatophyta*, Filo *Angiospermae*, Classe *Eudicotiledônea*, Ordem *Solanales* e Família *Solanaceae* (Andrews, 1995). Essas espécies e suas variedades são classificadas em função do nível de exploração pelo homem em domesticadas, semidomesticadas e silvestres (Carvalho et al., 2006). Apenas cinco destas são classificadas como domesticadas: *Capsicum annuum* var. *annuum*, *Capsicum baccatum* var. *pendulum*, *Capsicum chinense* Jacq., *Capsicum frutescens* L. e *Capsicum pubescens* Ruiz e Pav. (Bianchetti, 1996; Moscone et al., 2007).

O gênero *Capsicum* possui 38 espécies descritas, todas originárias do continente americano (Pickersgill, 1986; Bianchetti, 1996; Moscone et al., 2007; Barboza et al., 2011). Estes evoluíram do ancestral comum *C. chacoense* e, posteriormente, foram dispersos da América para novas áreas pelos navegadores portugueses e pelos povos que eram transportados em suas embarcações no período 1492-1600. Além dessa, 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; Moscone et al., 2007; Reifschneider et al., 2008).

As plantas de *Capsicum* são arbustivas, com caule semilenhoso, que pode ultrapassar 1,0m de altura. Possuem flores hermafroditas, de modo a torná-las, preferencialmente autógamas, embora a polinização cruzada, por intermédio de abelhas e outros insetos também possa ocorrer entre indivíduos dentro da mesma espécie e entre espécies nesse mesmo gênero (Carvalho e Bianchetti, 2004; Filgueira, 2008).

O fruto, parte comercial desse gênero, possui características variáveis. Essa variabilidade é destacada pelas múltiplas formas, tamanhos e colorações. 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. Por fim, há variação nos frutos em relação à presença de pungência, que varia de frutos não pungentes como dos pimentões a frutos muito pungentes como na variedade *Trinidad scorpion moruga* (2.009.231 Scoville Heat Units- SHU) (Carvalho e Bianchetti, 2004; Filgueira, 2008; Bosland et al., 2012).

A pungência dos frutos, característica exclusiva do gênero *Capsicum*, é atribuída a substâncias alcaloides, mais especificamente a dois capsaicinoides: capsaicina e di-hidrocapsaicina. A pungência pode ser detectada pelo método organoléptico Unidades de Calor Scoville ("*Scoville Heat Units* – SHU") (Scoville, 1912 citado por Rodríguez-burruezo et al., 2009) e pelo método qualitativo descrito por Derera (2000). Por sua vez, os capsaicinoides 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). A presença de capsaicina é 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).

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

A espécie *C. baccatum* é classificada em variedades botânicas com base em suas 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) e *Capsicum baccatum* var. *praetermissum* (Eshbaugh, 1970; Carvalho et al., 2006).

Em relação às flores, as duas variedades têm flores brancas com manchas esverdeadas na base de cada lobo das pétalas e as anteras são amarelas. No entanto, se considerado o número de flores por nó há diferença, sendo que: a variedade *C. baccatum* var. *pendulum* apresenta uma flor por nó, enquanto *C. baccatum* var. *baccatum* pode ter uma ou duas flores por nó. Outra diferença entre essas duas variedades é em relação à posição do fruto. Na variedade *C. baccatum* var. *pendulum* os frutos geralmente são pendentes, ficando localizados abaixo das folhas enquanto que na variedade *C. baccatum* var. *baccatum* os frutos tem pedúnculos eretos, o que deixa os frutos mais expostos (Pickersgill, 1986; Carvalho e Bianchetti, 2004; Carvalho et al., 2006).

Considerando a morfologia dos frutos, a pimenta dedo-de-moça, também conhecida como chifre-de-veado, pimenta vermelha ou calabresa, possui frutos 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* var. *baccatum* é representada pela pimenta cumari, 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 0,7cm de comprimento e 0,5 cm de diâmetro (Carvalho et al., 2006).

Por sua vez a variedade *C. baccatum* var. *praetermissum* possui geralmente duas ou mais flores por nó. Essas flores são brancas amareladas ou esverdeadas nas bases de cada lobo das pétalas. A maior diferença em relação às demais variedades é a presença de uma faixa lilás-violeta na margem das pétalas (Embrapa, 2016).

### **3.3 Melhoria de *Capsicum* no Brasil**

No Brasil existem diversos programas de melhoria do gênero *Capsicum*. Inicialmente, esses programas eram conduzidos por empresas públicas que criaram grande parte dos genótipos que foram, e algumas que ainda são, de grande importância para a produção nacional. Entretanto, com o crescente interesse no cultivo de pimentas e com a possibilidade de proteção das cultivares isso mudou, e empresas privadas também estão fazendo parte desse cenário (Ribeiro e Cruz, 2002; Carvalho et al., 2009a).

A Embrapa Hortaliças e grupos de pesquisa em Genética e Melhoria da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF), Universidade Federal de Lavras (UFLA), Universidade Federal de Viçosa (UFV), Universidade Federal da Paraíba (UFPB) são alguns dos programas que estão dando continuidade às pesquisas de *Capsicum*, no setor público. No setor privado, são exemplos a Hortiagro Sementes, ISLA Sementes, Sakata Sudameris e Hortiheres.

Os melhoristas dessas instituições lançam mão de diversos métodos de melhoria, cuja escolha é feita com base nos objetivos do programa, variabilidade genética existente na população base e herança genética da característica (Allard, 1971; Rêgo et al., 2011a). Dentre esses métodos de melhoria, o método de seleção massal vem sendo utilizado com eficiência. A Embrapa Hortaliças, após seis ciclos de seleção massal, desenvolveu a cultivar BRS Mari (*Capsicum baccatum* var. *pendulum*) (Carvalho et al., 2009a). Mais recentemente, essa mesma instituição também por seleção massal, vem trabalhando com o objetivo de obter linhagens de pimenta tipo biquinho salmão

(*Capsicum chinense*) com características de resistência a doenças e alta produtividade (Heinrich et al., 2011).

O método *pedigree* ou genealógico também está sendo empregado pelos melhoristas de *Capsicum*. Riva et al. (2006), Moreira et al. (2009) e Moreira et al. (2010), utilizando esse método, selecionaram e avançaram gerações de pimenta (*Capsicum annuum* L.). Como resultado, o Programa de Melhoramento de Pimenta da UENF obteve as cultivares UENF Carioca, UENF Carioquinha e UENF Campista, resistentes a mancha bacteriana (Brasil, 2015; Pimenta, 2015). Tal método foi utilizado, também, pela Embrapa Hortaliças no desenvolvimento das variedades de pimenta BRS Sarakura e BRS Garça, adaptadas ao Brasil Central (Carvalho et al., 2009b). No programa desenvolvido na UFPB, gerações segregantes, F<sub>3</sub> e F<sub>4</sub>, foram conduzidas para fins ornamentais, também pelo método *pedigree* ou genealógico (Rêgo et al., 2011a).

Na cultura da pimenta, faz-se aplicação dos métodos de seleção recorrente e *single seed descent* (SSD). O método seleção recorrente foi utilizado em uma população de pimenta Tabasco (*Capsicum frutescens*) pelo grupo de pesquisa da Embrapa Agroindústria Tropical (Crisóstomo et al., 2008). Por sua vez, o método SSD vem sendo utilizado com eficiência pelo grupo de pesquisa em melhoramento da UENF, na obtenção de linhas recombinantes (Riva et al., 2006; Moreira et al., 2009).

Alternativamente a esses métodos clássicos, quando se trata de caracteres cujos efeitos predominantes são não-aditivos, a obtenção de híbridos está sendo utilizada para explorar a variabilidade do gênero *Capsicum* (Rêgo et al., 2011a). As cultivares Grisu F<sub>1</sub> (*Capsicum frutescens*), Hot chocolate (*Capsicum annuum*), Peppino (*Capsicum annuum*) e Guaraciaba Jalapeño (*Capsicum frutescens*), lançadas pela empresa ISLA Sementes são exemplos disso (ISLA, 2015).

### 3.3.1 Melhoramento de *Capsicum* na UENF

Visando à obtenção de cultivares de pimenta adaptadas à Região Norte Fluminense, o programa de melhoramento genético de *Capsicum* da UENF foi iniciado em 2000. Esse programa vem trabalhando com o propósito de desenvolver cultivares produtivas e com resistência a *Xanthomonas campestris*

pv. *vesicatoria*, ao *Pepper yellow mosaic virus* e ao *Colletotrichum gloeosporioides* (Costa et al., 2002; Riva-Souza et al., 2007; Bento et al., 2009; Moreira et al., 2009; Gonçalves et al., 2011; Rodrigues et al., 2012; Silva et al., 2014).

Inicialmente, foram realizadas coletas, avaliação, caracterização e busca por fontes de resistência em *Capsicum* ssp. (Sudré et al., 2006, Bento et al., 2007). Posteriormente, o programa prosseguiu trabalhando com mais afinco nas espécies *C. annuum* e *C. baccatum* var. *pendulum*.

Na espécie *C. annuum*, a partir do cruzamento entre os genótipos UENF 1421 (suscetível) e UENF 1381 (resistente), foi estabelecida uma população segregante (Costa et al., 2002; Riva, 2006). Nessa população foram realizados estudos para resistência à mancha bacteriana, onde se identificou que essa resistência é controlada por três genes e a interação detectada foi sobredominância. (Riva et al., 2004). Com base nesses resultados, essa população foi conduzida pelos métodos de melhoramento Genealógico (*Pedigree*) e pelo *Single Seed Descent* (SSD) e foram identificadas 18 linhas endogâmicas recombinadas promissoras para resistência à mancha bacteriana (Riva, 2006). Na sequência, Moreira et al. (2009; 2010) trabalhando com 12 das 18 linhas previamente selecionadas, por intermédio de estudo da interação genótipos por ambiente, fez a identificação das melhores linhas a serem cultivadas em condições de campo e em ambiente protegido, no estado do Rio de Janeiro. Quatro dessas linhas recombinantes foram selecionadas por serem homogêneas e resistentes à mancha bacteriana (Moreira 2009; 2012). Por fim, após ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade (DHE) três novas variedades foram protegidas junto ao Registro Nacional de Proteção de Cultivares (Brasil, 2015; Pimenta, 2015).

Na espécie *C. baccatum* var. *pendulum*, a partir de dois acessos identificados por Bento et al. (2007) como resistentes ao PepYMV e três suscetíveis com características de interesse comercial, foram realizados cruzamentos dialélicos. Por intermédio desses cruzamentos, determinou-se o controle genético e obtiveram-se informações sobre a herança de características de interesse comercial (Gonçalves et al., 2011; Rodrigues et al., 2012). Esses resultados deram base para a continuidade desse programa de melhoramento, que está prosseguindo com o avanço de gerações de uma população oriunda do

cruzamento entre os genitores UENF 1616 e UENF 1732 e com a avaliação das combinações híbridas obtidas por dialelo completo sem recíproco por Gonçalves (2010) (Bento, 2012; Oliveira et al., 2012; Medeiros, 2014; Oliveira et al., 2015).

### **3.4 Interação genótipos x ambientes (G x E)**

Em um determinado ambiente, o fenótipo é resultado da ação do genótipo sob influência do meio. Entretanto, quando se considera uma série de ambientes, detecta-se, além dos efeitos genéticos e ambientais, um efeito adicional, proporcionado pela interação destes. Essa interação, denominada de interação G x E, quantifica o comportamento diferenciado dos genótipos diante das variações ambientais (Cruz et al., 2012). A influência do efeito ambiental é maior nos caracteres quantitativos do que nos qualitativos (Bernardo, 2010).

Allard e Bradshaw (1964) definiram a resposta dos genótipos em relação à variação dos ambientes em dois tipos: previsível e imprevisível. A primeira categoria inclui todos os fatores permanentes do ambiente, como características do clima e tipo de solo, e também as características do ambiente que variam de uma maneira sistemática, como o comprimento do dia. Inclui, ainda, os aspectos do ambiente que são determinados pelo homem, como data de plantio, densidade, método de preparo do solo e colheita, entre outros. A segunda categoria inclui variáveis de ambiente, tais como quantidade e distribuição de chuvas, temperatura e outros fatores climáticos não previsíveis.

Em termos genéticos, a interação ocorre quando a contribuição dos genes que controlam o caráter ou o nível de expressão dos mesmos difere entre os ambientes. Essa interação G x E pode ser dividida em duas partes. Uma de natureza simples, neste caso não ocorre alteração das posições relativas dos genótipos avaliados, dentro de um conjunto de ambientes, tomados aos pares. A outra, denominada complexa, ocorre quando há baixa correlação entre o desempenho dos genótipos ao longo dos ambientes em estudo, o que faz com que a posição relativa dos genótipos seja alterada devido às diferentes respostas às variações ambientais (Ramalho et al., 2012).

Nos programas de melhoramento genético das diversas espécies, inclusive a pimenta (*Capsicum*), a interação genótipo x ambiente (GxA), dificulta a

identificação dos verdadeiros valores genéticos e consequente indicação e seleção de cultivares (Cruz et al., 2012, Moreira et al., 2009).

Nesse sentido, tem-se lançado mão de meios como: identificação de cultivares específicas para cada ambiente, zoneamento ecológico e identificação de cultivares com maior estabilidade fenotípica. No primeiro caso, são selecionadas famílias específicas para propriedades diferentes. Em relação ao zoneamento ecológico, são agrupados os ambientes ecologicamente semelhantes em sub-regiões dentro das quais a interação passa a não ser significativa. Dependendo da referencial há duas formas de estratificação ambiental. A primeira (tradicional), baseada no algoritmo de Lin (1982), e a segunda, baseada na expressão proposta por Cruz e Castoldi (1991), onde os pares de ambientes que apresentam interação simples  $G \times A$  são agrupados. No terceiro meio, a identificação das cultivares é realizado utilizando metodologias específicas para tal fim (Ramalho et al., 2012).

### **3.5 Valor de cultivo e uso**

O objetivo dos programas de melhoramento vegetal é o lançamento de variedades melhoradas. Para isso, o melhorista, após selecionar genótipos superiores para a região de interesse, deve cumprir as exigências burocráticas estabelecidas pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para o lançamento da cultivar. Entre as exigências estão a inscrição no Registro Nacional de Cultivares (RNC), o pedido de proteção da variedade no Serviço Nacional de Proteção de Cultivares (SNPC), ou ambos, dependendo do material genético que se trabalha (Brasil, 2011; Brasil, 2012).

Os processos de proteção e registro de cultivares têm objetivos e procedimentos distintos, porém, frequentemente, a distinção entre ambos ainda gera dúvidas (Carvalho et al., 2009b).

A proteção de cultivares regida pela Lei nº 9.456/97 constitui-se no reconhecimento da propriedade intelectual sobre novas variedades vegetais obtidas por melhoristas. Para se requerer a proteção, as possíveis cultivares devem atender a requisitos básicos, sendo eles: novidade, distinguibilidade, homogeneidade, estabilidade e denominação própria. Para ser considerada novidade, a cultivar terá que ter seu pedido de proteção antes que a mesma tenha

sido comercializada ou oferecida à venda no Brasil, há mais de 12 meses e em outros países, há mais de seis anos (para árvores e videiras) ou a mais de quatro anos para outras espécies. A distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade são comprovadas por testes específicos denominados de DHE. Esses testes são experimentos, os quais possuem descritores, delineamento experimental, número de plantas a serem avaliados, número de repetições, métodos e épocas adequadas para avaliação, variando em função da espécie a ser examinada (Brasil, 2011; Brasil, 2012).

Por sua vez, o RNC, regido pela Lei nº 10.711, de 05 de agosto de 2003 e regulamentado pelo Decreto nº 5.153, de 23 de julho de 2004, é um processo simples e barato se comparado ao de proteção de cultivares, bem como de fácil adoção pelos setores público e privado. Este tem por finalidade habilitar previamente cultivares e espécies para a produção e a comercialização de sementes e mudas no país, sendo assim, um instrumento importante para proteger o agricultor da compra de sementes e mudas não avaliadas nas condições edafoclimáticas brasileiras.

Para registrar uma cultivar, deve-se previamente submetê-la a ensaios de Valor de Cultivo e Uso (VCU). Esses ensaios são realizados com base em descritores mínimos pré-estabelecidos pelo MAPA. Esses descritores procuram estabelecer o valor intrínseco da combinação das características agronômicas da cultivar com as suas propriedades de uso em atividades agrícolas, industriais, comerciais e de consumo *in natura*. Para as culturas que os descritores ainda não estão definidos, o pedido de inclusão no RNC deve ser encaminhado separadamente para cada cultivar, por meio de formulário específico, também requerido no MAPA (Carvalho et al., 2009; Brasil, 2011).

No site do MAPA por intermédio do sítio eletrônico denominado *CultivarWeb*, são disponibilizados os dados de registro e proteção do Banco de Dados do Registro Nacional de Cultivares – RNC e do Serviço Nacional de Proteção de Cultivares – SNPC, respectivamente. Neste, encontra-se 11 cultivares de *Capsicum baccatum*, sendo apenas uma dessas *C. baccatum* var. *pendulum*. Ainda não há registro de híbridos dessa espécie (Marinho et al., 2011; Brasil, 2015; Rodrigues et al., 2012).

### 3.6 Índices de seleção

No melhoramento, a seleção é uma ferramenta de capital importância, pois a obtenção de genótipos superiores passa pela seleção e recombinação de famílias e indivíduos (Martins et al., 2006). Nesse contexto, é necessário que o material selecionado reúna, simultaneamente, uma série de atributos que lhe confira maior rendimento e que satisfaça as exigências do produtor e consumidor. A seleção com base em uma, ou poucas características, tem se mostrado ineficiente, por conduzir a um produto final superior em relação aos caracteres selecionados, mas com desempenho não tão favorável em relação aos vários outros caracteres não considerados (Cruz et al., 2012).

Uma maneira de aumentar a chance de sucesso de um programa de melhoramento é por intermédio da seleção simultânea de um conjunto de caracteres importância econômica (Cruz et al., 2012). As opções de seleção de vários caracteres podem ser reunidas em três metodologias: Método de *Tandem*, Método dos níveis independentes de eliminação e Método do índice de seleção (Bernardo, 2010).

O método de *Tandem* é baseado na seleção de uma característica por vez, ignorando o efeito indireto dessa seleção sobre as demais, até que a principal característica considerada atinja o nível desejado. Só a partir daí que outra característica passa a ser considerada no processo de seleção. Esse método tem a desvantagem de reduzir a eficiência em selecionar indivíduos/progênes superiores se os caracteres de interesse forem correlacionados e os pesos econômicos e as variâncias fenotípicas dos caracteres forem diferentes. Além disso, é um procedimento muito demorado e de eficiência duvidosa (Ramalho et al., 2012).

O Método dos níveis independentes de eliminação consiste em determinar níveis mínimos e máximos para cada característica, de modo que a seleção seja feita entre os indivíduos/progênes, cujo desempenho esteja entre o desejado e o limite previamente estabelecido (Ramalho et al., 2012).

Índices de seleção, por sua vez, são combinações lineares que permitem a seleção para vários caracteres simultaneamente, promovendo o melhoramento das populações para o seu conjunto de características (Garcia e Souza Júnior, 1999).

Há dois grupos de índices na literatura, os índices paramétricos e os não-paramétricos. O primeiro grupo, índices paramétricos, requer a estimação dos parâmetros covariância e variâncias genéticas e fenotípicas e de pesos econômicos, relativos aos vários caracteres, bem estabelecidos. Entre eles estão os índices de Brim et al. (1959), Kempthorne e Nordskog (1959), Pesek e Baker (1969), Tai (1977) e Smith et al. (1981). (Garcia e Souza Júnior, 1999, Lessa et al., 2010; Cruz et al., 2012).

No segundo grupo, o dos não-paramétricos, não há necessidade de se estimar os parâmetros requeridos no grupo anterior. Em função disso, podem ser aplicados, tanto a amostras aleatórias, quanto a de genótipos selecionados (Amostra fixa). Sendo assim, esses índices podem ser utilizados, tanto para avanço de gerações segregantes como nas fases finais dos programas de melhoramentos na comparação de cultivares ou pré-cultivares, as quais precisam ser comparadas com rigor estatístico. Como exemplo, citam-se: Elston (1963), Schwarzbach, citado por Wricke e Weber (1986) e Mulamba e Mock (1978) (Garcia e Souza Júnior, 1999, Lessa et al., 2010; Cruz et al., 2012).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Material vegetal

Três híbridos experimentais de pimenta dedo-de-moça obtidos pelo programa de melhoramento genético vegetal de *Capsicum* da UENF (Gonçalves et al., 2011; Rodrigues et al., 2012; Medeiros et al., 2014) e três genitores que deram origem aos híbridos foram avaliados. Na ausência de híbridos comerciais de pimenta dedo-de-moça, as cultivares BRS Mari (*C. baccatum* var. *pendulum*, cultivar do tipo linha pura) e Ibirajá (*C. frutescens*, cultivar híbrida) foram utilizadas como testemunhas (Figura 1, Tabela 1 e 2).

### 4.2 Obtenção dos híbridos experimentais

As sementes híbridas foram obtidas por cruzamentos entre os genitores (UENF 1616, UENF 1624, UENF 1629 e UENF 1732) por intermédio do delineamento genético dialelo completo sem recíprocos.

Esses genitores foram cultivados em casa de vegetação na Unidade de Apoio à Pesquisa – UAP, Campus UENF. Ao chegarem ao estágio de floração, após a antese, era realizada a coleta de pólen. Este era acondicionado e conservado dentro de geladeira em cápsulas contendo sílica-gel, devidamente identificadas. Paralelamente a isso, com o auxílio de pinça metálica, no período da manhã ou fim da tarde, flores eram emasculadas antes da abertura do botão

floral e preparadas para receber o pólen. Os cruzamentos eram realizados colocando-se pólen dos genitores masculinos, previamente coletados nos estigmas das flores dos genitores emasculados. Após isto, cada cruzamento era identificado com uma etiqueta - com identificação dos genitores e data do cruzamento - amarrada no pedúnculo da flor, na qual a polinização era realizada. Por fim, o botão floral era coberto por saco de papel para evitar possível contaminação com pólen de outras plantas.

Três dias após a polinização, os sacos eram retirados para permitir o desenvolvimento normal dos frutos e consequente maturação.

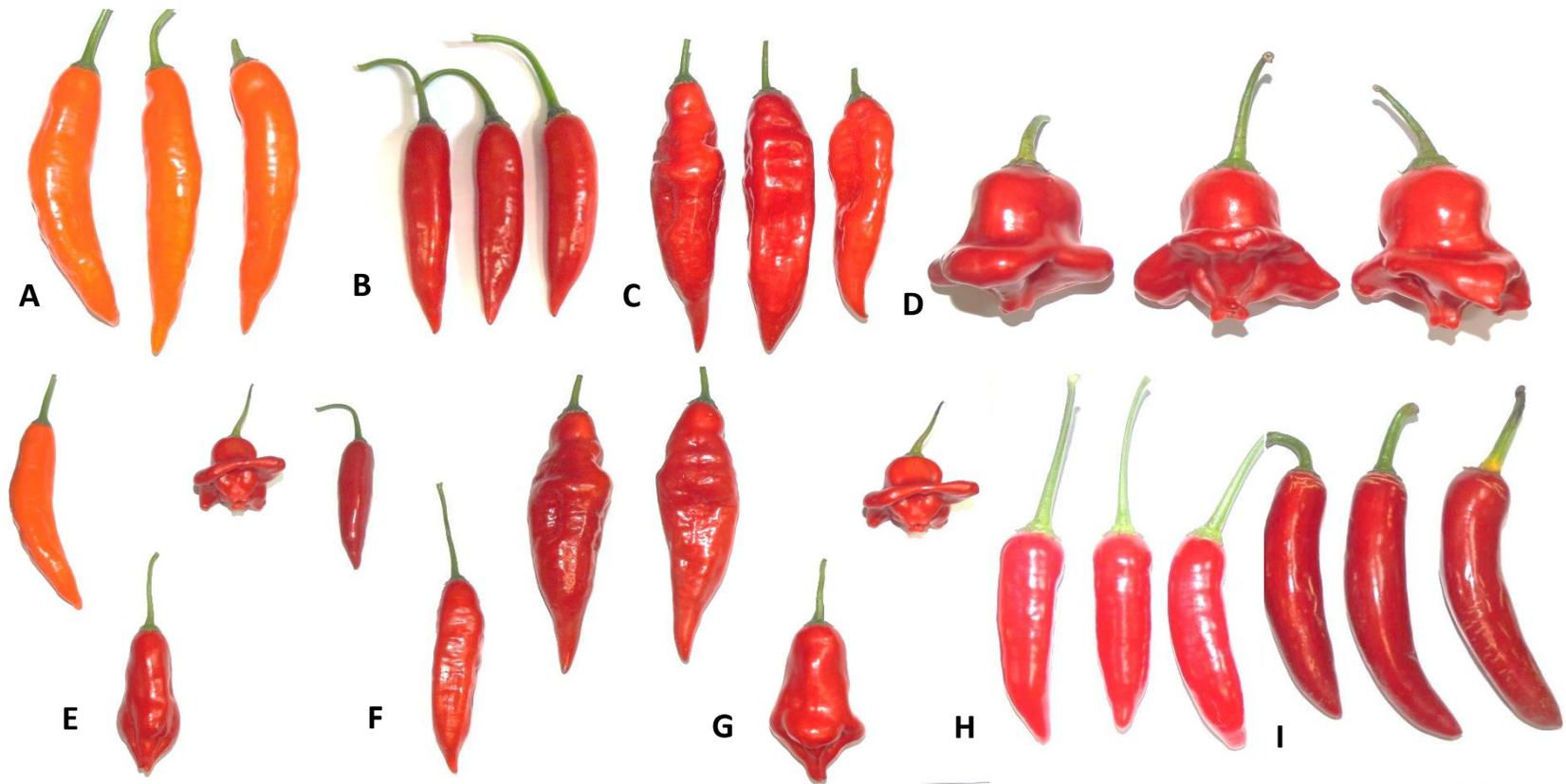
As sementes desses frutos, quando maduros, eram retiradas e postas para secar em estufa de circulação forçada, a 32° C por 24 horas. Posteriormente, estas foram armazenadas dentro de envelopes devidamente identificados e armazenadas em geladeira (6°C),

**Tabela 1.** Características morfoagronômicas de três híbridos e seus quatro genitores de *Capsicum baccatum* var. *pendulum* que estão sendo estudados.

<b>GENÓTIPOS</b>	<b>Procedência</b>	<b>Hábito de crescimento</b>	<b>Forma do fruto</b>	<b>Cor do fruto maduro</b>	<b>Pungência</b>
UENF 1616	Viçosa, MG	Intermediário	Alongado	Amarelo - Laranja	Presente
UENF 1624	Campos, RJ	Intermediário	Alongado	Vermelho	Presente
UENF 1629	Campos, RJ	Intermediário	Alongado	Vermelho	Ausente
UENF 1732	Campos, RJ	Intermediário	Campanulado	Vermelho	Presente
UENF 1616 X UENF 1732	LMGV/ UENF	Intermediário	Campanulado	Vermelho	Presente
UENF 1624 X UENF 1629	LMGV/ UENF	Intermediário	Alongado	Vermelho	Presente
UENF 1629 X UENF 1732	LMGV/ UENF	Intermediário	Campanulado	Vermelho	Presente

**Tabela 2.** Características morfoagronômicas de duas testemunhas comerciais que estão sendo utilizadas para fins comparativos com os híbridos experimentais.

<b>TESTEMUNHAS</b>	<b>Procedência</b>	<b>Hábito de crescimento</b>	<b>Forma do fruto</b>	<b>Cor do fruto maduro</b>	<b>Pungência</b>
BRS MARI ( <i>C.baccatum</i> var <i>pendulum</i> )	Embrapa Hortaliças	Intermediário	Triangular	Vermelho escuro	Presente
IBIRAJÁ ( <i>C. frutescens</i> )	ISLA	Intermediário	Alongado	Vermelho	Presente



**Figura 1.** Coloração e forma observada nos frutos de genitores e híbridos. Genitores: A - UENF 1616, B - UENF 1624, C- UENF 1629, D- UENF 1732; Híbridos: E – UENF 1616 X UENF 1732, F - UENF 1624 X UENF 1629, G - UENF 1629 X UENF 1732; Testemunhas: H – ‘Ibirajá’ e I - ‘BRS Mari’.

## **4.3 Avaliações de campo**

### **4.3.1 Localização e características experimentais**

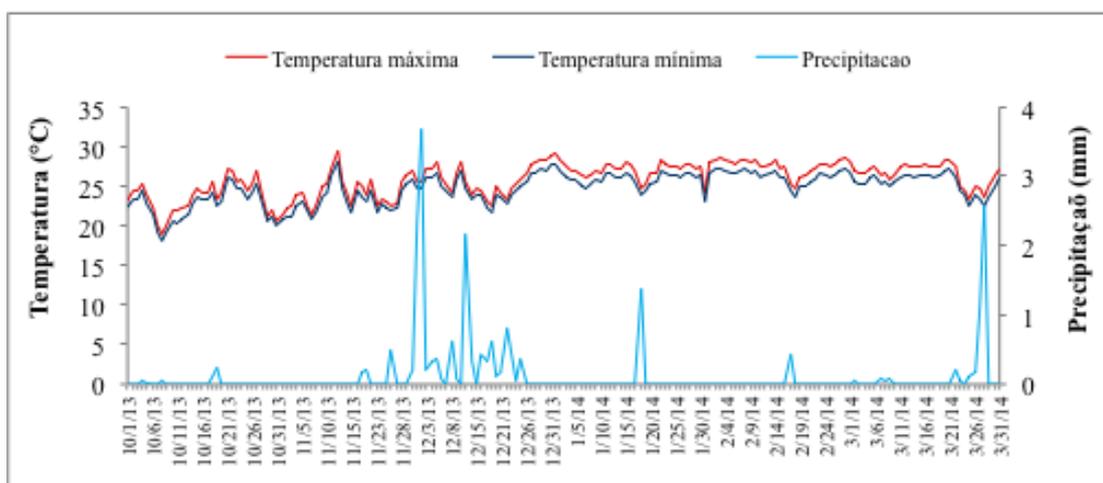
Os experimentos foram instalados em condições de campo durante duas épocas de cultivo. A primeira (outono/inverno) de março a agosto de 2013, na Unidade de Apoio à Pesquisa – UAP, *Campus* da UENF e a segunda, (primavera/verão) de outubro de 2013 a março de 2014, na área de convênio da UENF com a Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro (PESAGRO – RIO), Campos dos Goytacazes, RJ (Figura 2). Os ensaios foram conduzidos da mesma forma diferindo apenas quanto à casualização dos tratamentos.

Foi adotado o delineamento em blocos ao acaso, com três repetições. As parcelas foram compostas de quatro fileiras e cada fileira com quatro plantas. Os espaçamentos entre fileiras e entre plantas dentro de fileira foram de 1,2m e 1,0m, respectivamente. Cada parcela experimental foi composta de 16 plantas. A adubação, baseada em análise de solo, e os demais tratamentos culturais (capinas, tutoramento, irrigação pelo método de aspersão), foram realizados conforme as recomendações de manejo usual recomendados para a cultura (Filgueira, 2008).

### **4.3.2 Obtenção das mudas**

Para obtenção das mudas, os genótipos foram semeados em bandejas de isopor de 128 células em substrato comercial organovegetal Vivatto<sup>®</sup>. Foram semeadas três sementes por célula, com posterior desbaste, deixando-se apenas uma plântula por célula. O transplante foi realizado quando as mudas estavam com dois pares de folhas definitivas, para copos de plásticos de 500mL e, após 20 dias, foram transplantadas para o campo.

**Figura 2.** Temperaturas máximas e mínimas (°C) e umidades máximas e mínimas (%) de março a agosto de 2013 e outubro de 2013 a março de 2014. Campos dos Goytacazes, RJ



#### 4.3.3.1 Avaliação das características agrônômicas

Com o propósito de atender os requisitos do Anexo IX para registro de cultivares junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), foram avaliadas as características:

**Dias para florescimento (DPFLOR)** – Número de dias da semeadura até 50% das plantas da parcela conter pelo menos uma flor aberta.

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

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

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

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

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

**Massa seca do fruto (MSF)** – Massa média após a secagem de 100 gramas de frutos frescos de cada planta da parcela. Secagem utilizando estufa de circulação forçada.

#### 4.3.3.2 Avaliação das características físico-químicas

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

**Acidez titulável (AT)** - Para determinar a AT, foi empregado o método n° 22.058, descrito pela *Official methods of analysis of the AOAC* (AOAC,1984), com concentração de NaOH de 0,1N. Para esta análise, foram utilizados 30g de tecido da polpa dos frutos, homogeneizados em 50 ml de água destilada. Em seguida, a solução foi titulada com NaOH 0,1N até pH 8,2, utilizando pHgâmetro digital de bancada (Hanna, pH 21mv meter). Os resultados foram expressos em equivalente de ácido cítrico. 100g<sup>-1</sup> MF, sendo obtidos por meio da equação:

$$AT = [(V \times N \times mEq) \times 100] / P$$

Em que AT = acidez titulável, em equivalente de ácido cítrico. 100g MF; V = volume (ml) de NaOH gasto com a titulação; N = normalidade do NaOH 0,1; mEq = miliequivalente do ácido cítrico (0,064); e P = peso (g) da amostra.

**Teor de Ácido Ascórbico** - Foi determinado pelo teor de ácido ascórbico expresso em mg.100g<sup>-1</sup> MF da polpa, utilizando o método oficial da AOAC (AOAC, 1970). Retirou-se uma amostra de 1 g de polpa da região equatorial do fruto de forma aleatória. Durante todo o processo de análise química, as amostras foram mantidas abrigadas da luz. As amostras foram maceradas em 10ml de ácido oxálico 1%, a partir do qual foi retirada uma alíquota de 2ml, sendo acrescentados 2ml de ácido oxálico 1%, seguindo a titulação com 2,6-DCP. A titulação era encerrada quando a cor da solução permanecia rósea por cerca de 20s. A titulação foi feita em duplicata para tentar minimizar os possíveis erros durante o processo de análise. O teor de ácido ascórbico foi determinado ajustando os resultados da titulação à curva padrão, preparada a partir de soluções de ácido ascórbico de concentrações conhecidas.

### 4.4 Análise estatística

#### 4.4.1 ANOVA

As características avaliadas nos ambientes foram submetidas à análise de variância individual, seguindo a descrição feita por Cruz et al. (2012), considerando um delineamento de blocos ao acaso, envolvendo  $g$  genótipos e  $b$  blocos, em que as observações feitas nas parcelas são dadas pelo modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + G_i + B_j + \varepsilon_{ij}$$

Onde:

$Y_{ij}$ : observação obtida na parcela com  $i$ -ésimo genótipo no  $j$ -ésimo bloco;

$\mu$ : média geral;

$G_i$ : efeito do  $i$ -ésimo genótipo ( $i = 1, 2, \dots, g$ );

$B_j$ : efeito do  $j$ -ésimo bloco ( $j = 1, 2, \dots, b$ );

$\varepsilon_{ij}$ : erro aleatório

No esquema da análise de variância individual, segundo esse modelo estatístico, os genótipos foram considerados como efeitos fixos (Tabela 3).

**Tabela 3:** Esquema de análise de variância para experimentos em blocos casualizados envolvendo  $g$  genótipos e  $b$  blocos.

FV	GL	SQ	QM	E(QM)	F
Blocos	b-1	SQB	QMB	$\sigma^2 + g\sigma_g^2$	
Genótipos	g-1	SQG	QMG	$\sigma^2 + bg\phi_g$	$QMG/QME$
Erro	(b-1)(g-1)	SQE	QME	$\sigma^2$	

Após terem sido realizadas as análises de variância individuais, verificou-se a homogeneidade dos quadrados médios dos erros entre ambientes pelo F máximo:

$H_0$ = homocedásticas, se  $H \leq 7$

$H_1$ = heterocedásticas, se  $H > 7$

$$H = \frac{\max\left(\hat{\sigma}_j^2\right)}{\min\left(\hat{\sigma}_j^2\right)}$$

Em que  $\hat{\sigma}_j^2$  é a estimativa de  $\sigma_j^2$  e corresponde ao quadrado médio do erro (QME) do experimento realizado no ambiente  $j$ .

Em seguida foi realizada a análise conjunta, pois  $H \leq 7$ , dos dados através do modelo estatístico descrito por Cruz et al. (2012). Nesse modelo, os blocos  $[(B/A)_{jk} \sim NID(0, \sigma_b^2)]$  e erro foram considerados de efeitos aleatórios  $[\varepsilon_{ijk} \sim NID(0, \sigma^2)]$  e os genótipos, os ambientes e a interação genótipos x ambientes foram considerados efeitos fixos (Tabela 4).

$$Y_{ijk} = \mu + G_i + A_j + GA_{ij} + (B/A)_{jk} + \varepsilon_{ijk}$$

Em que:

$\mu$ : média geral;

$G_i$ : efeito do  $i$ -ésimo genótipo ( $i = 1, 2, \dots, g$ );

$A_j$ : efeito do  $j$ -ésimo ambiente ( $j = 1, 2, \dots, a$ );

$GA_{ij}$ : efeito da interação do  $i$ -ésimo genótipo com o  $j$ -ésimo ambiente;

$B / A_{jk}$ : efeito do  $k$ -ésimo bloco dentro do  $j$ -ésimo ambiente ( $k = 1, 2, \dots, r$ );

$\varepsilon_{ijk}$ : erro aleatório.

**Tabela 4:** Esquema da análise de variância para avaliação interação genótipo X ambiente.

FV	GL	QM	E(QM)	F
Blocos/Ambientes	$a(r-1)$	QMB	$\sigma^2 + g\sigma_g^2$	
Ambientes (A)	$(a-1)$	QMA	$\sigma^2 + g\sigma_b^2 + gr\phi_a$	QMG/QME
Genótipos (G)	$(g-1)$	QMG	$\sigma^2 + ar\phi_g$	QMG/QME
G X A	$(g-1)(a-1)$	QMGA	$\sigma^2 + r\phi_{ga}$	QMG/QME
Erro	$a(r-1)(g-1)$	QME	$\sigma^2$	

#### 4.4.2 Dissimilaridade de Ambientes

A partição da interação foi realizada pelo algoritmo de Cruz e Castoldi (1991) pela expressão:

$$c = \sqrt{(1-r)^3} \sqrt{Q_1 Q_2}$$

sendo  $Q_1$  e  $Q_2$  os quadrados médios dos genótipos nos ambientes 1 e 2, respectivamente, e  $r$  a correlação entre médias de genótipos nos dois ambientes.

#### 4.4.3 Índice de seleção

A classificação dos genótipos foi realizada pelos índices de seleção distância genótipo-ideótipo (Schwarzach, 1972, citado por Wricke e Weber, 1986) e de soma de classificação (Mulamba e Mock, 1978). Atribuíram-se pesos econômicos igual a 1 para cada característica analisada, com exceção da produtividade que recebeu peso 2. Em função da interação genótipos x ambientes ter sido significativa e complexa apenas para dois caracteres, os índices foram aplicados com base na média das duas épocas.

Para o índice de soma de classificação (Mulamba e Mock, 1978), em que foi adotada a seguinte expressão:

$$I_{MMi} = \sum_{j=1}^m n_{ij}$$

sendo  $I_{MMi}$  = o índice de soma de classificação,  $n_{ij}$  é o número de classificação do genótipo  $i$  com relação ao caráter  $j$ .

No índice com base na distância genótipo-ideótipo (Schwarzach, 1972), citado por Wricke e Weber, 1986), adotou-se a distância euclidiana:

$$D_{il} = \sqrt{\sum_{j=1}^m d_{ij}^2}$$

sendo  $D_{il}$  = a distância euclidiana entre o genótipo  $i$  e o ideótipo  $l$ ; e  $d_{ij}$  é o desvio padronizado entre a média do caráter  $j$ , mensurada no genótipo  $i$  ( $x_{ij}$ ), e o valor atribuído nesse caráter ( $X_{ij}$ ), ou seja,  $d_{ij} = (x_{ij} - X_{ij})/\sigma_j$ . A padronização evita que em caracteres medidos em unidades maiores exerçam uma influência maior que

os demais sobre o valor do índice e, conseqüentemente, sobre a classificação dos genótipos.

Na definição do ideótipo necessário para o cálculo do índice da distância genótipo-ideótipo, optou-se por considerar a média das duas testemunhas comerciais para cada característica avaliada. As médias foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott (1974). Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa Genes (Cruz, 2013).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram feitas 91 polinizações controladas para obtenção de sementes dos três híbridos avaliados. Dessas polinizações, 41 resultaram em frutos desenvolvidos. A taxa de pegamento de fruto por cruzamento variou de 32,25% (UENF 1624 X UENF 1629) a 57,14% (UENF 1629 X UENF 1732). O maior número médio de sementes híbridas por fruto (51,25) foi obtido no cruzamento UENF 1629 x UENF 1732. Esse mesmo cruzamento teve a maior porcentagem de número de frutos com sementes inviáveis (Tabela 5). Essas informações são cruciais e darão base para a estimativa do número de cruzamentos que devem ser realizados para a obtenção de sementes híbridas, tanto para fins experimentais no programa de melhoramento de *Capsicum* da UENF quanto para fins comerciais, por parte dos produtores da Região Norte Fluminense.

**Tabela 5:** Porcentagem de frutos obtidos e número de sementes obtidas por fruto em cruzamentos entre genitores *Capsicum baccatum* var. *pendulum*.

	Nº cruzamentos	NF (%)	NSC	(%) NFSI
UENF 1616 x UENF 1732	32	46,87	35,53	6,25
UENF 1624 x UENF 1629	31	32,25	42,66	12,90
UENF 1629 x UENF 1732	28	57,14	51,25	32,14

NF = Número de frutos obtidos; NSC = Número médio de sementes por fruto; NFSI = Número de frutos com sementes inviáveis em relação ao número total de cruzamentos feitos.

Verificou-se pelo F máximo que a razão QMmaior/QMmenor dos erros entre os ambientes do estudo foram inferiores a sete para todas as características avaliadas (Tabela 6). Sendo assim, consideraram-se as variâncias residuais como homogêneas, o que permitiu a análise dos dados conjuntamente (Ramalho et al., 2012).

Os resultados da análise de variância conjunta revelaram estimativas de coeficiente de variação experimental (CV), oscilando de 4,76% para DPFLOR a 28,08% para MMF (Tabela 6). Esses valores são aceitáveis e estão de acordo com os valores obtidos por Rodrigues et al. (2012) que obtiveram valores de CV, variando entre 2,06% para DPFLOR a 23,90 para PROD. Os coeficientes de variação da MMF, CF e DF foram considerados, respectivamente, como alto, baixo e muito alto de acordo com a classificação proposta por Silva et al. (2011). Esses valores de coeficiente de variação são justificados por se tratarem de valores estimados para análise conduzida em diferentes ambientes e pelo fato das características avaliadas serem quantitativas e, portanto, muito influenciadas pelo efeito ambiental (Cruz et al., 2012; Oliveira et al., 2014).

Houve diferença altamente significativa ( $p < 0,01$ ) entre os genótipos para todas as características estudadas, indicando diferença genética entre os mesmos. Os quadrados médios para a fonte de variação ambiente, com exceção das características DF, PROD e TSS, indicaram diferenças significativas para as demais características estudadas. Isso significa que houve diferença entre as duas épocas de plantio. Para a interação genótipos por ambiente (G x A), observou-se diferença altamente significativa apenas para CF, MSF e AA (Tabela 6).

Os contrastes foram obtidos dividindo os caracteres em dois grupos. O primeiro grupo foi composto pelos caracteres onde não se obteve interação G x A de natureza complexa (DPFLOR, NFP, MMF, CF, DF, PROD, AT, TSS). Nesse grupo, as estimações foram obtidas com base na média para as duas épocas. No segundo grupo, os contrastes foram obtidos para as características com interação G x A complexa (MSF e AA) (Tabela 7 e 8).

No primeiro grupo de contrastes, observou-se diferença significativa para a maioria dos caracteres avaliados, tanto entre grupos de genótipos (híbridos, genitores e testemunhas), como para os contrastes híbrido vs genitor, genitor vs testemunha e híbrido testemunha (Tabela 7). No segundo grupo de contrastes

avaliados, no qual se levou em consideração a interação G x A, também foi observada diferença significativa para os grupos de genótipos envolvidos, para os contrastes e, também, para a interação entre os grupos de genótipos com ambientes e os contrastes (C1, C2 e C3) com o ambiente (Tabela 8). Isso indica que há diferença genética tanto dentro dos grupos de genótipos avaliados quanto entre eles.

A interação G x A para o número de dias para o início do florescimento foi não significativa. Em função disso, tanto para essa característica como para as demais em que não houve interação G x A complexa, o teste comparação de médias Tukey foi realizado com base na média das duas épocas. Para a característica em questão, o híbrido UENF 1616 X UENF 1732 não diferiu significativamente da testemunha mais precoce 'Ibirajá. Esse resultado era esperado haja vista que um dos atributos característicos das plantas híbridas é a precocidade (Tabela 9). Rodrigues et al. (2012) observaram heterose negativa para o caráter dias para florescimento quando estudaram 15 genótipos de pimenta, incluindo alguns híbridos e genitores testados no presente trabalho. Heterose negativa para dias para florescimento também foi obtida por Singh et al., (2014) estudando 66 híbridos de pimenta (*Capsicum annuum* L.)

Manifestação de heterose negativa pode ser interessante em função do caráter estudado, como por exemplo, no caso de redução de ciclo da cultura, aumentando a precocidade e contribuindo para que o produtor inicie a colheita mais cedo. 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).

**Tabela 6.** Análise de variância conjunta de características agronômicas e físico-químicas<sup>1/</sup> avaliadas três híbridos, três genitores de *C. baccatum* var. *pendulum* e duas testemunhas comerciais cultivadas em duas épocas<sup>2/</sup>. UENF, Campos dos Goytacazes, RJ, 2015.

Fontes de Variação	GL	Quadrado médio									
		DPFLOR	NFP	MMF	CF	DF	PROD	MSF	AT	AA	TSS
BLOCOS/AMBIENTE	4	8,33	2405,06	44,02	56,11	19,90	12,78	1,92	0,0019	146,33	4,38
GENÓTIPOS	7	267,61** <sup>3</sup>	32624,24**	87,24**	1228,40**	476,24**	65,70**	18,29**	0,0038**	1544,03**	4,23**
AMBIENTES	1	1150,52**	33831,07*	817,16*	1580,33**	55,25ns	68,76ns	26,21**	0,0066**	2625,81*	24,76ns
TRAT X AMB	7	10,42ns	962,92ns	14,42ns	108,02**	14,54ns	11,26ns	8,93**	0,0006ns	1232,38**	0,38ns
RESÍDUO	28	16,33	784,74	8,07	21,16	17,83	5,22	2,28	0,0003	106,85	0,42
QM <sub>maior</sub> /QM <sub>menor</sub>		1,45	1,13	6,08	1,23	4,87	1,59	4,11	1,23	3,84	1,65
MÉDIA		84,72	125,33	10,11	90,39	28,27	8,21	14,86	0,13	62,44	8,26
CV (%)		4,76	22,35	28,08	5,08	14,93	27,80	10,18	14,16	16,55	7,85
INTERAÇÃO											
SIMPLES		-----	-----	-----	89,25	-----	-----	45,07	-----	39,54	-----
COMPLEXA		-----	-----	-----	10,75	-----	-----	54,93	-----	60,46	-----

<sup>1/</sup>DPFLOR = dias para o florescimento; NFP = número de frutos por planta; MMF= massa média de fruto (g), CF = comprimento do fruto (mm), DF = diâmetro do fruto (mm); PROD = Produtividade (t/ha); MSF = massa seca do fruto g/100g, acidez titulável (AT), conteúdo de ácido ascórbico (AA) e sólidos solúveis totais (TSS). <sup>2/</sup> Época 1 = Unidade de Apoio à Pesquisa, campus da UENF, 2013; Época 2 = Estação Experimental de Campos, Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro; <sup>3/</sup> \* e \*\* indicam respectivamente diferença significativa e altamente significativa pelo teste F; ns = não significativo.

**Tabela 7.** Desdobramento da fonte de variação tratamento de oito características avaliadas três híbridos, três genitores de *C. baccatum* var. *pendulum* e duas testemunhas comerciais utilizando a média de duas épocas<sup>2</sup>. UENF, Campos dos Goytacazes, RJ, 2015.

Fonte de variação	Quadrado Médio <sup>1/</sup>								
	GL	DPFLOR	NFP	MMF	CF	DF	PROD	AT	TSS
BLOCO	2	1.26	1312.52	22.49	16.92	6.34	12.65	0.001217	2.83
GENÓTIPOS	7	133.80** <sup>3</sup>	16311.77**	43.62**	614.20**	238.08**	32.87**	0.001944**	2.12**
HÍBRIDO	2	4.11ns	138.70ns	29.768**	494.155**	224.85**	20.123**	0.000717*	1.501**
GENITORES	2	142.11**	24999.81**	42.059**	488.561**	134.62**	9.843ns	0.0000528ns	1.266*
TESTEMUNHA	1	442.04**	63090.811**	48.564**	1032.80**	213.46**	59.15**	0.10017**	7.88**
HÍBRIDO vs GENITOR	1	138.88**	80.180ns	34.916**	60.765*	360.72**	54.149**	0.000311ns	0.263ns
GENITOR vs TESTEMUNHA	1	153.40**	409.42ns	27.76*	1224.12**	46.74*	11.924ns	0.01094**	0.0199ns
HÍBRIDO vs TESTEMUNHA	1	3.40ns	797.68ns	111.40**	784.877**	576.611**	100.70**	0.000297ns	1.062*
RESÍDUO	14	8.62	249.26	3.47	11.37	8.35	3.24	0.000136	0.22
TOTAL	23								

<sup>1/</sup>DPFLOR = dias para o florescimento; NFP = número de frutos por planta; MMF= massa média de fruto (g), CF = comprimento do fruto (mm), DF = diâmetro do fruto (mm); PROD = Produtividade (t/ha); acidez titulável (AT) e sólidos solúveis totais (TSS). <sup>2/</sup> Época 1 = Unidade de Apoio à Pesquisa, campus da UENF, 2013; Época 2 = Estação Experimental de Campos, Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro; <sup>3/</sup> \* e \*\* indicam respectivamente diferença significativa e altamente significativa pelo teste F; ns = não significativo.

**Tabela 8.** Desdobramento da fonte de variação tratamento de duas características avaliadas<sup>1/</sup> em três híbridos, três genitores de *C. baccatum* var. *pendulum* e duas testemunhas comerciais cultivadas em duas épocas<sup>2/</sup>. UENF, Campos dos Goytacazes, RJ, 2015.

Fonte de variação	Quadrado médio <sup>1/</sup>		
	GL	MSF	AA
BLOCO/AMBIENTE	4	1,92	146,33
GENÓTIPOS (GNT)	7	18,29 <sup>**3</sup>	1544,03 <sup>**</sup>
HÍBRIDO (HIB)	2	9,83 <sup>*</sup>	2435,44 <sup>**</sup>
GENITOR (GEN)	2	17,45 <sup>**</sup>	2702,74 <sup>**</sup>
TESTEMUNHA (TEST)	1	53,83 <sup>**</sup>	485,90 <sup>*</sup>
HIB vs GEN (C1)	1	19,58 <sup>**</sup>	15,31ns
HIB vs TRAT (C2)	1	4,59ns	10,27ns
GEN vs TRAT (C3)	1	3,29ns	44,94ns
AMBIENTE (AMB)	1	26,21 <sup>**</sup>	2625,81 <sup>**</sup>
GNT X AMB	7	8,93 <sup>**</sup>	1232,38 <sup>**</sup>
HIB X AMB	2	1,58ns	1111,90 <sup>**</sup>
GEN X AMB	2	8,94 <sup>*</sup>	543,39 <sup>*</sup>
TEST X AMB	1	26,55 <sup>**</sup>	4723,82 <sup>**</sup>
C1 X AMB	1	1,17ns	128,14ns
C2 X AMB	1	8,05ns	592,43 <sup>*</sup>
C3 X AMB	1	14,46 <sup>*</sup>	202,03ns
RESÍDUO	28	2,28	106,85
TOTAL	47		

<sup>1/</sup>MSF = massa seca do fruto g/100g e conteúdo de ácido ascórbico (AA). <sup>2/</sup>Época 1 = Unidade de Apoio à Pesquisa, campus da UENF, 2013; Época 2 = Estação Experimental de Campos, Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro; <sup>3/</sup>\* e \*\* indicam respectivamente diferença significativa e altamente significativa pelo teste F; ns = não significativo.

**Tabela 9.** Médias de características agronômicas e físico-químicas<sup>1/</sup> avaliadas três híbridos, três genitores de *C. baccatum* var. *pendulum* e duas testemunhas comerciais cultivadas em duas épocas<sup>2/</sup>. UENF, Campos dos Goytacazes, RJ, 2015.

Tratamentos	Média das características <sup>1/</sup>					
	DPFLOR	NFP	MMF	CF	DF	PROD
UENF 1616 X UENF 1732	81,66 cd	123,18 b	15,71 a	82,62 b	42,19 a	13,7 a
UENF 1624 X UENF 1629	83,00 bc	124,67 b	9,41 bcd	107,15 a	25,25 cd	10,17 ab
UENF 1629 X UENF 1732	84,00 bc	112,22 bc	12,52 ab	88,36 b	36,85 ab	8,65 ab
UENF 1616	85,33 bc	76,67 cd	10,40 abc	105,80 a	24,91 cd	5,81 bc
UENF 1624	96,33 a	229,49 a	5,74 cd	81,86 b	19,61 de	9,36 ab
UENF 1629	83,66 bc	66,58 d	13,15 ab	101,49 a	32,91 bc	6,94 bc
BRS Mari	90,50 ab	237,45 a	4,14 d	64,62 c	15,22 e	8,69 ab
Ibirajá	73,33 d	32,37 d	9,83 bc	91,06 b	29,20 bc	2,41 c
	MSF	MSF	AT	AA	AA	SST
	AMB 1	AMB 2		AMB 1	AMB 2	
UENF 1616 X UENF 1732	16,46 a	17,67 a	0,123 bc	111,18 a	59,81 abc	8,6 abc
UENF 1624 X UENF 1629	14,57 abc	14,76 bc	0,153 ab	60,40 bcd	42,78 c	8,06 bcd
UENF 1629 X UENF 1732	13,97 abc	16,22 abc	0,134 bc	48,42 cd	50,94 c	7,20 d
UENF 1616	15,39 ab	13,99 c	0,113 c	97,35 ab	70,34 ab	8,87 ab
UENF 1624	15,67 ab	15,31 abc	0,138 bc	77,40 abc	53,27 bc	8,72 ab
UENF 1629	10,59 bc	13,85 c	0,134 bc	37,85 d	45,16 c	7,68 bcd
BRS Mari	16,75 a	17,11 ab	0,187 a	89,27 ab	45,58 c	9,64 a
Ibirajá	9,540 c	15,85 abc	0,105 c	36,87 d	72,53 a	7,35 cd

<sup>1/</sup>DPFLOR = dias para o florescimento; NFP = número de frutos por planta; MMF= massa média de fruto (g), CF = comprimento do fruto (mm), DF = diâmetro do fruto (mm); PROD = Produtividade (t/ha); MSF = massa seca do fruto g/100g, acidez titulável (AT), conteúdo de ácido ascórbico (AA) e sólidos solúveis totais (TSS). <sup>2/</sup> Época 1 = Unidade de Apoio à Pesquisa, campus da UENF, 2013; Época 2 = Estação Experimental de Campos, Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro; <sup>3/</sup> Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey.

No geral, os valores médios obtidos pelos genótipos para o número de frutos por planta variaram de 32 a 237 (Tabela 9). Os maiores valores de número de frutos por planta foram obtidos pela testemunha comercial 'BRS Mari' e o genitor UENF 1624, que produziram 237 e 229 frutos, respectivamente (Tabela 9). Os valores obtidos para os híbridos variaram entre 112 e 124. Esses valores inferiores aos obtidos pelos genótipos de melhores médias são explicados pelo predomínio de efeitos genéticos aditivos governando esse caráter associado ao fato de ambos os genitores não contribuírem favoravelmente para o aumento da média (Singh et al., 2014; Medeiros et al., 2014).

Para massa média do fruto, houve variação de 4,14g a 15,71g (Tabela 9). Essa maior média foi obtida para o híbrido UENF 1616 X UENF 1732, a qual diferiu significativamente da média das duas testemunhas comerciais. A massa de frutos contribui diretamente para a produção total e tem papel importante na aceitação dos produtos pelos consumidores (Singh et al., 2014). Sendo assim, esses resultados demonstram que os híbridos pré-comerciais são promissores para a característica em questão.

No comprimento e diâmetro de fruto, os quais são características relacionadas diretamente com a forma do fruto, observou-se variação entre híbridos. O comprimento dos híbridos variou de 82,62mm a 107,15mm. Para diâmetro do fruto, houve variação de 25,25mm a 42,19mm (Tabela 9). Essa variação entre híbridos é importante no sentido de atender mercados com diferentes preferências. Segundo Lin et al. (2013), com base na forma e no tamanho dos frutos são conhecidos mais de 20 tipos de mercados para pimenta e pimentões. Onoyama et al. (2010) reportaram que a forma é um atributo importante de escolha durante a compra de frutos de *Capsicum* e que tal importância dada é variável com a idade dos consumidores, em relação à produtividade, uma das características mais importantes para os produtores e, conseqüentemente, para os melhoristas de pimenta. Os três híbridos pré-comerciais, UENF 1616 X UENF 1732, UENF 1624 X UENF 1629 e UENF 1629 X UENF 1732, não diferiram significativamente dos genótipos com melhores médias. Além disso, os mesmos foram superiores a uma das testemunhas comerciais. (Tabela 9). Sendo assim, os híbridos em teste têm potencial para serem utilizados na região Norte Fluminense.

Quanto à massa seca do fruto, em função de ter havido interação G x A complexa, as médias dos genótipos foram comparadas para cada época, separadamente. Na primeira época, o híbrido UENF 1616 X UENF 1732 e a cultivar BRS Mari destacaram-se com produção de massa seca superior, significativamente, à testemunha comercial 'Ibirajá'. Na segunda época somente o híbrido UENF 1616 X UENF 1732 destacou-se, diferindo significativamente dos genitores UENF 1616 e UENF 1629 (Tabela 9). Sousa & Maluf (2003) reportaram que do ponto de vista agrônômico, os genótipos devem ter alto percentual de matéria seca por fruto associado à alta produtividade. Nesse sentido, o híbrido em teste UENF 1616 X UENF 1732 é promissor, pois está entre os genótipos com melhores médias para PROD e MSF. Tal genótipo poderá ser útil para a indústria na produção de temperos secos como frutos inteiros ou na forma de pó (Lin et al., 2013). Neste último caso, em que os frutos completamente maduros são secos e moídos na forma de páprica, estes também podem ser utilizados por outro nicho de mercado na produção de corantes pelas indústrias (Srividhya e Ponnuswami, 2010).

Com relação à composição físico-química dos frutos das pimentas sob teste, no caráter acidez titulável, apenas o híbrido UENF 1624 X UENF 1629 diferiu significativamente da testemunha com menor média (Tabela 9). Rêgo et al. (2011) relataram valor de acidez titulável de 0,68% em frutos de *C. baccatum*, muito acima dos valores observados no presente estudo. Avaliando espécies de *Capsicum* ssp. Borges et al. (2015) obtiveram média de 0,364% para acidez titulável. Segundo Reis et al. (2015), quanto menor o teor de acidez titulável no fruto, melhor seu estado de conservação, o que reflete diretamente na qualidade de um produto final para o consumo.

O teor de ácido ascórbico variou na época I entre 36,87mg.100<sup>-1</sup> e 111,18mg.100<sup>-1</sup>. Este último foi observado para o híbrido UENF 1616 X UENF 1732. Na época II, houve variação entre 42,78mg.100<sup>-1</sup> a 72,53 mg.100<sup>-1</sup>. Na época I o híbrido UENF 1616 X UENF 1732 foi significativamente superior ao genitor UENF 1629 e à testemunha 'Ibirajá'. (Tabela 9). Essa característica é importante para o valor nutricional dos frutos, pois contribui para melhor retenção de cor e aroma, as quais são características relevantes na tomada de decisão por parte do consumidor (Swamy et al., 2015).

No que concerne à característica teor de sólidos solúveis totais TSS, os híbridos experimentais obtiverem médias estatisticamente semelhantes a pelo menos uma das testemunhas comerciais. O TSS nos híbridos variou entre 7,20°Brix e 8,60°Brix (Tabela 9). Esses valores estão de acordo com os valores que variaram entre 7,7°Brix e 11,6°Brix relatados para *C. baccatum* por Rêgo et al., (2009). Tais valores observados pelos híbridos em teste são importantes por conferirem sabor e palatabilidade aos frutos dos mesmos.

Dois índices de seleção não-paramétricos foram utilizados a fim de identificar cultivares promissoras com base em características agrônômicas e físico-químicas, simultaneamente. Em função de ter havido predomínio de interação G x A de natureza complexa apenas para algumas características, optou-se por selecionar os superiores com base na média das duas épocas (Tabela 10).

Pelo índice de Mulamba & Mock (1978), verificou-se que o híbrido UENF 1616 X UENF 1732 obteve valores superiores aos genitores e às testemunhas comerciais, seguido pelas testemunhas comercial BRS Mari e genitor UENF 1624. O híbrido UENF 1624 X UENF 1629 também se destacou sendo superior a uma das testemunhas e três dos genitores. (Tabela 10)

Com base no índice Genótipo-Ideótipo, entre os melhores genótipos indicados, está novamente o híbrido em teste UENF 1616 X UENF 1732 (Tabela 10). Com base nesse índice, o primeiro do ranking foi o genitor UENF 1624. Os demais genótipos localizados entre os quatro melhores no ranqueamento foram a testemunha BRS Mari em 3° e genitor UENF 1616 em 4°.

A indicação do híbrido UENF 1616 X UENF 1732 pelos índices de seleção denota a superioridade desse em relação aos demais genótipos em teste. O desempenho superior desse híbrido é justificado pela heterose, a qual tem sido reportada em inúmeros trabalhos avaliando genótipos da espécie em questão, tanto para características agrônômicas quanto para características físico-químicas (Rêgo et al., 2009; Sharestha et al., 2011; Rodrigues et al., 2012; Butcher et al., 2013; Sharma et al., 2013; Medeiros et al., 2014; Singh et al., 2014; Bhutia et al., 2015). Com isso, esse híbrido está apto para o registro e, posteriormente, para a comercialização entre os produtores da Região Norte Fluminense.

**Tabela 10.** Ranqueamento usando os índices de seleção não-paramétricos Mulamba e Mock (1978) e distância Genótipo-Ideótipo com base em características agrônômicas e físico-químicas<sup>1/</sup> avaliadas em três híbridos, três genitores de *C. baccatum* var. *pendulum* e duas testemunhas comerciais cultivadas em duas épocas<sup>2/</sup>. UENF, Campos dos Goytacazes, RJ, 2015.

Tratamentos	Média da característica <sup>1/</sup>							
	DPFLOR	PROD	MSF	AT	AA	SST	MM <sup>3/</sup>	GI
UENF 1616 X UENF 1732	81,67	13,7	17,07	0,12	85,5	8,61	1°	2°
UENF 1624 X UENF 1629	83,00	10,18	14,67	0,15	51,6	8,06	4°	6°
UENF 1629 X UENF 1732	84,00	8,65	15,1	0,14	49,69	7,2	7°	5°
UENF 1616	85,33	5,81	14,7	0,11	83,85	8,87	5°	4°
UENF 1624	96,33	9,36	15,5	0,14	65,34	8,73	3°	1°
UENF 1629	83,67	6,95	12,23	0,14	41,51	7,68	8°	7°
BRS Mari	90,5	8,69	16,93	0,19	67,43	9,65	2°	3°
Ibirajá	73,33	2,41	12,7	0,11	54,7	7,35	6°	8°

<sup>1/</sup>DPFLOR = dias para o florescimento; NFP = número de frutos por planta; MMF= massa média de fruto (g), CF = comprimento do fruto (mm), DF = diâmetro do fruto (mm); PROD = Produtividade (t/ha); MSF = massa seca do fruto g/100g, acidez titulável (AT), conteúdo de ácido ascórbico (AA) e sólidos solúveis totais (TSS). <sup>2/</sup> Época 1 = Unidade de Apoio à Pesquisa, campus da UENF, 2013; Época 2 = Estação Experimental de Campos, Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado do Rio de Janeiro; <sup>3/</sup>MM= Mulamba & Mock (1978); Índice Genótipo- Ideótipo.

Há ainda um ponto relevante a ser destacado em relação aos híbridos em teste. Trata-se do fato de que esses são resistentes ao *Pepper yellow mosaic virus* (PepYMV) (Bento et al., 2009). Embora no presente estudo nenhum ensaio de inoculação artificial tenha sido conduzido, a resistência ao PepYMV nesses híbridos foi amplamente estudada e confirmada em estudos preliminares (Gonçalves, 2010). A recomendação de genótipos que aliem boa produtividade, boa qualidade de frutos com resistência a doenças tem grande relevância para os produtores, e impacta o agronegócio de modo positivo, não somente pela diminuição dos custos de produção, mas também pela proteção ao meio ambiente, consumidores e produtores.

## 6. CONCLUSÕES

Houve interação significativa entre os genótipos estudados para todas as características avaliadas. Houve, também, diferença significativa entre os contratos e entre as interações para a maioria dos caracteres avaliados.

Os índices de seleção não-paramétricos Mulamba e Mock (1978) e distância genótipo-ideótipo foram coincidentes em classificar o híbrido UENF 1616 X UENF 1732 como promissor, com base em características agronômicas e físico-químicas, simultaneamente.

O híbrido UENF 1616 X UENF 1732 está apto para o registro e, posteriormente, para a comercialização entre os produtores da Região Norte Fluminense.

## REFERÊNCIAS

- 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 annum) por medio del análisis de medias generacionales*. Tese (Máster en Ciencias Agrarias Línea de Investigación Fitomejoramiento). Universidad Nacional de Colombia, 73p.
- Allard, Robert W., and A. D. Bradshaw. (1964). "Implications of genotype-environmental interactions in applied plant breeding." *Crop Science* 4: 503-508.
- 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.
- AOAC. (1970). *Official Methods of Analyses of the A.O.A.C.* 11. ed. Washington, p.1015.
- AOAC. (1984). *Official methods of analysis of the AOAC*. 13. ed. Washington, p.627-845.

- Barboza, G.E., Agra, M.F., Romero, M.V., Scaldaferro, M.A., Moscone, E.A. (2011). New endemic species of *Capsicum* (Solanaceae) from the Brazilian Caatinga: comparison with the re-circumscribed *C. parvifolium*. *Systematic Botany*. 36:768-78.
- Bento, C dos S.; Sudré, C. P.; Rodrigues, R.; Riva, E. M.; Pereira, M. G. (2007) Descritores qualitativos e multicategóricos na estimativa da Variabilidade fenotípica entre acessos de pimentas. *Scientia Agraria*, 8: 149-156.
- 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.
- Bento, C. dos S. Melhoria de *Capsicum baccatum* var. *pendulum*: Herança de características agrônômicas e resistência ao *Pepper yellow mosaic vírus*. (2012). Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Campos dos Goytacazes – UENF, 159p.
- Bernardo, R. (2010). *Breeding for quantitative traits in plants*. 2ed. Woodburdy: Stemma Press, 400p.
- Borges, K. M.; Vilarinho, L. B. O.; Melo Filho, A. A.; Morais, B. S.; Rodrigues, R. N. S. (2015). Caracterização morfoagronômica e físico-química de pimentas em Roraima. *Revista Agro@ambiente*. 9: 292-299.
- Bhutia, N. D.; Seth, T.; Shende, V. D.; Dutta, S.; Chattopadhyay, A. (2015). Estimation of Heterosis, dominance effect and genetic control of fresh fruit yield, quality and leaf curl disease severity traits of chilli pepper (*Capsicum annuum* L.). *Scientia Horticulturae*, 182: 47–55.
- 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.

- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Proteção de Cultivares no Brasil / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo. – Brasília: Mapa/ACS, 2011. 202 p.
- Brasil. (2015). Ministério da agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br>. Acesso em: novembro de 2015.
- Butcher, J. D.; Crosby, K. M.; Yoo, K. S.; Patil, B.; Jifon, J. L.; Rooney, W. L. (2013). Heterosis in different F<sub>1</sub> *Capsicum annuum* genotypes for fruit traits, ascorbic acid, capsaicin, and flavonoids. *Scientia Horticulturae* 159: 72–79.
- Carvalho S.I.C, Bianchetti L.B, Bustamante P.G, Silva D.B. (2004). Catálogo de germoplasma de pimentas e pimentões (*Capsicum* spp.) da Embrapa Hortaliças. *Embrapa Hortaliças*. Documentos, 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. de; Ribeiro, C.S.C.; Gilmar Paulo Henz, G.P.; Reifschneider, F.J.B. (2009a). 'BRS Mari': new hot pepper cultivar for processing. *Horticultura Brasileira*, 27: 571-573.
- Carvalho, S.I.C., Bianchetti, L.B., Reifschneider, F.J.B. (2009b). Registro e proteção de cultivares pelo setor público: a experiência do programa de melhoramento de *Capsicum* da Embrapa Hortaliças. *Horticultura Brasileira*, 27:135-138.
- Costa, R.A., Rodrigues, R., Sudré, C.P. (2002) Resistência genética à mancha bacteriana em genótipos de pimentão. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 1: 86-89.

- Crisóstomo, J. R. et al (2008). Pesquisa e desenvolvimento para o agronegócio pimenta no Ceará– Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008. 36 p. (*Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 118*).
- Cruz, C.D., & Castoldi, F.L. (1991). Decomposição da interação genótipos x ambientes em partes simples e complexa. *Revista Ceres*, 8: 422-430.
- Cruz, C. D.; Regazzi, A. J.; Carneiro, P. C. S. (2012). *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento*. Genético. Viçosa: UFV, 480p.
- Cruz, C. D. (2013). GENES: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 35: 271-276.
- Derera, G. (2000). *Condiment paprika: breeding, harvesting e commercialization*. 33p.
- Esteves, M. (2011). As novas variedades de pimenta da Embrapa e o mercado pimenteiro: oportunidade de renda para agricultores. Disponível em: <http://hotsites.sct.embrapa.br/prosarural/programacao/2011/cultivares-de-pimenta-mais-resistentes-e-produtivas-1>. Acessado em 18 jun. 2016.
- Eshbaugh, W.H. (1970). A biosystematic and evolutionary study of *Capsicum baccatum* (Solanaceae) . *Brittonia*, 22: 31-32.
- FAO (2012) Food and agriculture organization of the united nations, versão eletrônica. Disponível em: <http://faostat.fao.org/default.aspx>. Acesso em: outubro de 2015.
- Filgueira F.A.R. (2008). *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa: UFV, 402p.
- 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.

- Garcia, A. A. F; Souza Júnior, C. L. (1999). *Comparação de índices de seleção não paramétricos para a seleção de cultivares* *Bragantia*, 58: 253-267.
- Gonçalves, S. L. A. *Herança de caracteres agronômicos e da resistência ao Pepper yellow mosaic vírus 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 Agronômica*, 42: 662-669.
- Heinrich, A. G., Ferraz, R. M. Reifschneider, F. J. B. (2011). Programa de melhoramento de *Capsicum*: obtenção de linhagens de pimenta tipo biquinho salmão (*Capsicum chinense*). In: 63ª *Reunião Anual da SBPC*.
- ISLA (2015). Isla sementes. Disponível em: <http://www.isla.com.br/cgi-bin/index.cgi>. Acesso em: novembro de 2015.
- Lessa, L.S.; Ledo, C.A.S.; Santos, V.S.; Silva, S.O.; Peixoto, C.P. (2010) Seleção de híbridos diploides (AA) de bananeira com base em três índices não paramétricos. *Bragantia*, 69: 525-534.
- Lin, S.; Chou, Y.; Shieh, H.; Ebert, A. W.; Kumar, S.; Mavlyanova, R.; Rouamba, A.; Tenkouano, A.; Afari-Sefa, V.; Gniffke, P. A. (2013). Pepper (*Capsicum* spp.) germplasm dissemination by AVRDC – The World Vegetable Center: an overview and introspection. *Chronica Horticulturae*, 53: 21-27.
- 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*.

- Mahmoud, A. M.A.; El-Eslamboly, A.S.A. (2015). Production and Evaluation of High Yielding Sweet Pepper Hybrids under Greenhouse Conditions. *American-Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Sciences*, 4: 573-580.
- Marinho, C.D., Martins, F.J.O., Amaral, S.C.S., Amaral Junior, A.T., Gonçalves, L.S.A., Mello, M.P. (2011). Revisiting the Brazilian scenario of registry and protection of cultivars: an analysis of the period from 1998 to 2010, its dynamics and legal observations. *Genetics and Molecular Research*, 10: 792-809.
- Martins, I. S.; Martins, R. C. C.; Daniel dos Santos Pinho, D. S. (2006). Alternativas de índices de seleção em uma população de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. *Cerne*, 12: 287-291.
- Medeiros, A.M.; Rodrigues, R.; L.S.A. Gonçalves; Sudré, C.P.; Oliveira, H. S. dos; Santos, M. H. Dos. (2014). Gene effect and heterosis in *Capsicum bacacatum* var. *pendulum*. *Ciência Rural*, 44: 1031-1036.
- Moreira, S.O., Rodrigues, R., Araújo, M.L., Sudré, C.P. Riva-Souza, E.M. (2009). Desempenho agrônômico de linhas endogâmicas recombinadas de pimenta em dois sistemas de cultivo. *Ciência Rural*, Santa Maria, 39: 1387-1393.
- Moreira, S.O., Rodrigues, R., Araújo, M.L., Riva-Souza, E.M., Oliveira, R.L. (2010). Desempenho agrônômico de linhas endogâmicas recombinadas de *Capsicum annuum* L. em sistema orgânico sob cultivo protegido. *Ciência e Agrotecnologia*, 34: 886-891.
- Moscone E.A, Scaldaferrero M.A, Grabiele 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.
- Mulamba, N.N., Mock, J.J. (1978). Improvement of yield potential of the Eto

Blanco maize (*Zea Mays* L.) population by breeding for plant traits. *Egypt J.Gen. Cytol. Alexandria*, 7: 40-51.

Narayana Swamy, G. N.; Srinivasulu, B.; Madhumathi, C.; Tirupal, D. (2015). Evaluation of Certain Varieties and Hybrids of *Capsicum* for Quality Attributes under Shade Net. *Journal of Horticulture*. (2:1)

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.

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.

Oliveira, E. J. de.; Fraife Filho, G. de A. ; Freitas, J. P. X. de; Dantas, J. L. L. (2014a). Desempenho produtivo e interação genótipo x ambiente em híbridos e linhagens de mamoeiro. *Bioscience Journal*, 30: 402-410.

Oliveira, J. R., Gomes, R. L. F., Sousa, R. S., de Almeida Lopes, A. C., dos Santos Dias, C. T., Lopes, J. B., & Peron, A. P. (2014b). Efeito da época de maturação sobre caracteres do fruto de pimenta Dedo-de-moça (*Capsicum baccatum* L.)-DOI: 10.5039/agraria.v9i4a3633. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária) Brazilian Journal of Agricultural Sciences*, 9: 495-499.

Oliveira, H. S. de; Rodrigues, R.; Bento, C. dos S. ; Medeiros, A. M.; Sudré, C. P.; Couto, M. F.; Viana, A. P. (2015). Towards a new strategy to breed an autogamous plant: A case of study in *Capsicum baccatum* var. *pendulum*. *Scientia Horticulturae* 92: 279-286.

Onoyama, S.S.; Reifschneider, F.J.B.; Moita, A.W.; Souza, G.S. (2010). Atributos de hortaliças sob a ótica de consumidores: estudo de caso do pimentão no Distrito Federal. *Horticultura Brasileira* 28: 124-132.

- Panthee, D. P.; Joanne A. Labate, J. A.; McGrath, M. T.; Breksa, A. P.; Robertson, L. D. (2013). Genotype and environmental interaction for fruit quality traits in vintage tomato varieties. *Euphytica* 93: 169–182.
- 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.
- Pickersgill, B. (1986). *Capsicum* spp. In: León, J. (Org.). Guidelines for seed exchange and plant introduction in tropical crops. *FAO*, 73-78.
- Pimenta, S. (2015). *UENF Carioca e UENF Carioquinha: novas cultivares de pimenta (Capsicum annum var. annum) resistentes à mancha bacteriana*. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Campos dos Goytacazes – UENF, 92p.
- Pinto, C.M.F., Silva, D.J.H da. (2006). *Cultivo da Pimenta*. EPAMIG: *Informe agropecuário*, v.27 n.235 108p.
- Prajapati, D. B.; Agalodiya, A. V. (2012). Genetic analysis for earliness under varying environments in chilli (*Capsicum annum* L.). *Journal of Spices and Aromatic Crops*, 21: 155–160.
- Ramalho, M.A.P.; Abreu, A.F.B.; Santos, J.D.; Nunes, J.A.R. (2012). *Aplicações da genética quantitativa no melhoramento de plantas autógamas*. Lavras: UFLA, 522p.
- Rebouças, T.N.H.; Valverde, R.M.V; Teixeira, H.L. (2013). Bromatologia da pimenta malagueta *in natura* e processada em conserva. *Horticultura Brasileira* 31: 163-165.
- 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 pimenteiras *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.; Rêgo, M.M.; Matos, I.W.F.; Barbosa, L.A. (2011b). Morphological and chemical characterization of fruits of *Capsicum* spp. accessions. *Horticultura Brasileira* 29: 364-371.
- Rêgo ER, Finger FL & Rêgo MM (2011c) Types, Uses and Fruit Quality of Brazilian Chili Peppers. In: Kralis JF (Ed) Spices: Types, Uses and Health Benefits. New York, *Nova Science Publishers*.01-70p.
- Rêgo, E.R; Nascimento, M.F.; Nascimento, N.F.F.; Santos, R.M.C.; Fortunato, F.L.G.; Rêgo, M.M. (2012). Testing methods for producing self-pollinated fruits in ornamental peppers. *Horticultura Brasileira* 30: 669-672.
- Reifschneider, F.J. B; Ribeiro, C. S. da C. (2008). Cultivo de pimentas. In: Ribeiro, C. S. da C.; Lopes, C. A.; Carvalho, S.I.C. de; Henz, G.M.; Reifschneider, F.J.B. (Ed.). *Pimentas Capsicum*. Brasília: *Embrapa Hortaliças*, p. 11-14.
- Reis, D. R. D.; Dantas, C. M. B.; Silva, F. S. da; Porto, A. G.; Soares, E. J. O. Caracterização biométrica e físico-química de pimenta variedade biquinho. *Enciclopédia Biosfera*, 11: 454-460.
- 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.
- Riva, E.M., Rodrigues, R., Pereira, M.G., Sudré, C.P., Karasawa, M., Amaral Junior, A.T. (2004) Inheritance of bacterial spot disease in *Capsicum annuum* L. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 4:490-494.
- Riva, E.M. (2006) *Uso dos métodos genealógico e "single seed descent" (SSD) para obtenção de linha de pimentão resistentes à mancha-bacteriana*. Tese

(Doutorado em Produção Vegetal) - Campos dos Goytacazes – RJ – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 101p.

Riva-Souza, E.M.; Rodrigues, R.; Sudré, C.P.; Viana, A.P.; Amaral Júnior, A.T. (2007) Obtaining pepper  $F_{2:3}$  lines with resistance to the bacterial spot using the pedigree method. *Horticultura Brasileira*, 25: 561-565.

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*, 30: 226-233.

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.

Santos, M.M., Vieira-da-Motta, O., Vieira, I.J., Braz-Filho, R., Gonçalves, P.S., Maria, E.J., Terra, W.S., Rodrigues, R., Souza, C.L. (2011) Antibacterial activity of *Capsicum annuum* extract and synthetic capsaicinoid derivatives against *Streptococcus mutans*. *Journal Natural Medicines*, 60:1-3.

Scott AJ, Knott M. (1974). A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. *Biometrics*, 30: 507–512.

Sharma, V. K., Punetha, S., & Sharma, B. B. (2013). Heterosis studies for earliness, fruit yield and yield attributing traits in bell pepper. *Afr. J. Agric. Res*, 29: 4088-4098.

Shrestha S,L.; Binod, P.L.; Won, H.K. (2011). Heterosis and heterobeltiosis studies in sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Horticulture, Environment, and Biotechnology* 3: 278-283.

Singh, P.; Cheema, D.S.; Dhaliwa, M.S.; Garg, N. (2014). Heterosis and

combining ability for earliness, plant growth, yield and fruit attributes in hot pepper (*Capsicum annuum* L.) Involving genetic and cytoplasmic-genetic male sterile lines. *Scientia Horticulturae*, 168: 175–188p.

Srividhya, S.; Ponnuswami, V. (2010). G×E interaction and stability of yield in paprika genotypes (*Capsicum annuum* var longum) in Tamil Nadu. *Electronic Journal of Plant Breeding*, 3: 297-300.

Silva, A. R.; Cecon, P. R.; do Rêgo, E. R.; Nascimento, M. (2011). Avaliação do coeficiente de variação experimental para caracteres de frutos de pimenteiras. *Ceres*, 58: 168-171.

Silva, S. A.; Rodrigues, R.; Gonçalves, L. S.; Sudré, C. P.; Bento, C. S.; Carmo, M. G.; Medeiros, A. M. (2014). Resistance in *Capsicum* spp. to anthracnose affected by different stages of fruit development during pre- and post-harvest. *Tropical Plant Pathology*, 39: 335-341.

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

Sousa, J. A. de; Maluf, W. R. (2003). diallel analyses and estimation of genetic parameters of hot pepper (*Capsicum chinense* Jacq.). *Scientia Agricola*, 60: 105-11.

Sudré, C.P.; Cruz, C.D.; Rodrigues, R.; Riva, E.M; Amaral Júnior, A.T.; Silva, D.J.H; Pereira, T.N.S. (2006). Variáveis multicategóricas na determinação da divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão. *Horticultura Brasileira*, 24: 88-93.

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: 283-294.

Tewksbury, J. J.; Nabhan, G.P. (2001). Directed deterrence by capsaicin in chillies. *Nature*, 412: 403-404.

Wricke, G., Weber, E.W. (1986) *Quantitative genetics and selection in plant breeding*. Berlin: Walter de Gruyter, 406p.