

RUSTHON MAGNO CORTEZ DOS SANTOS

**DIVERSIDADE GENÉTICA, RESISTÊNCIA AO ETILENO, E PREDIÇÃO DO
POTENCIAL DE POPULAÇÕES SEGREGANTES NO MELHORAMENTO DE
PIMENTEIRAS ORNAMENTAIS (*Capsicum annum*)**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2016

Ficha catalográfica preparada pela Biblioteca Central da Universidade
Federal de Viçosa - Câmpus Viçosa

T

S237d
2016 Santos, Ruthor Magno Cortez dos, 1987-
Diversidade genética, resistência ao etileno, e predição do
potencial de populações segregantes no melhoramento de
pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum*) / Ruthor Magno
Cortez dos Santos. – Viçosa, MG, 2016.
viii, 53f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Aluizio Borém de Oliveira.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Pimenta. 2. Pimenta - Efeito do etileno. 3. *Capsicum
annuum*. 4. Genética vegetal. 5. Germoplasma vegetal.
6. Variabilidade (Genética). 7. Plantas ornamentais .
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Fitotecnia.
Programa de Pós-graduação em Genética e Melhoramento.
II. Título.

CDD 22. ed. 633.84


RUSTHON MAGNO CORTEZ DOS SANTOS

**DIVERSIDADE GENÉTICA, RESISTÊNCIA AO ETILENO, E PREDIÇÃO DO
POTENCIAL DE POPULAÇÕES SEGREGANTES NO MELHORAMENTO DE
PIMENTEIRAS ORNAMENTAIS (*Capsicum annum*)**

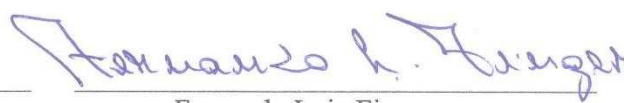
Tese apresentada à Universidade Federal de
Viçosa, como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em Genética e
Melhoramento, para obtenção do título de
Doctor Scientiae.

APROVADA: 12 de fevereiro de 2016.


Naysa Flávia Ferreira do Nascimento


Vicente Wagner Dias Casali


Thais Roseli Corrêa


Fernando Luiz Finger
(Coorientador)


Aluizio Borém de Oliveira
(Orientador)

Aos meus pais, Marileide e Raimundo pela vida.
Ao meu irmão Rámony Cortez pela companhia na vida.
A meu Parceiro Fabiano pelo sentido da vida.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, pois sem ele nada seria possível;

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realização desse trabalho.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Aluizio Borém, pela orientação, confiança e amizade.

Ao Professor Fernando Luiz Finger, pelas valiosas sugestões.

Ao professor Casali, por estar sempre disposto a ajudar com conselhos e seus florais que me ajudaram muito durante essa trajetória.

Aos Amigos do laboratório de pós-colheita, e da Universidade Federal de Viçosa, pela amizade e ajuda na condução do trabalho;

Ao meu Parceiro Fabiano, pela companhia, pelo amor, pela força nas horas difíceis, se não fosse você talvez eu nem tivesse concluído essa etapa de minha vida.

A Minha mãe Marileide (mainha) e ao meu pai Raimundo (Painho) pela criação que me deram, pelo grande incentivo de sempre continuar e nunca desistir dos meus sonhos, pelo amor incondicional, meu muito obrigado;

A minha amada avó Dona Chica (*in memorian*), por tudo o que foi ensinado e pelo amor incomensurável.

A minha avó Lindalva, pelo amor, conselhos e por sempre me incluir em suas orações. Meu respeito e admiração.

As Biólogas Naysa e Mayana pelo companheirismo, disposição para ajudar e amizade.

Aos amigos Maria Angélica, Taciano, Damiana, Cinthia e Simone, que conheci durante a graduação e se tornaram pessoa indispensáveis na minha vida. Mesmo distantes continuam presentes;

A Toda a minha nova família do Rio de Janeiro especialmente a matriarca Gessy, e ao Mauricio pela ajuda na parte final da redação de minha tese.

Aos grandes amigos, Flavio e Fraklin, pela amizade, por sempre estarem presentes e disponíveis nos momentos que mais precisei;

A todos que de alguma forma, ajudaram na realização desse trabalho.

BIOGRAFIA

RUSTHON MAGNO CORTEZ DOS SANTOS, filho de Raimundo Pereira dos Santos e Marileide França Cortez dos Santos, nasceu em Patu, RN, em 8 de janeiro de 1987.

Em janeiro de 2005, formou-se como Técnico em Agropecuária pela Universidade Estadual da Paraíba, Catolé do Rocha-PB.

Em junho de 2010, graduou-se em Agronomia, pela Universidade Federal da Paraíba, Areia, Paraíba, Brasil.

Em Junho de 2010, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento na Universidade Federal de Viçosa, em nível de mestrado, obtendo o título de mestre em fevereiro de 2012.

Em Fevereiro de 2012, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Genética e Melhoramento na Universidade Federal de Viçosa, em nível de doutorado, submetendo-se à defesa de tese em fevereiro de 2016.

SUMÁRIO

| | |
|--|------|
| RESUMO | vii |
| ABSTRACT | viii |
| 1. REVISÃO DE LITERATURA | 1 |
| Origem e Histórico | 1 |
| Botânica | 2 |
| Diversidade Genética | 4 |
| Metodologias utilizadas na escolha de populações segregantes | 5 |
| Melhoramento de Pimenteiras | 5 |
| Pimenteiras ornamentais | 6 |
| Efeitos do etileno na pós produção de Pimentas Ornamentais | 8 |
| 2. OBJETIVO GERAL | 10 |
| 2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 10 |
| 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 11 |
| CAPÍTULO 1 | 14 |
| Diversidade entre populações F ₂ de pimenteira ornamental..... | 15 |
| 1. RESUMO | 15 |
| 2. INTRODUÇÃO | 15 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 16 |
| 4. RESULTADOS | 18 |
| 5. DISCUSSÃO | 20 |
| 6. CONCLUSÃO | 22 |
| 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 22 |
| Capitulo 2 | 25 |
| Capacidade de produzir linhagens resistentes ao etileno em populações F ₂ de pimenteira ornamentais. | 26 |
| 1. RESUMO | 26 |
| 2. INTRODUÇÃO | 26 |
| 3. MATERIAL E MÉTODOS | 28 |
| Material Vegetal | 28 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 29 |
| 5. CONCLUSÃO | 32 |
| 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 32 |
| Capitulo 3 | 34 |
| Ornamental Pepper Breeding: Could a Chili be a Flower Ornamental Plant? | 35 |
| Abstract | 35 |

| | |
|---|----|
| INTRODUCTION | 35 |
| MATERIALS AND METHODS | 36 |
| RESULTS AND DISCUSSION | 36 |
| CONCLUSIONS | 36 |
| Literature Cited | 36 |
| Tables | 37 |
| Figures | 40 |
| Capitulo 4 | 41 |
| Ethylene Resistance in a F2 Population of Ornamental Chili Pepper (<i>Capsicum annuum</i>)..... | 42 |
| Abstract | 42 |
| INTRODUCTION | 42 |
| MATERIAL AND METHODS | 43 |
| RESULTS AND DISCUSSION | 43 |
| CONCLUSIONS | 43 |
| Literature Cited | 43 |
| Tables | 45 |
| Figures | 47 |
| Capitulo 5 | 48 |
| Inhibition of Ethylene Action by 1-MCP in Post-Production Ornamental Peppers | 49 |
| Abstract | 49 |
| INTRODUCTION | 49 |
| MATERIALS AND METHODS | 50 |
| RESULTS AND DISCUSSION | 50 |
| Literature Cited | 51 |
| Tables | 52 |
| Figures | 53 |

RESUMO

SANTOS, Rusthon Magno Cortez dos, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2016. **Diversidade genética, resistência ao etileno, e predição do potencial de populações segregantes no melhoramentos de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum*)**. Orientador: Aluízio Borém de Oliveira. Coorientadores: Fernando Luiz Finger e Pedro Crescêncio de Souza Carneiro.

O melhoramento de pimenteiras tem sido feito por meio de seleção massal em raças crioulas e, nos últimos tempos, alguns melhoristas têm dado ênfase ao uso da hibridação, portando o conhecimento da diversidade gerada a partir dos cruzamentos é de suma importância para o sucesso de um programa de melhoramento, assim os objetivos desse trabalho foram estudar a diversidade genética, selecionar genótipos resistentes ao etileno, indicar as pimenteiras como ornamentais de flores. Inicialmente foram selecionados seis acessos de pimenteira ornamental para compor um experimento em dialelo 6x6 de tabela completa, após produzidas e avaliadas todas as 30 F₁ do experimento, foram selecionadas as 6 mais promissoras. A (134x01), B (77.1x01), C (137x134), D (132x77.1), E (01x132), F (137x77.1), as seis populações F₂ originadas a partir da autofecundação das F₁ foram caracterizadas com base nos descritores de *Capsicum* sendo 13 descritores quantitativos e 17 qualitativos, cada população F₂ utilizada no experimento foi composta de 36 plantas, exceto as populações F e D com 26 e 35 plantas respectivamente. Para a análise da diversidade genética buscando uma que utilize todos essas características foram geradas três matrizes de diversidade genética, a distância Euclideana média para dados quantitativos, o complemento do índice de compatibilidade simples para dados qualitativos, e a terceira foi o produto do somatório das duas últimas, sendo esta utilizada para o agrupamento de Tocher, a população que teve maior diversidade genética foi a B, a C foi a que apresentou menor diversidade genética, porém a população C apresentou maior probabilidade de produzir linhagens resistentes ao etileno, pelo método de Jinks e Pooni (1976). Também foi estudada a possibilidade de pimenteira ser uma planta ornamental de flor, onde a população D apresentou os maiores valores para diâmetro da corola, 2,18 cm, um aumento de quase 1 cm em relação a média das variedades cultivadas atualmente. Concluiu-se que foi possível gerar diversidade genética com base nos cruzamentos, a população C foi a menos sensível ao etileno, a D a população com maior potencial para produção de linhagem de pimenta ornamental de flor.

ABSTRACT

SANTOS, Rusthon Magno Cortez dos, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2016. **Genetic diversity, resistance to ethylene, and prediction of the potential of segregating populations in breeding of ornamental peppers.** Adviser: Aluizio Borém de Oliveira. Co-adviser: Fernando Luiz Finger and Pedro Crescêncio de Souza Carneiro.

The breeding of pepper has been achieved through mass selection in native races and, in recent times, some breeders have emphasized the use of hybridization in genetic enhancement programs. Therefore, the knowledge of the diversity generated by crossbreeds is critical to the success of genetic enhancement programs. In this context, the objectives of this study were to investigate the genetic diversity, the potential to produce strains resistant to ethylene, and whether it is possible to commercialize peppers before fruiting. Initially, six ornamental pepper accesses were selected to compose a 6x6 diallel complete table experiment. After the production and evaluation of all 30 F₁ of the experiment, the 6 most promising were selected. Six populations F₂ originated by selfing, identified as A (134x01), B (77.1x01), C (137x134), D (132x77.1), E (01x132), F (137x77.1), were characterized based on 13 quantitative and on 17 qualitative descriptors proposed by the *Capsicum* descriptors. Each F₂ population used in the experiment consisted of 36 plants, except for the F and D populations, each with 26 and 35 plants, respectively. For the genetic diversity analysis that would cover all the above mentioned features, three genetic diversity matrices were generated. The first was the mean Euclidian distance for quantitative data, the second was the complement of the simple compatibility index for qualitative data and the third was the product of the sum of the latter two matrices. The third matrix was used for the Tocher grouping. The population showing the highest genetic diversity was B, whereas population C showed the lowest. However, population C had the highest probability to produce ethylene resistant strains by the Jinks and Pooni method (1976). The possibility that pepper could be a flower ornamental plant was also investigated. Population D showed the highest values for corolla diameter (2.18 cm), meaning an increase of almost 1 cm with respect to the mean of the varieties cultivated nowadays. In conclusion, the potential of these populations to produce varieties of ornamental pepper is quite high, especially for containing materials that exhibit tolerance to ethylene.

1. REVISÃO DE LITERATURA

Origem e Histórico

O gênero *Capsicum*, pertencente à família *Solanaceae*, compreende espécies de pimentas e pimentões que são olerícolas amplamente comercializadas em todo o mundo (BUSO et al., 2001). As pimenteiras do gênero *Capsicum* são nativas das Américas, sendo consideradas, com base em registros antigos, a principal especiaria originária do continente americano, cujo cultivo ocorre em regiões tropicais e temperadas de todo o mundo (HEISER, 1979).

Apesar de o Brasil ser reconhecido como centro de origem e diversidade de várias espécies silvestres de pimentas deste gênero, as quais se encontram principalmente em áreas da Mata Atlântica e da Amazônia, pouco se conhece sobre elas (LUZ, 2007). No Brasil, são cultivadas em todo o território e devido a sua história são consideradas parte da riqueza cultural brasileira e um valioso patrimônio de nossa biodiversidade, o que confere ao gênero uma grande diversidade de tamanhos, cores, sabores e picância, ardume ou pungência.

Dentre as dezenas de espécies de *Capsicum* encontradas e descritas entre domesticadas, semi-domesticadas e silvestres (PICKERSGILL, 1971; BOSLAND, 1993), cinco destacam-se: *Capsicum annuum* L., *Capsicum chinense* Jacq. *Capsicum frutescens* L., *Capsicum baccatum* L. e *Capsicum pubescens* Ruiz & Pav. A *C. chinense* considerada a espécie mais brasileira devido a sua grande diversidade e ocorrência no país e a *C. pubescens*, ao contrário, não é cultivada no Brasil e é pouco conhecida (REIFSCHNEIDER, 2000).

Os registros arqueológicos mais antigos do consumo de pimentas resultam de explorações arqueológicas em Tehuacán no México e sugerem que há aproximadamente 9 mil anos a.C. as pimentas já eram consumidas por populações pré-colombianas (REIFSCHNEIDER, 2000). Baseado em relatos de expedições realizadas no período 1492-1600 ao novo mundo, Pickersgill (1969) afirma que frutos e folhas das pimenteiras eram utilizados na alimentação, em rituais religiosos, na medicina e até como “moeda” em um rudimentar sistema monetário praticado pelos Incas. Além de ajudar a preservar os alimentos protegendo-os da ação de fungos e bactérias (REIFSCHNEIDER, 2000).

Bianchetti (1996), com base em relatos de exploradores da costa brasileira, comenta em seu trabalho que no Brasil os povos indígenas davam grande importância ao cultivo de

pimentas, ressaltando que a sua utilização era grande no período do descobrimento. Da mesma forma Reifschneider (2000), afirma que o cultivo e a colheita de pimentas nesse período era uma característica das tribos indígenas brasileiras, que contavam com a imensa variabilidade de espécies nativas. O mesmo autor ainda afirma que as rotas de navegação no período do descobrimento permitiram que houvesse a difusão de espécies picantes e doces de pimentas pelo mundo, passando essas a serem consumidas por povos de todas as origens, em quantidade crescente e em diversas formas de utilização.

Botânica

Quanto a botânica as pimenteiras desse gênero *Capsicum* pertencem a família *Solanaceae*. Plantas desse gênero apresentam altura e forma de crescimento variando de acordo com a espécie, sistema radicular pivotante, com um número elevado de ramificações laterais, podendo chegar a profundidades de 70-120 cm. Suas folhas apresentam tamanho, coloração, formato e pilosidade variáveis, com coloração geralmente verde, podendo ser ainda violetas e variegadas. O formato pode variar de ovalado, lanceolado a deltóide. As hastes podem apresentar antocianina ao longo de seu comprimento e/ou nos nós, bem como presença ou ausência de pêlos. As flores são hermafroditase, as espécies do gênero *Capsicum* são, autógamas, com certa taxa de alogamia. O fruto é uma baga, de estrutura oca e forma lembrando uma cápsula, eles apresentam elevada variabilidade morfológica com frutos de múltiplas formas, tamanhos, colorações e pungências (BUSO et al., 2001).

As espécies de pimentas apresentam geralmente frutos com diferentes formatos, colorações, com dimensões menores que os pimentões, com de sabor “doce” ou pouco pungente e picante, sendo as picante as mais frequentes (CARVALHO et al., 2003). Teixeira (1996) afirma que devido às pimentas apresentarem sabor peculiar e a propriedade de estimular as funções digestivas elas são componentes da dieta de um quarto da população do planeta, sendo consumidas na forma de pó, seca ou em conservas.

A pungência dos frutos de pimenteira é uma exclusividade do gênero *Capsicum*. Essa pungência é devido a presença de capsaicinóides como capsaicina e dihidrocapsaicina, a pungência pode ser medida utilizando-se a Escala de Scoville por

meio das Unidades de Calor Scoville ('ScovilleHeatUnits-SHU') com auxílio de aparelhos específicos. Essa escala foi criada em 1912, pelo químico Wilbur Scoville que desenvolveu um método para medir o "grau de calor" da pimenta. O valor SHU pode variar de zero, pimentas doces até 300.000, pimentas muito picantes (BONTEMPO, 2007).

No Brasil, a exemplo do que ocorre nos demais países produtores de pimenta, é grande a importância dessa cultura tanto no âmbito econômico pelas características de rentabilidade quanto no social, por empregar certa quantidade de mão de obra (RUFINO & PENTEADO, 2006). A produção de pimenta é uma atividade olerícola bastante rentável uma vez que é crescente sua utilização como condimento de mesa e de produtos alimentícios industrializados. Essa aplicação é atribuída à propriedade inerente as pimentas com relação à melhoria de sabor, aroma e coloração dos alimentos

As pimentas do gênero *Capsicum* são excelentes fontes de β -caroteno, vitaminas A e C. Além da sua utilização na alimentação as pimentas ainda podem ser utilizadas associado à medicina tradicional humana e no combate de enfermidades em criações domésticas, sendo essas utilizações possível devido aos alcalóides (capsaicinóides) que são seu princípio ativo. A capsaicina e a dihidrocapsaicina são os capsaicinóides mais importantes encontrados em até 1% da matéria seca do fruto nas pimentas desse gênero, sendo estes responsáveis pelo sabor picante e pelas atividades biológicas atribuídas a elas (LUZ, 2007).

Esse princípio ativo apresenta propriedades medicinais comprovadas: atua como cicatrizante de feridas, é antioxidante, age na dissolução de coágulos sanguíneos, previne a arteriosclerose, controla o colesterol, evita hemorragias, aumenta a resistência física. Pesquisas apontam que a capsaicina, responsável pela sensação de ardor, possuem três efeitos farmacológicos importantes: anti-inflamatório, antioxidante e capacidade de promover a liberação endorfina que é responsável pela sensação de bem-estar e pela variação do humor. Como a pimenta é antioxidante, rica em flavonoides e vitamina C, ela ainda pode reduzir o risco de doenças crônicas como câncer de próstata, catarata, diabetes e mal de Alzheimer, também pelo seu efeito desintoxicante do sangue (BONTEMPO, 2007).

O uso da capsaicina como analgésico já é bastante realizado. Nesse âmbito faz-se a utilização desse composto na forma de gel, creme ou emplastro, os quais são colocados

sobre os pontos de dor, promovendo um alívio na sensação de dor. Essa substância encontrada nas pimentas do gênero *Capsicum* afeta a síntese, o armazenamento, transporte e liberação da Substância P, principal mensageiro químico dos impulsos da dor periférica para o sistema nervoso central (RÊGO, 2011).

Diversidade Genética

É de grande utilidade para o melhoramento genético de plantas o conhecimento da diversidade entre os indivíduos uma vez que pode ser feito o gerenciamento da variabilidade genética disponível, por meio da escolha dos genitores a serem utilizados nos cruzamentos, podendo-se assim maximizar a heterose. Além disso, o estudo da diversidade entre linhagens possibilita o seu arranjo em grupos que, quando entrecruzados, podem resultar em maiores resultados de heterose (Rêgo et al., 2009).

As informações múltiplas de cada acesso ou cultivar são expressas em medidas de dissimilaridade, que representam a diversidade em relação ao conjunto de acessos podendo estas medidas de dissimilaridade serem geradas a partir de características agronômicas, morfológicas e moleculares. (Cruz & Carneiro, 2003).

As medidas de dissimilaridade comumente utilizadas em variáveis quantitativas são Distâncias Euclidiana, Euclidiana Média, Euclidiana Média Padronizada e Distância Generalizada de Mahalanobis, com certa vantagem para esta última, visto que são levadas em consideração as variâncias e covariâncias residuais existentes entre as características mensuradas.

As estimativas de dissimilaridade atendem aos objetivos do melhorista, por quantificarem e informarem o grau de semelhança ou de diferença entre pares de genótipos. Entretanto, quando o número de acessos é relativamente grande, torna inviável o reconhecimento de grupos homogêneos pelo exame visual das estimativas de distância. Devido a isso, os acessos semelhantes são reunidos com o uso de técnicas de agrupamento, em que a união se dá pela classificação dos acessos em vários grupos de forma que exista homogeneidade dentro e heterogeneidade entre esses grupos, ou seja, o grupo original é dividido em vários outros grupos, seguindo o critério de similaridade ou de dissimilaridade (Cruz e Carneiro, 2003).

Entre os vários métodos de agrupamento de otimização, o mais utilizado no melhoramento genético é o método de Tocher (Rao, 1952). Esse método tem como princípio estabelecer grupos de maneira que exista homogeneidade dentro dos grupos e heterogeneidade entre eles. Estudos de diversidade genética têm sido realizados a partir

de vários tipos de variáveis (Abreu et al., 2004, Bento et al., 2007; Rêgo et al., 2009, Rêgo et al. 2011, a).

Em qualquer aplicação, para que o objetivo da análise de agrupamento seja alcançado, é necessário que seja feita uma seleção de características com maior herdabilidade e diversidade nas populações estudadas. Os possíveis resultados estão diretamente ligados à seleção das variáveis usadas.

Metodologias utilizadas na escolha de populações segregantes.

Nos programas de melhoramento de espécies autógamas, como a pimenteira, a seleção é normalmente realizada em populações endogâmicas, obtidas por meio de hibridação artificial seguida de alguns ciclos de autofecundação. Uma decisão importante, da qual depende o sucesso da seleção, é a escolha das populações segregantes mais promissoras, com potencial para produzir progênes superiores (Rocha, 2012).

Na escolha de uma população segregante ideal, além das médias adequadas para o caráter sob seleção, a variabilidade existente é fundamental, pois a população segregante obtida pode expressar pequena variabilidade genética, em função dos genitores cruzados apresentarem constituições genéticas semelhantes para o caráter em apreço (Ramalho et al., 1993). Em algumas situações não é possível conciliar esses dois parâmetros, sendo que médias altas podem coincidir com variâncias genéticas baixas (Santos et al., 2001).

A metodologia de Jinks e Pooni (1976) permite predizer o potencial de uma dada população em gerar linhagens superiores a um determinado padrão de referência na geração F_{∞} , utilizando, para isso, estimativas de média e variância nas gerações iniciais. Dessa forma, essa metodologia torna possível o descarte de populações segregantes menos promissoras, logo no início do programa. Na maioria dos casos, tem sido utilizado como padrão de referência os próprios genitores, uma linhagem de desempenho conhecido ou cultivar adaptada à região de interesse do melhorista, sem qualquer alteração do método (Pooni & Jinks, 1978).

Melhoramento de Pimenteiras

Para alcançar sucesso, os programas de melhoramento dependem de vários fatores. A definição dos objetivos e metas é de fundamental importância na economia de tempo e recursos. Do mesmo modo, deve-se escolher criteriosamente o método mais eficiente de seleção, levando-se em conta a base genética da característica a ser melhorada, uma vez

que o processo de melhoramento só poderá ser bem sucedido se a população a ser melhorada possuir variabilidade genética quanto ao atributo sob seleção (Cardoso, 2001).

O melhoramento de pimenteiras tem sido feito por meio de seleção massal em raças crioulas e, nos últimos tempos, alguns melhoristas têm dado ênfase ao uso de hibridação em programas de melhoramento. Hoje o grande desafio é selecionar cultivares com alta produção, proteger contra estresses bióticos e abióticos e melhorar a qualidade do fruto, de acordo com a finalidade para a indústria ou para o consumo *in natura* (Rêgo et al 2009).

A escolha de genitores é uma fase crítica no melhoramento de plantas, em geral, um dos pais é escolhido em função a seu comportamento frente a variedade a ser substituída e outro é escolhido porque complementa deficiências específicas do primeiro genitor (Allard, 1971). Além da escolha de genitores, o sucesso do programa de melhoramento por hibridação depende também do germoplasma disponível e de conhecimento do controle genético das características a serem melhoradas (Fehr, 1987).

Em *Capsicum*, os frutos podem ser consumidos *in natura*, secos, ou ainda alguns genótipos podem ser utilizados como planta ornamental, visto que a cor e a forma dos frutos se adaptam a esse fim (Bosland, 1992). Tendo em vista o consumo *in natura*, os programas de melhoramento devem ter como objetivo o desenvolvimento de frutos grandes, doces e com baixo teor de capsaicina, podendo ter a coloração verde quando imaturos e variando do amarelo ao vermelho quando maduros, com pericarpo espesso e película brilhante (Casali, 1984).

Visando ao consumo seco, isto é, na forma de pó, normalmente os frutos devem ser pungentes, com grande variabilidade em comprimento e largura, podendo ter a forma alongada, arredondada e achatada. A coloração madura mais freqüente é de cor vermelho, podendo apresentar ainda frutos de cor pode variar de amarelo, creme, laranja, e marrom. O pericarpo normalmente é fino e a película é brilhante (Casali, 1984).

Pimenteiras ornamentais

Dentre as plantas ornamentais em vaso, as pimentas (*Capsicum* spp.) têm se destacado pela crescente aceitação pelo mercado consumidor, fazendo a diferença na variedade de produtos das floriculturas (Vieira, 2002; Rêgo et al., 2009)

As pimentas ornamentais tem tido grande destaque e uma boa aceitação pelo mercado consumidor, sendo bastante popular na Europa e ganhada popularidade nos Estados

Unidos. No Brasil, a venda de pimentas ornamentais ainda é restrita as feiras livres e alguns supermercados, mas o cenário está mudando e consumidores de maior poder aquisitivo já estão adquirindo as pimenteiras em floriculturas.

Nem todo cultivar de pimenta se adapta bem em vaso, havendo a variação até mesmo dentro de uma mesma espécie, apenas aquelas que apresentam porte reduzido e uma boa harmonia de vaso são as que mais se adaptam para o cultivo com finalidades ornamentais (Rêgo, Finger & Rêgo, 2011), para se obter uma boa harmonia de copa é aconselhável que a relação entre altura da planta, diâmetro da copa e altura total variem entre 1,5 e 2, porém, estudos mais detalhados sobre os recipientes e suas dimensões são importantes pois refletirão nos custos finais de produção de pimenteiras podendo diminuir gastos desnecessário.

São poucas as variedades comerciais destinadas ao paisagismo, embora os bancos de germoplasma de *Capsicum* do país possuam em seu acervo acessos que podem ser utilizados no melhoramento genético com o objetivo de criar novas cultivares de pimentas ornamentais (Neitzke et al., 2010). Luz (2007) encontrou uma grande variabilidade entre acessos de *Capsicum chinense* avaliados por meio de descritores morfológicos e com potencial de uso desse germoplasma em programas de melhoramento. Sudré et al. (2005) publicaram um estudo de distância genética entre 56 acessos de pimenta e pimentão pertencentes à Coleção de Germoplasma de *Capsicum* da Universidade Estadual do Norte Fluminense utilizando técnicas multivariadas, onde sugeriram acessos para este fim.

A Embrapa Clima Temperado mantém desde 2003 um Banco Ativo de Germoplasma de *Capsicum*, o qual conserva acessos de *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* e *C. pubescens*. Para selecionar espécies com potencial ornamental devem-se considerar características morfológicas ornamentais como: porte baixo, tipo de flor (ou inflorescência), cor e formato frutos e folhas, indicados para o cultivo em vaso, principalmente, para a decoração de ambientes internos (Vieira, 2002).

Efeitos do etileno na pós produção de Pimentas Ornamentais.

Vários são os problemas encontrados na fase de pós-produção que afetam a qualidade e a vida de vaso de plantas ornamentais em geral, sendo a exposição ao etileno um dos mais importantes, principalmente durante o transporte e comercialização, onde as plantas muitas vezes são expostas a condições de baixa luminosidade e altas temperaturas (Hoyer, 1996).

O etileno é um fitormônio produzido em baixa concentração por todas as flores e plantas. Sua função é importante no crescimento e desenvolvimento, processo de floração, amadurecimento de frutos e no processo de senescência. Se há muito etileno no ar circundante (gases de exaustão ou por frutas maduras), as flores e plantas sensíveis ao etileno sofrerão murchamento, secagem do botão, epinastia, abscisão de folhas, flores e frutos, entre outros (Woltering *et al.*, 1996). Porém, a concentração de etileno requerida para causar estes efeitos é dependente de fatores como o tempo de exposição, temperatura, estágio de desenvolvimento e sensibilidade da espécie ou variedade (Hoyer, 1996).

A vida pós-colheita de muitas espécies de plantas ornamentais pode ser prolongada pelo uso de compostos que inibem a síntese ou ação de etileno (Serek & Reid, 1993). O aminoetoxivinilglicina (AVG), um inibidor da síntese do etileno, é uma das alternativas para a conservação de flores e plantas ornamentais (Serek & Sisler, 2001). Esta substância pode impedir a transformação da S-adenosilmetionina (SAM) em 1-aminociclopropano -1- ácido carboxílico (ACC) por inibir a atividade da enzima sintase do ACC (Yang & Hoffman, 1984). Outra forma de controle dos efeitos do etileno é a utilização de inibidores da ação que, no tratamento de flores, geralmente é mais eficaz do que a dos inibidores da síntese, pois bloqueiam o efeito do etileno exógeno presente na atmosfera de armazenamento, durante o transporte e a comercialização do produto (Porat *et al.*, 1995).

Vários são os compostos capazes de bloquear a ligação do etileno ao seu receptor na célula, causando inibição dos efeitos deste hormônio, como é o caso do 2,5-norbornadieno (NBD) e do diazocyclopentadieno (DACP), que retardaram o amadurecimento de maçãs (Gong & Tian, 1998), mas por serem tóxicos não têm sido comercialmente aceitos. O 1-metilciclopropeno (1-MCP ou C₄H₆) é um composto volátil recentemente descoberto e que tem demonstrado ser um potente inibidor da ação do etileno (Serek *et al.*, 1995). Embora o 1-MCP seja um gás, é formulado como pó, o

qual libera o ingrediente ativo quando misturado a uma solução básica ou água. O 1-MCP retarda a senescência de flores cortadas e plantas envasadas, quando aplicado em baixíssimas concentrações (Serek *et al.*, 1995; Porat *et al.*, 1995).

Em pimenta ornamental, são poucos os estudos realizados a respeito dos fatores pós-produção que afetam a qualidade e durabilidade comercial durante transporte, em ambientes de baixa luminosidade, sensibilidade ao etileno, e ação de anti-etilenos para o aumento da longevidade em vaso.

2. OBJETIVO GERAL

Estudar a variabilidade genética gerada a partir de cruzamentos de um experimento dialélico e utilizar esse conhecimento no melhoramento de pimenteira ornamentais.

2.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Estudar a variabilidade genética em 6 populações F_2 de pimenteiras ornamentais.

Quantificar a probabilidade que cada uma das 6 populações F_2 em gerar linhagens superiores para a resistência ao etileno.

Estudar na família C (134X137) quais plantas apresentaram maior resistência ao etileno.

Identificar e selecionar dentre as 6 populações F_2 estudadas quais as que tem maior diâmetro da corola, para utilização desses genótipos no melhoramento de pimenteiras ornamentais com essa finalidade.

Estudar o efeito do 1-metil-ciclo-propeno (1-MCP) em plantas de pimenteiras ornamentais quanto na resistência ao etileno.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLARD RW. 1971. Princípios do melhoramento genético das plantas. São Paulo: Edgard Blüchner, 381 p.

ABREU FB; LEAL NR; RODRIGUES R; AMARAL JUNIOR AT; SILVA DJH. 2004. Divergência genética entre acessos de feijão-de-vagem de hábito de crescimento indeterminado. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 22, n. 3, p. 547-552.

BENTO, C. S.; SUDRE, C. P.; RODRIGUES, R.; RIVA, E. M.; PEREIRA, M. G. Descritores qualitativos e multicategóricos na estimativa da variabilidade fenotípica entre acessos de pimentas. Scientia Agraria, v. 8, n. 2, p. 149-156, 2007.

BIANCHETTI, L. B. Aspectos morfológicos, ecológicos e biogeográficos de dez táxons de *Capsicum* (Solanaceae) ocorrentes no Brasil. 1996. 174f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade de Brasília: Departamento de Botânica do Instituto de Ciências Biológicas: Brasília, 1996.

BONTEMPO, M. Pimenta e seus benefícios à saúde. São Paulo: Alaúde Editorial, 2007. 101p.

BOSLAND, P.W. Breeding for quality in *Capsicum*. *Capsicum and Eggplant Newsletter*, v. 12, p. 25-31, 1993.

BUSO, G.S.C.; LOURENÇO, R.T.; BIANCHETTI, L. B.; LINS, T.C.L.; POZZOBON, M.T.; AMARAL, Z.P.S.; FERREIRA, M.E. Espécies silvestres do gênero *Capsicum* coletadas na mata atlântica brasileira e sua relação genética com espécies cultivadas de pimenta: uma primeira abordagem genética utilizando marcadores moleculares. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2001. 22p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 7).

CARDOSO AII. 2001. Melhoramento de hortaliças. In: NASS LL; VALOIS ACC; MELO IS; VALADARES MC. (eds) Recursos genéticos e melhoramento: plantas. Rondonópolis: Fundação MT. p. 293-325.

CARVALHO SIC, BIANCHETTI LB, RIBEIRO CSC, LOPES CA. 2006. Pimentas do gênero *Capsicum* no Brasil. Embrapa Hortaliças, Brasília: 11-14.

CASALI VWD; Couto FAA. 1984. Origem e botânica de *Capsicum*. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 10: p113.

CRUZ CD; CARNEIRO PCS. 2003. Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético. Editora da UFV, Viçosa.

FEHR WR. 1987. Principles of cultivar development: theory and technique. New York: MacMillan. 536p.

GONG, Y.; TIAN, M.S. Inhibitory effect of diazocyclopentadiene on the development of superficial scald in 'Granny Smith' apples. *Plant Growth Regulation*, v. 26, p. 117-121, 1998.

HEISER, C. B. Jr. Peppers – *Capsicum* (Solanaceae). IN: SIMMONDS, N. W. Evolution of crop plants. Longman, 1979, p. 265-273.

HOYER, L. Critical ethylene exposure for *Capsicum annuum* “Janne” is dependent on an interaction between concentration, duration and developmental stage. *Journal of Horticultural Science*, v. 71, n. 4, p. 621-628, 1996.

JINKS JL & POONI HS (1980) Comparing predictions of mean performance and environmental sensitivity of recombinant inbred lines based upon F₃ and triple test cross families. *Heredity*, 45:305-312.

JINKS JL & POONI HS (1976) Predicting the properties of recombinant inbred lines derived by single seed descent. *Heredity*, 36:253-266.

LUZ, F. J. F. Caracterizações morfológica e molecular de acessos de pimenta (*Capsicum chinense* Jacq.). 2007. 70 f. : il. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista.

PICKERSGILL, B. The domestication of chili peppers. IN: UCKO, P. J.; DIMBLEBY, G. W., ed. In: The domestication and exploitation of plants and animals. London, 1969. p. 443-450.

PICKERSGILL, B. Relationships between weedy and cultivated forms in some species of chilli peppers (genus *Capsicum*). *Evolution*, v. 25, p. 683-691, 1971.

PORAT, R.; HALEVY, A.H.; SEREK, M.; BOROCHOV, A. An increase in ethylene sensitivity following pollination is the initial event triggering an increase in ethylene production and enhanced senescence of *Phalaenopsis* orchid flowers. *Physiologia Plantarum*, v. 88, p. 243-250, 1995.

RAMALHO MAP; SANTOS JB; ZIMMERMAN MJ. 1993. Genética quantitativa em plantas autógamas. Goiânia, UFG, 271p.

REIFSCHNEIDER, F. J. B. (Org.) *Capsicum: pimentas e pimentões no Brasil*. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia. Embrapa Hortaliças, 2000. 113p.

RÊGO ER; RÊGO MM; FINGER FL; CRUZ CD; CASALI VWD 2009. A diallel study of yield components and fruit quality in chilli pepper (*Capsicum baccatum*). *Euphytica* 168: 275-287.

Rêgo ER; Rêgo MM; Cruz CD; Finger FL; Casali VWD 2011a. Phenotypic diversity, correlation and importance of variables for fruit quality and yield traits in Brazilian peppers (*Capsicum baccatum*). *Genet. Resour. Crop. Evol.* 58: 909-918.

SEREK, M. & E.C. SISLER. Efficacy of inhibitors of ethylene binding in improvement of the postharvest characteristics of potted flowering plants. *Postharvest Biology and Technology*, n. 23, p. 61-166, 2001

SEREK, M.; SISLER, E.C.; REID, M.S. 1-methylcyclopropene, a novel gaseous inhibitor of ethylene action, improves the life of fruit, cut flowers and potted plants. *Acta Horticulturae*, v. 394, p. 337-345, 1995.

SEREK, M.; SISLER, E.C.; REID, M.S. A volatile ethylene inhibitor improves the postharvest life of potted roses. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v. 119, p. 572-577, 1994.

TEIXEIRA, R. Diversidade em *Capsicum*: análise molecular, morfoagronômica e química. 1996. 84p. Dissertação de Mestrado - Universidade Federal de Viçosa.

WOLTERING, E.. Effects of ethylene on ornamental pot plants: A classification. *Scientia Horticulturae*, v. 31, p. 283-94, 1996.

YANG, S.F.; HOFFMAN, N.E. Ethylene biosynthesis and its regulation in high plants. *Annual Review of Plant Physiology*, v. 35, p. 155-189, 1984.

CAPÍTULO 1

Diversidade entre populações F₂ de pimenteira ornamental.

1. RESUMO

O melhoramento de pimenteiras tem sido feito por meio de seleção massal, nos últimos tempos, alguns melhoristas têm dado ênfase ao uso de hibridação em programas de melhoramento, portanto o conhecimento da diversidade gerada a partir dos cruzamentos é de suma importância para o sucesso de um programa de melhoramento. Assim os objetivos desse trabalho foram estudar a diversidade genética com base em 17 descritores qualitativos e 13 quantitativos. Inicialmente foram selecionados seis acessos de pimenteira ornamental para compor um experimento em dialelo 6x6 de tabela completa, após produzidas e avaliadas todas as 30 F₁ produzidas no experimento, foram selecionadas as 6 mais promissoras. A (134x137), B (77.1x01), C (137x134), D (132x134), E (01x132), F (137x77.1), as seis populações F₂ originadas a partir da autofecundação das F₁ foram caracterizadas com base nos descritores de *Capsicum*, cada população F₂ utilizada no experimento foi composta de 36 plantas, exceto as populações F com 26 e D com 35 plantas. Para a análise de diversidade genética foram geradas três matrizes de diversidade genética, a distância Euclideana média para dados quantitativos, o complemento do índice de compatibilidade simples para dados qualitativos, e a terceira foi o produto do somatório das duas últimas, sendo esta utilizada para o agrupamento de Tocher, a população que teve maior diversidade genética foi a B, a C foi a que apresentou menor diversidade.

2. INTRODUÇÃO

As pimentas pertencem ao gênero *Capsicum* (Solanaceae) e possuem espécies cultivadas no Brasil (CASALI, 1984). Entre elas, *Capsicum annuum* é amplamente cultivada e inclui as variedades mais comuns deste gênero como pimentões e pimentas doces (BUSO, 2001), além de certo número de pimenteiras ornamentais. Estas apresentam importante mercado para a agricultura brasileira, abrangendo o uso como matéria-prima para as indústrias alimentícia, farmacêutica e cosmética (RÊGO et al, 2009).

A variabilidade genética mantida em bancos de germoplasma é a base para obtenção de novas cultivares que vão permitir o atendimento a essa demanda. Dessa forma, a caracterização e a conservação dos recursos genéticos são de fundamental

importância não só para a conservação da variabilidade, mas também para a disponibilidade de acessos a serem utilizados em programas de melhoramento (CARVALHO et al., 2003).

Os aspectos morfológicos e fenológicos também devem ser observados de forma sistemática nos acessos, por meio de descritores, que são caracteres utilizados para descrever um acesso. Na avaliação de germoplasma, para maior confiabilidade dos dados, torna-se necessário o uso de um modelo experimental, que obedeça aos princípios básicos da experimentação agrícola (VALLS, 1988). Técnicas de análises multivariadas têm sido empregadas para a quantificação da divergência genotípica e fenotípica em várias espécies de hortaliças (Costa et al., 2006; Sudré et al., 2005; Abreu et al., 2004; Martinello et al., 2003; Rêgo et al., 2003, Rêgo et al., 2009, Rêgo et al.2011).

A diversidade disponível dentro das espécies de *Capsicum* domesticadas tem sido pouco explorada e ainda não foi esgotada. A divergência genética pode ser avaliada a partir de características agronômicas, morfológicas e moleculares. As informações múltiplas de cada acesso ou cultivar são expressas em medidas de dissimilaridade, que representam a diversidade em relação ao conjunto de acessos (PICKERSGILL, 1997).

As estimativas de dissimilaridade atendem aos objetivos do melhorista, por quantificarem e informarem o grau de semelhança ou de diferença entre pares de genótipos. Entretanto, quando o número de acessos é relativamente grande, torna inviável o reconhecimento de grupos homogêneos pelo exame visual das estimativas de distância. Devido a isso, os acessos semelhantes são reunidos com o uso de técnicas de agrupamento (Cruz e Carneiro, 2003). O objetivo desse trabalho foi estudar a variabilidade genética de seis populações F₂ com base em descritores qualitativos e quantitativos por meio de técnicas multivariadas, visando aproveitá-la no programa de melhoramento de pimenteiras ornamentais.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Material Genético

Inicialmente foram selecionados seis acessos de pimenteira com potencial ornamental pertencentes ao banco ativo de germoplasma da Universidade Federal da Paraíba para compor um experimento em dialelo 6x6 de tabela completa, após produzidas e avaliadas todas as 30 F₁ produzidas no experimento, foram selecionadas as 6 mais

promissoras, as seis populações F₂ originadas a partir da autofecundação das F₁, as populações selecionadas foram A (134x01), B (77.1x01), C (137x134), D (132x77.1), E (01x132), F (137x77.1), cada população F₂ utilizada no experimento foi composta de 36 plantas, exceto as populações F com 26 e D com 35 plantas.

Condução do Experimento

Todas as populações F₂ de pimenteira ornamental *Capsicum annuum* avaliadas nesse experimento foram caracterizados com base em 30 descritores de *Capsicum* propostos pelo IPGRI (1995), sendo 13 descritores quantitativos e 17 qualitativos, a caracterização foi realizada no Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita e Melhoramento de Hortaliças do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa DFT-UFV, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

A semeadura foi realizada em bandejas de isopor (poliestireno) de 128 células preenchidas com substrato comercial e quando as plantas apresentaram pelo menos 6 folhas definitivas foram transplantadas para vaso, todos os descritores foram avaliados a partir do aparecimento do primeiro fruto maduro, cada planta foi caracterizada individualmente de acordo com sua frutificação.

Descritores

Os descritores qualitativos avaliados foram; Para fruto: MAC= margem do cálice, MA= manchas de antocianina, CFI= cor do fruto imaturo, CFM= cor do fruto maduro, FFR= forma do fruto; Para planta: CC=cor do caule, PCA= pubescência do caule, ADN= antocianina do nó, CF= cor da folha, FFO= forma da folha, DFO= densidade de folhas, DR= densidade de ramos, HCP= habito de crescimento, DFR= densidade de frutos; Para flor: CCO=cor da corola, CAN=cor das anteras, CFI=cor do filete.

Os descritores quantitativos utilizados foram; Para fruto: CP = comprimento do pedúnculo (cm); CF = comprimento do fruto (cm); MADF = maior diâmetro do fruto (cm); MEDF = menor diâmetro do fruto (cm); Para o porte da planta foram: AP = altura de planta (cm); LP = Diâmetro da copa (cm); LT = Comprimento do caule (cm); DT = diâmetro do caule (cm); TF=comprimento da folha (cm), TP=comprimento do pecíolo (cm), LF= largura da folha(cm); Para flor : DCR= diâmetro da corola, LAP=largura da pétala.

Análise Estatística

Na análise de diversidade genética as medidas de dissimilaridade dos dados utilizadas foram:

Para os dados quantitativos foi utilizada a distância euclidiana média, dada por:

$$d_{ii'}^2 = \frac{1}{v} \sum_j (Y_{ij} - Y_{i'j})^2$$

Sendo v o número de características estudadas.

Para os qualitativos foi utilizado o complemento do índice de compatibilidade simples, dado por:

$$d_{ii'} = 1 - s_{ii'}$$

Onde $S_{ii'}$ é dado por:

$$s_{ii'} = \frac{c}{c + d}$$

Em que:

C: concordância de categoria; e

D: discordância de categoria.

A terceira matriz de dissimilaridade dos dados foi resultante da soma das duas últimas, onde cada uma delas teve peso um. Foi essa terceira matriz de dissimilaridade dos dados utilizada para o agrupamento de Tocher. Esse somatório de matrizes foi padronizado.

Efetou-se o agrupamento das plantas pelo método de Tocher para cada uma das seis populações F_2 utilizadas nesse estudo. Todas as análises estatísticas foram feitas utilizando o programa computacional GENES (Cruz, 2004).

4. RESULTADOS

A população F_2 que apresentou a maior formação de grupos foi a B com a formação de 11 grupos, o grupo um apresentou 11 plantas, o grupo dois formado por oito plantas, o quatro por seis plantas, o grupo três, cinco e seis com duas plantas e os demais grupos com genótipos isolados (tabela 1).

As populações que apresentaram a segunda maior diversidade genética foram E e F com 10 grupos cada, na população E o maior número de genótipos foi observado no grupo um, com 17 plantas, os grupos dois e três com cinco plantas, os grupos quatro e cinco com duas plantas, e os demais com uma planta. Já na população F o maior grupo

formado foi o dois com nove plantas, seguido pelo três com cinco plantas, o grupo um com quatro plantas, os quatro, cinco e seis com duas plantas, os demais grupos com uma planta (tabela 1).

Na população D foi observada a formação de sete grupos, os três primeiros grupos concentraram o maior número de genótipos, os grupos um, dois e três foram formados respectivamente por 23, seis e duas plantas, os outros grupos foram formados por genótipos isolados (tabela 1).

A população A teve a formação de seis grupos, onde a maior concentração de plantas ficou no grupo um com 30 genótipos, o grupo dois com duas plantas e os demais grupos com genótipos isolados (tabela 1).

A população C foi a que apresentou menor formação de grupos com cinco grupos, o grupo um foi o maior com 32 plantas, os outros 4 grupos foram compostos por plantas isoladas (tabela 1).

Tabela 1 - Agrupamento de seis populações F₂ de *Capsicum annuum* para 19 caracteres qualitativos e 13 quantitativos, conforme método de Tocher.

| Família | Grupo | Plantas |
|----------|-----------|--|
| A | 1 | 23, 7, 21, 15, 13, 11, 9, 17, 3, 2, 20, 30, 16, 8, 18, 6, 22, 19, 27, 5, 34, 33, 12, 14, 32, 35, 4, 25, 24 |
| | 2 | 1, 26 |
| | 3 | 31 |
| | 4 | 28 |
| | 5 | 36 |
| | 6 | 29 |
| B | 1 | 4,14, 16, 12, 22, 5, 6, 28, 9, 7, 35 |
| | 2 | 2, 13, 11, 25, 17, 34, 33, 30 |
| | 3 | 15, 23 |
| | 4 | 27, 32, 10, 36, 26, 18 |
| | 5 | 3, 24 |
| | 6 | 19, 21 |
| | 7 | 29 |
| | 8 | 1 |
| | 9 | 8 |
| | 10 | 31 |
| | 11 | 20 |
| C | 1 | 1 2 3 5 23 17 28 19 6 27 32 4 33 12 34 15 35 14 36 26 20 11 25 31 22 29 30 24 10 13 16 7 |
| | 2 | 21 |

| | | |
|----------|-----------|--|
| | 3 | 18 |
| | 4 | 9 |
| | 5 | 8 |
| D | 1 | 20, 29, 5, 19, 27, 28, 2, 9, 6, 4, 26, 13, 34, 24, 17, 30, 12, 1, 21, 11, 22, 10, 16 |
| | 2 | 3, 7, 8, 14, 31, 15 |
| | 3 | 23, 32 |
| | 4 | 33 |
| | 5 | 35 |
| | 6 | 25 |
| | 7 | 18 |
| E | 1 | 9,13, 28, 7, 19, 27, 14, 4, 5, 16, 15, 26, 10, 18, 8, 12, 33 |
| | 2 | 1, 36, 20, 2, 29 |
| | 3 | 25, 31, 32, 30, 35 |
| | 4 | 17, 21 |
| | 5 | 22, 34 |
| | 6 | 23 |
| | 7 | 3 |
| | 8 | 6 |
| | 9 | 24 |
| | 10 | 11 |
| F | 1 | 2, 22, 23, 5 |
| | 2 | 6, 20, 12, 28, 13, 14, 10, 27, 11 |
| | 3 | 7, 9, 4, 1, 17 |
| | 4 | 24, 26 |
| | 5 | 15, 25 |
| | 6 | 19, 21 |
| | 7 | 18 |
| | 8 | 16 |
| | 9 | 3 |
| | 10 | 8 |

5. DISCUSSÃO

Foi observado que todas as populações F_2 estudadas mostraram diversidade genética formando pelo menos seis grupos. Isso se deve ao fato de as mesmas serem resultantes da seleção de 30 F_1 com maior heterose e heterobeltiose de um cruzamento dialélico, com isso observamos que a seleção das F_1 foi eficiente para gerar diversidade genética nas gerações seguintes, o que é de grande importância em programas de melhoramento que utiliza a hibridação para gerar variabilidade genética.

A população D foi a que apresentou maior diversidade genética entre as populações F_2 estudadas sendo possível a formação de 11 grupos. As populações E e F também

apresentaram alta diversidade genética sendo possível a formação de dez grupos, assim foi possível gerar diversidade genética a partir dos cruzamentos entre os genitores mais divergentes, e com isso houve um maior número de recombinantes na população F₂, sendo possível realizar a seleção nessas famílias com ganhos genéticos.

Santos et al (2012) trabalhando com a integração de dados quantitativos e qualitativos obtiveram a formação de sete grupos, numa população F₂ de pimenteiros ornamentais com 45 plantas.

A utilização de caracteres multicategóricos é prática, econômica e demanda menor tempo, quando comparada a caracteres quantitativos e moleculares (Marim et al., 2009). Em muitas culturas, apesar dos caracteres quantitativos mais trabalhosas, esses têm sido mais utilizados em estudos de diversidade por apresentarem importância comercial (Gomes, 2007). Em pimenteiros ornamentais a natureza dos caracteres tem mesma importância uma vez que são considerados caracteres qualitativos como a cor da flor e fruto e quantitativos como a altura da planta. Com isso a importância de se fazer uma análise de diversidade que leve em consideração os dados de ambas naturezas.

Utilizando os dados de ambas naturezas na matriz de diversidade genética, é possível identificar genótipos mais parecidos ou mais distantes geneticamente com base em todas as características que realmente são importantes para o programa de melhoramento de pimenteiros ornamentais.

As populações A e D apresentaram seis e sete grupos, respectivamente, mas também foi observado nessas populações plantas recombinantes com alto potencial de ornamentação, bastante diferentes do que se tem visto no mercado, como plantas com o fruto imaturo roxo e maduro amarelo, entre outras que podem caracterizar uma nova cultivar uma vez que no mercado de ornamentais sempre há busca por novidades.

Já a população C apresentou menor diversidade genética entre as seis populações F₂ estudadas sendo possível a formação de apenas 6 grupos. Nessa população foi observado que as plantas diferiram apenas para os caracteres quantitativos. Os caracteres qualitativos apresentaram diversidade genética apenas em: cor do fruto imaturo, antocianina do nó, manchas de antocianina e cor do caule. As demais não apresentaram diversidade genética, pois os genitores dessa família eram muito semelhantes qualitativamente.

Sudré et al. (2006), ao estudarem a divergência fenotípica entre 59 acessos de *Capsicum* de espécies diferentes utilizando 15 descritores qualitativos, obtiveram a

formação de oito grupos pelo método de Tocher. Neitzke et al. (2008) obtiveram a formação de oito grupos de Tocher a partir de 35 acessos.

O presente estudo demonstra presença de diversidade genética nas gerações segregantes de *C. annuum* do banco ativo da Universidade Federal da Paraíba. Não foram identificadas duplicatas entre as plantas de uma mesma população.

6. CONCLUSÃO

Foi possível gerar diversidade genéticas nas populações segregantes de pimentas ornamentais a partir do cruzamento entre seus genitores, identificar a variabilidade genética existente em cada população F₂ estudadas através de caracteres qualitativos e quantitativos.

A integração de dados de diferentes naturezas, visando estudo de diversidade genética, pode ser realizada com êxito através da soma das matrizes geradas separadamente, desde que esse somatório seja padronizado.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU FB; LEAL NR; RODRIGUES R; AMARAL JUNIOR AT; SILVA DJH. 2004. Divergência genética entre acessos de feijão-de-vagem de hábito de crescimento indeterminado. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 22, n. 3, p. 547-552.

BUSO, G.S.C.; LOURENÇO, R.T.; BIANCHETTI, L. B.; LINS, T.C.L.; POZZOBON, M.T.; AMARAL, Z.P.S.; FERREIRA, M.E. Espécies silvestres do gênero *Capsicum* coletadas na mata atlântica brasileira e sua relação genética com espécies cultivadas de pimenta: uma primeira abordagem genética utilizando marcadores moleculares. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2001. 22p. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 7).

CASALI VWD; COUTO FAA. 1984. Origem e botânica de *Capsicum*. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 10: p113.

CARVALHO, S. I. C.; BIANCHETTI, L. De B.; BUSTAMANTE, P. G.; SILVA, D. B. Catálogo de germoplasma de pimentas e pimentões (*Capsicum* spp.) da Embrapa Hortaliças. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2003. 49 p.

COSTA FR; PEREIRA TNS; VITÓRIA AP; CAMPOS KP; RODRIGUES R; da SILVA DH; PEREIRA MG. 2006. Genetic diversity among *Capsicum* accessions using RAPD markers. Crop Breeding and Applied Biotechnology, Viçosa, v. 6, n. 1, p. 18-23.

CRUZ, C. D. Programa genes (versão Windows): aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 2004, 648 p.

GOMES, C. N. Caracterização morfo-agronômica e diversidade genética em mandioca *Manihotesculenta* Crantz. 2007. 72p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

IBPGR. Genetic resources of Capsicum – a global plan of action. International Board for Plant Genetic Resources. IBPGR SECRETARIAT, Rome, Italy. 1983. 108p.

IPGRI. Descriptores para *Capsicum* (*Capsicum* spp). Roma: IPGRI, 1995. 51 p.

MARIM, B.G.; SILVA, D.J.H.; SAMPAIO JÚNIOR, J.D.; CARNEIRO, P.C.S.; MIRANDA, G.V., MATTEDI, A.P., CALIMAN, F.R.B. Variabilidade genética e importância relativa de caracteres em acessos de germoplasma de tomateiro. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.44, p.1283-1290, 2009.

MARTINELLO GE; LEAL NR; AMARAL JÚNIOR AT; PEREIRA MG; DAHER RF. 2003. Diversidade genética em quiabeiro baseada em marcadores RAPD. Horticultura Brasileira, Brasília, v. 21, n. 1, p. 20-25.

NEITZKE R. S. et al. Divergência genética entre variedades locais de *Capsicum baccatum* utilizando caracteres multicategóricos Magistra, v.20, n.3, p.249-255, 2008. Disponível em: . Acesso em: 11 de setembro de 2015.

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

RÊGO ER; RÊGO MM; CRUZ CD; FINGER FL; AMARAL DSSL. 2003. Genetic Diversity analysis of peppers: a comparison of discarding variables methods. Crop Breeding and Applied Biotechnology, Londrina, v. 3, n. 1, p. 19-26.

RÊGO ER; RÊGO MM; SILVA DF; CORTEZ RM; SAPUCAY MJLC; SILVA DR; SILVA JUNIOR SJ. 2009b. Selection for leaf and plant size and longevity of ornamental peppers (*Capsicum* spp.) grown in greenhouse condition. Acta Horticulturae, v. 829, p. 371-375.

RÊGO ER; RÊGO MM; CRUZ CD; FINGER FL; CASALI VWD 2011a. Phenotypic diversity, correlation and importance of variables for fruit quality and yield traits in Brazilian peppers (*Capsicum baccatum*). Genet. Resour. Crop. Evol. 58: 909-918.

SANTOS RMC. Variabilidade genética, controle genético e avaliação de características de pimentas ornamentais (*Capsicum annuum*). 2012. 70p. Tese (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2012.

SUDRÉ CP; RODRIGUES R; RIVA EM; KARASAWA M; AMARAL JÚNIOR AT. 2005. Divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão utilizando técnicas multivariadas. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 23, n. 1, p. 22-27.

SUDRÉ C.P.; CRUZ C.D.; RODRIGUES R.; RIVA EM; AMARAL JÚNIOR A.T.; SILVA D.J.H.; PEREIRA T.N.S. Variáveis multicatóricas na determinação da divergência genética entre acessos de pimenta e pimentão. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v. 24 n. 1, p. 88-93, 2006.

VALLS, J.F.M. Caracterização morfológica, reprodutiva e bioquímica de germoplasma vegetal. In ANAIS DO ENCONTRO SOBRE RECURSOS GENETICOS. Jaboticabal. FCAV, 106-120p, 1988.

Capítulo 2

Capacidade de produzir linhagens resistentes ao etileno em populações F₂ de pimenteira ornamentais.

1. RESUMO

Várias metodologias foram desenvolvidas com o objetivo de auxiliar os melhoristas na escolha das populações segregantes. A metodologia de Jinks e Pooni (1976) permite prever o potencial de uma dada população em gerar linhagens superiores a um determinado padrão de referência na geração F_∞, utilizando, para isso, estimativas de média e variância nas gerações iniciais. O objetivo desse trabalho foi avaliar a sensibilidade de seis populações F₂ ao etileno bem como avaliar a capacidade que cada população tem de produzir linhagens resistentes a altas concentrações de etileno no ambiente. Inicialmente foram selecionados seis acessos de pimenteira ornamental para compor um experimento em dialelo 6x6 de tabela completa, após produzidas e avaliadas todas as 30 F₁ produzidas no experimento, foram selecionadas as 6 mais promissoras. A (134x01), B (77.1x01), C (137x134), D (132x77.1), E (01x132), F (137x77.1), as plantas de seis populações F₂ originadas a partir da autofecundação das F₁ foram submetidas a simulação de transporte onde estas com aproximadamente 30% de frutos maduros e nenhuma flor, foram levadas ao laboratório de Pós-colheita do Departamento de Fitotecnia, onde foram colocadas em câmaras de 60 L, no escuro, e expostas às concentrações de 10 µL L⁻¹ (10 ppm) de etileno por 48 horas, pela metodologia de Jinks e Pooni (1976). As populações mais promissoras para a produção de linhagens resistentes ao etileno foram A e C, as menos promissoras foram as D e F.

2. INTRODUÇÃO

Vários são os problemas encontrados na fase de pós-produção que afetam a qualidade e a vida de vaso de plantas ornamentais em geral, sendo a exposição ao etileno um dos mais importantes. Essa exposição ocorre principalmente durante o transporte e comercialização, onde as plantas são submetidas a várias situações de estresse como: estresse hídrico, baixa luminosidade e altas temperaturas (Hoyer, 1996).

O etileno é um fitormônio produzido em baixa concentração por todos os órgãos da planta (Verdugo et al., 2003), e que regula uma série de processos de desenvolvimento e está associado a resposta a estresses, age induzindo abscisão de folhas, amadurecimento de frutos, senescência de órgãos, germinação de sementes e crescimento de plântulas. Geralmente a taxa de produção de etileno, pelas células,

aumenta com a maturação, as injúrias físicas, a incidência de doenças, o aumento da temperatura, até 35 °C, e o estresse hídrico (Kader, 1992).

Em diversas espécies ornamentais o etileno exerce importante papel na aceleração da senescência, resultando na deterioração dos tecidos e consequente redução da vida pós-colheita. A resposta do tecido vegetal ao etileno é acompanhada pela indução autocatalítica do próprio hormônio, ou seja, a exposição do tecido ao etileno estimula a sua própria biossíntese, devido ao aumento das enzimas sintase do ACC e oxidase do ACC. Um dos possíveis mecanismos que contribuem para a indução da biossíntese do etileno é a mudança na receptividade do tecido ou na sensibilidade ao etileno (Altvorst & Bovy, 1995).

Conforme relataram Nowak & Rudnicki (1990), as plantas variam quanto ao grau de sensibilidade ao etileno, de acordo com a espécie estudada. A idade também é importante, já que se observa a existência de relação direta entre idade da planta e sensibilidade ao etileno, e quanto mais velho o tecido, menores serão as concentrações de etileno necessárias para desencadear o processo de senescência (Porat *et al.*, 1995).

Dentre as plantas ornamentais cultivadas em vaso, as pimentas têm-se destacado pela crescente e contínua aceitação pelo mercado consumidor (Upnmoor, 2003). Em princípio, qualquer espécie de pimenta poderia ser utilizada como planta ornamental, porém as de menor porte, com frutos coloridos, eretos e vistosos, são as mais indicadas para o plantio em vasos, devido às qualidades estéticas, principalmente na decoração de ambientes internos (Vieira, 2002). Contudo no melhoramento dessas plantas é necessário fazer seleção das populações mais promissoras para uma determinada característica, e para isso o melhorista usa algumas metodologias propostas para a seleção de populações segregantes.

Várias metodologias foram desenvolvidas com o objetivo de auxiliar os melhoristas na escolha das populações segregantes. Algumas dessas metodologias se baseiam apenas em informações dos genitores, como o desempenho médio, o coeficiente de parentesco e a diversidade genética, enquanto outras utilizam o comportamento das progênes oriundas dos cruzamentos, como a análise dialélica, o método proposto por Jinks e Pooni (1976) e as estimativas de $m+a'$ e d (Vencovsky, 1987).

A metodologia de Jinks e Pooni (1976) permite predizer o potencial de uma dada população em gerar linhagens superiores a um determinado padrão de referência na geração F_{∞} , utilizando, para isso, estimativas de média e variância nas gerações iniciais.

Dessa forma, essa metodologia torna possível o descarte de populações segregantes menos promissoras, logo no início do programa. Na maioria dos casos, tem sido utilizado como padrão de referência os próprios genitores, uma linhagem de desempenho conhecido ou cultivar adaptada à região de interesse do melhorista, sem qualquer alteração do método (Pooni e Jinks, 1978).

O objetivo desse trabalho foi avaliar a respostas de seis populações F₂ ao etileno bem como avaliar a capacidade de cada população tem de produzir linhagens resistentes a altas concentrações de etileno no ambiente.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Material Vegetal

Inicialmente foram selecionados seis acessos de pimenteira ornamental para compor um experimento em dialelo 6x6 de tabela completa, após produzidas e avaliadas todas as 30 F₁ produzidas no experimento, foram selecionadas as 6 mais promissoras. A (134x01), B (77.1x01), C (137x134), D (132x77.1), E (01x132), F (137x77.1), as seis populações F₂ originadas a partir da autofecundação das F₂, cada população F₂ utilizada no experimento foi composta de 36 plantas, exceto as populações F com 26 e D com 35 plantas.

Condução do Experimento

Foi avaliada a sensibilidade ao etileno das seis populações F₂ de pimenta ornamental, e duas variedades comerciais provenientes do Banco de Germoplasma do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa. Ao atingirem estágio de desenvolvimento considerado adequado para comercialização, as plantas com aproximadamente 30% de frutos maduros e nenhuma flor, foram levadas ao laboratório de Pós-colheita do Departamento de Fitotecnia, onde foram colocadas em câmaras de 60 L hermeticamente fechadas, no escuro, simulando transporte, e expostas às concentrações de 10 µL L⁻¹ (10 ppm) de etileno por 48 horas, foram colocadas três plantas por câmara por vez. A simulação de transporte foi parcial, pois, não foram analisados fatores como a vibração e a temperatura.

Analise Estatística

A predição do potencial das populações segregantes, realizada para as populações F₂, foi feita pela metodologia de Jinks e Pooni (1976), que estima a probabilidade de cada população originar linhagens que superem um determinado padrão (PSP). Essa probabilidade corresponde à área à direita de um determinado valor de x na abscissa da distribuição normal, calculada utilizando as propriedades de uma distribuição normal padronizada, estimando-se a variável Z pela expressão $Z = (x - m)/s$, em que: x = média da linhagem padrão (L); m = média das linhagens na geração F_∞ que, em um modelo sem dominância, corresponde à média da geração em estudo (\bar{F}_{ni}); e s = desvio-padrão fenotípico entre as linhagens ($s = \sqrt{\hat{\sigma}_{Fi}^2}$).

A variância genética entre as linhagens ($\hat{\sigma}_{Gl}^2$) equivale a duas vezes a variância genética aditiva ($\hat{\sigma}_A^2$) presente na F₂. Para um modelo sem dominância, a variância fenotípica da geração F₂ ($\hat{\sigma}_{F2}^2$) contém $\hat{\sigma}_A^2 + \hat{\sigma}_E^2$. Logo, $2\hat{\sigma}_A^2 = 2\hat{\sigma}_{F2}^2 - 2\hat{\sigma}_E^2$. Considerando que a variância ambiental da geração F₂ possa ser estimada pela variância das linhagens (testemunhas), tem-se que $s = \sqrt{\hat{\sigma}_{Fi}^2} = \sqrt{2\hat{\sigma}_A^2 + \hat{\sigma}_E^2} = \sqrt{2\hat{\sigma}_{F2}^2 - \hat{\sigma}_E^2}$. Portanto, para uma dada população i, $Z_i = (\bar{L} + \bar{F}_{2i}) / \sqrt{2\hat{\sigma}_{F2i}^2 - \hat{\sigma}_{Ei}^2}$.

Foi estimada a probabilidade de cada população gerar linhagens que superem o acesso MG 7073 em 30%, MG 76 em 10%, e também de gerar linhagens que após a 48 horas de exposição ao etileno permaneçam com pelo menos 50% das folhas quando as pimenteiros ornamentais perdem a vida de prateleira.

A variância fenotípica de cada uma das populações ($\hat{\sigma}_{Fi}^2$) foi estimada, com base em todas as plantas de cada população. Como estimativa da variância ambiental para as populações foi utilizada a média das variâncias ambientais dos acessos MG7073 e MG76. A variância ambiental de cada testemunha correspondeu à estimativa da variância fenotípica destas.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando a metodologia de Jinks e Pooni (1976), com base na resistência ao etileno, observou-se que as populações A, C e E foram as que apresentaram a maior

probabilidade de gerar linhagens superiores para a resistência ao etileno. As linhagens com menor probabilidade foram B e F (Tabela 1).

Foi observado que a predição pela metodologia de Jinks e Pooni (1976) não é influenciada apenas pela herdabilidade, porque populações como B e D tiveram baixos valores para a predição, porém com valores de herdabilidade acima dos 94 % (Tabela 1). Isso se deve ao fato de apesar de essas populações apresentarem alta variância foi observado valores para a médias muito baixas, esses dois parâmetro são levadas em consideração quando é feita a predição por essa metodologia. Triller e Toledo (1996) trabalhando com soja também verificaram que, a predição por essa metodologia não foi influenciada pela herdabilidade.

A população C apresentou os maiores valores de PSP. Essa população apresentou média elevada para a característica , 35% das folhas não sofreram abscisão após 48 horas de simulação de transporte. Na Figura 1 é possível observar o potencial dessa população em produzir linhagens superiores, as duas plantas mostradas passaram pela simulação de transporte na mesma câmara de aplicação de etileno, a planta C1 resistente teve 70% das folhas na planta, já a C35 teve 0% (dados não mostrados).

Segundo Khan (2006), a resposta ao etileno pode variar entre ou dentre espécies, além de cada parte da planta apresentar diferentes níveis de sensibilidade a esse hormônio. Plantas são consideradas altamente sensíveis ao etileno quando apresentam senescência foliar à exposição 0,5-1 $\mu\text{L L}^{-1}$ de etileno. A sensibilidade para cada planta pode ser determinada pelo uso de 10 $\mu\text{L L}^{-1}$ de etileno. Concentrações superiores não são encontradas naturalmente ou em ambientes fechados, portanto, plantas sensíveis a concentrações superiores podem ser consideradas insensíveis ao etileno (Khan, 2006).

Trabalhos demonstram que a resposta da planta ao etileno depende do estágio de desenvolvimento, genótipo, concentração, tempo de exposição e órgão da planta (Hoyer, 1996). Assim, sugere-se, que os diferentes níveis de sensibilidade observados nas plantas em resposta a exposição ao etileno, foram em função do genótipo, visto que, todas as plantas encontravam-se em mesmo estágio de desenvolvimento e receberam o mesmo tratamento (ambiente, concentração e tempo de exposição ao etileno).

Também foi observada uma baixa influência do ambiente no experimento isso se deve ao fato de todo o experimento ser realizado em ambiente controlado, e as variâncias usadas como variância ambiental foi a média das variâncias dos acessos MG7073 e MG

76 sendo estas muito baixas, evidenciando uma alta precisão do experimento, e como consequência da variância ambiental baixa, foi observado altos valores para a herdabilidade.

Todas as populações apresentaram herdabilidade acima dos 94%, exceto a F com 41,05%. Assim com a seleção dos tipos superiores é possível obter ganhos. Associado ao conhecimento que a família C é a mais promissora em produzir linhagens superiores para a resistência ao etileno, é possível obter uma linhagem de pimenta ornamental tolerante ao etileno em gerações avançadas. Santos et al, (2014) estudando outras características em pimenteiros ornamentais como matéria fresca, número de sementes e o peso médio do fruto, observaram que essas características apresentaram valores de herdabilidade no sentido amplo acima dos 90%,

O genitor de maior contribuição na formação de populações mais promissoras resistentes ao etileno foi o 134, estando presente em duas (C e A) das três populações com maiores valores de PSP para a resistência ao etileno, e o 01 estando presente em duas (A e E). Assim estes genitores poderão ser utilizados no programa de melhoramento de pimenteiros ornamentais que visem maior resistência ao etileno.

O genitor 77.1, foi o que menos contribuiu para a formação das populações resistentes ao etileno, pois as duas populações (D e F) em que foi genitor foram as menos promissoras para a resistência a esse fitormônio. Com isso esse genitor deve ser descartado em futuros cruzamentos que visem aumentar a resistência de pimentas ornamentais ao etileno.

Tabela 1- Probabilidade de obtenção de linhagens que superam o acesso MG7073 em 30% (PSP), MG76 em 10% (PSMG), e tenham abscisão foliar inferior a 50% (PSPR), para resistência ao etileno em seis populações F₂ de pimenteiros ornamentais, a herdabilidade h², e a média de cada população.

| População | PSP | PSMG | PSPR | h ² (%) | Media(%) |
|-----------|-------|-------|-------|--------------------|----------|
| A | 42,07 | 10,38 | 19,49 | 98,55 | 27,77 |
| B | 1,7 | 0,00 | 0,02 | 94,08 | 6,19 |
| C | 46,41 | 7,49 | 21,19 | 98,31 | 30,78 |
| D | 9,3 | 0,07 | 0,6 | 95,41 | 13,98 |
| E | 37,4 | 9,51 | 17,36 | 98,69 | 24,30 |
| F | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 41,05 | 2,58 |

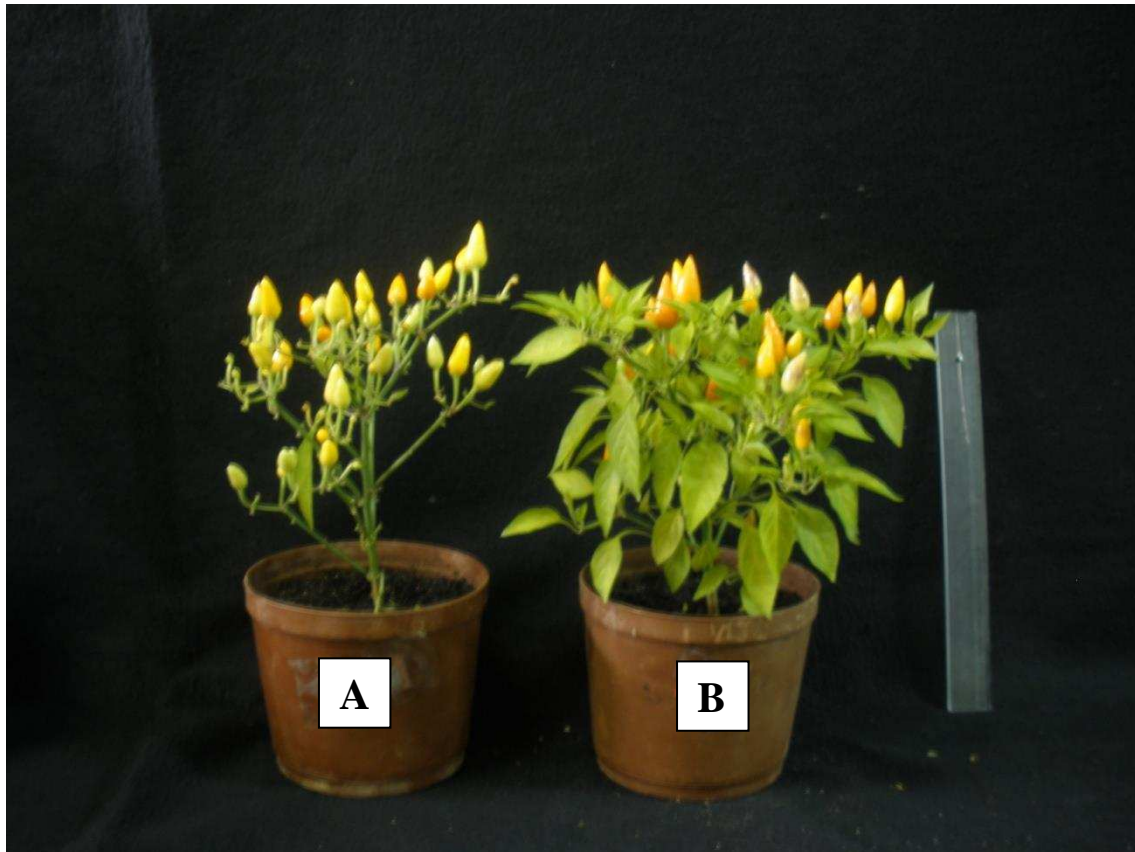


Figura 1- Efeito de $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno por 48 h em plantas de pimenta ornamental (*C. annuum*), na população C, A= planta 33, B= planta 1.

5. CONCLUSÃO

Foi possível identificar genótipos tolerantes ao etileno, bem como identificar população com alto potencial para produção de linhagens ao etileno.

A população C foi a que apresentou maior probabilidade de produção de linhagens superiores, sendo possível em breve ter uma variedade que é geneticamente resistente ao etileno.

A população F apresentou a menor possibilidade de gerar linhagens resistentes ao etileno, com 0,00% de possibilidade de gerar linhagens superiores.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALTVORST, A.C.V.; BOVY, A.G. The role of ethylene in the senescence of carnation flower, a review. *Plant Growth Regulation*, v.16, n.1, p.43-53, 1995.

HOYER, L. Critical ethylene expose for *Campsinicum annuum* 'Janne' is dependent on an interaction between concentration, duration and developmental stage, *Journal of Horticultural Science*, v.71, p.621, 1996.

JINKS JL & POONI HS (1980) Comparing predictions of mean performance and environmental sensitivity of recombinant inbred lines based upon F₃ and triple test cross families. *Heredity*, 45:305-312.

JINKS JL & POONI HS (1976) Predicting the properties of recombinant inbred lines derived by single seed descent. *Heredity*, 36:253-266.

KHAN, A.S.; SINGH, Z. 1-MCP application suppresses ethylene biosynthesis and retards fruit softening during cold storage of 'Tegan Blue' Japanese plum. *Plant Science*, Amsterdam, v.176, n.4, p.539-544, 2009.

Kader, A.A. Post harvest technology of horticultural crops. Oakland: university of California. Division of Agriculture and natural Resources. Oakland. USA. Publication, 3311, 1992. 296p.

PORAT, R.; HALEVY, A.H.; SEREK, M.; BOROCHOV, A. An increase in ethylene sensitivity following pollination is the initial event triggering an increase in ethylene production and enhanced senescence of *Phalaenopsis* orchid flowers. **Physiologia Plantarum**, v. 88, p. 243-250, 1995.

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

TRILLER C & TOLEDO JFF (1996) Using the F₃ generation for predicting the breeding potential of soybean crosses. *Revista Brasileira de Genética*, 19:289-294.

UPNMOOR, I. Cultivo de plantas ornamentais. Ed. Agropecuaria, 2003. 59p.

Vencovsky R (1987) Herança quantitativa. In: Paterniani E & Viegas GP (Eds.) *Melhoramento e produção de milho*. Campinas, Fundação Cargill. p.137-209.

Verdugo, G.; Araneda, L. y Riffo, M. O. 2003. Efecto de inhibidores de etileno en postcosecha de flores cortadas de *Lilium*. *Ciencia e Investigación Agraria*. 30:89-95.

Vieira, M. A. Uso de polímero hidroabsorvente: efeito sobre a qualidade de substrato horticolas e crescimento de mudas de pimentão ornamental. 2002. 113f. Tese (Doutorado em Agronomia _ produção Vegetal) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel, Rio Grande do Sul.

Capítulo 3

Ornamental Pepper Breeding: Could a Chili be a Flower Ornamental Plant?

R.M.C. Santos, N.F.F. Nascimento, A. Borém,
F.L. Finger, G.C. Carvalho, M.F. Nascimento
and R.C. Lemos
Universidade Federal de Viçosa
Departamento de Fitotecnia
Viçosa-MG
Brazil

E.R. Rêgo and M.M. Rêgo
Centro de Ciências Agrárias
Universidade Federal da Paraíba
Areia, Paraíba
Brazil

Keywords: *Capsicum annuum*, colored flowers, genetic resources, variability

Abstract

The chili peppers are best known by the range of their fruit shapes and colors. Despite their flowers show different colors, they are small, around 1 cm, to be attractive as an ornamental to consumers. The objective of this work was to evaluate six different F₂ families aiming to select plants with large flowers. For this, 36 plants of each family were sown in plastic pots with commercial substrate. The corolla length and petal width were evaluated. The experiment was carried out in a completely randomized design in a factorial scheme (6 x 36), with three replicates. The first factor was the six families and the second factor was the 36 plants within families. The data were submitted to analyses of variance and the means were grouped by Scott-Knott criteria ($p \leq 0.01$). There was interaction for both evaluated traits. Variation was detected between and within families. The 132 x 134 family showed flowers size up to 2.2 cm and petals up to 0.65cm, contrasting with the average of 0.5 cm in the other evaluated F₂ plants. The flower length was twice longer than the length in normal ornamental chili peppers. It is possible to select for this trait and making the flower of *Capsicum* more attractive for commercial purpose. Breeders of the Federal University of Paraíba and Federal University of Viçosa are also working with the objective to select different flower color in this species.

INTRODUCTION

The genus *Capsicum* was originated in the American tropics. Hot peppers have now spread throughout the American, African and Asian tropics, where their fruits are valued for the flavor they add to the local diet (Pickersgill, 1997).

In addition to its use in cooking, some types of the genus *Capsicum* peppers are used as ornamental plants, due to their characters that give an aesthetic value, such as variegated leaves, dwarf plant and fruits of intense color that contrast with the foliage and also because they are easy to grow and have great durability (Carvalho et al., 2006). Ornamental chili can have all the colors of the rainbow, often displaying pods in four or five colors on the same plant at the same time (Bosland, 1994). In the past, they have been called Christmas peppers because of the bright red fruits during the holiday season. Decorations, such as wreaths, made with chili that can be dehydrated are popular in the southwestern United States, and are a major tourist product (Bosland, 1997). As in other crops, the choice of breeding methods for chilli breeding depends on the objectives and the plant material being used as parents (Greenleaf, 1986). The strategy of the chili breeder is to assemble into a cultivar the superior genetic potential for yield, protection against biotic and abiotic stresses, and improved quality. Chili cultivars have been developed using selection within introductions and hybridization followed by selection (Bosland, 1996).

The knowledge of variability available in a trait allows determining the criteria and selection intensity, to construct ideotypes as the conducting method of selection in segregate generation. The objective of this work was to evaluate six different F₂ families aiming to select plants with bigger flowers.

MATERIALS AND METHODS

The experiments were conducted in a greenhouse at University Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brazil. 36 plants of six F₂ families (A, B, C, D, E and F) (Fig. 1) were sown in polystyrene trays with 128 cells and were transplanted when they had six true leaves to plastic pots with the same commercial substrate. The F₂ seeds were obtained from the selfing of six hybrid crossing among ornamental peppers accessions belonging to the *Capsicum* germplasm bank of University Federal of Paraíba, Brazil.

The corolla length and petal width were the evaluated traits. The experiment was carried out in a completely randomized design in a factorial scheme (6 x 36), with three replicates totalizing 216 observations per family. The first factor was the six families and the second factor was the 36 plants within families. The data were submitted to analyses of variance and the means were grouped by Scott-Knott criteria ($p \leq 0.01$).

RESULTS AND DISCUSSION

There was significant interaction between families ($p \leq 0.05$), indicating the existence of variability between plants within the same family (Table 1). The major corolla length was found in family D, followed by family C. The families A and B showed minor corolla length means. Similar behavior was observed for petal width (Table 2).

When the behavior of plants within each family was compared in the families A, C, D and E it was possible to form two groups for corolla length. The families B and F presented more variability for this trait. They form three groups (Table 3). This variability among the plants within each family can be used in breeding programs. Similar results were found by Rêgo et al. (2011) working with 70 genotypes of peppers. These authors obtained the formation of five groups for corolla length in their work. Fifteen plants of family D showed major values for corolla length. The families A, B, C, E and F showed 17, 3, 19, 18 and 3 plants with largest corolla, respectively (Table 3). These plants should be selected and used in program breeding of ornamental peppers with the goal of increase the corolla size, some of genotypes presented corolla length equal Black Pearl which is a variety ornamental pepper of garden. Barroso et al. (2011) working with ornamental peppers found various genotypes with potential to be selected aiming to reduce the plant size and raise the leaf size. Different results were observed by Pandeva (2005) finding corolla variability among mutants in the genus *Capsicum*. In some genotypes, the corolla was smaller than the calyx. Considering the characteristic petal width of plants within each family, the major values were found for family D. There were no differences among plants within families A and C ($p \leq 0.01$) (Table 3).

CONCLUSIONS

There was variability among the evaluated genotypes for corolla length and petal width. Breeding programs aiming to increase the corolla length in ornamental pepper can benefit from this diversity to develop new varieties.

Literature Cited

- Barroso, P.A., Rêgo, E.R., Rêgo, M.M., Nascimento, N.F.F., Leite, O.S. and Ferreira, K.T.C. 2011. Análise de geração segregante para componentes de porte de planta em pimenteiros ornamentais. p.2975-2980. In: Congresso Brasileiro De Olericultura, 51. Anais. Viçosa: ABH.
- Bosland, P.W. 1994. Chiles: history, cultivation, and uses. p.347-366. In: G. Charalambous (ed.), Spices, herbs, and edible fungi. Elsevier Publ., New York.

- Bosland, P.W. 1996. Capsicums: Innovative uses of an ancient crop. p.479-487. In: J. Janick (ed.), Progress in new crops. ASHS Press, Arlington, VA.
- Carvalho, S.I.C., Bianchetti, L.B., Ribeiro, C.S.C. and Lopes, C.A. 2006. Pimentas do gênero *Capsicum* no Brasil, Embrapa Hortaliças. Documento n. 94, Brasília, Embrapa Hortaliças. 27p.
- Greenleaf, W.H. 1986. Pepper breeding. p.67-134. In: M.J. Bassett (ed.), Breeding vegetable crops. AVI, Westport, CT.
- Pandeva, R. 2005. Mutations resulted from interspecific hybridization within the genus *Capsicum*. 60 years Agricultural University – Plovdiv, Jubilee Scientific Conf. “State of-the-art and problems of agricultural science and education” Scientific Works 50: 421-426 (in Bulg.).
- Pickersgill, B. 1997. Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. Euphytica 96: 129-133.
- Rêgo, E.R., Nascimento, N.F.F., Nascimento, M.F., Santos, R.M., Leite, P.S.S. and Finger, F.L. 2011. Caracterização fenotípica para caracteres de porte em família F₂ de pimenteiras ornamentais. p.2909-2916. In: Congresso Brasileiro De Olericultura, 51. Viçosa.

Tables

Table 1. Analysis of variance from two flower characteristics of six F₂ families of ornamental chili pepper.

| FV | Diameter of corolla | | Petal width | |
|---------|---------------------|---------|-------------|--------------------|
| | QM | F | QM | F |
| Plants | 0.149 | 4.68** | 0.010 | 1.88 ^{NS} |
| Family | 2.03 | 63.47** | 0.166 | 29.37** |
| F×P | 0.116 | 3.62** | 0.013 | 2.33* |
| Residue | 0.032 | | 0.005 | |

* (p≤0.05) ** (p≤0.01) significant by F test, NS – not significant.

Table 2. Means two flower characteristics of six F₂ families of ornamental chili pepper.

| Family | Means | |
|--------|----------------|-------------|
| | Corolla length | Petal width |
| A | 1.84 d | 0.55 c |
| B | 1.79 d | 0.55 c |
| C | 1.95 b | 0.60 b |
| D | 2.18 a | 0.65 a |
| E | 1.90 c | 0.57 c |
| F | 1.88 c | 0.56 c |

Means followed by same letters in column belong to the same group by Scott-Knott criteria (p≤0.01).

Table 3. Means two flower characteristics of six F₂ families of ornamental chili pepper.

| Genotypes | Mean | | | | | | | | | | | |
|-----------|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | Diameter of corolla | | | | | | Petal width | | | | | |
| | Family A | Family B | Family C | Family D | Family E | Family F | Family A | Family B | Family C | Family D | Family E | Family F |
| Plants 1 | 1.69 b | 1.96 b | 1.83 b | 2.09 b | 1.76 b | 1.86 c | 0.53 a | 0.62 a | 0.57 a | 0.72 a | 0.54 b | 0.50 b |
| Plants 2 | 1.61 b | 1.36 c | 1.79 b | 2.52 a | 1.78 b | 1.79 c | 0.57 a | 0.59 a | 0.50 a | 0.77 a | 0.50 b | 0.53 b |
| Plants 3 | 1.77 b | 1.85 c | 1.99 a | 2.05 b | 2.12 a | 1.65 c | 0.56 a | 0.58 a | 0.54 a | 0.64 b | 0.54 b | 0.49 b |
| Plants 4 | 1.54 b | 1.83 c | 1.88 b | 2.22 a | 1.86 b | 1.70 c | 0.48 a | 0.60 a | 0.51 a | 0.71 a | 0.57 b | 0.48 b |
| Plants 5 | 1.89 a | 1.93 b | 1.88 b | 2.11 b | 1.99 a | 1.73 c | 0.49 a | 0.60 a | 0.55a | 0.61 b | 0.59 a | 0.52 b |
| Plants 6 | 1.60 b | 1.82 c | 2.09 a | 2.43 a | 2.05 a | 1.73 c | 0.51 a | 0.59 a | 0.59 a | 0.78 a | 0.70 a | 0.55 b |
| Plants 7 | 1.59 b | 1.58 c | 2.08 a | 2.17 b | 1.76 b | 1.83 c | 0.54 a | 0.42 b | 0.64 a | 0.60 b | 0.53 b | 0.56 b |
| Plants 8 | 1.81 b | 1.72 c | 2.33 a | 2.25 a | 1.96 a | 1.57 c | 0.57 a | 0.54 a | 0.73 a | 0.74 a | 0.67 a | 0.54 b |
| Plants 9 | 1.99 a | 1.92 b | 2.06 a | 2.38 a | 1.92 a | 2.36 a | 0.43 a | 0.60 a | 0.58 a | 0.71 a | 0.55 b | 0.58 b |
| Plants 10 | 1.98 a | 1.83 c | 2.13 a | 2.17 b | 1.61 b | 1.94 c | 0.60 a | 0.57 a | 0.63 a | 0.63 b | 0.56 b | 0.62 a |
| Plants 11 | 1.96 a | 1.98 b | 2.24 a | 1.87 b | 2.05 a | 1.66 c | 0.57 a | 0.46 b | 0.62 a | 0.66 a | 0.63 a | 0.54 b |
| Plants 12 | 1.80 b | 1.76 c | 1.81 b | 2.05 b | 1.89 b | 2.03 b | 0.54 a | 0.59 a | 0.59 a | 0.72 a | 0.60 a | 0.60 a |
| Plants 13 | 1.90 a | 1.70 c | 2.13 a | 2.29 a | 1.68 b | 2.12 b | 0.57 a | 0.52 a | 0.62 a | 0.67 a | 0.49 b | 0.65 a |
| Plants 14 | 1.82 b | 1.72 c | 1.59 b | 2.46 a | 1.88 b | 1.97 b | 0.56 a | 0.55 a | 0.55 a | 0.67 a | 0.64 a | 0.60 a |
| Plants 15 | 1.83 b | 2.47 a | 1.99 a | 1.93 b | 1.85 b | 1.87 c | 0.53 a | 0.63 a | 0.67 a | 0.54 b | 0.53 b | 0.56 b |
| Plants 16 | 1.92 a | 1.71 c | 1.86 b | 2.05 b | 1.78 b | 2.01 b | 0.54 a | 0.57 a | 0.50 a | 0.71 a | 0.63 a | 0.63 a |
| Plants 17 | 2.02 a | 1.46 c | 1.95 a | 2.12 b | 1.76 b | 2.25 a | 0.57 a | 0.58 a | 0.56 a | 0.61 b | 0.58 b | 0.75 a |
| Plants 18 | 1.80 b | 1.45 c | 2.06 a | 2.38 a | 1.96 a | 1.87 c | 0.53 a | 0.49 b | 0.58 a | 0.61 b | 0.62 a | 0.65 a |
| Plants 19 | 2.03 a | 2.02 b | 1.93 b | 2.26 a | 1.93 a | 2.03 b | 0.62 a | 0.60 a | 0.59 a | 0.64 b | 0.65 a | 0.57 b |
| Plants 20 | 1.60 b | 1.46 c | 1.99 a | 2.33 a | 1.64 b | 2.01 b | 0.53 a | 0.46 b | 0.71 a | 0.68 a | 0.48 b | 0.52 b |
| Plants 21 | 1.78 b | 1.71 c | 2.00 a | 2.11 b | 2.01 a | 2.09 b | 0.55 a | 0.53 a | 0.64 a | 0.56 b | 0.53 b | 0.80 a |
| Plants 22 | 2.09 a | 2.07 b | 2.18 a | 2.63 a | 2.13 a | 2.57 a | 0.62 a | 0.54 a | 0.63 a | 0.67 a | 0.59 a | 0.48 b |
| Plants 23 | 1.59 b | 2.35 a | 1.85 b | 2.23 a | 1.89 b | 1.35 c | 0.55 a | 0.68 a | 0.56 a | 0.75 a | 0.53 b | 0.52 b |
| Plants 24 | 2.11 a | 2.37 a | 2.15 a | 2.03 b | 1.66 b | 1.88 c | 0.62 a | 0.57 a | 0.63 a | 0.54 b | 0.52 b | 0.49 b |
| Plants 25 | 1.91 a | 1.68 c | 2.07 a | 2.06 b | 2.02 a | 1.90 c | 0.62 a | 0.44 b | 0.59 a | 0.69 a | 0.64 a | 0.51 b |
| Plants 26 | 2.15 a | 1.63 c | 1.99 a | 2.12 b | 1.85 b | 1.66 c | 0.59 a | 0.62 a | 0.72 a | 0.60 b | 0.56 b | 0.49 b |
| Plants 27 | 1.82 b | 1.78 c | 1.89 b | 2.23 a | 1.65 b | 1.69 c | 0.56 a | 0.61 a | 0.61 a | 0.69 a | 0.58 b | 0.55 b |
| Plants 28 | 1.93 a | 1.57 c | 2.03 a | 2.14 b | 1.79 b | 1.81 c | 0.54 a | 0.46 b | 0.55 a | 0.67 a | 0.53 b | 0.41 b |
| Plants 29 | 1.96 a | 1.49 c | 2.08 a | 2.15 b | 1.55 b | 1.89 c | 0.64 a | 0.39b | 0.61 a | 0.70 a | 0.50 b | 0.64 a |
| Plants 30 | 1.58 b | 1.77 c | 1.65 b | 2.31 a | 2.18 a | 1.79 c | 0.50 a | 0.52 a | 0.64 a | 0.72 a | 0.63 a | 0.61 a |
| Plants 31 | 1.57 b | 1.92 b | 1.78 b | 2.18 b | 1.98 a | 1.61 c | 0.54 a | 0.63 a | 0.69 a | 0.64 b | 0.62 a | 0.51 b |
| Plants 32 | 1.98 a | 1.98 b | 1.63 b | 2.03 b | 2.22 a | 1.90 c | 0.63 a | 0.62 a | 0.62 a | 0.64 b | 0.65 a | 0.57 b |

| Genotypes | Means | | | | | | | | | | | |
|-----------|---------------------|----------|----------|----------|----------|----------|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|
| | Diameter of corolla | | | | | | Petal width | | | | | |
| | Family A | Family B | Family C | Family D | Family E | Family F | Family A | Family B | Family C | Family D | Family E | Family F |
| Plants 33 | 1.48 b | 1.65 c | 1.93 b | 1.74 b | 1.92 a | 1.79 c | 0.42 a | 0.55 a | 0.58 a | 0.47 b | 0.54 b | 0.62 a |
| Plants 34 | 2.09 a | 1.75 c | 1.81 b | 2.07 b | 2.01 a | 1.91 c | 0.55 a | 0.67 a | 0.56 a | 0.69 a | 0.55 b | 0.62 a |
| Plants 35 | 2.04 a | 1.62 c | 1.88 b | 2.01 b | 2.33 a | 1.92 c | 0.56 a | 0.40 b | 0.69 a | 0.53 b | 0.71 a | 0.54 b |
| Plants 36 | 2.00 a | 1.67 c | 1.82 b | 2.33 a | 1.95 a | 1.80 c | 0.57 a | 0.49 b | 0.63 a | 0.56 b | 0.56 b | 0.59 a |

Means followed by same letters in column belong to the same group by Scott-Knott criteria ($p \leq 0.01$).

Figures

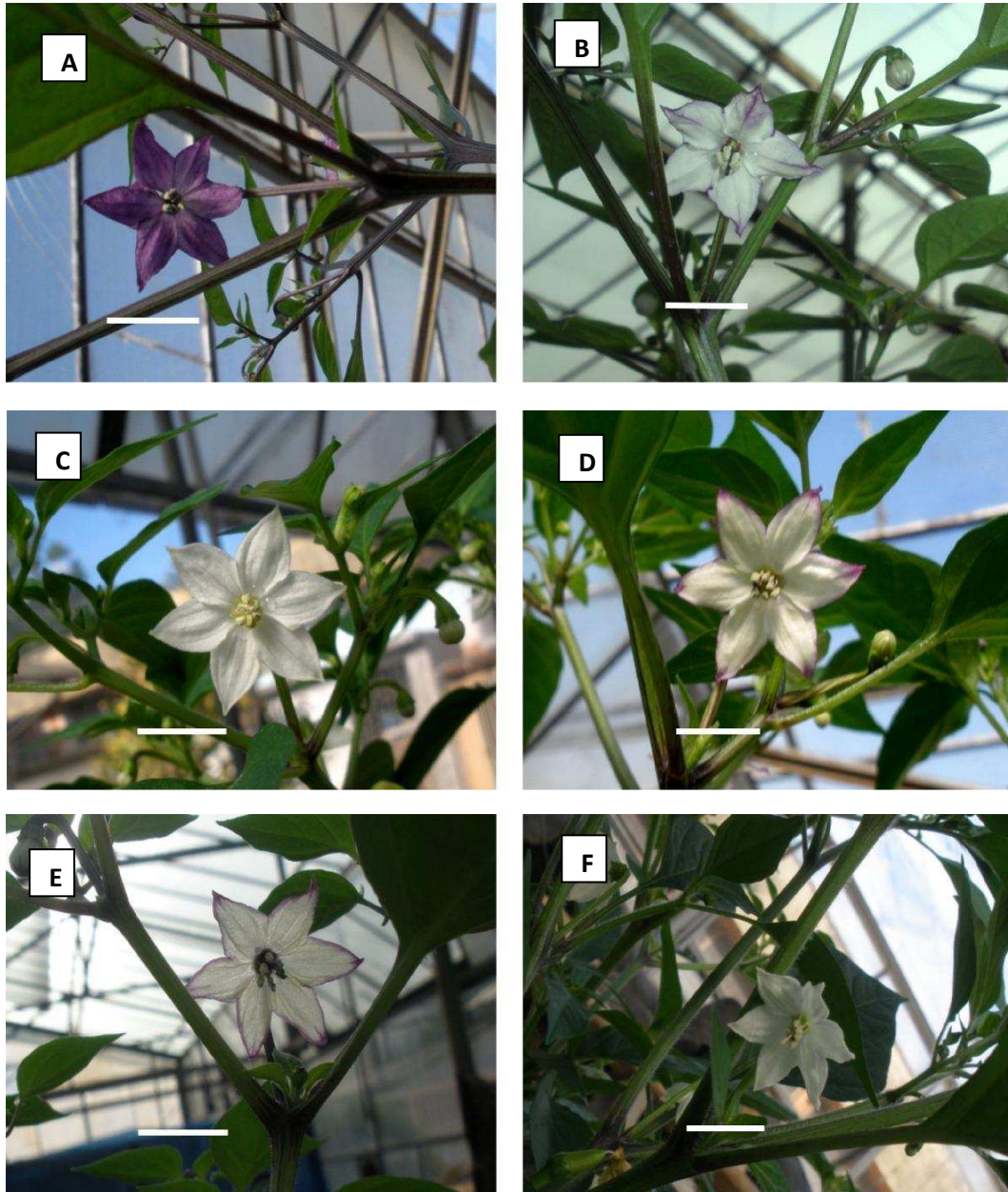


Fig. 1. Flowers of six families F₂ generation of ornamental pepper. Bars=1 cm.

Capitulo 4

Ethylene Resistance in a F₂ Population of Ornamental Chili Pepper (*Capsicum annuum*)

R.M.C. Santos, M.F. Nascimento, N.F.F. Nascimento,
A. Borém, F.L. Finger and D.S. Costa
Universidade Federal de Viçosa, MG
Brazil

E.R. Rêgo and M.M. Rêgo
Centro de Ciências Agrárias
Universidade Federal da Paraíba
Brazil

Keywords: breeding crop, characterization, genetic resources, germplasm

Abstract

Several abiotic and biotic stress may reduce the of postproduction quality in potted plants, including exposition to ethylene. The aim of this work was to identify ethylene resistant genotypes in a F₂ segregating population. Thirty six Chili Pepper plants with about 30% of the ripe fruits were placed to a chamber at 25°C under 8-10 $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$ of white fluorescent light. Afterwards, three plants were placed in a 60 L container in which it was injected ethylene to the final concentration of 10 $\mu\text{L L}^{-1}$. The plants were exposed to this environment for 48 hours and then kept at room temperature for posterior analyses. After the ethylene exposure the plants were analyzed for number of leaves and fruits abscised at 0, 48, 96 and 144 hours after removal from the ethylene chamber. The end-shelf life was established when at least 50% of abscission of the leaves and/or abscission of fruits had occurred. The experiment was analyzed as an entirely randomized design in split plot with 38 treatments (2 control varieties and 36 F₂ plants) and four times (0, 48, 96 and 144 hours). There were significant inter-actions between time of exposure to ethylene and genotypes for all evaluated traits. Almost all plants (F₂ and control varieties) showed a linear decreased of leaves and fruits over time. It was possible to identify four F₂ plants (plants: 8, 16, 5, 14) and variety 7073 with a large number of retained leaves after 144 hours of ethylene exposure. These plants will be used in the ornamental breeding program at Federal University of Paraíba and at Federal University of Viçosa.

INTRODUCTION

The genus *Capsicum* is a member of the *Solanaceae* family that includes tomato, potato, tobacco and petunia. The genus *Capsicum* consists of approximately 22 wild species and five domesticated species (Bosland et al., 1994). The cultivate species are: *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. chinense*, *C. frutescens* and *C. pubescens*.

In addition to use in cooking, some types of the genus *Capsicum* are used as ornamental plants, because they have traits that give aesthetic value, such as variegated leaves, dwarf plants and fruits of intense color that contrast with the foliage and also because they are easy to grow and have great durability (Carvalho et al., 2006). Many peppers are quite compact and attractive, making them very suitable for decorative uses. These peppers vary widely in color and growth habit.

There are many problems found in post-production phase that affect both the quality and the display life of ornamental plants and flowers. In general, ethylene and low irradiance that occur during both the transportation and the marketing are the most important factors (Hoyer, 1996).

The phytohormone ethylene is produced in a low concentration in all flowers and plants. Its function is related to growth and development, flowering, ripening of fruit and senescence. If there is ethylene in the surrounding air, the plants that are sensitive to this gas will suffer of wilting, bud drying, epinasty, abscission of leaves, flowers and fruits, etc. (Woltering et al., 1996). However, the ethylene concentration required to cause these effects depends on factors such as exposure time, temperature, stage of development, and sensitivity of the species or variety (Høyer, 1996). The aim of this work was to identify ethylene resistant genotypes in a F₂ segregating population of chili pepper.

MATERIAL AND METHODS

The experiments were carried out in a greenhouse at Federal University of Viçosa, in Viçosa, MG, Brazil. Thirty-eight treatments: two cultivars and thirty-six F₂ plants of chili pepper were evaluated for ethylene resistance. For this, all plants were transplanted to plastic pots with 700 ml of Plant Max soil mixture. When the plants presented about 30% of the ripened fruits, they were placed into a chamber at 25°C under 8-10 $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$ of white fluorescent light. Afterwards, the plants were placed in a 60 L container in which it was injected ethylene to the final concentration of 6 $\mu\text{L L}^{-1}$. The plants were exposed to this environment for 48 hours and then kept at room temperature for posterior analyses. After the ethylene exposure the plants were analyzed for number of leaves and fruits abscised at 0, 48, 96 and 144 hours after removal from the ethylene chamber.

The evaluated traits were the percentage of leaf and fruit abscission. The data were transformed into arc sin. The end-shelf life was established when at least 50% of abscission of the leaves and/or abscission of fruits had occurred.

The analysis of variance was performed for the two control varieties, and mean square of the error was used to make comparative tests among the 38 treatments. The experiment was analyzed as an entirely randomized design in split plot with 38 treatments (2 control varieties and 36 F₂ plants) and four times (0, 48, 96 and 144 hours). The quantitative factors (time) were submitted to analysis of regression and the qualitative ones (genotypes) were compared using the multiple range Tukey test at 5% of probability.

RESULTS AND DISCUSSION

Significant interaction between time of application and the genotypes was observed. Almost all genotypes showed linear fit. The genotypes 4 and 24 presented quadratic fit (Table 1). This behavior was due the fact that these plants have shown a high rate of leaf abscission at 48 hours and had lost all the leaves at 96 hours. Similar results were found by Fang et al. (1998) by using ethylene in wild bean plants (*Phaseolus vulgaris*), which induced leaf abscission and decreased contents of chlorophyll and carotenoids. Segatto et al. (2010) working with four genotypes of *C. annuum* showed that the abscission of leaves was greater than the abscission of fruits when ethylene was applied. Leaf abscission presented linear fit after the application of ethylene.

In our study the abscission of fruits showed similar behavior to the leaves abscission. All genotypes showed linear fit except genotypes 1, 3 and 19 (Table 1).

There were no significant differences among genotypes at time 1 (zero hours). At 48 hours the genotype 24 showed a lowest leaf abscission. At 96 and 144 hours the genotype 33 was most resistant to the leaf abscission. The appearance of the less and more resistant plants is shown in Figure 1. According to Serek and Trolle (2006), the level of sensitivity to ethylene in plants is usually set at the family level, but there may be significant differences within the same species. Even in species such as *Dianthus caryophyllus*, *D. barbatus*, exist a range from insensitive to highly sensitive (Friedman et al., 2001). This variation in sensitivity is also found in varieties of roses and chrysan-themums (Reid et al., 1989).

CONCLUSIONS

There is genetic diversity among the evaluated genotypes for susceptibility to ethylene. Breeding programs aiming to reduce the susceptibility of ornamental pepper to the presence of ethylene can benefit from this diversity to develop new varieties.

Literature Cited

- Bosland, P.W., Iglesias, J. and Gonzalez, M.M. 1994. 'NuMex Centennial' and 'NuMex Twilight' ornamental chiles. HortScience 29:1090.
- Carvalho, S.I.C., Bianchetti, L.B., Ribeiro, C.S.C. and Lopes, C.A. 2006. Pimentas do gênero Capsicum no Brasil, Embrapa Hortaliças. Documento n. 94, Brasília: Embrapa Hortaliças. 27p.

- Fang, Z., Bouwkamp, J.C. and Solomos, T. 1998. Chlorophyllase activities and chlorophyll degradation during leaf senescence in non-yellowing mutant and wild type of *Phaseolus vulgaris* L. J. Exp. Bot. 49:503-510.
- Friedman, H., Hagiladi, A., Resnick, N., Barak, A. and Umiel, N. 2001. Ethylene-insensitive related phenotypes exist naturally in genetically variable population on *Dianthus barbatus*. Theor. Appl. Genet. 103:282-287.
- Høyer, L. 1996. Critical ethylene exposure for *Capsicum annuum* 'Jane' is dependent on an interaction between concentration, duration and developmental stage. J. Hort. Sci. 71:621-628.
- Reid, M.S., Evans, R.Y., Dodge, L.L. and Mor, Y. 1989. Ethylene and silver thiosulphate influence opening of cut rose flowers. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114:436-440.
- Segatto, F.B., Finger, F.L., Rêgo, E.R. and Pinto, C.M.F. 2010. Postproduction quality of four ornamental peppers (*Capsicum annuum*), Scientia Hort. (in press).
- Serek, M. and Trolle, L. 2006. Factors effecting quality and post-production life of *Exacum affline*. Scientia Hort. 86:49-55.
- Woltering, E. 1996. Effects of ethylene on ornamental pot plants: A classification. Scientia Hort. 31:83-94.

Tables

Table 1. Regression equations, adjusted coefficients of determination and percentage of leaf abscission and fruit abscission in two cultivars and 36 F₂ plants of ornamental chili peppers.

| Treatment | Abscission of leaves | | | Abscission of fruits | | |
|-----------|----------------------|----------------|-------|----------------------|----------------|------|
| | Regression | R ² | P(%) | Regression | R ² | P(%) |
| 'Calipso' | Y=0,01*t | 76,3 | 100,0 | ns | - | 0,0 |
| BGH 7073 | Y=0,009*t | 76,4 | 98,1 | Y=0,003*t | 74,8 | 48,7 |
| Plant 01 | Y=0,11*t | 90,6 | 100,0 | Y=-0,0018*t+0,0003*t | 80,0 | 12,9 |
| Plant 02 | Y=0,0004*t | 99,0 | 92,6 | Y=0,0005*t | 86,0 | 14,2 |
| Plant 03 | Y=0,007*t | 95,7 | 88,2 | Y=0,0009*t-0,00006*t | 99,0 | 6,0 |
| Plant 04 | Y=0,002*t-0,00001*t | 78,0 | 100,0 | Y=0,001*t | 96,0 | 21,9 |
| Plant 05 | Y=0,01*t | 99,4 | 100,0 | Y=0,005*t | 90,9 | 39,4 |
| Plant 06 | Y=0,005*t | 82,0 | 79,9 | Y=0,14+0,002*t | 60,0 | 31,5 |
| Plant 07 | Y=0,09*t | 88,1 | 100,0 | ns | - | 0 |
| Plant 08 | Y=0,001*t | 72,3 | 92,7 | Y=0,007*t | 86,1 | 25,9 |
| Plant 09 | Y=0,00009*t | 60,0 | 89,8 | Y=0,009*t | 94,3 | 7,0 |
| Plant 10 | Y=0,09*t | 96,0 | 98,7 | Y=0,007*t | 95,3 | 13,1 |
| Plant 11 | Y=0,0006*t | 89,0 | 91,7 | Y=0,007*t | 81,9 | 13,9 |
| Plant 12 | Y=0,0006*t | 90,7 | 89,7 | Y=0,01*t | 73,2 | 15,2 |
| Plant 13 | Y=0,001*t | 92,2 | 100,0 | Y=0,006*t | 83,8 | 26,0 |
| Plant 14 | Y=0,002*t | 89,2 | 83,2 | Y=0,009*t | 93,7 | 41,1 |
| Plant 15 | Y=0,00008*t | 89,9 | 97,9 | Y=0,009*t | 81,9 | 17,7 |
| Plant 16 | Y=0,009*t | 92,7 | 100,0 | Y=0,001*t | 97,7 | 45,9 |
| Plant 17 | Y=0,008*t | 95,3 | 99,3 | Y=0,0004*t | 60,0 | 28,5 |
| Plant 18 | Y=0,01*t | 83,8 | 94,8 | Y=0,0003*t | 80,0 | 13,0 |
| Plant 19 | Y=0,008*t | 99,7 | 100,0 | Y=0,003*t-0,00003*t | 99,5* | 2,2 |
| Plant 20 | Y=0,01*t | 85,3 | 95,0 | Y=0,001*t | 72,4* | 1,9 |
| Plant 21 | Y=0,011*t | 89,9 | 100,0 | Y=0,002*t | 93,2* | 30,7 |
| Plant 22 | Y=0,008*t | 92,1 | 100,0 | Y=0,011*t | 87,4 | 28,5 |
| Plant 23 | Y=0,00012*t | 80,0 | 95,9 | ns | - | 0 |
| Plant 24 | Y=0,009*t | 94,1 | 100,0 | Y=0,008*t | 85,8 | 7,6 |
| Plant 25 | Y=-0,00022*t | 60,0 | 96,6 | Y=0,03*t | 72,2 | 41,6 |
| Plant 26 | Y=-0,0007*t | 60,0 | 97,9 | Y=0,01*t | 96,7 | 2,6 |
| Plant 27 | Y=-0,0003+0,000003*t | 60,0 | 100,0 | Y=0,009*t | 92,2 | 5,0 |
| Plant 28 | Y=0,002*t | 88,6 | 100,0 | Y=0,008*t | 87,7 | 6,1 |
| Plant 29 | Y=0,0005*t | 60,0 | 100,0 | Y=0,008*t | 99,9 | 43,4 |
| Plant 30 | Y=0,003*t | 97,6 | 96,5 | Y=0,008*t | 89,3 | 15,6 |
| Plant 31 | Y=-0,001+0,00009*t | 99,9 | 95,3 | Y=0,008*t | 74,4 | 48,7 |
| Plant 32 | Y=0,00002*t | 99,6 | 96,7 | Y=0,0003*t | 88,1 | 6,8 |
| Plant 33 | Y=0,01*t | 79,8 | 98,4 | Y=0,001*t | 84,2 | 48,8 |
| Plant 34 | Y=0,0006*t | 67,5 | 97,8 | Y=-0,003*t | 78,0 | 11,1 |
| Plant 35 | Y=0,00006*t | 84,2 | 100,0 | Y=0,009*t | 97,7 | 8,5 |
| Plant 36 | Y=0,001*t | 89,9 | 98,8 | Y=0,01*t | 87,0 | 29,4 |

(ns) Not significant.* Significant at 5% probability by the F Test.

Table 2. Means of two cultivars and 36 F₂ plants to leaf and fruit abscission.

| Treatment | Leaf abscission (%) | | | | Fruit abscission (%) | | | |
|-----------|---------------------|----------|----------|---------|----------------------|--------|--------|--------|
| | Time 1 | Time 2 | Time 3 | Time 4 | Time 1 | Time 2 | Time 3 | Time 4 |
| 'Calipso' | 00,0 a | 94,7 ab | 100 a | 100 a | 00,0 a | 0 a | 0 a | 0 a |
| BGH 7073 | 00,0 a | 74,5 a-e | 97,3 ab | 98,1 ab | 00,0 a | 41,4 a | 46,7 a | 48,7 a |
| Plant 01 | 00,0 a | 8,3 k-m | 83,3 a-h | 0 a | 00,0 a | 0 a | 12,9 a | 12,9 a |
| Plant 02 | 00,0 a | 42,1 d-m | 71,5 b-k | 92,6 ab | 00,0 a | 0,0 a | 4,7 a | 14,2 a |
| Plant 03 | 00,0 a | 54,1 d-m | 77,6 b-j | 88,2 ab | 00,0 a | 9 a | 9 a | 9 a |
| Plant 04 | 00,0 a | 94,1 a-c | 96,4 ab | 100 a | 00,0 a | 12,1 a | 14,6 a | 21,9 a |
| Plant 05 | 00,0 a | 59,4 d-l | 91,8 a-d | 100 a | 00,0 a | 13,1 a | 36,8 a | 39,4 a |
| Plant 06 | 00,0 a | 63,5 b-i | 74,4 b-k | 92,5 ab | 00,0 a | 31,5 a | 31,5 a | 31,5 a |
| Plant 07 | 00,0 a | 38,5 d-m | 55,3 d-k | 100 a | 00,0 a | 0 a | 0 a | 0 a |
| Plant 08 | 00,0 a | 50,4 d-n | 88,8 a-e | 92,7 ab | 00,0 a | 9,2 a | 9,2 a | 25,9 a |
| Plant 09 | 00,0 a | 60,8 c-l | 91,3 a-d | 89,8 ab | 00,0 a | 0 a | 0 a | 7,6 a |
| Plant 10 | 00,0 a | 61,7 b-k | 95,6 ab | 98,7 ab | 00,0 a | 15,7 a | 15,7 a | 13,1 a |
| Plant 11 | 00,0 a | 24,1 f-n | 57,9 c-k | 91,7 ab | 00,0 a | 0 a | 11,6 a | 13,9 a |
| Plant 12 | 00,0 a | 20,4 g-n | 33,6 jk | 89,7 ab | 00,0 a | 6,5 a | 10,8 a | 15,2 a |
| Plant 13 | 00,0 a | 10,4 i-n | 30,7 jk | 0 a | 00,0 a | 8,5 a | 15,2 a | 26 a |
| Plant 14 | 00,0 a | 63,2 b-j | 81,6 b-i | 83,2 b | 00,0 a | 0 a | 30,8 a | 41,1 a |
| Plant 15 | 00,0 a | 62,1 b-j | 94,6 ab | 97,9 ab | 00,0 a | 11,1 a | 17,7 a | 17,7 a |
| Plant 16 | 00,0 a | 21,8 f-n | 45,3 g-k | 100 a | 00,0 a | 2,7 a | 13,5 a | 45,9 a |
| Plant 17 | 00,0 a | 43,1 d-n | 60,6 c-k | 99,3 ab | 00,0 a | 11,4 a | 22,8 a | 28,5 a |
| Plant 18 | 00,0 a | 61,9 b-k | 85,6 a-g | 94,8 ab | 00,0 a | 28,5 a | 28,5 a | 28,5 a |
| Plant 19 | 00,0 a | 10,0 j-n | 53,0 e-k | 100 a | 00,0 a | 0 a | 2,2 a | 2,2 a |
| Plant 20 | 00,0 a | 47,7 d-m | 73,6 b-k | 95 ab | 00,0 a | 17,6 a | 17,6 a | 1,9 a |
| Plant 21 | 00,0 a | 7,4 l-m | 58,3 c-k | 100 a | 00,0 a | 26,9 a | 30,7 a | 30,7 a |
| Plant 22 | 00,0 a | 62,7 b-j | 100 a | 100 a | 00,0 a | 19,0 a | 23,8 a | 28,5 a |
| Plant 23 | 00,0 a | 69,3 a-g | 88,4 a-f | 95,9 ab | 00,0 a | 0 a | 0,0 a | 0 a |
| Plant 24 | 00,0 a | 4,3 m | 68,6 b-k | 100 a | 00,0 a | 0 a | 7,6 a | 7,6 a |
| Plant 25 | 00,0 a | 58,0 d-m | 92,8 a-c | 96,6 ab | 00,0 a | 41,6 a | 41,6 a | 33,3 a |
| Plant 26 | 00,0 a | 17,5 h-n | 47,9 f-k | 97,9 ab | 00,0 a | 2,6 a | 2,6 a | 2,6 a |
| Plant 27 | 00,0 a | 97,1 a | 100 a | 0 a | 00,0 a | 0 a | 0 a | 5,0 a |
| Plant 28 | 00,0 a | 71,3 a-f | 86,6 a-g | 0 a | 00,0 a | 6,1 a | 6,1 a | 6,1 a |
| Plant 29 | 00,0 a | 78,9 a-d | 85,5 a-g | 0 a | 00,0 a | 26,0 a | 43,4 a | 43,4 a |
| Plant 30 | 00,0 a | 68,4 a-h | 96,5 ab | 96,5 ab | 00,0 a | 15,6 a | 15,6 a | 15,6 a |
| Plant 31 | 00,0 a | 45,3 d-m | 77,6 b-j | 95,3 ab | 00,0 a | 24,3 a | 31,7 a | 48,7 a |
| Plant 32 | 00,0 a | 69,5 a-g | 95,1 ab | 96,7 ab | 00,0 a | 2,2 a | 2,2 a | 6,8 a |
| Plant 33 | 00,0 a | 21,8 f-m | 29,6 k | 98,4 ab | 00,0 a | 11,6 a | 23,2 a | 48,8 a |
| Plant 34 | 00,0 a | 29,7 e-m | 36,2 i-k | 97,8 ab | 00,0 a | 8,8 a | 11,1 a | 8,8 a |
| Plant 35 | 00,0 a | 15,0 i-m | 42,4 h-k | 0 a | 00,0 a | 0,0 a | 5,7 a | 8,5 a |
| Plant 36 | 00,0 a | 43,3 d-m | 70,5 b-k | 98,8 ab | 00,0 a | 15,6 a | 29,4 a | 29,4 a |

Means followed by same letter in columns do not differ statistically by Tukey Test at 5% probability.

Figures



Fig. 1. Effect of ethylene in ornamental chili pepper (*Capsicum annuum*) a = before application of ethylene, d = 144 hours after the start of the application.

Capitulo 5

Inhibition of Ethylene Action by 1-MCP in Post-Production Ornamental Peppers

R.M.C. dos Santos¹, E.R. do Rêgo², A.P.S. Ferreira¹, M.F. do Nascimento¹, N.F.F. do Nascimento¹, G.C. Coca¹, M.M. do Rêgo², A. Borém¹ and F.L. Finger¹

¹Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, Brazil

²Universidade Federal da Paraíba, Areia, PB, Brazil

Keywords: *Capiscum annuum* L., longevity, leaf and fruit abscission

Abstract

Several abiotic and biotic stresses may reduce the shelf life of potted plants, including exposition to ethylene. The aim of this work was to identify the effect of 1-MCP on the senescence of the ornamental pepper BGH-7073. Potted plants with 30% of ripe fruits were treated as follows: 1, bench control; 2, control in the closed container; 3, 12 h treatment with 1-MCP followed by 36 h with ethylene; 4, treatment with 1-MCP; 5, 48 h treatment with ethylene. Afterwards, all plants were placed in a chamber at 25°C with 8-10 $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$ of white fluorescent light. The evaluated variables were number of leaves and fruits abscised at 0, 48, 96 and 144 h after the treatments. The shelf life was established when at least 50% of abscission of the leaves and/or abscission of fruits had occurred. There was significant interaction between time of exposure to ethylene and treatments for the traits analyzed. The treatments with lower leaf abscission were the control bench, where plants remained in the interior of a room and plants treated with 1-MCP only.

INTRODUCTION

There are several problems found in post- production that affect the quality and vase life of ornamental plants in general, exposure to ethylene being the most important. This exposure occurs mainly during transportation and commercialization, when plants are submitted to various stresses such as low light and high temperatures (Hoyer, 1996).

Ethylene is a phytohormone produced at low concentration by all plant organs (Verdugo et al., 2003), inducing leaf abscission, fruit ripening, organ senescence, seed germination and seedling growth. Generally, the rate of ethylene production by cells, increases with tissue aging, physical injuries, disease incidence, temperature up to 35°C and the water stress (Kader, 1992).

Another important factor for production and post-production, is the intensity and quality of light available to plants. The durability and preservation of the quality of potted plants and cut ornamental plants are generally limited by the inability of maintaining photosynthesis under low light conditions in indoor environments (like in stores) and inside houses (Serek and Trolle, 2000).

Among the ornamental plants grown in pots, peppers have been highlighted by the continuous and growing acceptance by the market (Upnmoor, 2003). In principle, any kind of pepper could be used as an ornamental plant, but the smaller plants, with colorful fruits are the more appropriated (Vieira, 2002).

One way to control the effects of ethylene is the use of inhibitors of its action. They are generally more effective than the inhibitors of the synthesis, because they block the effects of ethylene, during shipping and marketing of product (Porat et al., 1995). Recently, a group of cyclopropenes (CPs) has been identified as effective in preventing the deleterious effects of ethylene on plants (Serek and Sisler, 2001). The cyclopropenes bind to ethylene binding sites, preventing its action (Sisler et al., 1996, 2003). 1-MCP is one of the most popular products used to block the ethylene deleterious effects in ornamental plants.

The aim of this work was to study the effect of 1-MCP on the post-production shelf life of ornamental pepper.

MATERIALS AND METHODS

The experiment was carried out in a greenhouse of the Universidade Federal de Viçosa (UFV). BGH 7073 seeds from the UFV Gene Bank (BGH) were used in this study. The seeds were germinated in polystyrene tray containing substrate Plantmax (Brazil). When the seedlings had six true leaves, they were transplanted into 760-ml pots, 10 cm high and 13 cm diameter.

Plants grown in the greenhouse up to the commercial stage for marketing (30% ripe fruits and no flowers) were taken to a room and treated with 1-MCP (0.14% would EthylBloc, Rohm and Hass Química Ltda., São Paulo, Brazil).

Treatments were performed in sealed chambers (60 L) where the plants were kept in the dark and without irrigation during treatment. In this environment, the commercial product was dissolved in water at 50°C, releasing the gas 1-MCP. The treatments consisted of: 1. control chamber, where plants were placed in a chamber for 48 h without ethylene or 1-MCP; 2. control bench, where plants remained in the interior of a room during the whole post-production period; 3. 1 g m⁻³ 1-MCP for 12 h then remained in the chamber for 36 h with ethylene concentration 10 µl L⁻¹; 4. 1 g m⁻³ 1-MCP for 48 h; 5. 10 µl L⁻¹ ethylene treatment for 48 h. To evaluate the quality and post-production shelf life, after the treatments, the plants were transferred to a room with temperature 25±1°C, 8-10 µmol s⁻¹m⁻² fluorescent light and irrigated as needed.

The abscission of leaves and fruits was evaluated at 0, 48, 96 and 144 h after the beginning of the experiment. The end of shelf life was considered when plants had 50% of abscission of leaves or 50% of abscission of fruits.

The experimental design was completely randomized, in a split-plot in time, with five treatments and four times, with four replicates. The abscission of leaves and fruits data were subjected to analysis of variance (ANOVA) and means were compared by Tukey test at 1% level of probability, and as the adequacy of regression over time for home treatment.

RESULTS AND DISCUSSION

Significant interaction was observed between treatment and time for leaf abscission by F test at 5% probability, but no significance was observed for fruit abscission.

The treatments 1-MCP alone and 1-MCP followed by 36 h in ethylene reduced the abscission of leaves when compared to plants treated only with ethylene (Table 1 and Fig. 1). Similar results were found by Mapeli et al. (2009), who noted that 1-MCP also reduces abscission even when it is applied before exposure to ethylene, in *Capsicum annum*. This treatment was also effective in reducing abscission of leaves and fruits. In the genus *Cymbidium*, cut orchid, the application of 1-MCP also significantly extended longevity, regardless of the presence of ethylene in the atmosphere after the treatment with 1-MCP (Heyes and Johnston, 1998).

48 h after the beginning of do the post-production shelf life, the treatment with the highest percentage of leaf abscission was the 10 µl L⁻¹ ethylene. After 96 h, 10 µl L⁻¹ ethylene treatment for 48 h showed the largest leaf abscission, followed by the control (Table1).

At 144 h bigger leaf abscission was observed in the 10 µl L⁻¹ ethylene treatment for 48 h, followed by the control. The lowest leaf abscission was observed in treatments control bench and 1 g m⁻³ 1-MCP for 48 h, indicating that ornamental peppers plants treated with 1-MCP throughout simulation behave similarly to plants that have not undergone ethylene stress (Table 1). 1-MCP binds to the receptors of ethylene with a half-life of diffusion between 7 and 12 days while ethylene has to 2 to 10 min half-life of diffusion (Sisler and Serek, 1997, 1999). The 1-MCP diffusion time is longer than the ornamental pepper shelf life, making it ideal for this species (Serek et al., 1994; Sisler and Serek, 1997). Those authors indicated that ethylene can also bind to other newly formed receptors.

The control plants at the sealed chambers showed the major value of leaf

abscission, after the ethylene treated plants. This fact emphasizes the leaves lost along transportation, probably because of the endogenous ethylene production. This fact is supported by the absence of leaves abscission in control plants at the bench.

Those results suggest that 1-MCP has great potential in inhibiting ethylene action in post-production of many ornamental plants and flowers and may help keeping the quality of these products during transport and exposure time in shops and supermarkets up to the end consumers (Fig. 1).

The control and $10 \mu\text{l L}^{-1}$ ethylene treatment for 48 h produced similar results over time and they fitted to a linear regression model while the other treatments fitted to a quadratic regression model (Table 2). The treatments that had the highest leaf abscission mean were those that fitted to a linear regression model. The treatments that fitted to a quadratic regression model were characterized by having a decrease and then stabilization in leaf abscission (Table 2). Santos et al. (2011), working with different genotypes of ornamental pepper, also observed leaf abscission fitted to linear and quadratic regression models.

Literature Cited

- Heyes, J.A. and Johnston, J.W. 1998. Methylcyclopropene extends *Cymbidium* orchid vase life and prevents damaged pollinia from accelerating senescence. *New Zeal. J. Crop Hort.* 26:410.
- Kader, A.A. 1992. Postharvest technology of horticultural crops. Oakland: University of California, 296p. (University of California. Division of Agriculture and Natural Resources. Oakland, USA. Publication, 3311).
- Mapeli, A.M., Segatto, F.B., Finger, F.L. and Barbosa, J.G. 2009. Ação do 1-MCP na pós-produção de pimentas ornamentais (*Capsicum annuum* L.) cultivadas em vaso. In: XII Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal, 2009, Fortaleza. Resumos do XII Congresso Brasileiro de Fisiologia Vegetal.
- Porat, R., Halevy, A.H., Serek, M. and Borochoy, A. 1995. An increase in ethylene sensitivity following pollination is the initial event triggering an increase in ethylene production and enhanced senescence of *Phalaenopsis* orchid flowers. *Physiol. Plant.* 88:243-250.
- Santos, R.M.C., Rego, E.R., Nascimento, N.F.F., Nascimento, M.F., Rego, M.M., Borém, A., Finger, F.L. and Costa, D.S. 2011. Ethylene resistance in a F₂ population of ornamental chili pepper (*Capsicum annuum*). In: VII International Symposium on New Floricultural Crops, 2011, Buenos Aires. *New Floricultural Crops - VII International Symposium*. Buenos Aires: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuária 1:93-93.
- Serek, M. and Sisler, E.C. 2000. Efficacy of inhibitors of ethylene binding in improvement of the postharvest characteristics of potted flowering plants. *Postharvest Biol. Technol.* 23:61-66.
- Serek, M. and Trolle, L. 2000. Factors affecting quality and post-production life of *Exacum affine*. *Sci. Hortic.* 86:49-55.
- Serek, M., Sisler, E.C. and Reid, M.S. 1994. A volatile ethylene inhibitor improves the postharvest life of potted roses. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 119:572-577.
- Sisler, E.C.T., Alwan, R., Goren, M. and Serek, M. 2003. Apolbaum. Substituted cyclopropenes: Effective blocking agents for the ethylene action in plants. *Plant Growth Regul.* 40:223-228.
- Sisler, E.C. and Serek, M. 1997. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptors level: recent developments. *Physiol. Plant.* 100:577-582.
- Sisler, E.C., Serek, M. and Dupille, E. 1996. Comparison of cyclopropene 1-methylcyclopropene, and 3,3-dimethylcyclopropene as ethylene antagonists in plants. *Plant Growth Regul.* 18:169-174.
- Upmooor, I. 2003. Cultivo de plantas ornamentais. Ed. Agropecuários. 59p.
- Vieira, M.A. 2002. Uso de polímero hidroabsorvente: efeitos sobre a qualidade de substratos hortícolas e crescimento de mudas de pimentão ornamental. Pelotas, 113f.

Tese (Doutorado em Agronomia-Produção vegetal) Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel.

Verdugo, G., Araneda, L. and Riffo, M.O. 2003. Effect of ethylene inhibitors on postharvest life of *Lilium* cut flowers. Cienc. Investig. Agrar. 30:89-95.

Tables

Table 1. Means of five treatment to leaves abscission in ornamental chili pepper (*Capsicum annuum*).

| Treatments | Hours after application | | | |
|------------|-------------------------|---------|---------|---------|
| | 0 | 48 | 96 | 144 |
| 1 | 0 a | 0.052 b | 1.069 b | 1.219 b |
| 2 | 0 a | 0.045 b | 0.094 c | 0.414 d |
| 3 | 0 a | 0.019 b | 0.094 c | 0.651 c |
| 4 | 0 a | 0.001 b | 0.268 c | 0.482 d |
| 5 | 0 a | 0.453 a | 1.416 a | 1.461 a |

Means followed by the same letter in the column do not differ statistically by Tukey test at 1% probability.

Table 2. Regression equations, adjusted coefficients of determination of leaves abscission.

| Treatments | Abscission of leaves Regression | R ² |
|------------|------------------------------------|----------------|
| 1 | $Y=0.1985+0.0116x$ | 85% |
| 2 | $Y=0.0222-0.443x+0.001x^2$ | 82% |
| 3 | $Y=0.0392-0.008x+0.001x^2$ | 80% |
| 4 | $Y=0.0271-0.006x+0x^2$ | 82% |
| 5 | $Y=-0.0461+0.01313x$ | 96% |

Figures



Fig. 1. Effect of inhibition of ethylene action by 1-MCP in ornamental chili pepper (*Capsicum annuum*).