

FENOTIPAGEM DE LINHAGENS DE *Capsicum baccatum* var.  
*pendulum* PARA CARACTERES AGRONÔMICOS E RESISTÊNCIA  
AO *Pepper yellow mosaic virus*

**DANIELE VIANA DA COSTA**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE  
DARCY RIBEIRO – UENF

CAMPOS DOS GOYTACAZES - RJ  
MARÇO – 2015

FENOTIPAGEM DE LINHAGENS DE *Capsicum baccatum* var.  
*pendulum* PARA CARACTERES AGRONÔMICOS E RESISTÊNCIA  
AO *Pepper yellow mosaic virus*

**DANIELE VIANA DA COSTA**

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

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Rosana Rodrigues

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
MARÇO – 2015

FENOTIPAGEM DE LINHAGENS DE *Capsicum baccatum* var.  
*pendulum* PARA CARACTERES AGRONÔMICOS E RESISTÊNCIA  
AO *Pepper yellow mosaic virus*

**DANIELE VIANA DA COSTA**

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

Aprovada em 23 de março de 2015

Comissão Examinadora:

---

Prof<sup>a</sup>. Margarida Goréte Ferreira do Carmo (D. Sc. Fitopatologia) - UFRRJ

---

Prof<sup>a</sup>. Telma Nair Santana Pereira (Ph.D. Plant Breeding) - UENF

---

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

---

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

*“Sonhe com aquilo que você quer ser, porque você possui apenas uma vida e nela só se tem uma chance de fazer aquilo que quer”.*

*Tenha felicidade bastante para fazê-la doce. Dificuldades para fazê-la forte.  
Tristeza para fazê-la humana. E esperança suficiente para fazê-la feliz.  
As pessoas mais felizes não têm as melhores coisas. Elas sabem fazer o melhor das oportunidades que aparecem em seus caminhos.*

*A felicidade aparece para aqueles que choram. Para aqueles que se machucam.  
Para aqueles que buscam e tentam sempre. E para aqueles que reconhecem a importância das pessoas que passaram por suas vidas.  
Aprendi que hoje é reflexo de ontem, que dor fortalece que vencer engrandece.  
Aprendi que sonhar não é fantasiar, que o valor está na força da conquista, que fazer é melhor que falar que o olhar não mente que viver é aprender com os erros...*

*“E umas das coisas que aprendi é que se deve viver apesar de.”  
(Clarice Lispector)*

Agradeço a Deus, pela vida e por todas as graças concedidas.

### DEDICO

Aos meus pais David Pantoja da Costa (*in memoriam*) e Maria Viana da Costa, por terem me concedido a graça de ter uma família; a vida; o amor de um pai e uma mãe. Agradeço por todo ensinamento, educação e compreensão. Pelos momentos bons e ruins que estiveram ao meu lado, pelo incentivo de cada dia. Pelo apoio que sempre me deram e por acreditarem nos meus sonhos.

A meus irmãos David, Darilson, Darilton e Anderson, sobrinhos e cunhadas e ao meu querido Elio.

Amo Vocês!

“Percebe e entende que os melhores amigos são aqueles que estão em casa esperando por ti. Saber que nos momentos mais difíceis da vida, eles sempre estarão por perto, pois só sabem te amar. E se por acaso a dor chegar, ao teu lado vão estar. Pra te acolher e te amparar, pois não há nada como um lar.”

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço primeiramente a Deus, por tudo o que tenho e tudo o que sou; e o que vier a ser;

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

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela bolsa de estudo concedida;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (Faperj), pelo financiamento do projeto;

À professora Rosana Rodrigues, pela orientação, atenção e ensinamentos durante o curso;

A todos os professores do Programa de Genética e Melhoramento de Plantas, pela oportunidade de aprendizagem, confiança e incentivos fundamentais para minha formação acadêmica;

Ao secretário José Daniel, pela amizade, preocupação, paciência e por sempre orientar e ouvir com boa vontade;

Ao José Manoel e sua equipe, Enildo, João e Jocimar, pela ajuda durante a condução do experimento;

Aos meus amigos do laboratório 111, Camila, Artur, Pakizza, Monique Moulin, Ingrid, Ligia, Tamara, Jessica, Grazi, João Gabriel, Rodrigo, Adilson;

Aos Amigos Aminthia, Mauricio, Raimundo Nonato, Verônica, Erina e Fabio;

À Cláudia Pombo Sudré e Cíntia dos Santos Bento pela valiosa e verdadeira amizade, não só no laboratório, mas também fora dele. Obrigada pelos aconselhamentos, conversas, momentos de descontração, estímulo e contribuição valiosa na realização deste trabalho;

À Samy Pimenta, pela valiosa ajuda no experimento, várias horas de auxílio nas análises estatísticas e momentos de descontração;

Ao Professor Leandro Simões Azeredo Gonçalves da Universidade Estadual de Londrina, pelo apoio com a estatística não paramétrica;

As amigas de república e de graduação Maria Araújo e Monica Cardoso, pelas inestimáveis colaborações e valiosas sugestões durante a produção deste trabalho e também pela amizade que levarei por toda vida.

Ao casal Armando e Fabiola, pelos momentos maravilhosos proporcionados de intensas e longas horas de descontração;

À Railan e Yuri, agradeço o carinho sincero e a amizade verdadeira, através da eternidade estaremos unidas pelo carinho e benção de Deus;

À minha família, especialmente minha mãe, por todo amor, carinho e incentivo;

Ao meu querido Elio, pelo carinho, incentivo, compreensão e companheirismo;

Obrigada amigos! Nunca esquecerei a força que me deram para seguir em frente!

Apesar desta despedida, sei que um dia ainda iremos nos encontrar por aí e relembrar todos os bons momentos que vivemos aqui. Lembrarei das alegrias, do sufoco e também do trabalho dividido. Que Deus ilumine a todos vocês que ficam enchendo suas vidas de muito sucesso!

A todos que não citei o nome aqui, mas que de alguma forma contribuíram para a realização não apenas deste trabalho, mas para chegar a ele, muito OBRIGADA!!!!

## SUMÁRIO

RESUMO .....	xii
ABSTRACT .....	xiv
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>4</b>
2.1. Origem e dispersão .....	4
2.2. Taxonomia e aspectos botânicos .....	6
2.3. As variedades botânicas de <i>Capsicum baccatum</i> .....	6
2.4. Importância econômica e nutricional .....	7
2.5. Melhoramento de Capsicum no Brasil .....	9
2.6. <i>Pepper yellow mosaic virus</i> (PepYMV) .....	10
2.7. Análise multivariada - Agrupamento UPGMA .....	12
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>14</b>
3.1. Germoplasma .....	14
3.2. Locais de implantação dos experimentos e delineamento experimental.....	15
3.2.1. Experimento 1- campo .....	15

3.2.2. Características agronômicas avaliadas.....	16
3.2.3. Experimento 2 - Avaliação da resistência ao PepYMV .....	18
3.3. Análise das variáveis .....	21
3.3.1. Variáveis qualitativas .....	21
3.3.2. Variáveis quantitativas .....	21
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>26</b>
4.1. Variáveis qualitativas .....	26
4.2. Variáveis quantitativas.....	30
4.3. Análise multivariada considerando variáveis morfoagronômicas e variáveis de resistência .....	44
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>49</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>50</b>

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1.** Descritores de *Capsicum* utilizados para avaliar as variáveis qualitativas de frutos de *Capsicum baccatum* var. *pendulum*. Campos dos Goytacazes - RJ, UENF, 2014 ..... 16
- Tabela 2.** Descritores de *Capsicum* utilizados para avaliar as variáveis quantitativas de frutos de *C. baccatum* var. *pendulum*. Campos dos Goytacazes - RJ, UENF, 2014..... 16
- Tabela 3.** Esquema de análise de variância e esperança de quadrados médios, considerando o delineamento em blocos casualizados com arranjo em *set's* para 11 variáveis agronômicas avaliadas. Campos dos Goytacazes – RJ, 2014. ....22
- Tabela 4.** Escala proposta com seis níveis de resistência com base nas variáveis de resistência (IS, AACPD e PI) variando do altamente resistente ao altamente suscetível atribuídas a linhagens de *C. baccatum* var. *pendulum* em resposta ao *Pepper yellow mosaic virus*. Campos dos Goytacazes – RJ, 2014.....25
- Tabela 5.** Percentagem dos frutos para as características cor do fruto no estágio imaturo e maduro em indivíduos das gerações parentais UENF 1616 (P<sub>1</sub>), UENF 1732 (P<sub>2</sub>), 47 Linhagens F<sub>6</sub> e genótipo comercial ‘BRS Mari’. Campos dos Goytacazes – RJ, 2014.....27
- Tabela 6.** Percentagem dos frutos para a característica forma do fruto em indivíduos das gerações parentais UENF 1616 (P<sub>1</sub>), UENF 1732 (P<sub>2</sub>), 47

Linhagens F <sub>6</sub> e genótipo comercial 'BRS Mari'. Campos dos Goytacazes – RJ, 2014.....	28
<b>Tabela 7.</b> Análise de variância de 11 variáveis quantitativas avaliadas em 47 linhagens F <sub>6</sub> , dois genitores e cultivar BRS Mari cultivadas na área de convênio da UENF com a PESAGRO- Rio/Estação Experimental de Campos dos Goytacazes – RJ, 2014.....	32
<b>Tabela 8.</b> Estimativa dos parâmetros genéticos obtidos a partir das esperanças dos quadrados médios de 11 variáveis quantitativas avaliadas em linhagens da geração F <sub>6</sub> a partir do cruzamento UENF 1616 x UENF 1732 de <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i> . Campos dos Goytacazes – RJ, 2014. ....	33
<b>Tabela 9.</b> Médias obtidas para caracteres agrônômicos avaliados em plantas da geração F <sub>6</sub> a partir do cruzamento UENF 1616 x UENF 1732 de <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i> , agrupadas pelo teste Scott-Knott (1974) Campos dos Goytacazes – RJ, 2014.....	36
<b>Tabela 10.</b> Valores do teste de Kruskal-Wallis para os efeitos de inoculação com isolado 3 - PepYMV em 47 LRs F <sub>6</sub> de <i>Capsicum baccatum</i> var. <i>pendulum</i> , P <sub>1</sub> , P <sub>2</sub> , 'BRS Mari', 'Ikeda', 'Criollo de Morelos', para os para as variáveis de resistência. Campos dos Goytacazes, UENF, 2014 .....	40
<b>Tabela 11.</b> Agrupamento de 47 linhagens de <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i> , UENF 1616, UENF 1732, 'BRS-Mari', 'Ikeda' e 'Criollo de Morelos', conforme método UPGMA com base no algoritmo de Gower. Campos dos Goytacazes – RJ, 2014 .....	45

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Croqui do experimento de avaliação de 47 linhagens de *C. baccatum* var. *pendulum* e testemunhas ('Parentais e 'BRS Mari') na área de convênio da UENF com a PESAGRO-RIO / Estação Experimental de Campos dos Goytacazes – RJ, 2014..... 15
- Figura 2.** Experimento de campo para fenotipagem de linhagens de *C. baccatum* var. *pendulum*. UENF, Campos dos Goytacazes - RJ, 2014. .... 17
- Figura 3.** A) Maceração das folhas de *Nicotiana debney* previamente inoculadas com PepYMV-3 com carborundum; B) Adição da solução tampão ao macerado; e C) Inoculação do isolado PepYMV-3 em folhas de *C. baccatum* var. *pendulum*, Campos dos Goytacazes, RJ, 2014. ....20
- Figura 4.** Escala de notas utilizada na avaliação das gerações P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, 'BRS Mari', 'Ikeda', 'Criollo de Morelos', e LRs F<sub>6</sub> de *C. baccatum* var. *pendulum* inoculadas com PepYMV: Nota 1 – plantas com ausência visual de sintomas; Nota 2 – sintomas leves (25% da área foliar com pequenas pontuações de mosaico); Nota 3 – sintomas moderados (50% da área foliar com mosaico); Nota 4 – sintomas intensos (75% da área foliar com mosaico); Nota 5 – sintomas severos, com 100% da área foliar com mosaico generalizado), Campos dos Goytacazes, RJ, 2014.....20

<b>Figura 5.</b> Frutos de <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i> nos formatos alongado (A), Campanulado (B), sino (C) e Intermediário (D). UENF, Campos dos Goytacazes - RJ, 2014.....	29
<b>Figura 6.</b> Percentagem de homozigose em 47 linhagens F <sub>6</sub> para as características cor do fruto no estágio imaturo (CFI) e maduro (CFM) e forma do fruto (FF). UENF, Campos dos Goytacazes - RJ, 2014.....	30
<b>Figura 7.</b> Média de valores observados para área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) aos 24 e 36 dias de avaliações em 47 LRs F <sub>6</sub> de <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i> , P <sub>1</sub> , P <sub>2</sub> , ‘BRS Mari’, ‘Ikeda’, ‘Criollo de Morelos’, inoculados com PepYMV. (*Diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Kruskal Wallis) .....	42
<b>Figura 8.</b> Média de valores observados para índice de severidade (IS) aos 36 dias de avaliações em 47 LRs F <sub>6</sub> de <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i> , P <sub>1</sub> , P <sub>2</sub> , ‘BRS Mari’, ‘Ikeda’, ‘Criollo de Morelos’, inoculados com PepYMV. (*Diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Kruskal Wallis).....	43
<b>Figura 9.</b> Período de incubação avaliado em 47 LRs F <sub>6</sub> de <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i> , P <sub>1</sub> , P <sub>2</sub> , ‘BRS Mari’, ‘Ikeda’, ‘Criollo de Morelos’, inoculados com PepYMV. (*Diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Kruskal Wallis) .....	44
<b>Figura 10.</b> Dendrograma representativo de dissimilaridade de 47 linhagens de <i>C. baccatum</i> var. <i>pendulum</i> obtidas pelo método UPGMA, utilizando o algoritmo de Gower como medida de dissimilaridade. UENF, Campos dos Goytacazes - RJ, 2014.....	46

## RESUMO

COSTA, Daniele Viana; M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro; Março, 2015. Fenotipagem de linhagens de *Capsicum baccatum* var. *pendulum* para caracteres agronômicos e resistência ao *Pepper yellow mosaic virus*; Orientadora: Rosana Rodrigues; Conselheiros: Alexandre Pio Viana e Telma Nair Santana Pereira.

*Capsicum baccatum* var. *pendulum* tem se mostrado promissora em relação ao consumo de seus frutos *in natura* ou na forma de molhos e saladas, assim como para a indústria alimentícia. Entretanto, em comparação com outras espécies de *Capsicum*, o número de trabalhos de melhoramento encontrados na literatura ainda é escasso. Entre as doenças, uma das limitantes à produção de diferentes espécies de *Capsicum* é o vírus do mosaico amarelo do pimentão, a principal doença viral desse gênero no Brasil. Os objetivos deste trabalho foram investigar a reação de 47 linhagens F<sub>6</sub> de *C. baccatum* var. *pendulum* ao PepYMV; conduzir teste de campo com as linhagens para fenotipagem de caracteres agronômicos; e selecionar linhagens de *C. baccatum* var. *pendulum* resistentes ao *Pepper yellow mosaic virus* e com características de interesse para o consumo *in natura* e para indústria; propor uma escala de notas para selecionar as linhas quanto a níveis de resistência. Para a resistência ao vírus, 47 linhagens F<sub>6</sub> de *C. baccatum* var. *pendulum*, obtidas pelo método *Single Seed Descent* a partir do cruzamento entre UENF 1616 (P<sub>1</sub>) e UENF 1732 (P<sub>2</sub>), foram avaliadas em casa de vegetação, no delineamento inteiramente ao acaso, com oito repetições totalizando 416 plantas. As plântulas foram inoculadas com o isolado 3 de

PepYMV 30 dias após a semeadura. A fenotipagem foi realizada por meio de avaliação visual a cada dois dias, a partir do 10º dia após a inoculação, durante 50 dias, utilizando-se uma escala de notas, variando entre 1 (resistente) a 5 (suscetível). As notas foram utilizadas para o cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Também foram avaliados o índice de severidade (IS) e o período de incubação (PI). Em condições de campo as 47 linhagens foram avaliadas para os caracteres agrônômicos: dias para florescimento; dias para frutificação; altura da planta; número de frutos por planta; massa total de frutos por planta; comprimento do fruto; diâmetro do fruto; espessura da polpa, e teor de sólidos solúveis. O delineamento experimental na etapa de campo foi conduzido em blocos casualizados com arranjo em set com duas repetições, contendo seis plantas por parcela totalizando 672 plantas. Os genitores e a cultivar BRS Mari foram incluídos como testemunhas. Constatou-se que as linhagens estão com 95% de homogeneidade. A maioria das linhagens (80%) foram classificadas como moderadamente resistentes, sendo úteis para novas etapas do programa de melhoramento visando obter à resistência ao PepYMV, como por exemplo, recombinação via seleção recorrente. A resistência ao PepYMV pode estar associada a cor vermelha do fruto, já que todas as linhagens consideradas altamente resistentes ao vírus possuem em comum a cor vermelha no estágio maduro. Cerca de 80% das linhagens foram classificadas como resistentes ao PepYMV; As linhagens 414, 345 e 506 possuem grande potencial produtivo podendo alcançar cerca de 58, 35 e 45 t.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, em seis meses de cultivo, possuem também características agrônômicas favoráveis, tais como: dias para o florescimento, dias para frutificação, altura da planta, espessura da polpa e são altamente resistentes ao PepYMV, podendo ser indicadas para testes preliminares e ensaios de Valor de Cultivo e Uso para futuro registro e recomendação de cultivares de pimenta da espécie *C. baccatum* var. *pendulum*; o fator de classificação de resistência foi útil para simplificar a interpretação quanto aos níveis de resistência ao PepYMV quanto as variáveis de resistência.

## ABSTRACT

COSTA, Daniele Viana; M.Sc.; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. March, 2015. Phenotyping lines in *Capsicum baccatum* var. *pendulum* for Pepper yellow mosaic virus resistance and agronomic traits. Advisor: Rosana Rodrigues. Committee members: Alexandre Pio Viana and Telma Nair Santana Pereira.

*Capsicum baccatum* var. *pendulum* has shown to be promising, mainly related to consumption of its fruits *in nature* or as sauces and salads, as well as to food industry. However, compared to others species of *Capsicum* the amount of work about breeding of *C. baccatum* found in the bibliography is still scarce. One of the main limiting factors related to yield of species of *Capsicum* is the Pepper yellow mosaic virus. This pathogen is the main cause of viral disease that affects the genus in Brazil. The aims of this work were to investigate the reaction of forty seven recombinant lines F<sub>6</sub> of *C. baccatum* var. *pendulum* to PepYMV; to undertake a field test with recombinant lines in order to phenotyping of agronomic characters; to select recombinant lines of *C. baccatum* var. *pendulum* resistant to the PepYMV and with characteristics of interest to consumption *in nature* and food industry; and to propose a grading scale to select recombinant lines related to resistance levels. Forty seven recombinant lines F<sub>6</sub> of *C. baccatum* var. *pendulum* was evaluated aiming the resistance to the virus. These recombinant lines were obtained by the Single Seed Descent method from the crossing between UENF 1616 (P<sub>1</sub>) and UENF 1732 (P<sub>2</sub>). The experiment was conducted in greenhouse with complete randomized design and eight repetitions, totaling 416 plants. The

seedlings were inoculated with the isolated 3 of PepYMV 30 days after sowing. The phenotyping was performed using the visual assessment every two days from the 10<sup>th</sup> day after inoculation, during 50 days. The assessing was conducted using a grading scale, ranging from 1 (resistant) to 5 (susceptible). The notes were used to calculate the area under the disease progress curve (AUDPC). Also, the severity index (SI) and incubation period (IP) were evaluated. In field conditions, the 47 recombinant lines were assessed about the following agronomic characters: days to flowering, days to fruiting, plant height and number of fruits per plant, fruit weight per plant, fruit length, fruit diameter, pulp thickness and soluble solids content. The field experiment was conducted in randomized block design with arrangement sets with two repetitions with six plants per plot distributed in three sets, totaling 672 plants. The genitors and the cultivar BRS Mari were included as control treatments. The recombinant lines present homogeneity of 95%. The most of lines (80%) were classified as moderately resistant, being useful to new steps of the breeding program of pepper aiming the resistance to PepYMV, such as the recombination through recurrent selection. The resistance to PepYMV may to be associated to red color of fruit, since all recombinant lines considered highly resistant to the virus have a common red color in the ripe stage. About 80% of lines were classified as resistant to PepYMV; the recombinant lines 414, 345 and 506 have a great production potential, which can reach about 58, 35 and 45 t.ha<sup>-1</sup>, respectably, in six months of growing. They also have favorable agronomical characteristics, such as: days to flowering, days to fruiting, plant height, flesh thickness and are highly resistant to the PepYMV, being recommended to preliminary assays of Value for Cultivation and Use and future register and recommendation of cultivars of pepper *C. baccatum* var. *pendulum*; the resistance classification factor was useful to simplify interpretation related to resistance levels to PepYMV as to resistance variables.

## 1. INTRODUÇÃO

As pimentas do gênero *Capsicum* são produtos de relevância para a agricultura brasileira, atendendo não somente ao consumo *in natura*, mas também às indústrias alimentícias, farmacêuticas e cosméticas. Os produtos à base de *Capsicum* são consumidos por um quarto da população mundial, principalmente na forma de condimentos. Devido à expansão do agronegócio pimenta (*Capsicum* ssp.) vem crescendo a demanda por novas cultivares com maior produtividade e qualidade de frutos (Carvalho et al., 2003).

Na busca por cultivares promissoras para atender a demanda do gênero em questão, diversos métodos de melhoramento vêm sendo utilizados, tais como: seleção massal, *pedigree* ou genealógico, e, SSD (*Single Seed Descent*) (Moreira et al., 2009; Rêgo et al., 2011a). A natureza da variação genética é estudada pelos melhoristas por meio da avaliação de populações segregantes, conduzidas em diferentes épocas e locais.

Com o uso de repetições e delineamentos experimentais, os pesquisadores têm obtido informações relevantes sobre a diversidade genética, herdabilidade, influência do ambiental, valor genético e melhores estratégias para selecionar genótipos superiores quanto a características agrônômicas de interesse (Cobb et al., 2013). Características como produção, resistência a doenças e pragas, arquitetura da planta, precocidade, colheita e características dos frutos como coloração, sabor, aroma, forma, tamanho, espessura da polpa e pungência são os principais alvos de qualquer programa de melhoramento de

plantas do gênero *Capsicum* (Minamiyama et al., 2006; Rêgo et al., 2009a; Rodrigues et al., 2012).

Com o crescente interesse comercial nas espécies de pimenta, tanto para uso *in natura* como para fins industriais, registra-se o aumento da demanda por cultivares mais produtivas, adaptadas, resistentes a doenças e com qualidade de frutos (Madail et al., 2005; Carvalho et al., 2009). Como resultado da sua ampla distribuição geográfica a pimenta e o pimentão (*Capsicum* spp.) estão expostos a muitos patógenos (Inoue-Nagata et al., 2002; Janzac et al., 2010).

E apesar dos recentes avanços tecnológicos em sistemas de produção de pimentas, as doenças representam um fator limitante à qualidade e a alta produção de frutos de diferentes espécies de *Capsicum* (Lopes e Ávila, 2003; Nascimento et al., 2007; Bento et al., 2009). Entre as doenças de origem viral, destaca-se o *Pepper yellow mosaic vírus* (PepYMV) conhecido como vírus mosaico amarelo do pimentão. É a principal doença viral desse gênero no Brasil (Cunha et al., 2004; Lucinda et al., 2012). Considerado uma ameaça para a cultura, tem causado preocupação crescente aos produtores de pimenta e pimentão, pois compromete a produtividade.

Por essa razão, a resistência ao PepYMV tem sido uma prioridade nos programas de melhoramento de *Capsicum* conduzidos no Brasil (Maciel-Zambolim et al., 2004). Os sintomas da doença causados por esse vírus em *Capsicum* spp. incluem distorção foliar, desenvolvimento de mosaico amarelo-verde, redução geral do tamanho das plantas e frutos, e deformação dos frutos (Inoue-Nagata et al., 2002; Carmo et al., 2006; ).

A espécie *C. baccatum* var. *pendulum* tem se mostrado promissora em relação ao consumo de seus frutos *in natura* ou na forma de molhos e saladas, assim como para a indústria alimentícia (Gonçalves et al., 2011). Entretanto, em comparação com outras espécies de *Capsicum*, o número de trabalhos de melhoramento encontrados na literatura ainda é incipiente (Gonçalves, 2010). Porém, tem sido observada uma tendência de mudança, já que trabalhos nas áreas de recursos genéticos, pré-melhoramento e melhoramento estão sendo desenvolvidos para a espécie *C. baccatum*, sendo esses voltados principalmente para caracterização morfoagronômica e resistência a doenças (Rêgo et al., 2009a; Gonçalves et al., 2011; Rêgo et al., 2011a; Rêgo et al., 2011b; Rodrigues et al., 2012; Bento et al., 2013; Gonçalves et al., 2013; Moulin et al., 2014).

Cruzamentos interespecíficos para a introgressão de um gene de resistência à mancha bacteriana em *C. annuum* a partir de *C. baccatum* já foram obtidos com sucesso por Potnis et al., (2012).

Desde 2008, a Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro desenvolve um programa de melhoramento de *Capsicum*, objetivando desenvolver cultivares com resistência à *Xanthomonas euvesicatoria* (mancha bacteriana) (Costa et al., 2002; Riva-Souza et al., 2007; Moreira et al., 2013), ao *Pepper yellow mosaic virus* (vírus do mosaico amarelo do pimentão) (Bento et al., 2009; Bento et al., 2013; Gonçalves et al., 2013; Moulin et al., 2014 ) e ao *Colletotrichum gloeosporioides* (antracnose) (Silva et al., 2011; Silva et al., 2014), com mais de 250 acessos caracterizados e avaliados quanto a caracteres morfoagronômicos, resistência à mancha bacteriana, PepYMV e à antracnose.

Dentro desse programa, a partir de 2008, foram iniciadas ações específicas para o melhoramento de *Capsicum baccatum* var. *pendulum*, com o intuito de desenvolver híbridos e linhas puras com potencial de recomendação aos produtores de hortaliças do estado do Rio de Janeiro.

Os objetivos deste trabalho foram investigar a reação de 47 linhagens F<sub>6</sub> de *C. baccatum* var. *pendulum* ao PepYMV; conduzir teste de campo com as linhagens para fenotipagem de caracteres agronômicos; selecionar linhagens de *C. baccatum* var. *pendulum* resistentes ao *Pepper yellow mosaic virus* e com características de interesse para o consumo *in natura* e para indústria; e propor um fator de classificação para selecionar linhagens de *C. baccatum* var. *pendulum* resistentes ao PepYMV quanto as variáveis de resistência a doenças.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Origem e dispersão

As pimentas do gênero *Capsicum* são consideradas o primeiro tempero usado pelos humanos e foram encontradas junto com outros fósseis de alimentos há cerca de 6.000 anos. Microfósseis dos frutos foram encontrados em uma caverna no Vale de Tehuacán, no México, estabelecendo-se como a evidência mais antiga da domesticação das pimentas (Perry et al., 2007).

Segundo Moscone et al. (2007) estudando a origem e evolução do gênero *Capsicum* com base em dados cariológicos de dezenove espécies de *Capsicum* sugere ser a espécie *C. chacoense* o ancestral das espécies estudadas, principalmente devido a presença de regiões organizadoras de nucléolos (NORs) ativos em citótipos de *C. annuum*, *C. frutescens*, *C. baccatum*. O gênero se originou na Bolívia, possuindo a espécie *Capsicum chacoense* como ancestral comum, que posteriormente passou por um processo de dispersão e especiação para os Andes e terras baixas da Amazônia (McLeod et al., 1982; Moscone, et al., 2007).

De acordo com Hunziker (2001), citado por Moscone et al., (2007), as espécies do gênero *Capsicum* têm quatro centros de distribuição: 1) sul dos Estados Unidos e México até o oeste da América do Sul; 2) nordeste do Brasil e costa da Venezuela; 3) costa leste do Brasil; e 4) região central da Bolívia e do Paraguai até o norte e região central da Argentina.

O gênero *Capsicum* é composto por 35 espécies, sendo cinco domesticadas: *C. annuum* (pimentão e pimenta doce), *C. chinense* (pimenta-de-cheiro, pimenta-de-bode, murici), *C. frutescens* (pimenta malagueta), *C. baccatum* (dedo-de-moça, chapéu-de-frade) grandemente consumidas e produzidas no Brasil, e a *Capsicum pubescens*, não cultivada neste país (Moscone et al., 2007; Carrizo et al., 2013).

As espécies que compõem o gênero *Capsicum* foram divididas em três complexos conforme características citogenéticas. O Complexo *annuum* (CA) contém *C. annuum*, *C. chinense*, *C. frutescens* e *C. galapagoense*. O complexo *baccatum* (CB) contém *C. baccatum*, *C. praetermissum*, e *C. tovarii*. O complexo *pubescens* (CP) consiste de *C. pubescens*, *C. cardenasii*, e *C. eximium*. (Pickersgill, 1991; Moscone et al., 1996; Tong e Bosland 1999; Jarret e Dang 2004; Ryzhova e Kochieva 2004; Ince et al., 2010).

O sucesso de obtenção de híbridos interespecíficos ocorre quando cruzamentos são realizados entre espécies do mesmo complexo, embora o emprego de técnicas de resgate de embrião tenha permitido a obtenção de híbridos entre espécies pertencentes a complexos gênicos diferentes, como é o caso do híbrido F<sub>1</sub> entre *C. annuum* e *C. baccatum* (Yoon et al., 2006). Há também registro de cruzamento bem sucedido entre *C. annuum* e *C. baccatum* para transferência do gene *Bs7*, que confere resistência à mancha bacteriana (Potnis et al., 2012).

No caso específico do complexo *baccatum* há na literatura um número reduzido de trabalhos quando comparados com *C. annuum*, sobretudo na área de melhoramento genético, apesar das espécies *C. baccatum* var. *pendulum* e *C. baccatum* var. *baccatum* serem consideradas muito promissoras e com grande potencial de uso (Gonçalves et al., 2011; Rodrigues et al., 2012). Quanto à domesticação, evidências que datam de 2500 a. C. relatam que tenha ocorrido no Peru (McLeod et al., 1982).

Esta espécie encontra-se difundida, principalmente na região que abrange a costa do Peru e o Brasil. A forma silvestre, conhecida como *C. baccatum* var. *baccatum*, tem uma distribuição muito mais localizada, mas ainda varia entre o Peru e o Brasil (Albrecht et al., 2012).

## 2.2 Taxonomia e aspectos botânicos

O gênero *Capsicum* pertence à família Solanaceae, sendo representado pelas pimentas e pimentões (Eshbaugh, 1993). Quase todas as espécies de *Capsicum* são auto compatíveis com exceção da *C. cardenasii*, cuja incompatibilidade é do tipo gametofítica, encontrada em muitos outros gêneros de Solanaceae (Pickersgill, 1991).

Nas espécies domesticadas, o estigma se encontra no mesmo nível das anteras aumentando a possibilidade de autopolinização, enquanto que nas espécies silvestres o estigma está acima das anteras facilitando a fecundação cruzada (Casali e Couto, 1984). De acordo com Tanksley (1984), citado por Pickersgill (2007) as medidas reais de cruzamento em condições de campo variam de 2% para mais de 90%, dependendo da localização, ambiente, e espaçamento entre plantas.

Em relação ao número de cromossomos, algumas espécies domesticadas do gênero *Capsicum* possuem  $2n=2x=24$  e, dentre estas podem ser citadas, *C. annuum*, *C. baccatum* (variedades *baccatum*, *pendulum*, *umbilicatum* e *praetermissum*), *C. chinense*, *C. frutescens*, *C. cordiforme*, *C. frutescens*, *C. pubescens*, *Capsicum chacoense*, *C. parvifolium*, *C. galapagoense*, *C. annuum* (variedades *glabriusculum* e *annuum*), *C. chinense*, *C. frutescens*, *C. eximium*, *C. cardenasii*, *C. pubescens*, *C. tovarii* e *C. flexuosum*. (Moscone et al., 2007). E algumas espécies silvestres, como, por exemplo, *C. campylopodium*, *C. ciliatum*, *C. lanceolatum*, *C. mirabile* var. *mirabile*, *C. schottianum* possuem  $2n=2x=26$  cromossomos (Pozzobon et al., 2006).

## 2.3. As variedades botânicas de *Capsicum baccatum*

A espécie *C. baccatum* é classificada em três variedades botânicas com base em diferenças morfológicas dos frutos e, principalmente, das flores (Carvalho et al., 2006). A posição da flor e do pedicelo, a presença ou ausência de manchas nos lobos das pétalas, a margem do cálice e o número de flores por entrenó têm importância taxonômica na discriminação desta espécie (Carvalho e Bianchetti, 2004).

*C. baccatum* var. *pendulum*

É encontrada com maior frequência na região sul e sudeste do Brasil. Espécie domesticada tem uma flor por nó, corola predominantemente brancas, porém sempre com manchas difusas amarelas ou esverdeadas na base de cada lobo, seus frutos são muito diferentes quanto ao formato, ao tamanho, à posição na planta, à cor e a pungência (Carvalho et al., 2006), os frutos são grandes e pendentes. O nome *pendulum* deriva do latim *pendulus*, que faz menção ao caráter pendente do fruto (Albrecht et al., 2012).

#### *C. baccatum* var. *baccatum* e *C. baccatum* var. *praetermissum*

A maior variabilidade de *C. baccatum* var. *baccatum* é encontrada na Bolívia, enquanto que *C. baccatum* var. *praetermissum* é uma variedade exclusiva do Brasil. A única diferença entre as duas variedades é observada na cor das flores: *C. baccatum* var. *baccatum* tem flores brancas com manchas esverdeadas nas bases (semelhante à variedade *pendulum*), enquanto a variedade *praetermissum* distingue-se pela presença de uma faixa lilás-violeta na margem das pétalas. Geralmente as plantas apresentam duas ou mais flores por nó, seus frutos são tipicamente pequenos e eretos de formato arredondado a ovalado. São pouco aromáticos e de pungência elevada (Carvalho et al., 2006)

Em geral, as plantas de *C. baccatum* possuem caule resistente, podendo atingir 1,20 m de altura, com ampla ramificação lateral. São cultivadas como plantas herbáceas anuais. As folhas possuem coloração tipicamente verde, porém existem folhas violetas e variegadas. As flores são isoladas, pequenas e hermafroditas, possuem cálice com 5 (em alguns casos 6-8) sépalas e a corola com 5 (em alguns casos 6-8) pétalas.).

#### **2.4. Importância econômica e nutricional**

As pimentas do gênero *Capsicum* são muito utilizadas pelas indústrias alimentícias, farmacêuticas e cosméticas (Yamamoto e Nawata, 2005; Sharma e Agrawal, 2011; Kouassi et al., 2012) mas também como plantas ornamentais (Moreira et al., 2006, Stommel e Griesbach, 2008a; Rêgo et al., 2009b; Rêgo et al., 2012; Finger et al., 2012; Silva Neto et al., 2014; Silva et al., 2015).

O continente Asiático concentra 68,7% da produção mundial seguida das Américas, Europa e África com 12,7%, 9,3% e 9,2%, respectivamente. Dentre os países com maior produção mundial destacam-se a China, com cerca de 15

milhões de toneladas, seguida pelo México e Peru, com cerca de 2 milhões de toneladas cada um, e Indonésia, com 1,5 milhão de toneladas, em uma área total aproximada de quase dois milhões de hectares (FAOSTAT, 2015).

No Brasil, o cultivo e comercialização de pimentas e pimentões constitui uma importante atividade para o setor agrícola e ocorre em praticamente todas as regiões do país (IBGE, 2006). Estima-se que, anualmente, são cultivados 5.000 ha com pimenta doce e quente no Brasil, permitindo uma produção de 75 mil toneladas de pimentas, com produtividade média de 15 t/ha<sup>-1</sup>.

Entretanto, a produtividade das pimentas do gênero *Capsicum* é bastante variável, principalmente em razão do tipo ou da variedade de pimenta cultivada, do nível tecnológico adotado pelo produtor, bem como da região e do período de cultivo, sendo a agricultura familiar, a principal responsável no Brasil pela expansão da área cultivada de pimentas (Ribeiro et al., 2008; Finger et al., 2012; Moura et al., 2013). O cultivo de pimentas tem grande importância nacional, tanto por suas características de rentabilidade, principalmente quando há agregação de valor ao produto, quanto por sua importância social, por empregar elevado número de mão de obra, principalmente na época da colheita e processamento (Pinto e Silva, 2006).

Além do uso na culinária, alguns tipos de pimentas do gênero *Capsicum* são utilizados como plantas ornamentais, por possuírem caracteres que conferem valor estético, como folhagem variegada, pequeno porte e frutos de coloração intensa que contrastam com a folhagem e também por serem de fácil cultivo e possuírem grande durabilidade (Carvalho et al., 2006).

As características inerentes aos frutos atribuem aroma, cor e sabor aos alimentos, tornando-os mais atraentes, estimulando o apetite e auxiliando a digestão, além de serem fontes importantes de três antioxidantes naturais: vitamina C, carotenoides e vitamina E, carotenoides e xantofilas (Materska et al., 2003 a, b; Marim et al., 2004; Perucka e Materska, 2007; Rêgo et al., 2009a; Campos et al., 2013).

De acordo com a pungência dos frutos, as plantas que compõem o gênero *Capsicum* podem ser divididas em dois grupos: plantas que não possuem pungência (pimentões) e plantas pungentes. A pungência dos frutos é devido à presença de capsaicinoides que são produzidas pelas células da placenta (Diaz et al., 2004). A pungência dos frutos, sua evolução, seus atributos sensoriais, a

estrutura química, suas ações fisiológicas, o aumento da aceitação e o aumento da preferência por várias populações são de grande interesse na pesquisa e para a realização de programas de melhoramento genético (Surh et al., 2002).

A importância da capsaicina se deve a diversos fatores, mas principalmente, ao fato de ser o princípio ativo que representa as propriedades organolépticas e farmacêuticas, e confere a sensação de ardor às pimentas (Nwokem et al., 2010). O teor de capsaicina é uma das características que determinam a qualidade comercial das pimentas (Othman et al., 2011). O conteúdo desse componente depende da espécie botânica, das condições climáticas e do grau de maturidade do fruto (Howard et al., 2000).

De acordo com Associação Brasileira do Comércio de Mudas e Sementes, o Brasil cultivou em 2009 uma área de 1,8 mil hectares de pimentas (doce e ardida) e comercializou o equivalente a 558,68 kg de sementes (ABCSEM, 2015). Apesar de sua importância, as estatísticas de produção e comercialização de pimenta no Brasil são escassas e a informação disponível não reflete a realidade econômica dessa hortaliça, visto que grande parte da produção é comercializada em mercados regionais e locais, e não faz parte das estatísticas (Domenico *et al.*, 2010).

## **2.5. Melhoramento de *Capsicum* no Brasil**

A busca por cultivares mais produtivas e com melhores características agronômicas que associem maior qualidade, produtividade e resistência às principais doenças aumentou, sobretudo para atender ao processamento industrial (Carvalho et al., 2003), métodos de melhoramento vêm sendo utilizados, tais como: seleção massal, pedigree ou genealógico, retrocruzamento e SSD (single seed descent) cultivares foram lançadas (Moreira et al., 2009).

Como regra geral, as pimentas têm sido usadas em programas de melhoramento de *Capsicum* como fontes de genes importantes, porém ausentes na forma mais cultivada, o pimentão (Pickersgill, 1997). Alguns autores inclusive apontam que o Brasil deveria priorizar a coleta e a caracterização de germoplasma de *Capsicum*, devido à grande variabilidade de tipos, inclusive de espécies silvestres e semidomesticadas, e considerando o rápido processo de erosão genética (Carvalho et al., 2003; Barbosa e Bianchetti, 2005; Junior e Silva et al., 2013).

As principais instituições públicas com coleções de *Capsicum* no Brasil são: Embrapa Hortaliças (Carvalho et al., 2003), Embrapa Clima Temperado (Büttow et al., 2010), Instituto Agrônomo de Campinas (Domenico et al., 2012), Universidade Estadual Norte Fluminense Darcy Ribeiro (Sudré et al., 2010), Universidade Federal do Piauí (Monteiro et al., 2010), Universidade Federal do Amazonas (Fonseca et al., 2008), Universidade Federal da Paraíba (Sapucay et al., 2009), Universidade Federal de Viçosa (Finger et al., 2010) e Universidade Federal de Roraima (Rêgo et al., 2011b). Porém, possuir coleção não significa fazer melhoramento.

UENF possui programas de melhoramento de *Capsicum* spp. com o objetivo de produzir cultivares produtivas e com resistência a doenças como mancha-bacteriana, *Pepper yellow mosaic virus* e antracnose (Costa et al., 2002; Riva-Souza et al., 2007; Moreira et al., 2009; Gonçalves et al., 2011; Silva et al., 2011; Silva et al. 2014).

## 2.6. *Pepper yellow mosaic virus* (PepYMV)

A família *Potyviridae* é dividida em seis gêneros (*Potyvirus*, *Rymovirus*, *Tritimovirus*, *Bymovirus*, *Ipomovirus* e *Macluravirus*), baseando-se no inseto vetor e número de componentes do genoma (Berger et al., 2005). A espécie PepYMV, pertencente ao gênero *Potyvirus*, foi originalmente descrita após caracterização de isolados que quebravam a resistência de cultivares de pimentão resistentes ao *Potato Virus Y* (PVY) (Inoue-Nagata et al., 2002; Truta et al., 2004). A primeira ocorrência de PepYMV data da década de 1980, quando foi denominada de PVY<sup>M</sup> (Boiteux et al., 1996). Estudos moleculares demonstraram que se tratava de uma nova espécie do gênero *Potyvirus*, agora denominada de PepYMV (Inoue-Nagata et al., 2002). No Brasil, a espécie é de ocorrência endêmica nas principais regiões produtoras, causando a doença conhecida como mosaico amarelo do pimentão (Maciel-Zambolim et al., 2004).

Esta nova espécie já foi identificada em pimentão, nos Estados do Rio de Janeiro, Minas Gerais, Espírito Santo e São Paulo (Truta et al., 2004), e em tomate no Espírito Santo (Maciel-Zambolim et al., 2004) e Distrito Federal (Dianese et al., 2008).

A principal forma de transmissão do gênero *Potyvirus* é por meio de insetos vetores, especificamente os afídeos, o qual ao alimentar-se de uma planta

infectada, torna-se capaz de transmitir o vírus a plantas saudáveis. Assim, a presença do pulgão e de plantas favorece a disseminação da doença dentro do próprio campo e entre campos, pois o pulgão pode voar até os campos vizinhos ou ser transportado pelo vento a longas distâncias, a doença também pode ser transmitida por enxertia e por meio de ferimentos ou instrumentos de corte, não há relatos de transmissão desses vírus por meio de sementes (Carmo et al., 2006; Gioria et al., 2009).

Esforços no manejo das doenças devem ser direcionados para eliminação de vetores e erradicação de plantas hospedeiras infectadas (Lucinda et al., 2012). Os sintomas ocasionados pelo PepYMV em *Capsicum* incluem encrespamento nas folhas, desenvolvimento do mosaico com tonalidade verde-amarelada, redução geral do tamanho da planta e dos frutos e deformação dos mesmos (Carmo et al., 2006). A utilização de cultivares resistentes consiste no método de controle mais efetivo de se impedir que a doença se instale nas lavouras e cause prejuízos aos produtores (Janzac et al., 2008; Juhász et al., 2008).

Devido à grande variabilidade genética existente no gênero *Capsicum*, torna-se possível a busca e o uso de germoplasma como fonte de resistência para a obtenção de cultivares resistentes às espécies de *Potyvirus*. Sete genes de resistência a *potyvirus* em *Capsicum* encontram-se identificados. Desses, quatro são recessivos (*pvr1*; *pvr2*; *pvr3*; *pvr5*) e três dominantes (*Pvr4*; *Pvr6* e *Pvr7*) (Caranta et al., 1999; Grube et al., 2000; Parrela et al., 2002).

Bento et al. (2009), avaliando 127 acessos de *Capsicum* spp. existentes no banco de germoplasma da UENF quanto à reação ao PepYMV, identificaram nove genótipos resistentes ao PepYMV, sendo sete da espécie *C. chinense* e dois acessos de *C. baccatum* var. *pendulum*. Outros estudos com *Capsicum*, visando obter fontes de resistência a doenças virais, mostraram resultados semelhantes quanto à variação da reação de resistência dos acessos avaliados. Cezar et al. (2008) ao avaliarem 86 genótipos de pimentões e pimentas quanto à resistência ao tobamovirus, utilizando duas espécies conhecidas, ToMV (*Tomato mosaic virus*) e PMMoV (*Pepper mild mottle mosaic virus*), encontraram oito fontes de resistência ao ToMV e, somente um acesso mostrou-se resistente ao PMMoV.

Estudos realizados por Gonçalves (2010), nos genótipos resistentes encontrados por Bento et al., (2009) por meio do marcador molecular tipo *Cleaved Amplified Polymorphic Sequences* (CAPS) identificou a presença do gene *Pvr4* nos

dois acessos de *C. baccatum* var. *pendulum* e, dos sete acessos de *C. chinense*, apenas dois acessos não tinham o gene *Pvr4*, indicando que, nesses acessos, existe(m) outro(s) gene (s) responsável (is) pela resistência ao PepYMV. Esses acessos, UENF 1624 e UENF 1732 de *C. baccatum* foram os primeiros a serem relatados resistentes ao PepYMV (Bento et al., 2009).

Até o momento, não se sabe ao certo se as atuais cultivares e híbridos, disponíveis e comercializadas pelas principais empresas no Brasil (Agristar, Feltrin, Hortivale, Isla, Sakama e Sakata), todas resistentes a estirpes comuns de PVY e PepYMV, são portadoras ou não do alelo *Pvr4* e de seu marcador CAPS, descrito por Caranta et al. (1999), visto que existem outros alelos, com modo distinto de ação, que podem também ser responsáveis pela expressão da resistência a isolados de potyvírus (Nogueira et al., 2012). A rápida identificação de novas fontes de genes de resistência é necessária para a incorporação desses genes em novas cultivares e híbridos (Gioria et al., 2009).

## **2.7. Análise Multivariada - Agrupamento UPGMA**

As técnicas de análise multivariada são muito úteis nas análises experimentais (Viana e Resende, 2014), pois auxiliam na determinação da divergência genética podendo-se identificar as fontes de variabilidade e determinar a importância de cada caráter avaliado simultaneamente nos genótipos (Moura et al., 1999). É uma ferramenta a mais para os programas de melhoramento, pois além de determinar quão distantes os acessos são um do outro, é possível ter conhecimento prévio sobre o genótipo a ser trabalhado, com base na caracterização morfoagronômica (Sudré, 2005).

A técnica de análise multivariada tem sido empregada tanto para características expressas por variáveis quantitativas quanto qualitativas, as quais são comumente utilizadas em caracterizações ou avaliações em bancos de germoplasma. No caso dos descritores qualitativos geralmente são avaliados os que apresentam várias classes, ou seja, multicategóricos (Cruz et al., 2012). Para variáveis multicategóricas usa-se o índice de similaridade, em que determinado valor expressa a porcentagem de coincidência de similaridade considerando os vários caracteres analisados (Sudré et al., 2006).

Uma técnica que permite a análise simultânea de dados quantitativos e qualitativos foi proposta por Gower (1971), por meio de um algoritmo que estima a

similaridade entre os indivíduos utilizando dados com distribuições contínuas e discretas. Segundo Rocha et al. (2010) esse tipo de análise é eficiente na discriminação dos grupos, demonstrando que a análise simultânea de variáveis qualitativas e quantitativas é viável e pode permitir maior eficiência no conhecimento da divergência entre acessos. Após a obtenção da matriz de dissimilaridade realiza-se o agrupamento.

Tal processo envolve, basicamente, duas etapas, a primeira relaciona-se com a estimação de uma medida de similaridade (ou dissimilaridade) entre os acessos e a segunda, com a adoção de uma técnica de agrupamento para a formação dos grupos (Cruz et al., 2012). Para a realização desta tarefa, existe um grande número de métodos disponíveis, entre as quais o pesquisador tem de decidir qual o mais adequado ao seu propósito, uma vez que as diferentes técnicas podem levar a diferentes soluções (Souza et al., 1997).

O método de ligação média não ponderada entre grupos mais conhecido como UPGMA (*Unweighted Pair-Group Method Using an Arithmetic Average*) é uma técnica de agrupamento que tem por finalidade reunir vários grupos, de tal forma que exista homogeneidade dentro do grupo e heterogeneidade entre grupos (Cruz et al., 2012). Técnicas de análises multivariadas têm sido empregadas para a quantificação da divergência genotípica e fenotípica em espécies de hortaliças baseados em descritores quantitativos, qualitativos e qualitativos multicategóricos como, por exemplo, estudos com *Capsicum* spp. (Rêgo et al., 2003; Sudré et al., 2005; Costa et al., 2006; Sudré et al., 2006; Bento et al., 2007; Büttow et al., 2010; Finger et al., 2010; Monteiro et al., 2010; Moura et al., 2010; Ferrão et al., 2011; Faria et al., 2012; Ulhoa et al., 2014) com feijão (Abreu et al., 2004) e com quiabo (Martinello et al., 2003).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 3.1. Germoplasma

Quarenta e sete linhagens  $F_6$  de *C. baccatum* var. *pendulum* obtidas pelo método *Single Seed Descent* (SSD) a partir do cruzamento entre UENF 1616 ( $P_1$ ) e UENF 1732 ( $P_2$ ) (Gonçalves et al., 2011) foram utilizadas no presente estudo.

O acesso UENF 1616 é proveniente de coletas realizadas em feira na localidade de Viçosa, MG, e foi descrito como moderadamente resistente ao PepYMV por Gonçalves et al. (2011). Seus frutos são de cor amarela no estágio imaturo e laranja no estágio maduro, alongados, com comprimento aproximado de 104 mm e diâmetro aproximado de 28 mm (Bento, 2012). Este acesso obteve maior concentração de alelos favoráveis para as características produção de frutos por planta, massa seca do fruto e massa média do fruto, evidenciando que os genes dominantes em sua maioria, são os responsáveis pelo aumento destas características, de acordo com os resultados obtidos por Gonçalves et al. (2011).

O acesso UENF 1732 é também proveniente de coleta, porém realizada em Campos dos Goytacazes, RJ, caracterizado como pungente, de aroma pouco acentuado e resistente ao PepYMV (Bento et al., 2009). Possui frutos de cor alaranjada no estágio imaturo e vermelho no estágio maduro. Seus frutos possuem formato sino, com comprimento aproximado de 41,00 mm e diâmetro aproximado de 42 mm (Bento, 2012).

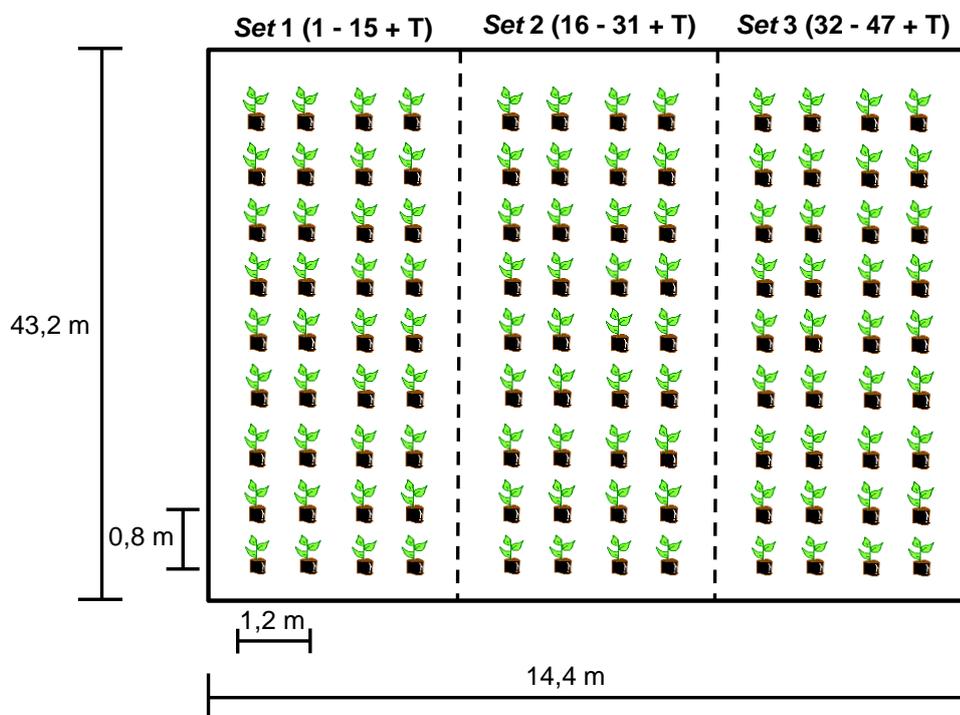
A população segregante foi conduzida pelo método SSD em casa de vegetação na Unidade de Apoio à Pesquisa (UAP) do CCTA/UENF nos anos de 2012 a 2013 (Oliveira, 2013).

### 3.2. Locais de implantação dos experimentos e delineamento experimental

#### 3.2.1 Experimento 1 - Campo

As 47 linhagens  $F_6$ , os genitores UENF 1616 ( $P_1$ ) e UENF 1732 ( $P_2$ ) e a cultivar BRS Mari foram fenotipadas no campo experimental na área de convênio da UENF com a PESAGRO-RIO/Estação Experimental de Campos dos Goytacazes – RJ entre os meses de junho e outubro de 2014.

As mudas foram semeadas em bandejas de isopor com 128 células em substrato comercial Vivatto<sup>®</sup>. E quando estavam com quatro a seis folhas definitivas foram transplantadas para o campo experimental, no espaçamento de 1,20 x 0,80m. Os tratamentos foram distribuídos em um delineamento experimental em blocos casualizados com duas repetições e arranjo em set's com seis plantas por parcela totalizando 648 plantas. Os tratos culturais foram adotados de acordo com o que é recomendado para a cultura (Filgueira, 2012).



**Figura 1.** Croqui do experimento de avaliação de 47 linhagens de *C. baccatum* var. *pendulum* e testemunhas (Parentais e 'BRS Mari') na área de convênio da UENF com a PESAGRO-RIO/Estação Experimental de Campos dos Goytacazes – RJ, 2014.

### 3.2.2. Características agronômicas avaliadas

Três características qualitativas (Tabela 1) e 11 quantitativas (Tabela 2) foram observadas conforme descritores para *Capsicum* propostos pelo IPGRI (1995). Todas as plantas da parcela experimental foram consideradas úteis. Para os caracteres relativos aos frutos foram avaliados cinco frutos de cada planta, em quatro colheitas realizadas no período de outubro a novembro de 2014.

**Tabela 1.** Descritores de *Capsicum* utilizados para avaliar as variáveis qualitativas de frutos de *Capsicum baccatum* var. *pendulum*. Campos dos Goytacazes - RJ, UENF, 2014.

Descritor	Fenótipo
CFI	1= branco; 2= amarelo; 3= verde; 4= laranja; 5= roxo; 6= roxo escuro; 7= outros (especificar).
CFM	1= branco; 2= amarelo-limão; 3= amarelo pálido-alaranjado; 4= amarelo-alaranjado; 5= laranja pálido; 6= laranja; 7= vermelho claro; 8= vermelho; 9= vermelho escuro; 10= roxo; 11= marrom; 12= preto; 13= outros (especificar).
FF	1= alongado; 2= quase redondo; 3= triangular; 4=campanulado; 5=retangular; 6= outros (especificar).

<sup>1</sup>CFI (Cor do fruto no estágio imaturo - classificação feita pela última cor antes da fase de maturação); CFM (Cor do fruto no estágio maduro- Será observada quando os frutos estiverem completamente maduros); FF (Forma do Fruto).

**Tabela 2.** Descritores de *Capsicum* utilizados para avaliar as variáveis quantitativas de frutos de *C. baccatum* var. *pendulum* Campos dos Goytacazes - RJ, UENF, 2014.

Descritor <sup>1</sup>	Avaliações
DFL	Número de dias do transplântio até 50% das plantas conterem pelo menos uma flor aberta.
DFR	Número de dias do transplântio até 50% das plantas da parcela conter pelo menos um fruto maduro na primeira e/ou segunda bifurcação.
ALP	Mensurada com trena metálica na maior altura da planta em cm, quando 50% das plantas da parcela apresentaram frutos maduros.
DIC	Aferido o maior diâmetro de copa em cm com trena metálica, quando 50 % das plantas estavam produzindo frutos maduros;
NFP	Somatório do número de frutos obtidos em todas as colheitas realizadas.

Tabela 2. Cont.

Descritor <sup>1</sup>	Avaliações
<b>MTF</b>	Massa em gramas de todos os frutos obtidos por planta em todas as colheitas.
<b>CMF</b>	Mensurado no maior comprimento, em cm, quando o fruto estava maduro, utilizando-se paquímetro digital. Média de cinco frutos por planta.
<b>DMF</b>	Mensurado na maior largura, em cm, quando o fruto estiver maduro, utilizando-se paquímetro digital. Média de cinco frutos por planta. Cor dos frutos nos estádios imaturo e maduro
<b>ESP</b>	Mensurada na maior espessura, em mm, quando o fruto estava maduro, utilizando-se paquímetro digital. Média de cinco frutos por planta.
<b>TSS</b>	Em °Brix, utilizando refratômetro digital.

<sup>1</sup>DFL (número de dias até a floração); DFR (número de dias até a frutificação); ALP (altura da planta); DIC (diâmetro da copa); NFP (número de frutos por planta); MMF (massa média de frutos); MFF (massa fresca do fruto); CMF (comprimento médio do fruto); DMF (diâmetro médio do fruto); ESP (espessura da polpa do fruto); TSS (teor de sólidos solúveis). UENF, Campos dos Goytacazes - RJ, 2014.



**Figura 2.** Experimento de campo para fenotipagem de linhagens de *C. baccatum* var. *pendulum*. UENF, Campos dos Goytacazes - RJ, 2014.

### 3.2.3. Experimento 2 - Avaliação da resistência ao PepYMV

Como controle negativo para PepYMV foi utilizada a cultivar Criollo de Morelos (*C. annuum*), descrita como altamente resistente ao vírus e como controle positivo a cultivar de pimentão Casca dura Ikeda (*C. annuum*). A cultivar BRS Mari também foi testada por ser o único genótipo comercial da espécie *C. baccatum* var. *pendulum* registrada junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Vale ressaltar que não há cultivares de *C. baccatum* var. *pendulum* resistentes ao PepYMV disponíveis no mercado.

As 47 linhagens F<sub>6</sub>, os genitores UENF 1616 (P<sub>1</sub>) e UENF 1732 (P<sub>2</sub>), a cultivar CM 334 (Criollo de Morelos, resistente ao PepYMV), a cultivar suscetível Ikeda e a cultivar BRS Mari foram testados em casa de vegetação localizada na UAP/CCTA/UENF, em Campos dos Goytacazes, RJ entre os meses de junho e agosto de 2014.

As mudas foram produzidas em bandejas de isopor com 128 células preenchidas com substrato comercial Vivatto<sup>®</sup>. Após o desenvolvimento de quatro a seis folhas definitivas as mudas foram transplantadas individualmente para copos plásticos de 500 ml, contendo uma mistura de substrato e solo na proporção 2:1.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente ao acaso com oito repetições e uma planta por parcela, totalizando 416 plantas. As plantas foram acondicionadas em gaiolas recobertas com tela antiafídeo para evitar a disseminação do vírus por insetos vetores.

Como fonte de inóculo foram utilizadas plantas de *Nicotiana debneyi* inoculadas mecanicamente com o isolado 3 de PepYMV, obtido de planta de pimentão coletada no campo do município de Igarapé, estado de Minas Gerais (Truta et al., 2004) originalmente cedido pelo professor Murilo Zerbini, do Laboratório de Virologia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa.

A inoculação foi feita via extrato vegetal tamponado em fosfato de potássio 0,05M, pH 7,2, contendo sulfato de sódio a 0,01% e utilizando carborundum (600 mesh) como abrasivo (Truta et al., 2004). O conteúdo de inóculo foi preparado utilizando 1,0 g de folhas inoculadas em 1,0 ml de tampão. As plantas foram infectadas no estágio de três a quatro folhas completamente expandidas e reinoculadas após 48 para evitar a ocorrência de escapes. As testemunhas foram inoculadas apenas com a solução tampão e o abrasivo.

A avaliação da resistência foi realizada por meio de observação visual realizada a cada dois dias, a partir do décimo dia após a inoculação utilizando-se uma escala de notas proposta por Bento et al., (2009), como segue: nota 1 – plantas sem sintomas aparentes ou visíveis; nota 2 – plantas com sintomas leves (cerca de 25% da área foliar com pequenas pontuações de mosaico); nota 3 – plantas com sintomas moderados (50% da área foliar com mosaico); nota 4 – plantas com sintomas intensos (75% da área foliar com mosaico); e nota 5 – plantas com sintomas severos, com 100% da área foliar com mosaico generalizado, aspecto bolhoso, distorção e redução da área foliar.

As notas obtidas ao longo dos 48 dias após a inoculação das plantas com PepYMV foram utilizadas para o cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), com base nos dados de severidade (IS) conforme equação sugerida por Shaner e Finney, (1977).

$$AACPD = ((y_1 + y_2) / 2) * (t_2 - t_1)$$

Onde:

$y_1 + y_2$  = valores de severidade observados em avaliações consecutivas;

$t_2 - t_1$  = intervalo entre avaliações.

O índice de severidade da doença foi calculado com base na fórmula de Mckinney (1923), a seguir.

$$IS = \sum(n \times f) / Z \times N \times 100$$

Onde:

GI = Grau de infecção (dada em porcentagem);

n = nota de escala;

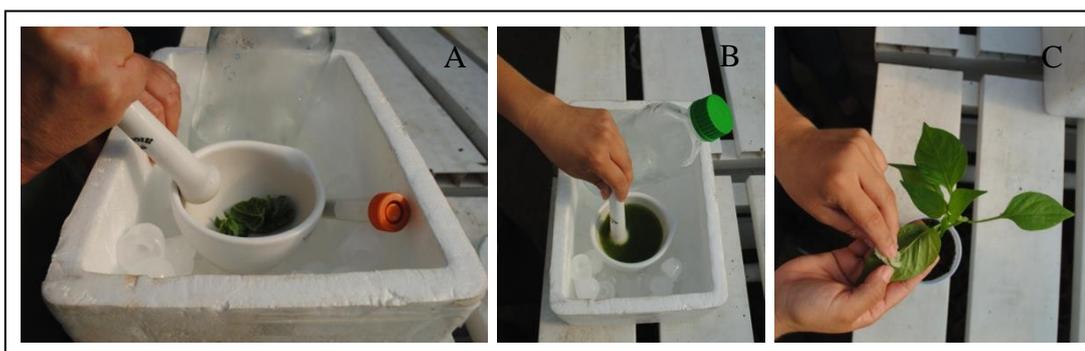
f = frequência das notas;

Z = valor numérico da maior nota de escala;

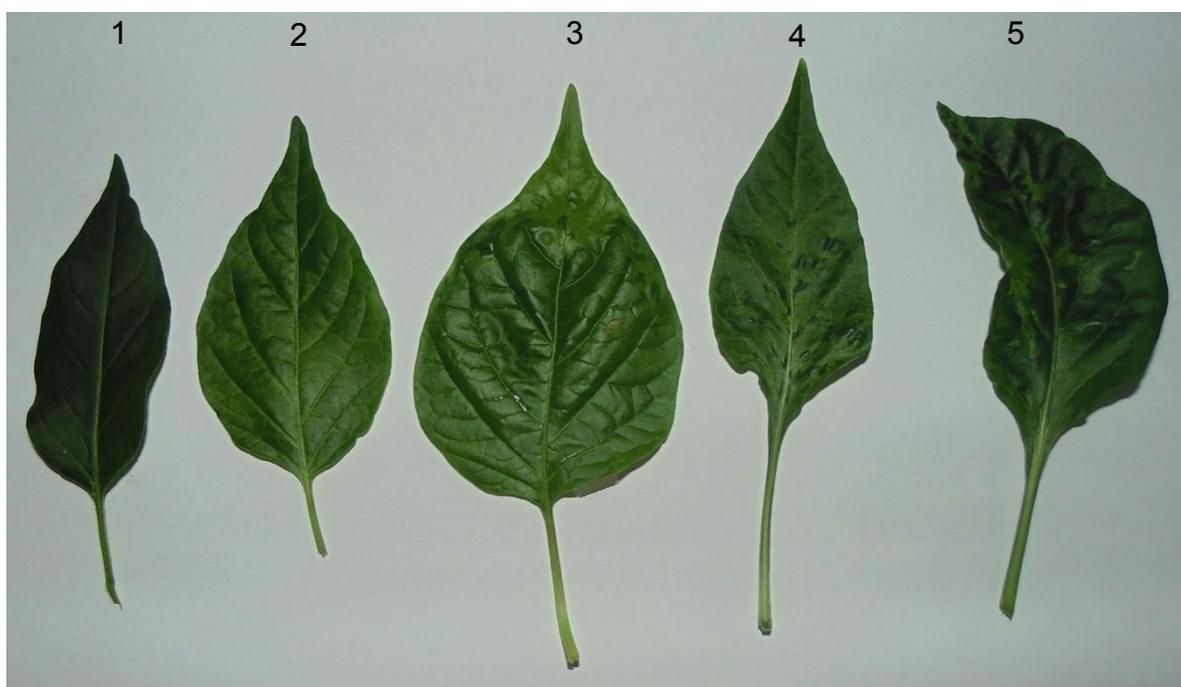
N = total de observações.

Também foi calculado o período de incubação que consiste no período decorrente entre a inoculação e o aparecimento dos primeiros sintomas.

As plantas identificadas como suscetíveis foram eliminadas, e as que manifestaram resistência foram cultivadas em vasos de cinco litros contendo uma mistura de terra, areia e esterco bovino na proporção de 1:1:1 em casa de vegetação, até a produção de sementes, que deverão dar prosseguimento a novas etapas do programa de melhoramento. As sementes foram obtidas por autofecundação.



**Figura 3.** A) Maceração das folhas de *Nicotiana debney* previamente inoculadas com PepYMV-3 com carborundum; B) Adição da solução tampão ao macerado; e C) Inoculação do isolado PepYMV-3 em folhas de *C. baccatum* var. *pendulum*, Campos dos Goytacazes, RJ, 2014.



**Figura 4.** Escala de notas utilizada na avaliação das gerações P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, 'BRS Mari', 'Ikeda', 'Criollo de Morelos', e LRs F<sub>6</sub> de *C. baccatum* var. *pendulum* inoculadas com PepYMV: Nota 1 – plantas com ausência visual de sintomas; Nota 2 – sintomas leves (25% da área foliar com pequenas pontuações de mosaico); Nota 3 – sintomas moderados (50% da área foliar com mosaico); Nota 4 – sintomas intensos (75% da área foliar com mosaico); Nota 5 – sintomas severos, com 100% da área foliar com mosaico generalizado), Campos dos Goytacazes, RJ, 2014.

### 3.3. Análise das variáveis

#### 3.3.1. Variáveis qualitativas

Para a descrição e a comparação dos tratamentos quanto aos caracteres qualitativos, foi utilizada a estatística moda, que se constitui no valor mais frequente em um conjunto de dados das notas atribuídas a cada genótipo.

#### 3.3.2. Variáveis quantitativas

##### *Análise de variância*

As características quantitativas foram submetidas à análise de variância para verificar significância pelo teste F. Segundo modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + S_i + R_j / S_i + F_k / S_i + P_L / F_k / S_i + e_{ijkl},$$

Em que:

$\mu$  constante geral;

$S_i$  efeito do i-ésimo set,

$R_j / S_i$  efeito da j-ésima repetição dentro do i-ésimo set;

$F_k / S_i$  efeito da família aleatório dentro do i-ésimo set;

$P_L / F_k / S_i$  efeito da interação da planta e família dentro do i-ésimo set;

$e_{ijkl}$  é o erro experimental.

Os dados foram processados com o auxílio do programa SAS - *Statistical Analysis System*. As médias dos tratamentos foram analisadas utilizando o agrupamento de Scott-Knott ( $p \leq 0,05$ ), com auxílio do programa Genes (Cruz, 2013).

**Tabela 3.** Esquema de análise de variância e esperança de quadrados médios, considerando o delineamento em set para 11 características agrônômicas avaliadas, Campos dos Goytacazes – RJ, 2014.

FV	GL	QM	E (QM)	F
Set	S-1	QMS		
R (Set)	s (r-1)	QMR (S)		
F (Set)	s (L-1)	QMF (s)	$\sigma_w^2 + r_s \sigma^2 + r_{sp} \sigma_L^2$	
Resíduo	s (pl-1)(r-1)	QMR	$\sigma_w^2$	
Planta (FAM / Set)	s (g/l -1)	QM (P/F/S)	$\sigma_w^2 + r_s \sigma^2$	
Total	sr-1			

*Estimativas dos parâmetros genéticos com base nos componentes de variância*

Os componentes genéticos e ambientais: variância entre as linha ( $\sigma^2$ ), variância dentro das linhas ( $\sigma_w^2$ ) e variância de linha ( $\sigma_L^2$ ) foram interpretados por meio da análise de variância e foram estimados seguindo o modelo proposto por Cruz et al., (2004), conforme a seguir

- Variância fenotípica

$$\sigma_f^2 = \sigma_w^2 + \sigma^2 + \sigma_L^2$$

- Variância genotípica

$$\sigma_G^2 = \sigma_L^2$$

- Herdabilidade

$$h^2 = \frac{\sigma_G^2}{\sigma_F^2}$$

- Coeficiente de variação genotípica

$$CV_g = 100 \frac{\sqrt{\sigma_L^2}}{\bar{X}}$$

- Coeficiente de variação experimental

$$CV_E = 100 \frac{\sqrt{QMR}}{\bar{X}}$$

- Índice de variação

$$IV = \frac{CV_g}{CV_E}$$

### *Dados de resistência*

As variáveis de resistência foram primeiramente testadas para a homogeneidade de variância e normalidade, respectivamente, pelos testes de Bartlett e Kolmogorov-Smirnov, a 5 % de probabilidade. Uma vez que estes pressupostos não foram atendidos usando dados originais ou transformados (raiz de  $x$  e  $\log x$ ), realizou-se análise não paramétrica no conjunto dos dados. A análise aplicada para detecção de diferenças entre os genótipos e em relação ao controle ('Criollo de Morelos') foi de Kruskal-Wallis. A correlação de Spearman foi também estimada entre as diferentes variáveis de resistência. As variáveis foram analisados pelo programa R (<http://www.r-project.org>) utilizando o pacote *pgirmess*.

### *Análise multivariada considerando características qualitativas e variáveis de resistência*

Para a análise multivariada foi considerado um conjunto de dados formados pelas seguintes variáveis qualitativas relativas ao fruto: cor nos estádios imaturo e maduro, e três variáveis quantitativas relativas às variáveis de resistência ao PepYMV: área abaixo da curva do progresso da doença (AACPD), índice de severidade (IS) e período de incubação (PI). A escolha dessas variáveis foi feita com o intuito de se verificar o agrupamento das linhagens, dos genitores e dos genótipos comerciais em função do conjunto de variáveis relevantes para a seleção de linhagens promissoras. Em geral, a utilização de diferentes variáveis para a quantificação de doenças pode gerar resultados conflitantes, sendo difícil estipular *a priori* qual ou quais as variáveis mais eficientes para a identificação de plantas resistentes.

A interpretação do dendrograma é subjetiva e pode gerar dificuldades na tomada de decisão quanto ao número de grupos gerados, por isso é recomendado o estabelecimento de um exame visual de pontos onde ocorram altas mudanças de níveis, possibilitando a formação dos grupos (Cruz e Carneiro, 2006). Além disso, o conhecimento prévio das características dos genótipos trabalhados possibilita ratificar a consistência da formação dos grupos, ou seja, da similaridade intragrupo.

A estimação da matriz de distância genética foi realizada por meio da análise conjunta das variáveis quantitativas e qualitativas obtidas com base no algoritmo de Gower (1971). Para a análise de agrupamento foi utilizado o método

da ligação média entre grupo (*Unweighted Pair Group Method with Arithmetic Mean*-UPGMA).

O ajuste entre a matriz de distância e a matriz de agrupamento foi estimado pelo coeficiente de correlação cofenética (CCC), que é uma estimativa de adequação entre a matriz de distância e a matriz gráfica ou matriz de agrupamento. Para a análise de distância genética, agrupamentos hierárquicos e determinação da correlação cofenética, utilizou-se o programa R (*R development core Team*, 2009).

#### *Proposta de cálculo para interpretação das variáveis de resistência*

No presente trabalho, para interpretar a formação dos grupos de uma forma global, considerando simultaneamente todas as variáveis relativas à resistência, foi proposto um cálculo que teve como base o valor mínimo e máximo observado para cada variável de resistência, respectivamente. O intervalo entre o valor mínimo e máximo foi dividido pelo número de classes arbitradas (decididas pelo avaliador) menos a unidade, conforme expressão abaixo<sup>(1)</sup>. No caso específico deste trabalho, arbitrou-se em seis, o número de classes ideal para representar a variabilidade observada entre os genótipos. As classes resultantes correspondem a diferentes faixas de classificação da reação da planta ao vírus variando, do altamente suscetível ao altamente resistente (Tabela 12).

(1) Fator de Classificação (IC)=  $[(VMáx-VMín) / (n-1)]$ , onde:

VMáx= Valor máximo observado para a variável de resistência;

VMín= Valor mínimo observado para a variável de resistência;

n= Número de classes de reação arbitradas.

Por exemplo, tomando-se o valor máximo observado para a variável AACPD, considerando todos os genótipos avaliados, que foi de 96,40 para a cultivar Ikeda, e o valor mínimo observado para a mesma variável, que foi de 26,67, para 'Criollo de Morelos', o IC resultante foi de 13,94.

Para o estabelecimento da classe inicial, o valor de IC deve ser dividido por dois, a fim de aumentar a amplitude de classificação dentro da faixa inicial, onde se classificará o genótipo-padrão de resistência. Se não for feita essa divisão, o valor limite corresponderá exatamente ao valor observado para o

padrão de resistência e no caso de ocorrência de valores menores, estes não serão enquadrados na classificação proposta. No caso deste trabalho, o valor  $IC_0$  resulta em 6,97. Este valor deverá ser adicionado ao Valor Mínimo (VMín) observado para cada variável. No caso da AACPD, esse valor foi de 26,67. A soma corresponde ao valor 33,64. Assim, valores menores ou iguais a 33,64 de AACPD correspondem a genótipos altamente resistentes (Tabela 12).

Para o cálculo de valores de IC que reúnem mais de uma variável, propôs-se a atribuição de notas de 1 a 6, do altamente suscetível ao altamente resistente, respectivamente; e fez-se a média dos três obtendo uma única classe para resistência. O índice de classificação proposto representa o resultado combinado das três variáveis de resistência da planta a doença. Por exemplo, a linha 46 foi considerada resistente para AACPD, moderadamente resistente para PI e AR para IS, e pelo índice de classificação combinado foi considerado como resistente. Assim, foi utilizada esta classificação geral para interpretação da resistência dos genótipos.

**Tabela 4.** Escala proposta com seis níveis de resistência com base nas variáveis de resistência (IS, AACPD e PI) variando do altamente suscetível ao altamente resistente atribuídas a linhagens de *C. baccatum* var. *pendulum* em resposta ao *Pepper yellow mosaic virus*. Campos dos Goytacazes – RJ, 2014.

Grupo	NOTA	AACPD	PI	IS
<sup>1</sup> AR	1	<33,64	>51	<29,43
R	2	33,64- 47,58	43 – 50	29,43 -41,30
MR	3	47,59 – 61,52	35 – 42	41,31 – 53,18
MS	4	61,53 – 75,46	27 – 34	53,19 – 65,06
S	5	75,47 – 89,4	19 – 26	65,07 – 77,94
AS	6	>89,4	19	>77,94

<sup>1</sup> Altamente Resistente – AR; Resistente - R; Moderadamente resistente – MR; Moderadamente suscetível – MS; Suscetível – S; Altamente suscetível – AS. UENF, Campos dos Goytacazes - RJ, 2014.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1. Variáveis qualitativas

Em relação à coloração dos frutos no estágio imaturo cerca de 55% das linhagens F<sub>6</sub> produziram frutos amarelos e 45% produziram frutos na cor laranja. Os genitores P<sub>1</sub> e P<sub>2</sub> produziram 100% de seus frutos nas colorações amarela e laranja respectivamente, e 100% dos frutos da cultivar BRS Mari eram de coloração laranja (Tabela 4), mostrando-se estáveis e com pureza varietal para as características coloração dos frutos o que era esperado por se tratarem de linhas puras.

Quanto à coloração dos frutos no estágio maduro 55% das linhas produziram frutos laranja quando maduros, 5% na cor vermelho claro; 19% vermelhos e 21% vermelho escuro. Em relação aos pais e à testemunha comercial, 100% das plantas do P<sub>1</sub> produziram frutos maduros na cor laranja, 100% das plantas do P<sub>2</sub> produziram frutos vermelhos, assim como a 'BRS Mari' (100% vermelho), mostrando a uniformidade destes genótipos para esse caráter (Tabela 4).

Existe uma grande diversidade fenotípica em relação à coloração de frutos maduros no gênero *Capsicum*. Esta variabilidade no padrão de cores pode variar desde o branco até o vermelho intenso, passando por diferentes intensidades de amarelo, laranja, roxo e marrom (Hurtado-hernandez e Smith, 1985). A via biossintética de carotenoides em *Capsicum* produz a maior

diversidade de pigmentos conhecida em plantas cultivadas, embora a capsantina e capsorubina sejam os pigmentos principais (Ha et al., 2007).

**Tabela 5.** Percentagem dos frutos para as características cor do fruto no estágio maduro e imaturo em indivíduos das gerações parentais UENF 1616 (P<sub>1</sub>), UENF 1732 (P<sub>2</sub>), 47 Linhas F<sub>6</sub> e genótipo comercial 'BRS Mari'. Campos dos Goytacazes – RJ, 2014.

<b>Cor do fruto no estágio imaturo</b>	<b>P<sub>1</sub></b>	<b>P<sub>2</sub></b>	<b>'BRS Mari'</b>	<b>Linhas F<sub>6</sub></b>
Amarelo	100%			55%
Laranja		100%	100%	45%
<b>Cor do fruto no estágio maduro</b>	<b>P<sub>1</sub></b>	<b>P<sub>2</sub></b>	<b>'BRS Mari'</b>	<b>Linhas F<sub>6</sub></b>
Laranja	100%			55%
Vermelho claro				5%
Vermelho				19%
Vermelho escuro		100%	100%	21%

Estudos conduzidos em *C. annuum* por Hurtado-Hernandez & Smith (1985) indicaram que o fenótipo cor de fruto se deve à presença de três genes independentes [*y*, *c-1* e *c-2*]. Os genótipos e respectivos fenótipos destas combinações gênicas seriam: ( $Y^+ C-1^+ C-2^+$  = vermelho); ( $Y^+ c-1 C-2^+$  = vermelho claro); ( $Y^+ C-1^+ c-2$  = laranja); ( $Y^+ c-1 c-2$  = laranja-claro); ( $y C-1^+ C-2^+$  = alaranjado); ( $y C-1^+ c-2$  = laranja claro-amarelo); ( $y c-1 C-2^+$  = amarelo-limão); e ( $y c1 c2$  = branco). Cruzamentos de plantas de frutos laranja ( $y^+ C-1^+ c2$ ) com plantas de frutos vermelho claro ( $y^+ c-1 C2^+$ ) resultaram em uma segregação do tipo di-híbrido com três fenótipos ( $Y^+ C1^+ C2^+$  = Vermelho); ( $Y^+ C1^+ c2$  = Laranja); ( $Y^+ c1 C2^+$  = Vermelho claro) (Hurtado-hernandez & Smith, 1985). Já a coloração amarela do fruto é um caráter recessivo ao vermelho, que é controlada pelo loco *Y*, a cor amarela resulta de uma deleção no gene que codifica a capsantina-capsorubina sintase (CCS) (Lefebvre et al, 1998).

As características como cor do fruto imaturo e maduro, formato do fruto e textura da epiderme, são alguns dos caracteres importantes para o mercado consumidor (Sudré et al., 2006). Além de influenciar na preferência do consumidor, a cor dos frutos maduros é a principal característica para a produção

de páprica (Monteiro et al., 2010), que é um corante alimentar e tem seu valor de mercado que depende parcialmente da cor vermelha (Tepić e Vujičić, 2004).

Assim como em outras partes do mundo, no Brasil, cada região tem preferências distintas por coloração e formato. Cultivares com frutos de formato quadrado, como ‘Yolo Wonder’ são pouco plantadas no Centro-Sul, porém preferidos nas regiões Nordeste e Sul. Nas regiões Sudeste e Centro-Oeste, prevalecem as cultivares com frutos de formato alongado (cônico ou piramidal).

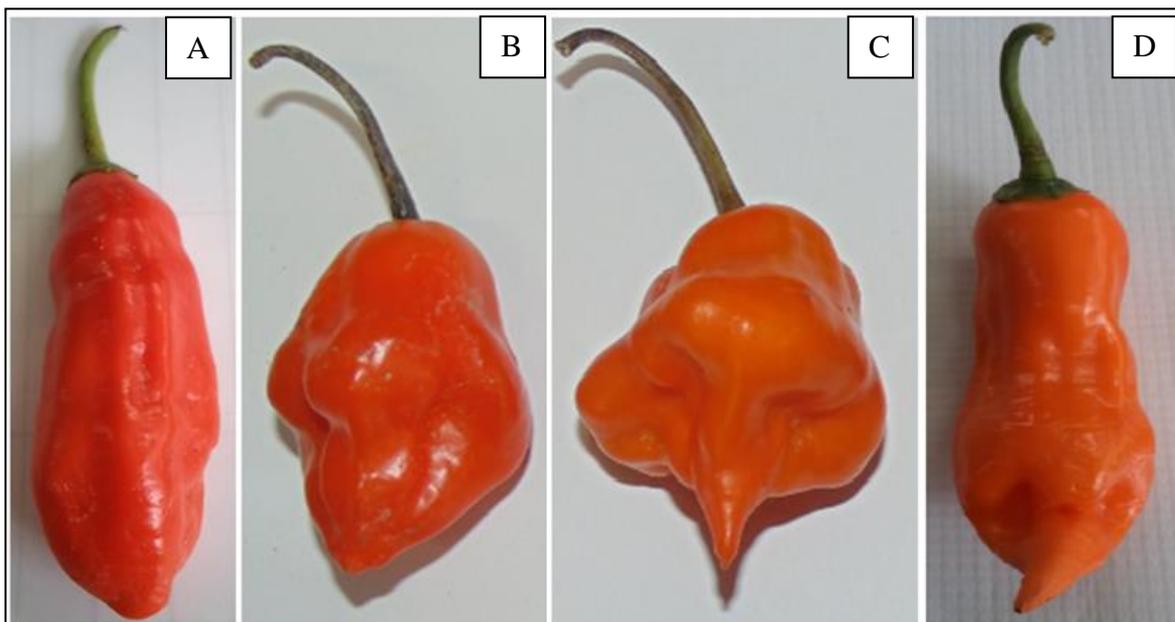
Em se tratando de pimentas, as mais consumidas na Região Nordeste são as maduras com frutos pequenos e redondos (conhecidos popularmente como “pimenta-de-bode”); enquanto as que produzem frutos finos e alongados (conhecidos como “pimenta malagueta”) são as mais consumidas na Região Sudeste (Sudré et al., 2006).

Em relação ao formato, campanulado foram predominantes com 75%, seguido dos formatos alongado com 17%, intermediário 6% e sino 2% (Tabela 5). Dois formatos não previstos nos descritores do IPGRI foram observados: o formato sino, que apresenta poucas diferenças em relação ao campanulado, sendo classificado como sino, e o formato intermediário, que fica entre o alongado e o sino (Figura 5).

**Tabela 6.** Percentagem dos frutos para a característica forma do fruto em indivíduos das gerações parentais UENF 1616 (P<sub>1</sub>), UENF 1732 (P<sub>2</sub>), 47 Linhas F<sub>6</sub> e genótipo comercial ‘BRS Mari’. Campos dos Goytacazes – RJ, 2014.

Forma do fruto	P <sub>1</sub>	P <sub>2</sub>	‘BRS Mari’	Linhas F <sub>6</sub>
Alongado	100%		100%	17%
Campanulado				75%
Sino		100%		2%
Intermediário				6%

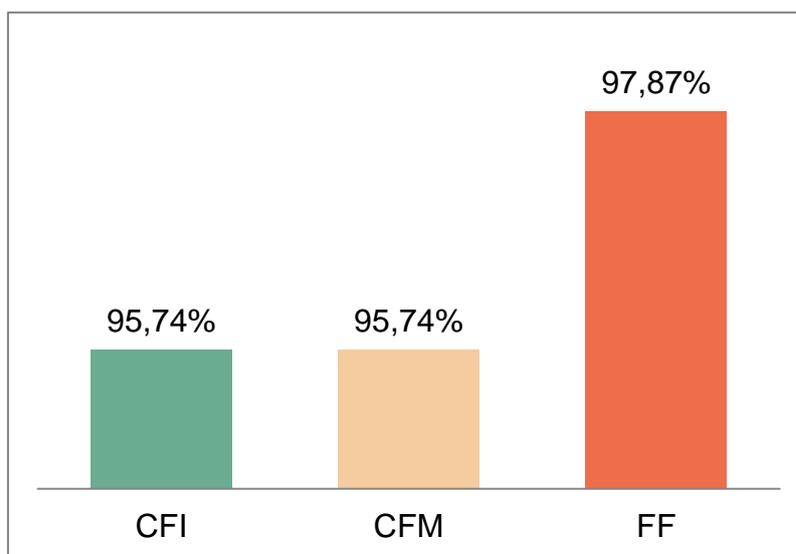
Segundo Carvalho e Bianchetti, (2004) o formato varia entre e dentro de espécies de *Capsicum*, existindo frutos alongados, arredondados, triangulares ou cônicos, campanulados, quadrados ou retangulares.



**Figura 5.** Frutos de *Capsicum baccatum* var. *pendulum* nos formatos alongado (A), Campanulado (B), sino (C) e Intermediário (D). UENF, Campos dos Goytacazes - RJ, 2014.

Em relação à porcentagem de homozigose das 47 linhagens  $F_6$  para as características cor do fruto no estágio imaturo, maduro e forma do fruto, os valores observados foram de 95,74%, 95,74% e 97,87% respectivamente (Figura 6). Houve estabilidade quanto à segregação para cor e forma dos frutos e isso está associado ao nível de homozigose das plantas (cerca de 98,4%) que as plantas atingiram nessa geração. Entre as características do SSD estão à facilidade de condução das gerações segregantes e a rapidez na obtenção das linhagens, visto que as etapas de avanço de gerações e seleção são separadas.

Moreira et al. (2009) relatam o uso do método SSD para avanço das gerações de uma população  $F_2$  do cruzamento entre o acesso UENF 1421 (pimentão suscetível à mancha bacteriana) e o acesso UENF 1381 (resistente à mancha bacteriana), em que as gerações avançaram até a  $F_6$ . Nesta geração foram feitos os testes de resistência à mancha bacteriana. Como conclusões do trabalho, foram recomendadas duas linhagens com alta capacidade de produção e resistência à mancha bacteriana.



**Figura 6.** Percentagem de homozigose em 47 linhagens  $F_6$  para as características cor do fruto no estágio imaturo (CFI) e maduro (CFM) e forma do fruto (FF). UENF, Campos dos Goytacazes - RJ, 2014.

#### 4.2. Variáveis quantitativas

Para análise dos dados, aplicou-se primeiramente o teste de Shapiro-Wilk, a fim de aferir a normalidade das variáveis, o teste revelou que todas as variáveis características em estudo seguem distribuição normal de probabilidade, considerando-se um nível de 5% de significância. Seguido pela análise de variância (ANOVA). Verificou-se, na análise de variância, diferenças altamente significativas entre as médias avaliadas para os caracteres estudados ( $P < 0,01$ ) (Tabela 6), indicando existência de variabilidade entre os genótipos testados, o que permite inferir sobre o potencial desse material para utilização em programas de melhoramento, visando seleção de genótipos promissores.

Observou-se que as linhagens não tiveram diferenças significativas. Vários autores relatam a variabilidade genética em diferentes espécies de gênero *Capsicum* (Geleta et al, 2005; Sudré et al, 2005; Oyama et al, 2006; Bento et al, 2007; Fonseca et al., 2008; Rêgo et al, 2009a; Thul et al, 2009; Rêgo et al, 2010; Rêgo et al., 2011b). Na seleção de características de interesse para o melhoramento é fundamental que exista variabilidade genética na população (Paiva et al., 2002).

Os coeficientes de variação experimental (CV), obtidos para DFL, DFR, ALP, DIC, NFP, MTFP, CMF, DMF, ESP e TSS foram de 7,98; 4,01; 13,28; 17,86; 38,65; 38,29; 13,02; 10,41; 13,46 e 13,40% respectivamente.

O coeficiente de variação estima a precisão experimental e, baseando-se em experimentos de campo os coeficientes de variação são: baixos (valores inferiores a 10%), médios (entre 10 a 20%), altos (20 a 30%) e muito altos (superiores a 30%) (Gomes, 2000; Silva et al., 2011). A partir dessa escala, observou-se que o coeficiente de variação foi baixo para DFL (7,98%) e DFR (4,01%); médio para ALP (13,28%), DIC (17,86%), CMF (13,02%), DMF (10,41%), ESP (13,46%) e TSS (13,40%) e alto para NFP (38,65%) e MTFP (38,29%) Tais valores altos de CV observado neste estudo tanto para NFP quanto para MTFP evidencia a natureza complexa desta característica, que por ser governada por muitos genes sofre maior influencia ambiental.

Sudré (2003), fazendo a caracterização agrônômica de acessos de *Capsicum* spp., encontrou coeficiente de variação de número de frutos por planta de 64,61%. Sousa e Maluf (2003) registraram um coeficiente de variação de 45,54% para produção total de fruto de pimenta. Estes resultados são esperados, pois as variáveis de produção são controladas por vários genes, sendo influenciadas pelo ambiente, contribuindo para elevar o coeficiente de variação (Allard, 1971).

Na experimentação agrícola, é comum que pesquisadores procurem obter medidas que avaliem a precisão do experimento. A pesquisa é fundamental para a melhoria da produtividade, sendo que a avaliação da qualidade do experimento, usualmente, passa pela verificação do indicador da precisão, expressa pelos valores dos coeficientes de variação (CV) ou da diferença mínima significativa (dms) (Silva et al., 2011).

**Tabela 7.** Análise de variância de 11 características quantitativas avaliadas em 47 linhagens F<sub>6</sub>, dois genitores e uma cultivar de *C. baccatum* var. *pendulum* cultivadas na área de convênio da UENF com a PESAGRO- Rio/Estação Experimental de Campos dos Goytacazes – RJ, 2014.

FV	Quadrado Médio										
	GL	DFL	DRF	ALP	DIC	NFP	MTFP	CMF	DMF	ESP	TSS
Set	2	1053,33	1025,52	1216,91	514,53	1293,15	312566,8	1665,24	717,19	0,52	18,98
Rep (set)	3	154,42	158,23	271,19	357,92	72,17	77106,4	41,28	30,39	0,18	12,85
Linha (set)	53	283,06**	157,78**	470,87**	412,13**	564,84**	157310,4**	2599,46**	586,68**	1,31**	3,73**
Planta (Set*Linha)	234	2,97 <sup>ns</sup>	5,29 <sup>ns</sup>	73,93 <sup>ns</sup>	143,07 <sup>ns</sup>	142,86 <sup>ns</sup>	38161,9 <sup>ns</sup>	60,47 <sup>ns</sup>	16,15 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>	1,15 <sup>ns</sup>
Resíduo	249	12,75	17,58	68,64	139,58	128,03	31728,2	56,45	14,20	0,13	1,24
Média		44,12	104,63	63,72	70,73	29,44	466,7	56,99	35,75	2,71	8,10
CV (%)		8,00	4,00	13,00	17,00	38,00	38,00	13,00	10,00	13,00	13,00

DFL (número de dias até a floração); DRF (número de dias até a frutificação); ALP (altura da planta); DIC (diâmetro da copa); NFP (número de frutos por planta); MFF (massa fresca do fruto); CMF (comprimento médio do fruto); DMF (diâmetro médio do fruto); ESP (espessura da polpa do fruto); TSS (teor de sólidos solúveis). UENF, Campos dos Goytacazes - RJ, 2014.

**Tabela 8.** Estimativa dos parâmetros genéticos obtidos a partir das variâncias de 11 características quantitativas avaliados em plantas da geração F<sub>6</sub> a partir do cruzamento UENF 1616 x UENF 1732 de *C. baccatum* var. *pendulum*. Campos dos Goytacazes – RJ, 2014.

Parâmetros genéticos <sup>1</sup>	Características <sup>2</sup>									
	DFL	DRF	ALP	DIC	NFP	MTFP	CMF	DMF	ESP	TSS
$\sigma^2_G$	7,51	3,89	11,17	7,57	12,46	3844,77	70,64	15,90	0,03	0,07
$\sigma^2_F$	9,30	6,24	14,40	14,94	17,59	4810,35	73,33	16,47	0,04	0,015
$h^2$	80,71	62,44	77,60	50,68	70,80	79,93	96,33	96,53	84,29	42,76
CVg	7,27	2,18	6,00	4,69	12,11	13,43	14,85	11,22	6,62	3,25
IV	0,91	0,54	0,45	0,26	0,31	0,35	1,14	1,08	0,49	0,24

<sup>1</sup>Variância fenotípica; variância genotípica; herdabilidade; coeficiente de variação genotípica; índice de variação.

<sup>2</sup>DFL (número de dias até a floração); DFR (número de dias até a frutificação); ALP (altura da planta); DIC (diâmetro da copa); NFP (número de frutos por planta); MMF (massa média de frutos); MFF (massa fresca do fruto); CMF (comprimento médio do fruto); DMF (diâmetro médio do fruto); ESP (espessura da polpa do fruto); TSS (teor de sólidos solúveis). UENF, Campos dos Goytacazes - RJ, 2014.

As estimativas de herdabilidade ( $h^2$ ) para os caracteres analisados variaram entre 50,68 % para diâmetro da copa a 96,53% para diâmetro do fruto (Tabela 7). De acordo com Cruz (2005) o valor da herdabilidade pode variar entre 0 e 100%, indicando maior similaridade da variação genética em relação à fenotípica quando este valor aproxima-se de 100, o que caracteriza uma boa representação do valor genético pelo fenotípico. A herdabilidade tem um importante papel preditivo, expressando a confiança do valor fenotípico como um guia para o valor genético (Falconer, 1989).

Nota-se que a maioria dos caracteres estudados mostrou herdabilidade elevada, o que facilita a seleção e manifestação genética na geração seguinte. A partir dessa escala, não foram observados neste estudo herdabilidade de baixa magnitude. As características DFR, DIC e TSS teve baixa magnitude com 62,44%, 50,68% e 42,56%, respectivamente. As demais características alta magnitude: DFL (80,71%); ALP (77,60%); NFP (70,80%); MTFP (79,93%); CMF (96,33%), DMF (96,53%), ESP (84,29%). Esses valores expressam a confiança dos valores fenotípicos para a seleção de indivíduos superiores, sugerindo boas perspectivas para seleção. Os valores de herdabilidade altos encontrados para CMF e DMF mostraram que tais características possuem um alto controle genético, que foram fixados ao longo das sucessivas gerações de autofecundação e que essas linhas podem ser utilizadas em cruzamentos em outros programas de melhoramento (Moreira et al., 2008).

Essa condição é desejável no processo de seleção, já que, dessa forma, a variação genética supera a ambiental (Cruz et al., 2004). Já os valores de baixa herdabilidade encontrados para DFR, DIC e TSS indicam que essas características possuem grande influência ambiental, assim, o ambiente é responsável por grande parte da variação encontrada pelas linhagens.

Os valores de  $CV_g$  obtidos para as características CMF e DMF foram 14,85 e 11,22, respectivamente. E índice de variação ( $CV_g / CV_E$ ) foi de 1,14 e 1,08 maior do que a unidade e refletem uma situação muito favorável para a seleção Cruz e Regazzi (2001). Moreira et al. (2010) ao estudarem o desempenho agrônomico de linhas endogâmicas recombinadas de *C. annuum* L. em sistema orgânico sob cultivo protegido, identificaram valores de índice de variação de 2,36 e 1,2 para CF e DF, valores diferentes dos encontrados neste trabalho, indicando que essas características se comportam de forma diferente, dependendo do ambiente e genótipo.

A estimação de parâmetros genéticos tem sido amplamente estudada com a intenção de se obter informações sobre o material, para programas de melhoramento genético em *Capsicum*, como nos trabalhos de (Ukkund et al., 2007; Riva-Souza et al., 2009; Syukur e Rosidah, 2014; Yattung et al., 2014).

#### *Agrupamento de médias*

As características dias para o florescimento (DFL) e dias para frutificação (DFR), tiveram variação entre 30 a 59 e 93 a 118 dias, respectivamente (Tabela 8). O teste de agrupamento de médias de Scott-Knott agrupou as linhagens estudadas em cinco e três grupos para as características DFL e DFR, respectivamente. Para a característica DFL, o grupo tardio (**a**) formado apenas pelo P<sub>2</sub> e precoce (**e**) formado por 10 linhas (5, 40, 30, 28, 23, 19, 1, 31, 17 e 24). Esses valores observados para DFL mostraram-se menores aos verificados de por Silva Filho et al. (2009) de 70 a 93 e Domenico et al. (2012) de 95 a 118, dias após a semeadura.

Em relação à DFR, 15 linhas formaram o grupo (**c**) e destacaram-se como precoces com média de 96 dias para dias para e 14 linhas formaram o grupo tardio (**a**) com frutificação a partir de 108 dias. A maioria dos genótipos mostrou-se mais precoces iniciando sua produção, ou seja, a primeira colheita aos 110 dias após o transplante, exceto as linhas 2, 3, 6, 7, 33, 41, 43 e 44.

Os valores para a característica altura da planta (ALP) variaram entre 47 e 82 cm. Apesar de ser uma diferença considerável, houve apenas a formação de dois grupos, devido às médias entre acessos não ter apresentado diferenças abruptas. Quatorze linhas e a cultivar BRS Mari formaram o grupo **a**, com maior altura que variou entre 67 e 82 cm e 33 linhas e os parentais formaram o grupo **b** com variação de 47 a 65 cm de altura. Segundo Medeiros (2012), genótipos com menores médias para altura são citados como promissores, pois na região do Norte Fluminense há muita incidência de ventos, com isso se busca genótipos de porte mais baixo para evitar o tombamento das plantas.

Para comprimento médio do fruto (CMF), houve a formação de seis grupos, com maior comprimento de 109,52 mm e o menor de 37,22 mm, uma diferença de 72,30 mm expressando a grande variabilidade entre as linhas testadas para o comprimento dos frutos. As linhas (31, 26, 4 e 42) juntamente com o P<sub>1</sub>, formaram o grupo **a**, com os maiores comprimentos. O grupo **d** com 22 linhas e o P<sub>2</sub>, reuniu os genótipos com os menores comprimentos de fruto, com variação de 34,72 a 48,15 mm.

O tamanho do fruto está intimamente ligado com à seleção quanto a característica desejada. Pickersgill (1997) relata que *C. annuum* var. *annuum*, além de ser domesticada, é a mais cultivada e mais selecionada pelo homem, justificando, portanto, maiores valores para comprimento de fruto nessa espécie.

Diâmetro de fruto (DMF) foi à característica com maior número de grupos formados. O grupo **a**, formado pelas linhas 37, 27, 35 e 21, com os maiores diâmetros 54,84; 51,57; 50,30 e 49,36 cm, respectivamente. O grupo **g**, de menor diâmetro, foi formado pela linha 41 e a cultivar BRS Mari, com diâmetros de 17 e 14,96 mm, respectivamente.

Com base na espessura da polpa (ESP), as linhas foram diferenciadas em dois grupos. Grupo **a** reuniu os genótipos de polpas mais espessas, composto por 20 linhas espessura variando de 3,61 a 2,79 mm e grupo **b**, formado pela cultivar BRS Mari e cinco linhas.

**Tabela 9.** Médias<sup>1</sup> obtidas para caracteres agronômicos avaliados em plantas da geração F<sub>6</sub> a partir do cruzamento UENF 1616 x UENF 1732 de *C. baccatum* var. *pendulum*, agrupadas pelo teste Scott-Knott (1974). Campos dos Goytacazes – RJ, 2014.

Genótipo	Características									
	DFL <sup>2</sup>	DFR	ALP	DIC	NFP	MTFP	CMF	DMF	ESP	TSS
12	35,00e	103,00b	65,00b	74,00a	20,56a	2,89a	40,29f	37,10d	2,69b	8,24a
16	53,00b	110,00a	65,00b	73,00a	22,29a	2,28a	84,87b	24,54f	2,34b	9,04a
23	50,00b	109,50a	79,50a	84,50a	26,50a	4,81a	64,17d	41,81c	2,89a	7,54a
34	44,00c	103,00b	60,00b	60,00a	28,50a	2,16a	96,76a	28,38e	2,61b	9,44a
37	37,00e	96,00c	70,00a	65,00a	21,22a	3,37a	50,28e	40,55c	2,44b	7,56a
38	40,00d	96,00c	80,00a	65,00a	15,17a	1,35a	38,51f	33,51e	2,85a	8,50a
42	45,50c	110,50a	65,00b	78,00a	30,10a	5,92a	47,89f	44,02c	3,09a	8,60a
44	38,00d	99,50c	62,50b	70,00a	34,42a	7,81a	53,06e	33,76e	3,07a	8,71a
45	37,50d	107,00b	64,00b	70,00a	45,00a	1,86a	86,65b	21,95f	1,90c	9,65a
46	51,00b	110,00a	73,00a	82,00a	34,75a	4,52a	45,90f	45,64b	2,90a	7,98a
48	40,00d	94,00c	50,00b	60,00a	38,45a	5,93a	49,53e	27,58e	3,01a	8,88a
55	47,00c	107,00b	57,00b	65,00a	24,63a	3,44a	46,25f	34,92d	2,75b	8,68a
61	44,00c	107,00b	72,00a	88,00a	28,67a	0,99a	52,42e	31,44e	2,37b	8,88a

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, pertencem a um mesmo grupo (Scott-Knott) a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup>DFL (número de dias até a floração); DFR (número de dias até a frutificação); ALP (altura da planta); CMF (comprimento médio do fruto); NFP (numero de frutos por planta); MTF (massa total de frutos em Kg); CMF (comprimento médio do fruto); DMF (diâmetro médio do fruto); ESP (espessura da polpa do fruto); TSS (teor de sólidos solúveis). UENF, Campos dos Goytacazes - RJ, 2014.

**Tabela 9.** Cont.

Genótipo	Características									
	DFL <sup>2</sup>	DFR	ALP	DIC	NFP	MTFP	CMF	DMF	ESP	TSS
71	40,00d	110,00a	60,00b	68,00a	20,71a	2,97a	76,19c	29,13e	2,33b	8,00a
76	45,50c	105,00b	70,00a	82,50a	24,38a	4,24a	47,77f	36,03d	2,88a	7,76a
168	48,50c	98,00c	69,00a	72,50a	26,50a	3,36a	49,02e	36,22d	2,95a	7,68a
173	33,00e	96,00c	60,00b	52,00a	41,00a	3,45a	52,42e	38,01d	2,62b	8,05a
175	40,00d	103,00b	56,00b	62,50a	33,83a	2,71a	38,94f	36,07d	2,45b	7,02a
184	35,00e	103,00b	61,00b	79,00a	38,50a	3,48a	43,38f	39,52c	2,58b	7,62a
189	41,00d	94,00c	56,00b	58,50a	32,9a	5,62a	50,08e	39,55c	2,74b	6,64a
202	40,00d	103,00b	70,00a	70,00a	26,88a	4,13a	37,72f	49,36a	2,45b	9,50a
219	42,50d	103,00b	61,00b	70,00a	22,71a	3,81a	49,34e	45,43b	2,49b	8,08a
220	35,00e	96,00c	65,00b	80,00a	30,22a	4,88a	48,02f	42,04c	3,32a	8,36a
223	30,00e	94,00c	47,00b	75,00a	30,56a	4,61a	43,22f	34,56d	3,34a	7,80a
228	39,50d	106,50b	52,50b	60,00a	45,80a	6,68a	41,18f	42,83c	2,79a	6,94a
232	47,00c	107,00b	81,00a	81,00a	34,75a	5,41a	103,42a	28,55e	2,05c	9,04a
241	40,00d	98,00c	50,00b	64,00a	28,40a	5,61a	40,89f	51,57a	2,68b	7,24a

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, pertencem a um mesmo grupo (Scott-Knott) a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup>DFL (número de dias até a floração); DFR (número de dias até a frutificação); ALP (altura da planta); CMF (comprimento médio do fruto); NFP (numero de frutos por planta); MTF(massa total de frutos em Kg); CMF(comprimento médio do fruto); DMF (diâmetro médio do fruto); ESP (espessura da polpa do fruto); TSS (teor de sólidos solúveis). UENF, Campos dos Goytacazes - RJ, 2014.

**Tabela 9.** Cont.

Genótipo	Características									
	DFL <sup>2</sup>	DFR	ALP	DIC	NFP	MTFP	CMF	DMF	ESP	TSS
249	35,00d	96,00c	63,00b	70,00a	34,56a	5,24a	52,23e	42,71c	3,02a	6,80a
344	42,00d	99,50c	65,00b	68,50a	39,50a	6,23a	46,78f	42,72c	2,56b	7,14a
345	35,00e	103,00b	72,00a	70,00a	27,00a	3,36a	40,11f	41,11c	2,44b	7,45a
346	33,00e	103,00b	60,00b	70,00a	20,83a	1,89a	104,39a	20,58f	2,45b	10,18a
348	42,00d	110,00a	60,00b	60,50a	30,63a	3,08a	74,40c	32,23e	2,65b	9,12a
349	40,00d	96,00c	54,00b	60,00a	22,80a	1,73a	61,63d	36,17d	2,66b	7,20a
355	51,00b	107,00b	55,00b	70,00a	30,56a	3,64a	43,14f	32,12e	3,30a	8,54a
358	42,00d	103,00b	56,50b	58,50a	21,13a	4,01a	42,78f	50,30a	2,84a	7,68a
362	51,00b	110,00a	67,00a	70,00a	30,78a	4,51a	54,89e	32,96e	3,25a	6,60a
365	43,50c	109,50a	62,00b	68,50a	28,40a	6,31a	38,21fa	54,84a	3,25a	7,94a
367	44,00c	107,00b	57,00b	71,00a	20,40a	3,11a	40,40fa	43,62c	3,23a	8,09a
380	47,00c	112,00a	60,00b	90,00a	18,30a	5,11a	69,95c	39,25c	3,61a	8,08a
386	35,00e	96,00c	52,00b	53,00a	25,20a	1,15a	79,39c	24,73f	1,79c	7,76a
388	43,50c	99,50c	61,50b	66,50a	32,40a	3,27a	88,43b	17,25g	1,93c	7,41a

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, pertencem a um mesmo grupo (Scott-Knott) a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup>DFL (número de dias até a floração); DFR (número de dias até a frutificação); ALP (altura da planta); CMF (comprimento médio do fruto); NFP (numero de frutos por planta); MTF(massa total de frutos em Kg); CMF(comprimento médio do fruto); DMF (diâmetro médio do fruto); ESP (espessura da polpa do fruto); TSS (teor de sólidos solúveis). UENF, Campos dos Goytacazes - RJ, 2014.

**Tabela 9. Cont.**

Genótipo	Características									
	DFL <sup>2</sup>	DFR	ALP	DIC	NFP	MTFP	CMF	DMF	ESP	TSS
390	45,50c	108,50a	64,00b	67,50a	37,63a	4,97a	93,75a	23,83f	2,16c	8,48a
393	48,50c	118,00a	67,50a	71,50a	30,25a	2,96a	38,26f	39,33c	2,46b	8,52a
400	52,00b	109,50a	59,00b	73,50a	25,40a	5,60a	76,30c	34,79d	2,64b	8,02a
414	46,50c	109,50a	69,50a	70,00a	37,60a	5,65a	54,07e	28,93e	3,52a	7,77a
506	53,00b	114,00a	52,00b	70,00a	33,67a	4,36a	44,62f	38,22d	2,90a	7,96a
508	40,00d	103,00b	60,00b	79,00a	43,38a	3,65a	44,74f	28,81e	2,38b	8,58a
P <sub>1</sub>	51,00b	105,00b	54,50b	66,00a	14,49a	2,10a	109,52a	27,11e	2,65b	8,86a
P <sub>2</sub>	59,95a	107,00b	76,00b	83,50a	15,16a	1,91a	40,54f	40,79c	2,61b	8,69a
BRS Mari	51,00b	107,00b	82,00a	86,50a	40,80a	1,30a	66,31d	14,96g	2,19c	8,11a

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra, na mesma coluna, pertencem a um mesmo grupo (Scott-Knott) a 5% de probabilidade.

<sup>2</sup>DFL (número de dias até a floração); DFR (número de dias até a frutificação); ALP (altura da planta); CMF (comprimento médio do fruto); NFP (numero de frutos por planta); MTF(massa total de frutos em Kg); CMF(comprimento médio do fruto); DMF (diâmetro médio do fruto); ESP (espessura da polpa do fruto); TSS (teor de sólidos solúveis). UENF, Campos dos Goytacazes - RJ, 2014.

A espessura de polpa está vinculada à qualidade do fruto e à produtividade. Genótipos com maior espessura de polpa são desejáveis, pois essa característica tem grande participação na determinação da massa e na conservação pós-colheita de frutos do gênero *Capsicum* (Blat et al., 2007). Frutos de paredes mais espessas são resistentes a fermento pós-colheita durante manuseio e subsequente transporte (Rêgo et al., 2010).

Quanto às características DFL, DFR, ALP, CMF, DMF e ESP os valores registrados para as linhas F<sub>6</sub> foram superiores aos da testemunha BRS Mari, do ponto de vista agrônomo, indicando a possibilidade de seleção de indivíduos para tais características de interesse agrônomo, a fim de, atender às demandas do mercado, que priorizam plantas precoces, de altura mediana, com bastante polpa. As características DIC, NFP, MTFP e TSS, não diferiram entre si pelo agrupamento de médias Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Nas condições de Campos dos Goytacazes – RJ, cerca de 89% das linhas tiveram produtividade superior à cultivar BRS Mari (13 t.ha<sup>-1</sup>), variando entre 10 e 80 t ha<sup>-1</sup> em seis meses de cultivo, quando cultivada no espaçamento de 0,8 m entre plantas e 1,2 m entre linhas.

#### *Variáveis de resistência*

Houve diferença altamente significativa para AACPD, PI e IS com 12 e 18 avaliações (Tabela 9). Portanto, é possível selecionar linhas resistentes ao isolado 3-PepYMV.

**Tabela 10.** Valores do teste de Kruskal-Wallis para os efeitos de inoculação com isolado 3 - PepYMV em 47 LRs F<sub>6</sub> de *Capsicum baccatum* var. *pendulum*, P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, 'BRS Mari', 'Ikeda', 'Criollo de Morelos', para os para as variáveis de resistência. Campos dos Goytacazes – RJ, 2014.

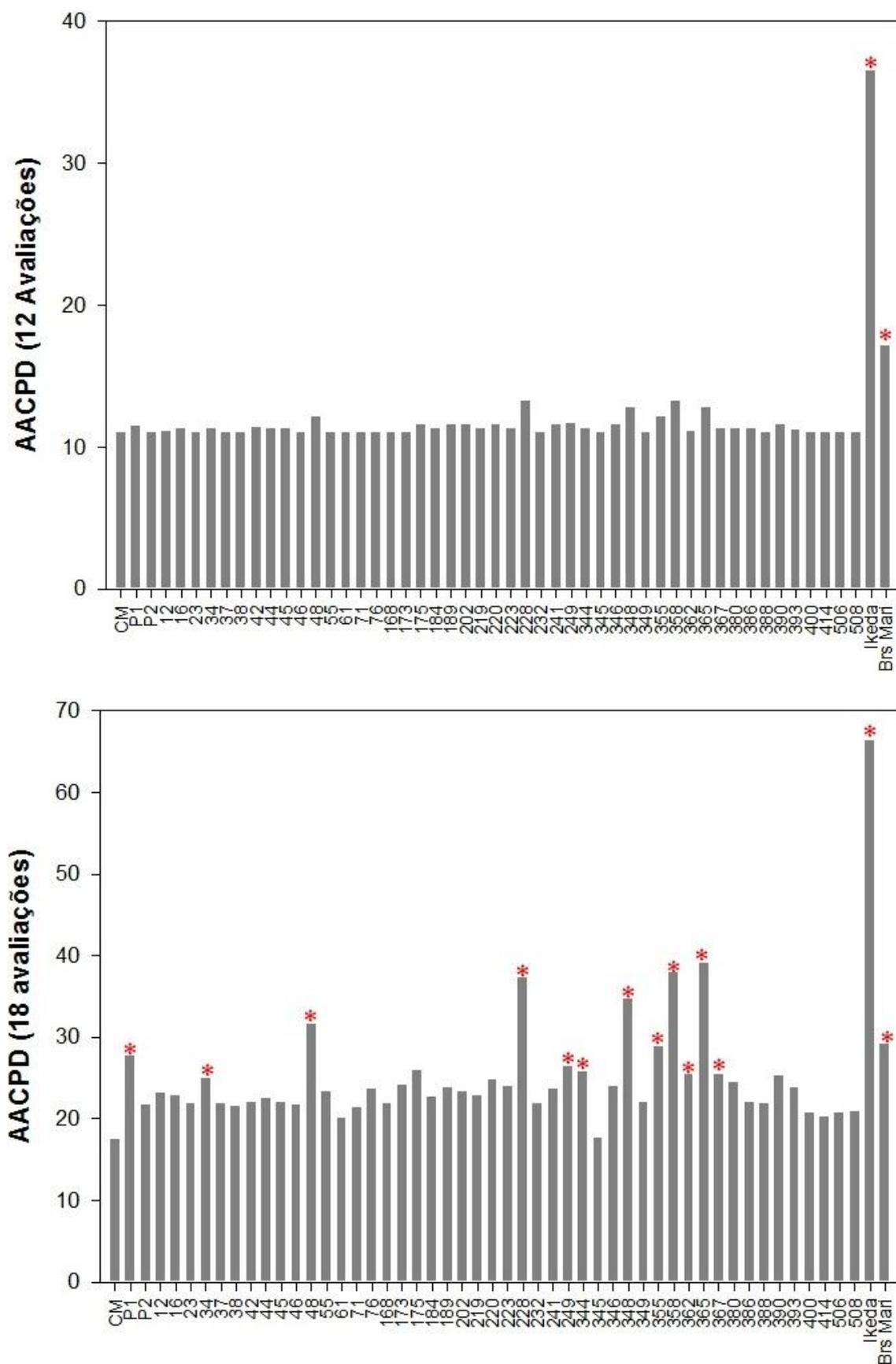
Variáveis de resistência <sup>1/</sup>	Valor do teste	p-valor
AACPD 12	136,41	<0,0001
AACPD 18	171,20	<0,0001
PI	133,52	<0,0001
IS 12	138,75	<0,0001
IS 18	169,41	<0,0001

<sup>1/</sup>AACPD 12 = Área abaixo da curva do progresso da doença com doze avaliações; AACPD 18 = Área abaixo da curva do progresso da doença com dezoito avaliações; PI = Período de incubação; IS 12 = Índice de severidade aos doze dias de avaliações; IS 18 = Índice de severidade aos dezoito dias de avaliações.

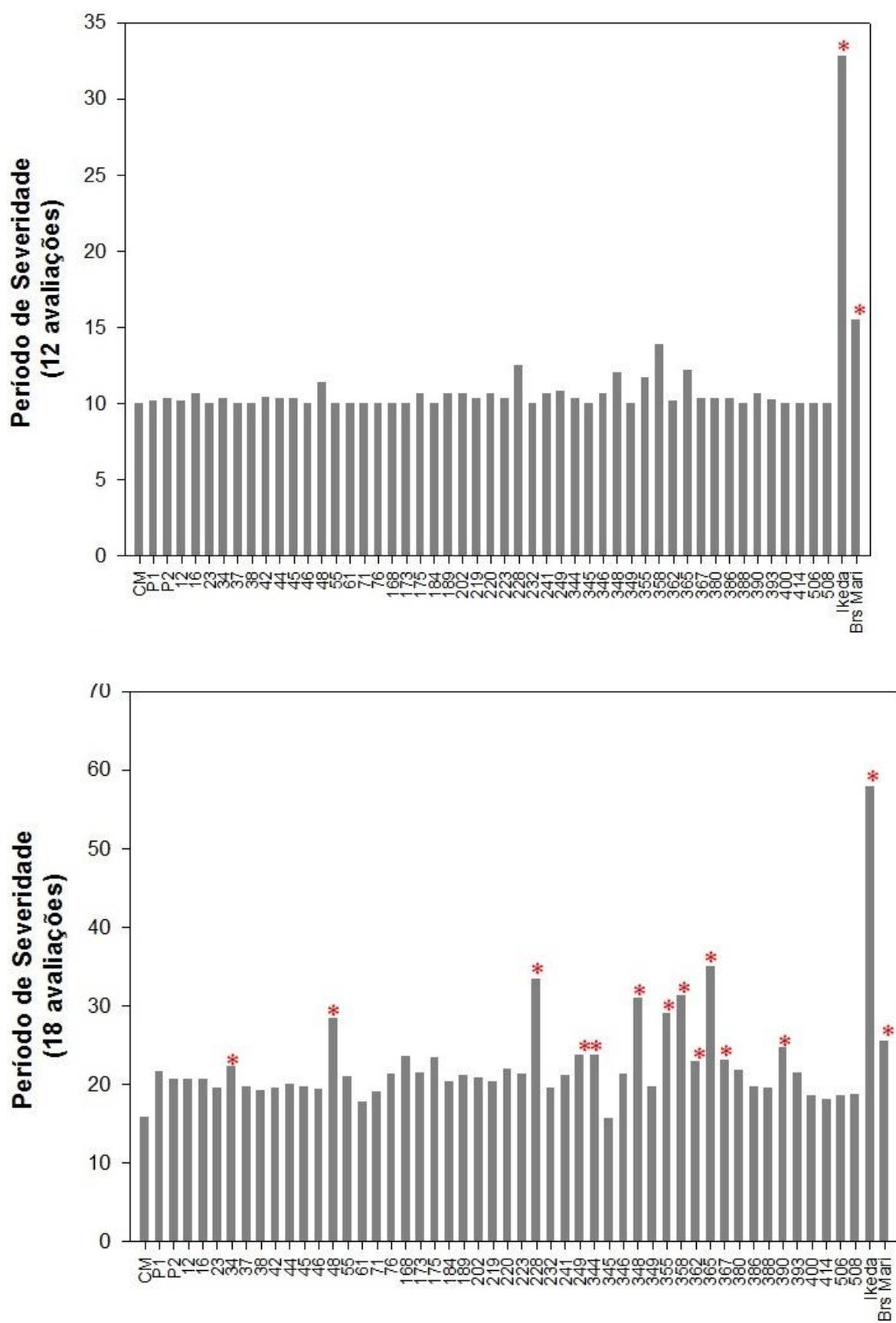
As médias observadas para todas as linhas testadas em termos de AACPD com 12 avaliações após a inoculação, as linhagens foram classificadas como resistentes ao PepYMV juntamente com os parentais quando comparadas ao padrão de resistência ('Criollo de Morelos'). Já as cultivares Ikeda e BRS Mari, manifestaram os sintomas com 14 e 19 dias, respectivamente logo após a inoculação sendo consideradas suscetíveis, apresentando os maiores valores de AACPD (36,50 e 17,10), respectivamente.

Com 18 avaliações o que corresponde a 36 dias de observações a cultivar Ikeda manteve o maior valor de AACPD (66,40), confirmando sua maior suscetibilidade à doença em relação aos demais. Já a cultivar BRS Mari apresentou AACPD (29,10), isso demonstra que nessa cultivar apesar da doença se manifestar logo nos primeiros dias a doença não progride de forma rápida, como acontece na cultivar Ikeda. Durante o cultivo essa cultivar seria fonte de inóculo por um maior período de tempo. Trina e cinco linhagens foram estatisticamente iguais à testemunha 'Criollo de Morelos', e foram consideradas como resistentes ao PepYMV (Figura 7). Nota-se que a avaliação durante um maior período de tempo proporcionou uma melhor distinção entre os genótipos testados.

Em relação ao índice de severidade, com 12 avaliações o resultado se mostrou mais expressivo na cultivar Ikeda, e esse índice foi amentando drasticamente com o decorrer das avaliações para essa cultivar, confirmando sua suscetibilidade a doença. Com IS abaixo do registrado para 'Ikeda' a cultivar BRS Mari também manifestou suscetibilidade à doença em todos os períodos avaliados. As linhagens tiveram sintomas diferentes aos 36 dias de avaliações em relação à severidade da doença, caracterizando a alta variabilidade quanto ao nível de resistência entre os genótipos testados. Trinta e quatro linhas semelhantes ao padrão de resistência 'Criollo de Morelos' classificaram-se como resistentes ao PepYMV aos 36 dias de avaliações (Figura 8).

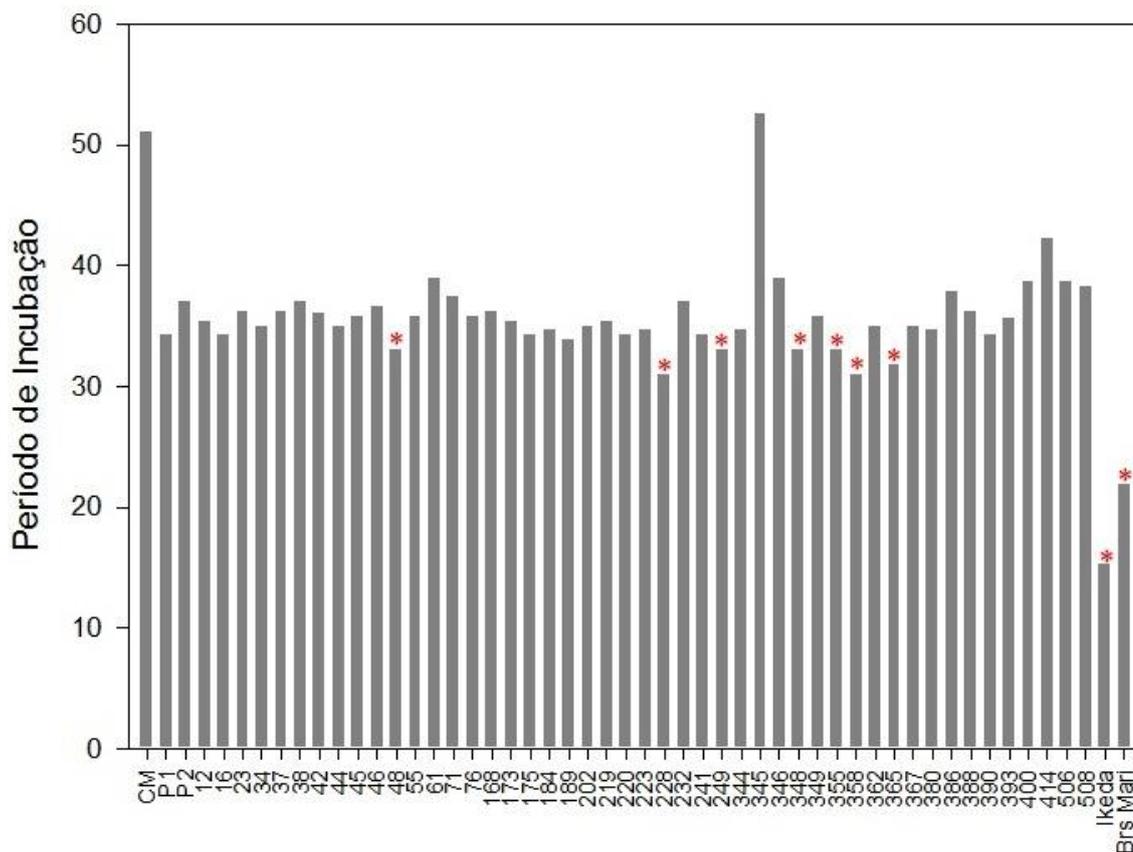


**Figura 7.** Média de valores observados para área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) com 12 e 18 avaliações em 47 LRs  $F_6$  de *Capsicum baccatum* var. *pendulum*, P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, 'BRS Mari', 'Ikeda', 'Criollo de Morelos', inoculados com PepYMV. (\*Diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Kruskal).



**Figura 8.** Média de valores observados para índice de severidade (IS) com 12 e 18 avaliações em 47 LR<sub>s</sub> F<sub>6</sub> de *C. bacatum* var. *pendulum*, P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, 'BRS Mari', 'Ikeda', 'Criollo de Morelos',

inoculados com PepYMV. (\*Diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Kruskal).



**Figura 9.** Período de incubação avaliado em 47 LRs F<sub>6</sub> de *C. baccatum* var. *pendulum*, P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, 'BRS Mari', 'Ikeda', 'Criollo de Morelos', inoculados com PepYMV. (\*Diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Kruskal).

Os resultados observados para período de incubação variaram para os genótipos testados, destacando-se as linha 345 e 414 com PI de 53 e 42 dias, respectivamente (Figura 9), sendo essas linhas promissoras em termos de resistência. As cultivares Ikeda e BRS Mari, novamente foram classificadas como suscetíveis, com PI de 15 e 22 dias, respectivamente.

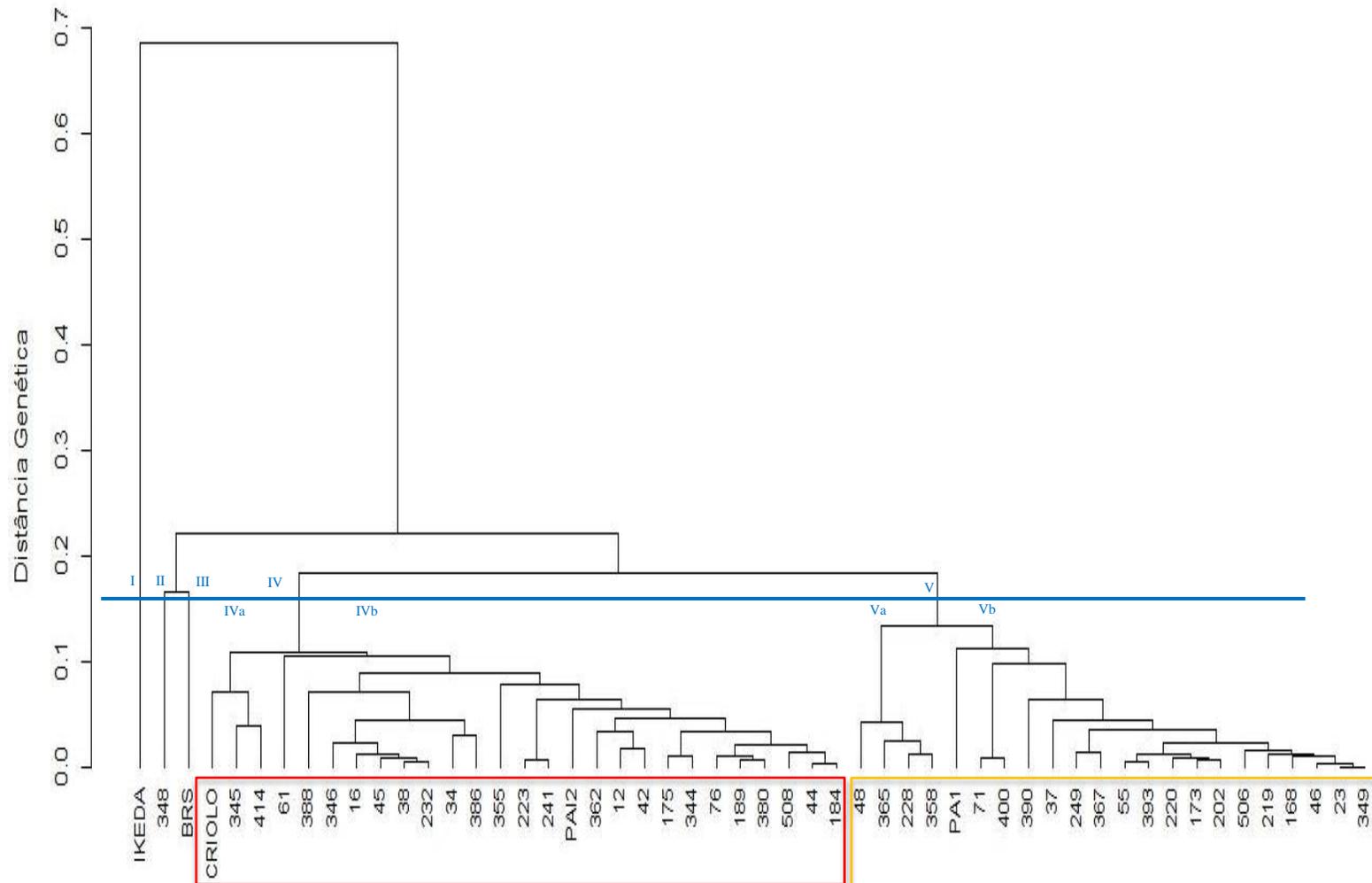
#### 4.3. Análise multivariada considerando variáveis morfológicas e de resistência

O ajustamento da matriz de dissimilaridade e de agrupamento pelo método UPGMA foi avaliado pelo coeficiente de correlação cofenética (CCC), que foi de 0,85. Este valor indica um bom ajuste entre as matrizes. Quando este valor se aproxima da unidade, são tomados como ideais, pois representam maior acurácia na formação do dendrograma.

Pelo método hierárquico UPGMA o máximo de dissimilaridade observada foi de aproximadamente 68%, valor este atribuído principalmente a dissimilaridade entre a cultivar de pimentão Ikeda (*C. annuum* var. *annuum*) e as demais linhagens, as quais são oriundas do cruzamento entre dois genótipos de pimenta (*C. baccatum* var. *pendulum*) (Figura 10). Já Büttow et al. (2010) ao estudarem a divergência genética entre 20 acessos de *C. annuum* do banco ativo de germoplasma de *Capsicum* da Embrapa Clima Temperado observaram 52% de dissimilaridade máxima, valor este mais baixo do que o encontrado neste trabalho, provavelmente pelos autores terem trabalhado apenas com uma espécie e um número menor de genótipos. E, Vilela et al. (2014) em estudos de caracterização molecular de 20 acessos de variedades crioulas de pimentas (*Capsicum baccatum*) do banco ativo de germoplasma de *Capsicum* da Embrapa Clima Temperado com marcadores microssatélites observaram o valor de 79% de dissimilaridade máxima entre as variedades crioulas embora também segundo os autores exista a variabilidade genética dentro de cada acesso. Considerando o ponto de corte a uma distância genética de aproximadamente 15% de dissimilaridade constata-se a formação de cinco grupos, com subdivisão dos grupos IV e V em a e b, devido à diferenciação pelas variáveis de resistência ao PepYMV.

**Tabela 11.** Agrupamento de 47 linhagens de *C. baccatum* var. *pendulum*, UENF 1616, UENF 1732, 'BRS-Mari', 'Ikeda' e 'Criollo de Morelos', conforme método UPGMA com base no algoritmo de Gower. Campos dos Goytacazes – RJ, 2014.

Grupo	Classificação	Genótipos
I	AS	'Ikeda'
II	MR	348
III	MR	'BRS Mari'
Iva	AR	'Criollo de Morelos', 345 e 414
Ivb	R, MR	61, 388, 346, 16, 45, 38, 232, 34, 386, 355, 223, 241, UEN 1732 (P <sub>2</sub> ), 362, 12, 42, 175, 344, 76, 189, 380, 508, 44, 184
Va	MS	48, 365, 228 e 358
Vb	AR, R, MR	UENF 1616 (P <sub>1</sub> ), 71, 400, 390, 37, 249, 367, 55, 393, 220, 173, 202, 506, 219, 168, 46, 23 e 349



**Figura 10.** Dendrograma representativo de dissimilaridade de 47 linhagens de *C. bacatum* var. *pendulum* obtidas pelo método UPGMA, utilizando o algoritmo de Gower como medida de dissimilaridade. UENF, Campos dos Goytacazes - RJ, 2014.

Vasconcelos et al. (2012) trabalhando com a determinação da dissimilaridade genética entre acessos de *Capsicum chinense* com base em características de flores, encontraram valor de CCC igual a 0,83 e também utilizaram o agrupamento UPGMA para os dados quantitativos entre os acessos de estudados, tendo este valor também revelado um bom ajuste entre a representação gráfica das distâncias e sua matriz original.

O grupo **I**, formado apenas pela cultivar de pimentão Ikeda, caracteriza-se por ter frutos imaturos na cor verde e vermelho escuro quando maduros e por sua suscetibilidade ao *Pepper yellow mosaic virus*. Quanto ao formato, este foi triangular similar ao 'Criollo de Morelos', sendo os únicos genótipos neste trabalho da espécie *C. annum*. Quanto as variáveis de resistência 'Ikeda' foi considerada altamente suscetível ao PepYMV, por apresentar menor período de incubação (15 dias), maior média de AACPD (96,40) e IS (82,83) após 48 dias da inoculação (Tabelas 12).

O grupo **II**, formado pela linhagem 348, possui cor laranja no estágio imaturo, vermelho quando maduro e forma campanulada. Essa linhagem foi considerada moderadamente resistente ao PepYMV em termos de AACPD e IS com valores de 59,80 e 52,00, respectivamente. No entanto, para período de incubação foi considerado moderadamente suscetível, com 33 dias para aparecimento dos sintomas.

O grupo **III**, formado somente pela cultivar BRS Mari possui como características qualitativas cor do fruto no estágio imaturo laranja e quando maduro vermelho e formato alongado. Em relação às variáveis de resistência, observou-se resistência considerando AACPD e IS. Contudo, foi suscetível em relação ao período de incubação, obtendo o segundo menor valor para esta característica.

O grupo **IV**, formado por 27 genótipos caracterizou-se por ter frutos na cor laranja no estágio imaturo, com exceção de 'Criollo de Morelos' (frutos roxos) e de coloração vermelha no estágio maduro, com variação de vermelho claro e a vermelho escuro e frutos com formato de sino, alongado, campanulada e triangular. No dendrograma pode-se observar que o grupo foi subdividido em dois subgrupos, **IVa** e **IVb**, que reuniram três e 20 genótipos, respectivamente. O subgrupo **IVa** foi formado pela cultivar Criollo de Morelos e pelas linhagens 345 e 414 genótipos considerados altamente resistentes para todas as variáveis

estudadas: AACPD (28,19), PI (48,67 dias) e IS (25,72) os menores registrados entre todos os genótipos avaliados.

O subgrupo **IVb** foi formado pelas linhagens 61, 388, 346, 16, 45, 38, 232, 34, 386, 355, 223, 241, P<sub>2</sub>, 362, 12, 42, 175, 344, 76, 189,380, 508, 44, 184, que tiveram médias de AACPD, PI e IS de 64,25, 31,75 e 55,04, respectivamente, e foram consideradas como resistentes e moderadamente resistentes.

O grupo **V** reuniu 22 genótipos que possuem frutos de cor amarela quando imaturos e cor laranja quando maduros, e formas alongada, campanulada, sino e intermediário. Neste grupo também foi possível promover a subdivisão em dois subgrupos: **Va** formado pelas linhagens 48, 228, 358 e 365 e subgrupo **Vb** com P<sub>1</sub> e as linhagens 71, 400, 390, 37, 249, 367, 55, 393, 220, 173, 202, 506, 219, 168, 46, 23, 349. O subgrupo **Va** contém as linhas consideradas moderadamente susceptíveis com maiores valores de AACPD, menor período de incubação e maiores valores de índice de severidade. No grupo **Vb** foram agrupadas as linhas consideradas resistentes e moderadamente resistentes.

Na literatura, é possível encontrar a técnica de análise de agrupamento, em especial UPGMA, em trabalhos sobre a diversidade genética entre acessos de *Capsicum* (Fonseca et al., 2008; Moura et al., 2010; Thul et al.,2012; Vasconcelos et al., 2012; Villela et al., 2014), inclusive trabalhos nos quais foi utilizada a técnica de análise multivariada, para estudos de divergência baseando-se em descritores quantitativos (Sudré et al., 2005) e qualitativos multicategóricos (Sudré et al., 2006; Bento et al., 2007; Sudré et al. 2010).

Entretanto, abordagens como a utilizada no presente trabalho, em que se recorre à análise multivariada para fornecer informações sobre a divergência entre linhagens em função de caracteres relativos à cor e formato dos frutos, e resistência a uma doença viral em *Capsicum* são incomuns.

## 5. CONCLUSÕES

Cerca de 80% das linhagens foram classificadas como resistentes ao PepYMV. As linhagens 414, 345 e 506 possuem grande potencial produtivo podendo alcançar cerca de 58, 35 e 45 t.ha<sup>-1</sup>, respectivamente, em seis meses de cultivo, possuem também características agronômicas favoráveis, tais como: dias para o florescimento, dias para frutificação, altura da planta, espessura da polpa; e são altamente resistentes ao PepYMV, podendo ser indicadas para testes preliminares e ensaios de Valor de Cultivo e Uso para futuro registro e recomendação de cultivares de pimenta da espécie *C. baccatum* var. *pendulum*; o fator de classificação de resistência foi útil para simplificar a interpretação quanto aos níveis de resistência ao PepYMV quanto as variáveis de resistência.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, F.B., Leal, N.R., Rodrigues, R., Amaral Jr., A.T., Silva, D.J.H. (2004) Divergência genética entre acessos de feijão-de-vagem de crescimento indeterminado. *Horticultura Brasileira*, 22(3): 547-552.
- Albrecht, E., Zhang, D., Mays, A.D., Saftner, R.A., Stommel, J.R. (2012) Genetic diversity in *Capsicum baccatum* is significantly influenced by its ecogeographical distribution. *BMC Genetics*, 13-68.
- Allard, R.W. (1971) *Princípios do melhoramento genético das plantas*. São Paulo: Edgard Blucher, 381p.
- Amaral, A.M., Muniz, J.A., Souza, M. (1997) Avaliação do coeficiente de variação como medida de precisão na experimentação com citros. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 32 (12):1221-1225.
- Antonious, G.F., Kochhar, T.S., Jarret, R.L., Snyder, J.C. (2006) Antioxidants in hot pepper: variation among accessions. *Journal of Environmental Science and Health B*, 41(7): 1237-43.
- Associação Brasileira do Comércio de Mudanças e Sementes-ABCSEM. Pesquisa de mercado de sementes de hortaliças 2009. Disponível em:

[http://www.abcsem.com.br/docs/pesquisa\\_mercado\\_2009.pdf](http://www.abcsem.com.br/docs/pesquisa_mercado_2009.pdf). Acesso em março de 2015.

- Barbosa, G.E., Bianchetti, L.B. (2005) Three new species of *Capsicum* (Solanaceae) and a key to the wild species from Brazil. *Systematic Botany*, 30:863-871
- Barboza, G.E., Agra, M.F., Romero, M.V., Scaldaferrro, 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 (3): 768-781.
- Bento, C.S. (2012). Melhoramento de *Capsicum baccatum* var. *pendulum*: Herança de caracteres agronômicos e resistência ao *Pepper yellow mosaic virus*. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro- UENF, 159p.
- Bento, C.S., Rodrigues, R., Gonçalves, L.S.A., Oliveira, H.S., Santos, M.H., Pontes, M.C, Sudré, C.P. (2013) Inheritance of resistance to *Pepper yellow mosaic virus* in *Capsicum baccatum* var. *pendulum*. *Genetics and Molecular Research*, 12 (2):1074-1082.
- Bento, C.S., Rodrigues, R., Zerbini Junior, 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.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.
- Berger, P.H., et al. *Potyviridae*. In: Fauquet, C.M., Mayo, M.A., Maniloff, J., Desselberger, U., Ball, L.A. (2005) *Eighth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses*, 819-841p.

- Blat, S.F., Braz, L.T., Arruda, A.S. (2007) Avaliação de híbridos duplos de pimentão. *Horticultura Brasileira*, 25: 350-354.
- Boiteux, L.S., Cupertino, F.P., Silva, C., Dusi, A.N., Monte-Neshich, D.C. (1996) Resistance to Potato virus Y (pathotype 1-2) in *Capsicum annuum* and *Capsicum chinense* is controlled by two independent major genes. *Euphytica*, 87:53-58.
- Büttow, M.V., Barbieri, R.L., Neitzke, R.S., Heiden, G., Carvalho, F.I.F. (2010) Diversidade genética entre acessos de pimentas e pimentões da Embrapa Clima Temperado. *Ciência Rural*, 40(6): 1264-1269.
- Carrizo, G.C., Sterpetti, M., Volpi, P., Ummarino, M., Saccardo, F. (2013) Wild Capsicums: identification and in situ analysis of Brazilian species. XVth EUCARPIA Meeting on genetics and breeding of *Capsicum* and Eggplant. Torino, Italy. P. 205-213.
- Campbell, C.L., Madden, L.V. (1990) *Introduction to plant disease epidemiology*. New York. J. Wiley Sons.
- Campos, M.R.S., Gómez, K.R., Moguel, O., Y.M., Ancona, D.B (2013) Polyphenols, Ascorbic Acid and Carotenoids Contents and Antioxidant Properties of Habanero Pepper (*Capsicum chinense*) Fruit. *Food and Nutrition Sciences*, 4:47-54.
- Caranta, C., Thabuis, A., Palloix, A. (1999) Development of a CAPS marker for the *Pvr4* loco: A tool for pyramiding potyvirus resistance genes in pepper. *Genome*, 42,1111-1116.
- Carmo, M.G.F., Zerbini Júnior, F.M., Maffia, L.A. (2006) Principais doenças da cultura da pimenta. *Informe Agropecuário*, 27 (235): 87-98.

- Carvalho, C.G.P. et al. (2003) Proposta de classificação dos coeficientes de variação em relação a produtividade e altura da planta de soja. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 38 (2):187-193
- Carvalho, S.I.C., Bianchetti, L.B. (2008) Botânica e recursos genéticos. in: ribeiro, C.S.C., Lopes, C.A., Carvalho, S. I. C., Henz, G. P., Reifschneider, F.J.B. *Pimentas Capsicum*. Brasília: *Embrapa Hortaliças*. p. 39-53.
- Carvalho, S.I.C., Bianchetti, L.B., Bustamante, P.G., Silva, D.B. (2003) *Catálogo de germoplasma de pimentas e pimentões (Capsicum spp.)* da Embrapa Hortaliças. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 49 p.
- Carvalho, S.I.C., Bianchetti, L.B., Ribeiro, C.S.C., Lopes, C.A. (2006) *Pimentas do gênero Capsicum no Brasil*. Embrapa Hortaliças. Documento n. 94, Brasília: Embrapa Hortaliças. 27 p.
- Carvalho, S.I.C., Ribeiro, C.S.C., Henz, G.P., Reifschneider, F.J.B. (2009) 'BRS Mari': nova cultivar de pimenta dedo-de-moça para processamento. *Horticultura Brasileira*, 27: 571-573.
- Casali, V.W.D., Couto, F.A.A. (1984) *A origem e botânica de Capsicum*. *Informe Agropecuário*. Belo horizonte,10:8-13,113p.
- Cezar, M. A., Krause-Sakate, R., Pavan, M. A., Costa, C. P. D. (2009) Avaliação da resistência a tobamovirus em acessos de *Capsicum spp.* *Summa Phytopathologica*, 35(1), 39-43.
- Cobb, J.N et al. (2013) Next-generation phenotyping: requirements and strategies for enhancing our understanding of genotype-phenotype relationships and its relevance to crop improvement. *Theor Appl Genet*, 126: 867-887.
- Coimbra, R.R., Miranda, G.V., Moreira, G.R., Silva, D.J.H., Cruz, C.D., Carneiro, P.C.S., Souza, L.V., Guimarães, L.J.M., Marcasso, R.C; Caniato F.F.

- (2001). *Divergência genética de cultivares de milho baseada em descritores qualitativos*. III SIRGEALC: 266-268.
- Costa, F.R., Pereira, T.N.S., Vitória, A.P., Campos, K.P., Rodrigues, R., Silva, D.H., Pereira, M.G. (2006) Genetic diversity among *Capsicum* accessions using RAPD markers. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 6 (1):18-23.
- Costa, R. A., Rodrigues, R., Sudré, C.P. (2002) Resistência genética à mancha bacteriana em genótipos de pimentão. *Horticultura Brasileira*, 20: 86-89.
- Couto, M.F., Peternelli, L.A., Barbosa, M.H.P. (2013) Classification of the coefficients of variation for sugarcane crops, *Ciência Rural*, Santa Maria, 43(6):957-961.
- Cruz, C.D., Regazzi, A.J., Carneiro, P.C.S. (2004) *Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Viçosa: Editora UFV. 480p.
- Cruz, C.D., Regazzi, A.J., Carneiro, P.C.S. (2012) *Métodos biométricos aplicados ao melhoramento genético*. Volume 1. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária. 514p.
- Cruz, C.M., Ferreira, F.M., Pessoni, L.A. (2011) *Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética*. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 620p.
- Cruz, D.C. (2013) GENES - A software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum Agronomy*, 35: 271-276.
- Cunha, L.C., Resende, R.D.O., Nagata, T., Inoue-Nagata, A.K. (2004). Distinct features of *Pepper yellow mosaic virus* isolates from tomato and sweetpepper. *Fitopatologia Brasileira*, 29(6), 663-667.
- Dianese, E.C., Resende, R.O., Inoue-Nagata, A.K. (2008) Alta incidência de *Pepper yellow mosaic virus* em tomateiro em região produtora no Distrito Federal. *Tropical Plant Pathology*, 33(1):067-068.

- Diaz, J., Pomar, F., Bernal, A.E., Merino, F. (2004) Peroxidases do metabolismo de capsaicina em *Capsicum annuum* L. *Phytochem Ver*, 3: 141-157.
- Domenico Cl., Lilli A.J.O., Melo A.M.T. (2010) Caracterização de componentes de produção de híbridos intra-específicos de pimenta-hortícola. *Horticultura Brasileira*, 28: S1960-S1966.
- Domenico, C.I., Coutinho, J.P., Godoy, H.T., Melo, A.M.T. (2012) Caracterização agrônômica e pungência em pimenta de cheiro. *Horticultura Brasileira*, 30: 466-472.
- FAOSTAT (2015) FAO (Food and Agricultural Organizations of the United Nations). Versão eletrônica. Disponível em: < <http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QV/E> >. Acesso em 12 fev.
- Faria, P.N., Cecon, P.R., Silva, A.R., Finger, F.L., Silva, F.F., Cruz, C.D., Sávio, F.L. (2012) Métodos de agrupamento em estudo de divergência genética de pimentas. *Horticultura Brasileira*, 30:428-432.
- Faria, P.N., Cecon, P.R., Silva, A.R., Finger, L.F., Silva, F.F., Cruz, D.C., Filipe L Sávio, L.F. (2012) Métodos de agrupamento em estudo de divergência genética de pimentas. *Horticultura Brasileira* 30: 428-432.
- Ferrão, L.F.V., Cecon, P.R., Finger, F.L., Silva, F.F., Puiatti, M. (2011) Divergência genética entre genótipos de pimenta com base em caracteres morfoagronômicos. *Horticultura Brasileira*, 29:354-358.
- Filgueira, F.A.R. (2005) Novo Manual de Olericultura. Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de Hortaliças. Editora UFV, v.2, Universidade Federal de Viçosa, capítulo 14, p.238-245.
- Finger, F.L, Lannes, S.D., Schuelter, A.R., Doege, J., Comerlato, A.P., Gonçalves, L.S.A., Ferreira, F.R.A., Clovis, L.R., Scapim, C.A. (2010) Genetic diversity of

*Capsicum chinensis* (Solanaceae) accessions based on molecular markers and morphological and agronomic traits. *Genet. Mol. Res.* 9 (3): 1852-1864.

Finger, F.L., Rêgo, E.R., Segatto, F.B, Nascimento, N.F.F, Rêgo, M.M. (2012) Produção e potencial de mercado para pimenta ornamental. *Informe Agropecuário*, 33:14-20.

Fonseca, R.M., Lopes, R., Barros, W.S., Lopes, M.T.G., Ferreira, F.M. (2008) Morphologic characterization and genetic diversity of *Capsicum chinense* Jacq. accessions along the upper Rio Negro - Amazonas. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 8:187-194.

Frank, C.A., Nelson, R.G., Simonne, E.H., Behe, B.K., Simonne, A.H. (2001) Consumer preferences for color, price, and vitamin C content of bell peppers. *Hort Science* 36: 795-800.

Fritsche-Neto, R., Vieira, R. A., Scapim, C. A., Miranda, G. V., Rezende, L. M. (2012). Updating the ranking of the coefficients of variation from maize experiments. *Acta Scientiarum. Agronomy*, 34(1), 99-101.

Garcia, C.H (1989) Tabelas para classificação do coeficiente de variação. Piracicaba, IPEF. 12p. (Circular técnica, 171).

Geleta, L.F., Labuschagne, M.T., Viljoen, C.D. (2005) Genetic variability in pepper (*Capsicum annuum* L.) estimated by morphological data and amplified fragment length polymorphism markers. *Biodiversity and Conservation*, 14: 2361-2375.

Gioria et al., (2009) Breakdown of resistance in sweet pepper against *Pepper yellow mosaic virus* in Brazil. *Sci. Agric*, 66(2): 267-269.

Gomes, F.P. (2000) Curso de estatística experimental. 14<sup>a</sup> ed. Piracicaba, Degaspari. 477p.

- Gonçalves, L.S.A. (2010) Herança de caracteres agronômicos e da resistência ao *Pepper yellow mosaic virus* em *Capsicum baccatum* var. *pendulum*. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Campos dos Goytacazes, RJ, Universidade estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 118p.
- Gonçalves, L.S.A., Rodrigues, R., Bento, C.S., Robaina, R.R., AmaraL Junior, A.T (2011) Herança de caracteres relacionados à produção de frutos em *Capsicum baccatum* var. *pendulum* com base em análise dialéctica de Hayman. *Revista Ciencia Agronomica*, (3): 662-669.
- Gonçalves, L.S.A., Rodrigues, R., Diz, M.S.S. Robaina, R.R., Amaral Júnior, A.T., Carvalho, A.O., Gomes, V.M. (2013) Peroxidase is involved in *Pepper yellow mosaic virus* resistance in *Capsicum baccatum* var. *pendulum*. *Genetics and Molecular Research*,12: 1411-1420.
- Gower, J. C. (1971) A general coefficient of similarity and some of its properties. *Biometrics*, Arlington, 27(4): 857-874.
- Grube, R.C., Blauth, J.R., Arnedo, A.M.S., Caranta, C., Jahn, M.K (2000) Identification and comparative mapping of a dominant potyvirus resistance gene cluster in *Capsicum*. *Theoretical Applied Genetics*, 101:852-859.
- Ha, S.H., Kim, J.B., Park, J.S., Lee, S.W.E., Cho, K.J. (2007) A comparison of the carotenoid accumulation in *Capsicum* varieties that show different ripening colours: deletion of the Capsanthin-capsorubin synthase gene is not a prerequisite for the formation of a yellow pepper. *Journal of Experimental Botany*, 58:3135- 3144.
- Hallauer, A.R., Carena, M.J., Miranda Filho, J.B. (2010) *Quantitative genetics in maize breeding*. Ames: Iowa State University Press, 680p.
- Howard, L.R., Talcott, S.T., Brenes, C.H., Villalon, B. (2000) Changes in phytochemical and antioxidant activity of selected pepper cultivars (*Capsicum*

species) as influenced by maturity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48:1713-1720.

Huh, J.H., Kang, B.C., Nahm, S.H., Kim, S., Ha, K.S., Lee, M.H., & Kim, B.D. (2001) A candidate gene approach identified phytoene synthase as the locus for mature fruit color in red pepper (*Capsicum* spp.). *TAG Theoretical and Applied Genetics*, 102(4), 524-530.

Hunziker, A.T. (2001) *Genera Solanacearum. The Genera of Solanaceae Illustrated, Arranged According to a New System.* Gantner Verlag, Ruggell, Liechtenstein.

Hurtado-Hernandez, H., Smith, P.G. (1985) *Journal Heredita*. 76:211–213.

IBGE. (2006). Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/>. Acesso: fevereiro de 2015.

Ince, A.G., Karaca, M., Onus, A.N. (2010) Genetic Relationships Within and Between *Capsicum* Species. *Biochemical Genetics*, 48:83-95.

Inoue-Nagata, A.K., Fonseca, M.E.N., Resende, R.O., Boiteux, L.S., Monte, D.C., Dusi, A.N., Ávila, A.C., Van Der Vlugt, R.A.A. (2002) *Pepper yellow mosaic virus*, a new potyvirus in sweet pepper *Capsicum annuum*. *Archives of Virology*, 147:849-855.

IPGRI (1995) *Descriptors for Capsicum (Capsicum spp).* International Plant Genetic Resources Institute p. 49.

ISLA (2010). ISLA sementes. Disponível em: [http://isla.com.br/cgi-bin/busca.cgi?selSearch=produtos&id\\_subgrupo=19&id\\_grupo=1&div=menu\\_isla\\_4\\_4\\_0\\_19&paging=0](http://isla.com.br/cgi-bin/busca.cgi?selSearch=produtos&id_subgrupo=19&id_grupo=1&div=menu_isla_4_4_0_19&paging=0). Acesso em Fev, 2015.

- Janzac, B., Fabre, M.F., Palloix, A., Moury, B. (2008) Characterization of a new potyvirus infecting pepper crops on Ecuador. *Archives of Virology*, 153:1543-1548.
- Janzac, B., Montarry, J., Palloix, A., Navaud, O., Moury, B. (2010) A point mutation in the polymerase of Potato virus Y confers virulence toward the *Pvr4* resistance of pepper and a high competitiveness cost in susceptible cultivar. *Molecular Plant Microbe Interaction*, 23: 823-830.
- Jarret RL, Dang P (2004) Revisiting the waxy locus and the *Capsicum annuum* L. complex. *Georgia J Sci*, 62:117-133.
- Juhász, A.C.P., Silva, D.J.H., Zerbini Júnior, F.M., Carneiro, P.C.S., Soares, B.O., Cruz, C.D. (2008) Base genética da resistência de um acesso de tomate silvestre ao mosaico-amarelo do pimentão. *Pesq. agropec. bras.*, 6: 713-720.
- Junior e Silva, W.C., Carvalho, S.I.C., Duarte, J.B. (2013) Identification of minimum descriptors for characterization of *Capsicum* spp. germplasm. *Horticultura Brasileira*, 31: 190-202.
- Kouassi, C.K., Koffi-Nevry, R., Guillaume, L.Y., Yéssé, Z.N., Koussémon, M., Kablan, T., Athanase, K.K. (2012) Profiles of bioactive compounds of some pepper fruit (*Capsicum* L.) varieties grown in Côte d'Ivoire. *Innovative Romanian Food Biotechnology*, 11: 23-31.
- Kumar, O.A., Tata, S.S (2009) Ascorbic Acid Contents in Chili Peppers (*Capsicum* L.). *Notulae Scientia Biologicae*, 1(1): 50-52.
- Lefebvre, V., Kuntz, M., Camara, B., Palloix, A. (1998) The capsanthin-capsorubin synthase gene: a candidate gene for the y locus controlling the red fruit colour in pepper. *Plant Molecular Biology*, 36: 785-789.
- Lopes, C.A., Ávila, A.C (2003) Doenças do pimentão: diagnose e controle. Brasília: *Embrapa Hortaliças*, 96p.

- Lucinda, W.B.R., Inoue-Nagata, A.K., Nagata, T. (2012) Complete genome sequence of *Pepper yellow mosaic virus*, a potyvirus, occurring in Brazil. *Archives of Virology*,157: 1397-1401.
- Lúcio, A.D., Mello, R.M., Storck, L., Carpes, R.H., Boligon, A.A., Zanardo, B.(2004) Estimativa de parâmetros para o planejamento de experimentos com a cultura do pimentão em área restrita. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.22, n.4, p.766-770.
- Maciel-Zambolim, E., Costa, H., Capucho, A.S., Ávila, A.C., Inoue-Nagata, A.K., Kitajima, E.K (2004) Surto Epidemiológico do Vírus do Mosaico Amarelo do Pimentão em Tomateiro na Região Serrana do Espírito Santo. *Fitopatologia brasileira*, 29: 325-327.
- Madail, J.C.M., Schneid, L.F., Sima, L.F., Wendt, A.N (2005) Economia da produção de pimenta vermelha no município de Turuçu-RS, *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento* 19.
- Martinello, G.E., Leal, N.R., Amaral Júnior, A.T., Pereira, M.G., Daher, R.F. (2003) Diversidade genética em quiabeiro baseada em marcadores RAPD. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 21(1): 20-25.
- Materska M., Perucka I., Stochmal A., Piacente S., Oleszek W., 2003a. Quantitative and qualitative determination of flavonoids and phenolic acid derivatives from pericarp of hot pepper fruit cv. Bronowicka Ostra. *Pol. J. Food Nutr. Sci*, 12/53(2):72-76.
- Materska, M., Piacente, S., Stochmal, A., Pizza, C., Oleszek, W., Perucka, I., 2003b. Isolation and structure elucidation of flavonoid and phenolic acid glycosides from pericarp of hot pepper fruit *Capsicum annuum* L. *Phytochemistry*, 63:893-898.

- McKinney, H. H. (1923) Influence of soil, temperature and moisture on infection of wheat seedlings by *Helminthosporium sativum*. *Journal of Agricultural Research*, 26: 195-217. 1923.
- McLeod, M.J., Guttman, S.I., Enshbaugh, W.H. (1982) Early evolution of chili peppers (*Capsicum*). *Economic Botany*, 36 (4): 361-368.
- Medeiros, A.M. (2012) Capacidade combinatória e potencial agrônomo de híbridos de *Capsicum baccatum* var. *pendulum* nas condições da região norte fluminense. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro- UENF, 63p.
- Minamiyama, Y., Tsuru, M., Hirai, M. (2006) An SSR-based linkage map of *Capsicum annuum*. *Molecular Breeding*, 18 (2):157-169.
- Monteiro, E.R et al. (2010) Diversidade genética entre acessos de espécies cultivadas de pimentas. *Ciência Rural*, Santa Maria, 40(2):288-283.
- Moreira, G.R., Caliman, F.R.B., Silva, D.J.H., Ribeiro, C.S.C. (2006). *Espécies e variedades de pimentas*. Informe Agropecuário, Belo Horizonte.v.27, n.235, p.16-29.
- Moreira, S.O., Rodrigues, R., Araújo, M.L., Sudré, C. P., Riva-Souza, E.M. (2009) Desempenho agrônomo de linhas endogâmicas recombinantes de pimenta em dois sistemas de cultivo. *Ciência Rural*, 39: 1387-1393.
- Moreira, S.O., Rodrigues, R., Oliveira, H. S., Medeiros, A.M., Sudré, C.P., Sudré, C.P., Gonçalves, L.S.A. (2013) Phenotypic and genotypic variation among *Capsicum annuum* recombinant inbred lines resistant to bacterial spot. *Genetics and Molecular Research*, 12:1232-1242.

- Moscone, E.A., Lambrou, M., Ehrendorfer, F. (1996) Fluorescent chromosome banding in the cultivated species of *Capsicum* (Solanaceae). *Plant Syst Evol*, 202:37-63.
- Moscone, E.A., Scaldaferrro, M.A., Grabielle, M., Cecchini, N.M., García, Y.S., Jarret, R., Daviña, J.R., Ducasse, D.A., Barboza, G.E., Ehrendorfer, F. (2007) The evolution of chili peppers (*Capsicum*-Solanaceae): a cytogenetic perspective. *Acta Horticulturae*, 745:137-169.
- Moulin, M.M., Rodrigues, R., Ribeiro, S.F., Gonçalves, L.S., Bento, C.S., Sudré, C.P., Vasconcelos, I.M., Gomes, V.M (2014) Trypsin inhibitors from *Capsicum baccatum* var. *pendulum* leaves involved in *Pepper yellow mosaic virus* resistance. *Genetics and molecular research*, 3 (4): 9229-43.
- Moura M.C.C.L., Gonçalves, L.S.A., Sudré, C.P., Rodrigues, R., Amaral Júnior, A.T., Pereira, T.N.S. (2010) Algoritmo de Gower na estimativa da divergência genética em germoplasma de pimenta. *Horticultura Brasileira*, 28:155-161.
- Moura, A.P., Michereff Filho, M., Guimarães, J.A., Amaro, G.B., Liz, R.S. (2013) Manejo integrado de pragas de pimentas do gênero *Capsicum*. Circular Técnica 115. Brasília, DF.
- Moura, W.M., Casali, V.W., Cruz, C.D., Lima, P.C. (1999) Divergência genética em linhagens de pimentão em relação à eficiência nutricional de fósforo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34(2): 217-224.
- Nascimento, I.R., Valle, L.A.C., Maluf, W.R., Gonçalves, L.D., Gomes, L.A.A., Moreto, P., Lopes, E.A.G.L (2007) Reação de híbridos, linhagens e progênies de pimentão à requeima causada por *Phytophthora capsici* e ao mosaico amarelo causado por *Pepper yellow mosaic virus* (PepYMV). *Ciência Agrotecnologia*, 31 (1):121-128.
- Newbigin, E.D., Anderson, M.A., Clarke, A.E. (1993) Gametophytic Self-Incompatibility Systems. *The Plant Cell*, 5:1315-1324.

- Nogueira, D.W et al., (2012) Seleção assistida com uso de marcador molecular para resistência a potyvírus em pimentão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 47(7): 955-963.
- Nwokem, C.O., Agbaji, E.B., Kagbu, J.A., Ekanem, E.J. (2010) Determination of Capsaicin Content and Pungency Level of Five Different Peppers Grown in Nigeria. *New York Science Journal*, 3(9).
- Oliveira, H.S (2013) Método genealógico e modelos mistos na seleção de linhas segregantes de *capsicum baccatum* var. *pendulum*. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro- UENF, 88p.
- Ornelas-Paz, J.J., Cira-Chávez, L.A., Gardea-Béjar, A.A., Guevara-Arauza, J.C. Sepúlveda, D.R., Reyes-Hernández, J., Ruiz-Cruz, S. (2013) Effect of heat treatment on the content of some bioactive compounds and free radical-scavenging activity in pungent and non-pungent peppers. *Food Research International*, 50: 519-525.
- Othman, Z.A.A., Ahmed, Y.B.H., Habila, M.A., Ghafar, A.A. (2011) Determination of Capsaicin and Dihydrocapsaicin in *Capsicum* Fruit Samples, using High Performance Liquid Chromatography. *Molecules*, 16: 8919-8929.
- Oyama, K., Hernandez-Verdugo, S., Sanchez, C., Gonzalez-Rodriguez, A., Sanchez-Peña, P., Garzon-Tiznado, J.A., Casas, A. (2006) Genetic structure of wild and domesticated populations of *Capsicum annuum* (Solanaceae) from northwestern Mexico analysed by RAPDs. *Genetic Resources and Crop Evolution* 53: 553-562.
- Paiva, J.R.; Resende, M.D.V.; Cordeiro, E.R. (2002) Índice multiefeitos e estimativas de parâmetros genéticos em aceroleira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*: Brasília, v.37, n.6, p.799-807.

- Parrella, G., Ruffel, S., Moretti, A., Morel, C., Palloix, A., Caranta, A. (2002) Recessive resistance genes against potyviruses are localized in collinear genomic regions of the tomato (*Lycopersicon* spp.) and pepper (*Capsicum* spp.) genomes. *Theoretical Applied Genetic*, 105:855-861.
- Perry, L., Dickau, R., Zarrilo, S., Holst, I., Pearsall, D.M., Piperno, D.R., Berman, M.J., Cooke, R.G., Rademaker, K., Ranere, A.J., Raymond, J.S., Sandweiss, D.H., Scaramelli, F., Tarble, K., Zeidler, J.A. (2007) Starch fossils and the domestication and dispersal of chili peppers (*Capsicum* spp. L.) in the Americas. *Science*, 315:986-988.
- Perucka, I., Materska, M. (2007) Antioxidant vitamin contents of *Capsicum annuum* fruit extracts as affected by processing and varietal factors. *Acta Scientiarum Polonorum. Technol. Aliment*, 6(4):67-74.
- Pickersgill, B. (1991) Cytogenetics and evolution of *Capsicum* L. In: TSUCHIYA, T.; GUPTA, P.K. Chromosome engineering in plants: genetics, breeding evolution. Amsterdam: Elsevier, 1991. p.139-160. Disponível em: <<http://www.cababstractsplus.org/abstracts/Abstract.aspx?AcNo=19931636082>>. Acesso em: 12 Fev. 2014.
- Pickersgill, B. (1997) Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. *Euphytica*, 96(1):129-133.
- Pickersgill, B. (2007) Domestication of Plants in the Americas: Insights from Mendelian and Molecular Genetics, *Annals of Botany*, 100: 925-940.
- Pinto, C.M.F., Silva, D.J.H. (2006) *Cultivo da Pimenta*. EPAMIG: Informe agropecuário, 27 (235):108.
- Potnis, N., Minsavage, G., Smith, J.K., Hurlbert, J.C., Norman, D., Rodrigues, R., Stall, R.E., Jones, J.B. (2012) A virulence proteins AvrBs7 from *Xanthomonas gardneri* and AvrBs1.1 from *Xanthomonas euvesicatoria* contribute to a novel gene-for-gene interaction in pepper. *Molecular Plant Microbe Interaction*, 25(3):307-320.

- Pozzobon, M.T., Schifino-Wittman, M.T., Bianchetti, L.B. (2006) Chromosome numbers in wild and semidomesticated brazilian *Capsicum* L. (Solanaceae) species: do  $x= 12$  and  $x= 13$  represent two evolutionary lines ?. *Botanical Journal of the Linnean Society*, 151: 259-269.
- R Development Core Team. R.: <http://www.r-project.org>. Acesso: Fev. 2025.
- Rêgo E.R., Rêgo, M.M., Mato, S.I.W.F., Barbosa, L.A. (2011b) Morphological and chemical characterization of fruits of *Capsicum* spp. accessions. *Horticultura Brasileira*, v.29, p. 364-371.
- Rêgo, E.R., Silva, D.F., Rêgo, M.M., Santos, R.M.C., Sapucay, M.J.L.C., Silva, D.R. (2010) Diversidade entre linhagens e importância de caracteres relacionados à longevidade em vaso de linhagens de pimenteiros ornamentais. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental* (Impresso), 16:165-168.
- 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.
- Rêgo, E.R., Rêgo, M.M., Cruz, C.D., Cecon, P.R., Amaral, D.S.S.L., Finger, F. (2003) Genetic diversity analysis of peppers: a comparison of discarding variable methods. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, 3(1):19-26.
- Rêgo, E.R., Rêgo, M.M., Cruz, C.D., Finger, F.L., Casali, V.W.D. (2011a) Phenotypic diversity, correlation and importance of variables for fruit quality and yield traits in Brazilian peppers (*Capsicum baccatum*). *Genetic Resources and Crop Evolution*, 58: 909-918.
- Rêgo, E.R., Rêgo, M.M., Finger, F.L., Cruz, C.D., Casali, V.W.D. (2009a) A diallel study of yield components and fruit quality in chilli pepper (*Capsicum baccatum*). *Euphytica*, 168:275-287.

- Rêgo, E.R., Rêgo, M.M., Silva, D.F., Santos, R.M.C., Sapucay, M.J.L.C., Silva, D.R., Silva Júnior, S.J. (2009b) Selection for leaf and plant size and longevity of ornamental peppers (*Capsicum* spp.) grown under greenhouse condition. *Acta Horticulturae*, 829:371-374.
- Ribeiro, C.S.C., Carvalho, S.I.C., Lopes, C.A., Reifschneider, F.J.B. (2008) Pimentões e pimentas do gênero *Capsicum*. In: Albuquerque, A.C.S., Silva, A.G.S. (org). *Agricultura tropical - quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas*. Brasília: *Embrapa Informação Tecnológica*,1:595-608.
- Riva-Souza E.M., Rodrigues, R., Sudré C.P., Pereira, M.G., Viana, A.P., Amaral Júnior, A.T. (2007) Obtaining pepper F<sub>2:3</sub> lines with resistance to the Bacterial spot using the pedigree method. *Horticultura*, 25: 567-571.
- Riva-Souza E.M., Rodrigues, R., Sudré, C.P., Pereira, M.G., Viana, A.P., Amaral Junior, A.T. (2007) Obtaining pepper F<sub>2:3</sub> lines with resistance to the bacterial spot using the pedigree method. *Horticultura Brasileira*, 25:567-571.
- Rodrigues R., Gonçalves, L.S.A., Bento, C.S., Robaina, R.R., Sudré, C.P., Amaral Júnior, A.T. (2012) Combining ability and heterosis for agronomic traits in chili pepper. *Horticultura Brasileira*, 30 (2):226-233.
- Rufino, J.L.S., Penteado, D.C.S. (2006) *Importância econômica, perspectivas e potencialidades do mercado para pimenta*. Informe Agropecuário, 27, (235):7-15.
- Ryzhova, N.N., Kochieva, E.Z. (2004) Analysis of microsatellite loci of the chloroplast genome in the genus *Capsicum* (pepper). *Russ J Genet*, 40:892-896.
- Sapucay, M.J.L.C., Araújo, E.R., Rêgo, E.R., Rêgo, M.M (2009) diversidade genética, importância relativa e correlação de caracteres quantitativos em pimenteiras. *Horticultura Brasileira*, 27: S1161-S1168.

- Scott, A., Knott, M. (1974) Cluster-analysis method for grouping means in analysis of variance. *Biometrics*, 30(3): 507-512.
- Sharma, A., Agrawal, P. (2011) Analysis of capsaicin and ascorbic acid in different varieties of *Capsicum* sp. *Global J. of Mod. Biol. & Tech*, 1: 4-6.
- Silva Filho, D.F., Oliveira, M.C, Martins, L.H.P., Noda, H., Machado, M. (2009) Diversidade fenotípica em pimenteiras cultivadas na Amazônia. In: Seminário de iniciação científica da universidade estadual do Maranhão. 6p.
- Silva Neto, J.J., Rêgo, E.R., Nascimento, M.F., Silva Filho, V.A.L., Almeida Neto, J.X., Rêgo, M.M. (2014) Variabilidade em população base de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.). *Rev. Ceres*, 61 (1): 084-089.
- Silva, A.R., Cecon, P.R., Rêgo, E.R., Nascimento, M. (2011) Avaliação do coeficiente de variação experimental para caracteres de frutos de pimenteiras. *Rev. Ceres*, Viçosa, 58 (2): 168-171.
- 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.
- Silva, S.A.M., Bento, C.S., Medeiros, A.M., Sudré, C.P., Rodrigues, R (2011). Identificação de fontes de resistência à antracnose em acessos de *Capsicum* spp. In: XI Mostra de Pós-Graduação UENF.
- Silva, S.A.M., Rodrigues, R., Gonçalves, L.S.A., Sudré, C.P., Bento, C.S., Carmo, M.G.F., 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.
- Sousa, J.A., Maluf, W.R. (2003) Diallel analyses and estimation of genetic parameters of hot pepper (*Capsicum chinense* Jacq.). *Scientia Agricola*, 60(1):105-113.

- Souza, A.L., Ferreira, R.L. C., Xavier, A. (1997) Análise de Agrupamento Aplicada à Ciência Florestal. Viçosa: SIF, 109 f. (Documento SIF, 16).
- Stommel, J.R., Griesbach, R.J. (2008a) *Capsicum annuum* L. Lil' Pumpkin™ and Pepper Jack™. *HortScience*, 43 (3): 935-938.
- Sudré, C.P. (2003). Divergência genética e avaliação da resistência à mancha bacteriana em *Capsicum* spp. Dissertação (Mestre em produção vegetal) - Campos dos Goytacazes - RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro- UENF, 126p.
- Sudré, C.P., Gonçalves, L.S.A., Rodrigues, R., Amaral Júnior, A.T., Riva-Souza, E.M., Bento, C.S. (2010) Genetic variability in domesticated *Capsicum* spp as assessed by morphological and agronomic data in mixed statistical analysis. *Genetics and Molecular Research* 9 (1): 283-294.
- Sudré, C.P., Rodrigues, R., Riva, E.M., Karasawa, M., Amaral Júnior, A.T. (2005) Divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão utilizando técnicas multivariadas. *Horticultura Brasileira*, Brasília, 23 (1) :22-27.
- Sudré, C.P., Cruz, C.D., Rodrigues, R., Riva, E.M., ; Amaral Júnior, A.T., Silva, D.H., PEREIRA, T.N.S. (2006) Variáveis multicategóricas na determinação da divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão. *Horticultura Brasileira*, 24:88-93.
- Surh, Y.J., Lee, E., Lee, J.M. (2002) The capsaicin study. *Mutation Research*, 41:259-267.
- Syukur, M., Rosidah, S (2014) Estimation of Genetic Parameter for Quantitative Characters of Pepper (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Tropical Crop Science*, 1 (1)[www.j-tropical-crops.com](http://www.j-tropical-crops.com).
- Tanksley, S.D (1984). High rates of cross-pollination in chile pepper. *Hort Science*, 19:580-582.

- Tepić, A. N., & Vujičić, B. L. (2004). Colour change in pepper (*Capsicum annuum*) during storage. *Acta periodica technologica*, (35), 59-64.
- Thul, S. T., Darokar, M. P., Shasany, A. K., & Khanuja, S. P. (2012). Molecular profiling for genetic variability in *Capsicum* species based on ISSR and RAPD markers. *Molecular biotechnology*, 51(2):137-147.
- Thul, S.T., Lal, R.K., Shasany, A.K., Darokar, M.P., Gupta, A.K., Verma, R.K., Khanuja, S.P.S. (2009) Estimation of phenotypic divergence in a collection of *Capsicum* species for yield related traits. *Euphytica* 168:189-196.
- Tong, N., Bosland, P.W. (1999) *Capsicum tovarii*, a new member of the *Capsicum baccatum* complex. *Euphytica*, 109 (2):71-77.
- Truta, A.A.C., Souza, A.R.R., Nascimento, A.V.S., Pereira, R.C., Pinto, C.M.F., Brommonschenkel, S.H., Carvalho, M.G., Zerbeni, F.M. (2004) Identidade e propriedades isoladas de *potyvirus* provenientes de *Capsicum* Spp. *Fitopatologia Brasileira*, 29: 160-168.
- Ukkund, K.C., Madalageri, M.B., Patil, M.P, Mulage, R., Kotikal, Y.K. (2007) Variability studies in green chilli (*Capsicum annuum* L.). *Karnataka J. Agric. Sci.* 20(1): 102-104.
- Vasconcelos, C.S., Barbieri, R.L., Neitzke, R.S., Daniela Priori, D., Fischer, S.Z., Mistura, C.C. (2012) Determinação da dissimilaridade genética entre acessos de *Capsicum chinense* com base em características de flores. *Revista Ceres*, Viçosa, 59(4): 493-498.
- Viana, A.P., Resende, M.D.V. (2014) Genética quantitativa no melhoramento de fruteiras. Editora Intercedência, rio de janeiro, 1 ed.
- Vilela, N.J., Ribeiro, C.S.C.R., Madail, J.C.M. (2008) Eficiência técnico-econômica de quatro sistemas de produção de pimentas *Capsicum*. Brasília. *Comunicado Técnico*.

- Villela, J. C., Barbieri, R. L., Castro, C. M., Neitzke, R. S., Vasconcelos, C. S., Carbonari, T., Priori, D. (2014) Caracterização molecular de variedades crioulas de pimentas (*Capsicum baccatum*) com marcadores microssatélites. *Hortic. bras*, 32(2).
- Vinãls, F.N., Ortega, R.G., Garcia, J.C. (1996) El cultivo de pimientos, *chiles y ajjes*. Madri: Mundi-Prensa, p. 607.
- Yamamoto, S., Nawata, E. (2005) *Capsicum frutescens* L. in southeast and east Asia, and its dispersal routes into Japan. *Economic Botany*, 59 (1):18-28.
- Yatung, T., Dubey, R. K., Singh, V., Upadhyay, G., & Pandey, A. K. (2015). Selection parameters for fruit yield and related traits in chilli (*Capsicum annuum* L.). *Bangladesh Journal of Botany*, 43(3), 283-291.
- Yoon, J.B., Yang, D.C., Do, J.W., Park, H.G. (2006) Overcoming two postfertilization genetic barriers in interespecific hibridization between *Capsicum annuum* and *C. baccatum* for introgression of antracnose resistance. *Breeding Science*, 56(1):31-38.