

NAYSA FLÁVIA FERREIRA DO NASCIMENTO

VARIABILIDADE, CORRELAÇÃO, ANÁLISE DE TRILHA E FATORES DE
SENSIBILIDADE AO ETILENO EM PIMENTEIRAS ORNAMENTAIS (*Capsicum
annuum* L.)

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
2015

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

T

N244v
2015 Nascimento, Naysa Flávia Ferreira do, 1989-
Variabilidade, correlação, análise de trilha e fatores de
sensibilidade ao etileno em pimenteiras ornamentais (*Capsicum
annuum* L.) / Naysa Flávia Ferreira do Nascimento. – Viçosa,
MG, 2015.

x, 76f. : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Cláudio Horst Bruckner.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia.

1. Pimenta. 2. Plantas ornamentais. 3. Melhoramento
genético. 4. Genética - Diversidade. 5. Correlação canônica
(Estatística). I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento
de Fitotecnia. Programade Pós-graduação em Genética e
Melhoramento. II. Título.


CDD 22. ed. 633.84

NAYSA FLÁVIA FERREIRA DO NASCIMENTO

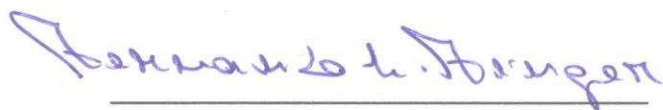
VARIABILIDADE, CORRELAÇÃO, ANÁLISE DE TRILHA E FATORES DE
SENSIBILIDADE AO ETILENO EM PIMENTEIRAS ORNAMENTAIS (*Capsicum
annuum* L.)


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: 21 de maio de 2015.


Tânia Pires da Silva


Teresa Drummond Correia Mendes


Fernando Luiz Finger
(Coorientador)


Vicente Wagner Dias Casali


Claudio Horst Bruckner
(Orientador)

Aos anjos Ely e Maria das Dores (in memoriam), que tanto contribuíram para o meu saber, a saudade só alimenta o amor que me tornou uma pessoa capaz de chegar até aqui.

Dedico e ofereço

AGRADECIMENTOS

Agradeço, a Deus por ter acalmado meu coração nos momentos em que pensei em desistir, por ter me protegido e guardado, por mostrar-me os caminhos certos pelos quais percorri até chegar aqui;

A minha amada tia, mãe, madrinha, Ely (*in memoriam*) pelo amor, carinho, pelos ensinamentos, pelo seu esforço, por acreditar no meu melhor sempre, pelo incentivo e apoio, por ser meu porto seguro, exemplo de determinação, humildade e vitória; A minha Vozinha, (*in memoriam*) que mesmo sem conhecimento acadêmico nenhum torcia e vibrava a cada conquista, nossa guerreira exemplo a ser seguido;

A minha mãe Maria de Fátima por seu amor, pela educação, carinho, cumplicidade, zelo e preocupação, superando a distância e a saudade, por suas orações, por me ajudar a construir minha personalidade e por ser um exemplo a ser seguido em meio às adversidades, por sempre se preocupar com meu bem-estar; Ao meu pai Nilson do Nascimento, pelo incentivo, apesar das incansáveis tentativas de me convencer a mudar de curso;

Ao meu amor Wylde, pela sua dedicação, paciência, carinho e compreensão, se esforçando para estar sempre perto, por não me deixar desistir incentivando-me a ir sempre mais longe, por me fazer rir nos momentos tristes, me contagiando com o seu jeito de ser;

A minha irmã Nayla pela amizade, cumplicidade, carinho, por sempre me apoiar, me entusiasmar, pelos conselhos dados, pelos momentos de farras, diversão e gargalhadas compartilhadas, enfim por ser essa pessoa especial;

A minha irmã/amiga Mayana pelos anos de convivência, pelos bons momentos de cumplicidade, conversa e brincadeiras, pelo carinho, pelos conselhos, ensinamentos compartilhados, pelas horas de estudo juntas, enfim pela amizade verdadeira e incondicional dedicada a mim estando sempre presente nos bons e maus momentos;

Às minhas queridas primas/irmãs Adriana e Andreia, a primeira por ser essa pessoa especial que me acha o máximo, estando sempre disposta a me ajudar pelas horas de lazer, carinho e amor incondicional para comigo, a segunda pela grande confiança e incentivo para meu crescimento profissional, pelo amor, ajuda, amizade e carinho para comigo; Ao meu padrinho e tio do coração Alfredo, pelos aperseios, pela torcida por meu sucesso, pelo carinho;

A família Buscapé avó, avô, tios, tias e primas por suas orações, pela união que temos, pelos momentos de diversão por sempre se preocuparem e torcerem pela minha realização profissional; Em especial a minha prima/irmã Almira nossa amizade e cumplicidade serão eternas, obrigado mesmo distante se fazer presente;

Ao professor Cláudio, pela acolhida, confiança e orientação estando sempre disposto a ajudar, pela confiança depositada em mim;

Ao professor Finger, pela orientação e generoso acolhimento, pelas sugestões e confiança depositadas em mim neste e demais trabalhos acadêmicos, me auxiliando sempre que necessário;

A professora Elizanilda, pela orientação, acolhida e oportunidades dadas para meu crescimento profissional, pelo auxílio e confiança no desenvolver deste e demais trabalhos acadêmicos minha gratidão;

Ao professor Mailson pelos ensinamentos dados, pela acolhida e pelas contribuições para desenvolvimento dos meus trabalhos acadêmicos;

Ao professor Vicente Wagner Dias Casali, por sempre estar disposto a me ouvir auxiliando nas receitas que tanto me acalmaram;

A mayrinha irmã/amiga pela calma, compreensão, conselhos, por estar sempre disposta a me ouvir (mesmo que nos meus momentos hipocondríaca) pelos inúmeros momentos de diversão, pelo carinho e amizade que construímos;

A Samara, pela amizade, carinho, paciência em me ouvir, por está sempre presente nos bons e maus momentos da minha vida;

Aos amigos (as) Jullyeth, Rayssa, Luciana, Amanda, Gessycar, Itacy, Italo, Rafael, Geane, Lely, Mônica, Leia, Ewerton, pelos momentos juntos, torcida e carinho para comigo;

Aos agrônomos Morib, Diego, Silvan e Anderson em especial a Rusthon, pela acolhida e momentos de descontração, pelo auxílio nas disciplinas, carinho e amizade;

A Cayo, o cunhado mais chato do mundo, obrigado por fazer minha irmã feliz, pelas implicâncias e amizade; A Edimo por cuidar dessa pequenininha que é muito especial para mim, por me socorrer estatisticamente na velocidade da luz sempre que me desespero, pelas arengas e risadas;

A Thaís pela amizade, conversas, companheirismo, confiança, por ser esse ser iluminado, pela sua bondade e paciência em escutar minhas histórias; A Tania pela amizade, paciência, companheirismo, momentos de diversão compartilhados, pelas viagens, pelos maravilhosos conselhos, por me incentivar sempre;

As gatinhas mais geniais, legais e birrentas do planeta Gláucia, Angela e Priscila pelos momentos compartilhados, pela amizade, diversão, e paciência em me ajudar e conviver com meu jeito torto de ser;

As companheiras de república Mayana, Glenda, Camilla e Emily pelos inúmeros momentos de alegria, pela amizade e companheirismo amenizando a saudade de casa, nos tornando uma família. Em especial à Camilla pela convivência e carinho, sentirei falta das suas inúteis tentativas de consertar meu jeito desastrado de ser.

Aos ornitólogos mais queridos Helder, Roberta, Erick, Wylde, Nayla, Samara, Cayo, Cabrito, Arnaldo, Nathalia, obrigada pelos momentos mega divertidos, pelos drinks, pela preocupação e carinho.

Aos amigos da minha segunda casa, Biomassa, Manu, Lania, Polly, Lidyane, Wellington, Kaline, Thainá, Lindamara, Cristine, Michele, Laís, Priscilla, Ayrton, Angela, Gláucia, Marcelo, Maiara, Bruna, Joelson, Wilca, onde toda a minha jornada científica começou. Em especial a Neto, pelo carinho, atenção, amizade, conversas por esse alto astral contagiante;

Ao primeiro desorientado adotivo Ayrton pela ajuda, risadas, por ser essa pessoa arengueira, com um coração imenso;

Aos Amigos do laboratório de pós-colheita, Teresa, Tania, Ariana, Aline, Janielle, Seu Geraldo, pela amizade e carinho; em especial a Ana Paula e Cris pela ajuda, preocupação, e palavras amigas nos momentos de desespero, além da companhia nos momentos de descontração;

Aos amigos que fiz em Viçosa, Karla, Fabiene, Natalia, Emily, Thiago, Manu, Helen, Thaís, Tania, Fernandas, tornando as disciplinas e o período da realização dos trabalhos mais amenos. Adorei ter conhecido vocês, Viçosa não teria sido a mesma.

À Universidade Federal de Viçosa e Universidade Federal da Paraíba pela acolhida e oportunidade para realização desse trabalho;

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

Enfim, a todos aqueles que direta ou indiretamente participaram e contribuíram para a minha formação, em especial aos que não foram aqui mencionados, perdoem-me.

SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS	4
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	4
CAPÍTULO I - Variabilidade genética baseada em descritores quantitativos e de sensibilidade ao etileno em pimenteiros ornamentais (<i>Capsicum annuum</i>)	8
RESUMO.....	8
1. INTRODUÇÃO.....	9
2. MATERIAL E MÉTODOS	10
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
DIVERGÊNCIA GENÉTICA.....	35
4. CONCLUSÃO.....	42
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
CAPÍTULO II - Análise de trilha e correlações canônicas para fatores de sensibilidade ao etileno e características de planta e fruto em pimenteiros ornamentais	47
RESUMO.....	47
1. INTRODUÇÃO.....	48
2. MATERIAL E MÉTODOS	50
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
4. CONCLUSÃO.....	64
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
CAPÍTULO III - Intraspecific cross-compatibility in ornamental pepper.....	68
ABSTRACT.....	68
1. INTRODUCTION.....	68
2. MATERIALS AND METHODS.....	70
3. RESULTS AND DISCUSSION	71
4. CONCLUSIONS	72
5. LITERATURE CITED	72

RESUMO

NASCIMENTO, Naysa Flávia Ferreira do, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, maio de 2015. **Variabilidade, correlação, análise de trilha e fatores de sensibilidade ao etileno em pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.)**. Orientador: Cláudio Horst Bruckner. Coorientadores: Fernando Luiz Finger e Elizanilda Ramalho do Rêgo.

A grande diversidade do gênero *Capsicum* possibilita, seu uso em programas de melhoramento. Poucos estudos têm sido realizados com pimenta ornamental na seleção de variabilidade e pós-produção. Na fase de pós-produção, a resistência à exposição ao etileno é importante, principalmente durante o transporte e comercialização. O objetivo deste trabalho foi avaliar a diversidade genética entre 14 genótipos de *Capsicum annuum*, utilizar, a correlação canônica e a análise de trilha, ao estudar a associação entre os caracteres morfoagronômicos e a sensibilidade ao etileno em pimenteiras ornamentais, e analisar a compatibilidade intraespecífica entre os genitores selecionados. O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado, com 14 tratamentos e 10 repetições. Os genótipos foram primeiramente avaliados quanto a 21 características morfoagronômicas. Nas plantas tratadas com etileno foi realizada a contagem do número de folhas e frutos no tempo zero e 144h. Os dados foram submetidos à análise de variância, com posterior agrupamento das médias conforme o teste de Scott-Knott ($p < 0,01$). O método de Tocher foi utilizado com base na distância de Mahalanobis e a importância relativa foi avaliada por meio do método de Singh. As correlações foram desdobradas, mediante a análise de trilha em crista, em efeitos diretos e indiretos. Posteriormente, foi realizado a avaliação das correlações canônicas. Os nove genótipos pré-selecionados, foram cruzados manualmente em esquema dialélico, e avaliados a porcentagem de pegamento e o número de sementes por fruto. Os efeitos de tratamento foram significativos, pelo teste F ($p < 0,01$) sobre todas as características. Pelo critério de Scott & Knott a ($p < 0,01$), os genótipos foram agrupados entre duas a seis classes variando conforme a característica analisada. Pelo método de Tocher, os genótipos foram separados em sete grupos. As três primeiras variáveis canônicas explicaram 71,61% da variância total. Pelo método de Singh (1981), o peso do fruto foi a característica que mais contribuiu na divergência, com 21,36% e o número de sementes por fruto 0,41% foi a variável que menos contribuiu. Deve-se selecionar para realização dos cruzamentos os acessos 45, 46, 132, 134, 390, 392 e as cultivares Calypso, Espagueteinho e Pirâmide, pela superioridade na maioria das

características analisadas. Com base na análise de trilha e por meio das magnitudes das correlações canônicas obtidas entre os grupos, foi possível identificar caracteres que maximizem a resposta correlacionada. Deve-se selecionar plantas com menor largura da folha, menor diâmetro do fruto, maior comprimento da antera e maior número de frutos por planta. Estas características também podem ser utilizadas na composição de índices de seleção e/ou seleção simultânea de caracteres para auxiliar na obtenção de plantas com menor sensibilidade ao etileno. A porcentagem de pegamento em cruzamentos variou de 20 a 100%, e o número médio de sementes por frutos variou entre 12 e 75. Foram observados frutos partenocárpicos. Alguns híbridos apresentaram antocianina na placenta. Híbridos intraespecíficos são importante fonte de variabilidade em programas de melhoramento, a compatibilidade, a direção de cruzamento é extremamente importante no sucesso em programas de melhoramento por hibridação.

ABSTRACT

NASCIMENTO, Naysa Flávia Ferreira do, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, May, 2015. **Variability, correlation, path analysis and and factors of ethylene sensitivity in ornamental pepper (*Capsicum annuum* L.)**. Adviser: Cláudio Horst Bruckner. Co-advisers: Fernando Luiz Finger and Elizanilda Ramalho do Rêgo.

The diversity of the genus *Capsicum* enables its use in breeding programs. Few studies have been conducted with ornamental pepper in the selection variability and post-production. In the post-production, the resistance to exhibition to ethylene is an important factor, especially during transport and marketing. The objective of this study was to evaluate the genetic diversity among 14 genotypes of *Capsicum annuum*, using the canonical correlation and the path analysis to study the association between morphological characteristics and sensitivity to ethylene in ornamental pepper and analyze the intraspecific compatibility between selected parents. The experiment was conducted in a completely randomized design with 14 treatments and 10 repetitions. The genotypes were first evaluated for 21 morphological and horticultural traits. The number of leaves and fruits of plants treated with ethylene were determined at times zero and 144h. Data were subjected to analysis of variance and the means were subsequently grouped by the Scott Knott test ($p < 0,01$). Tocher method was applied based on Mahalanobis distance. The relative importance of the traits to variability was evaluated by Singh Method. Correlations were partitions by the ridge path analysis in direct and indirect effects. Canonical correlations were subsequently evaluated. The nine pre-selected genotypes were manually crossed in diallel. The percentage of fruit set was estimated as the number of fruits formed. The treatment effects were significant according to the F test ($p < 0,01$) for all traits. By Scott & Knott test ($p < 0,01$), the genotypes were grouped within two to six classes ranging as the characteristic analyzed. The method of Tocher grouped the genotypes into seven groups. The first three canonical variables explained 71.61% of total variance. By Singh method, the weight of the fruit was the trait that most contributed to the divergence, with 21.36%, and the number of seeds per fruit, 0.41%, was the variable that less contributed. The accessions 45, 46, 132, 134, 390, 392 and cultivars Calypso, Espaguetinho and Pyramid should be selected as parents for future crosses, because its superiority in most traits analyzed. Based on path analysis and through the magnitudes of the canonical correlations between groups, traits were identified that maximize the correlated response It is

recommended to select plants with reduced leaf width, and fruit diameter and more length of anther and number of fruits per plant. These traits are useful to the composition selection index and / or simultaneous selection and characters auxiliary obtaining plants resistant to ethylene. The percentage of fruit set after crossings varied from 20 to 100%. Parthenocarpic fruits and fruits with very few seeds were observed. Some hybrids showed anthocyanin in the placenta tissues. The knowledge of the intraspecific compatibility as well as of the direction of crossing is extremely important for success in hybrid breeding programs.

1. INTRODUÇÃO

Na agricultura contemporânea, a floricultura e o cultivo de plantas ornamentais são setores de grande rentabilidade por área cultivada. Inicialmente a produção de plantas ornamentais estava concentrada em alguns países europeus, como Holanda, Itália e Dinamarca, além do Japão e Ásia (Upnmoor, 2003). Agora este mercado está sendo expandindo, e com a globalização, novas regiões foram se firmando como produtoras e exportadoras de plantas ornamentais, principalmente onde o clima é favorável e há disponibilidade de mão de obra. Entre os novos países é destaque a Colômbia, Equador, Estados Unidos, Espanha e Brasil (Upnmoor, 2003; Junqueira e Peetz et al., 2005; Rêgo et al., 2012).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Floricultura, em 2014 o mercado de flores e plantas ornamentais no Brasil, obteve o faturamento anual de US\$ 5,7 bilhões, com perspectiva de crescimento de 8% no ano de 2015. Estes valores foram realizados tomando como base a área cultivada de 14.992 hectares, gerando 215.818 postos de trabalho (Ibraflor, 2015). Partindo deste pressuposto, esta atividade é bastante lucrativa, permitindo o desenvolvimento de pequenas áreas de produção, associada à geração de empregos diretos e indiretos, sendo nova fonte de subsistência dos pequenos agricultores.

Dentre as plantas ornamentais cultivadas em vaso, as pimentas (*Capsicum* spp.) têm se destacado pela crescente e contínua aceitação pelo mercado consumidor (Junqueira e Peetz, 2011; Rêgo et al., 2011). Inicialmente, qualquer espécie de pimenta poderia ser utilizada como planta ornamental, porém as espécies com porte compacto são mais indicadas ao plantio em vasos, principalmente na decoração de ambientes internos (Vieira, 2002; Rêgo et al., 2011; Finger et al., 2012; Nascimento et al., 2012, 2013). Não havia interesse na utilização das pimenteiras ornamentais para consumo porém, recentemente, houve um aumento na utilização de plantas com dupla finalidade (Finger et al., 2012b).

O gênero *Capsicum* pela grande diversidade possibilita seu uso em programas de melhoramento com objetivo de aumentar a produção, resistência a doenças e pragas, qualidade dos frutos na comercialização, resistência ao armazenamento prolongado, processamento e qualidade nutricional (Casali et al., 1984; Rêgo et al., 2011). Ainda assim, poucos estudos têm sido realizados com pimenta ornamental quanto a geração e

seleção de variabilidade em componentes, como arquitetura da planta, precocidade, capacidade de envelhecimento no vaso e características de pós-produção.

Na fase de pós-produção, vários são os problemas encontrados que afetam a qualidade e a vida de vaso das pimenteiras ornamentais, em geral, a exposição ao etileno é um dos mais importantes, principalmente durante o transporte e comercialização, onde as plantas na maioria das vezes são expostas às condições de baixa luminosidade e altas temperaturas (Hoyer, 1996; Segatto et al., 2013).

O etileno é um fitormônio produzido por todas as flores e plantas, age em baixas concentrações. 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, as flores e plantas sensíveis ao etileno haverá murchamento, secagem do botão, abscisão de folhas, flores e frutos, entre outros problemas (Woltering et al., 1996). Porém, a concentração de etileno que causa estes efeitos é dependente de fatores como o tempo de exposição, temperatura, estágio de desenvolvimento e sensibilidade da espécie ou variedade (Hoyer, 1996; Segatto et al., 2013).

O mecanismo de ação do etileno consiste na sua ligação a uma molécula receptora, provavelmente proteína, denominada ETR1, que possui o sítio de ligação do fitormônio. A ativação tem dois passos possíveis: o próprio receptor (na membrana do RE) ativa o fitormônio ou, o que parece mais provável, uma via de sinalização formada por mensageiros secundários, que vão ao núcleo da célula e induzem a expressão gênica. Consequentemente a formação de novos mRNAs e novas proteínas desencadeiam respostas inerentes ao etileno (Kluge, et al., 2002; Ferrante e Francine, 2006), como senescência de folhas, flores, amadurecimento de frutos climatéricos, abscisão de flores, folhas e frutos.

O murchamento da planta, amarelecimento das folhas, epinastia, abscisão de folhas, flores e frutos, entre outros fatores, são as implicações comerciais da ação deletéria do etileno em plantas sensíveis, que se tornaram causas limitantes na comercialização das pimenteiras ornamentais (Nascimento et al., 2015). Tal fato despertou interesse pelos meios de seleção das plantas com baixa sensibilidade. As principais cultivares de *Capsicum* comercializadas com fins ornamentais como Calypso, Pirâmide ornamental e Espaguete são altamente sensíveis à ação do etileno.

Dentro desse contexto, a Universidade Federal de Viçosa (UFV) vem desenvolvendo, juntamente com a Universidade Federal Paraíba (UFPB), um programa de melhoramento de pimenteiras com fins ornamentais. Os objetivos deste programa

são: avaliar e selecionar linhagens para fatores de ornamentação, longevidade em vaso, resistência ao armazenamento e transporte, baixa sensibilidade ao etileno, promovendo a hibridação entre as linhagens selecionadas e posterior disponibilização dos híbridos ou linhagens obtidas.

Nesse programa de melhoramento, e tipicamente nos demais, as estratégias iniciais geralmente envolvem maior demanda de tempo e esforço na seleção, avaliação e hibridação dos genótipos. A diversidade incorporada nessa base pode refletir a quantidade de fontes disponíveis aos objetivos a serem alcançados em longo prazo (Rêgo et al., 2011). O primeiro passo é a seleção dos genitores, sendo a diversidade genética um dos critérios de seleção dos pais na produção de híbridos (Geleta e Labuschagne, 2004).

A manutenção da diversidade genética, identificação de duplicatas e conhecimento dos genótipos é de suma importância que haja manutenção e conservação dos acessos em bancos de germoplasma, no entanto, esses acessos devem ser caracterizados e avaliados com o intuito de identificar os úteis em programas de melhoramento (Franco et al., 2005; Sudré et al., 2007; Moura et al., 2010).

As informações obtidas em relação à diversidade de qualquer coleção de germoplasma aumentam a eficiência dos trabalhos de melhoramento de espécies cultivadas (Geleta et al., 2005). Essa divergência genética pode ser analisada através de métodos preditivos que levam em consideração caracteres agronômicos, fisiológicos, morfológicos e moleculares (Rao et al., 1981; Carvalho et al., 1995; Shimoya et al., 2002; Dutra Filho et al., 2011).

Nas distintas etapas dos programas de melhoramento, o conhecimento das correlações entre variáveis se faz necessário. A maioria dos programas de melhoramento leva em consideração muitas características simultaneamente, e que a correlação entre elas pode contribuir na escolha dos procedimentos de seleção mais apropriados objetivando maximizar o ganho genético por geração (Santos & Vencovsky, 1986; Cruz e Regazzi, 2001; Ferreira et al., 2012).

Em resumo, para o sucesso dos programas de melhoramento, é essencial obter informações sobre a diversidade genética do germoplasma disponível, ter o conhecimento da associação entre caracteres e sobre as afinidades genômicas entre os possíveis doadores de alelos desejáveis e a cultura a ser melhorada. As informações geradas neste estudo fornecerão informações úteis tanto ao programa de melhoramento da UFPB como outros pesquisadores que trabalham com o gênero *Capsicum*.

2. OBJETIVOS

Avaliar a diversidade genética entre sete acessos de *C. annuum* pertencentes ao banco de germoplasma de *Capsicum* da UFPB e da UFV, e sete cultivares, três ornamentais comercializadas no Brasil, duas comercializadas na Itália, e duas pertencentes ao Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA).

Estudar a associação entre os caracteres morfoagronômicos e a sensibilidade ao etileno em pimenteiras ornamentais.

Analisar a compatibilidade intraespecífica entre os genitores selecionados.

2.1 Objetivos específicos

Dar continuidade ao programa de melhoramento de pimenteiras para fins ornamentais;

Avaliar a sensibilidade ao etileno nos genótipos durante a pós-produção;

Estudar fatores de arquitetura da planta e frutos, em pimentas ornamentais, selecionando as mais adaptadas à vida de vaso;

Avaliar a diversidade genética entre os genótipos bem como a importância relativa dos caracteres;

Estudar a associação entre os caracteres e indicar quais características podem ser usadas como critério de seleção das plantas com baixa sensibilidade ao etileno.

Descrever a compatibilidade intraespecífica em *C. annuum*.

3. Referências bibliográficas

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

Carvalho, LP; Cruz, CD; Moraes, CF. 1995. Genetic divergence in Brazilian cotton, *Gossypicum hirsutum* var. *latifolium* Hutch. Revista Brasileira de genética, Ribeirão Preto, 18(3): 439-443.

Casali, VWD; Couto, FAA; 1984. Origem e botânica de *Capsicum*. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 10: 113.

Castro, CEF.; Graziano, TT. 1997. Espécies do gênero *Heliconia* (Heliconaceae) no Brasil. Revista Brasileira de Horticultura Ornamental 3: 15-28.

Cruz, CD; Regazzi, AJ. 1994. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa: Imprensa Universitária, 378p.

- Cruz, CD; Regazzi, AJ. 2001. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. 2. ed. UFV. 390 p.
- Cruz, CD. 2006. Programa genes: aplicativo computacional em genética e estatística. Viçosa: UFV, 382 p.
- Dutra Filho, JÁ; Melo, LJOT; Resende, LV; Anunciação Filho, CJ; Bastos, GQ. 2011. Aplicação de técnicas multivariadas no estudo da divergência genética em cana-de-açúcar. Revista Ciência Agronômica, 42(1): 185-192.
- Ferrante, A.; Francini, A. Ethylene and Leaf Senescence. 2006. In: Ethylene Action in Plants. Nafees A. Khan (Ed.). Springer, New York. 1: 51-64.
- Ferreira, JP; Schimdt, O; Schimdt, ER; Piantavinha, WC; Cattane, LF. 2012. Correlações entre características morfo-agronômicas de Acessos de mamoeiro. Enciclopédia biosfera - Centro Científico Conhecer. 8(14): 246 p.
- Finger, FL; Rêgo, ER; Segatto, FB; Nascimento, NFF; Rêgo, M. 2012. Produção e potencial de mercado para pimenta ornamental. Informe Agropecuário, 33(267): 14-20.
- Franco, J; Crossa, J; Taba, S; Shands, H. 2005. A sampling strategy for conserving genetic diversity when forming core subsets. Crop Science 45: 1035-1044.
- Gardner, COW; Eberhart, SA. 1966. Analysis and interpretation of the variety cross diallel and related populations, Biometrics, North Carolina, 439-452.
- Geleta, LF; Labuschagne, MT. 2004b. Hybrid performance for yield and other characteristics in peppers (*Capsicum annuum* L.). Journal of Agricultural Science, 142: 411-419.
- Geleta, LF; Labuschagne MT; Viljoen CD. 2005. Genetic variability in pepper (*Capsicum annuum* L.) estimated by morphological data and amplified fragment length polymorphism markers. Biodiversity and Conservation, 14: 2361-2375.
- Griffing, B. 1956. Concept of general and specific combining ability in relation to diallel crossing systems. Australian Journal of Biological Science, 9: 463-493.
- Gonçalves, LSA; Rodrigues R, Bento CS, Robaina, RR, Antonio Teixeira do Amaral Júnior. 2011. Herança de caracteres relacionados à produção de frutos em *Capsicum baccatum* var. *pendulum* com base em análise dialélica de Hayman. Revista Ciência Agronômica, 42(3): 662-669, ISSN 1806-6690.
- Hayman, BI. 1954. The theory and analysis of diallel crosses. Genetics, 39(.6): 789-809.
- Hoyer, L. 1996. Critical ethylene exposure for *Capsicum annuum* “Janne” is dependent on an interaction between concentration, duration and developmental stage. Journal of Horticultural Science, 71(4): 621-628.
- IBRAFLO. Análise conjuntural das exportações de flores e plantas ornamentais do Brasil. 2015. Disponível em <http://www.ibaflor.com.br>. Acessado em 2015.

- IPGRI. 1995. *Descritores para Capsicum (Capsicum spp)*. Roma: IPGRI, 51p.
- Junqueira, AH; Peetz, MS. 2011 (Janeiro a Maio): Balanço do comércio exterior da floricultura Brasileira. *Hortica: Boletim Técnico*, 2011, 5p.
- Junqueira AH; Peetz MS. 2005. Perfil da cadeia produtiva das flores e plantas ornamentais do Distrito Federal. *Sebrae*, 123p.
- Klug, RA; Jacomina, AP; Ojeda, RM; Brackmann, A. 2002. Inibição do amadurecimento de abacate com 1-metilciclopropeno. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 37 (7): 895-901.
- Lamas, AM. 2004. Flores: produção, pós-colheita e mercado. In: *Semana internacional da fruticultura, floricultura e agroindústria*, 11. Fortaleza, CE. Fortaleza: Instituto Frutal, 109p.
- Lédo, FJS; Casali, VWD; Cruz, CD; Lédo, CAS. 2001. Análise genética em um dialeto de alface. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 36(3): 493-499.
- Marchesan, CB; Melo, AMT; Paterniani, MEAGZ. 2009. Combining ability in sweet pepper for resistance to powdery mildew. *Horticultura Brasileira*, 27: 189-195.
- Miranda Filho, JB ; Gorgulho, EP. 2001. Cruzamentos com testadores e dialelos. In: NASS et al. (Ed.). *Recursos genéticos e melhoramento: plantas*. Rondonópolis: Fundação MT, 649-671.
- Moura MCCL; Gonçalves LSA; Sudré CP; Rodrigues R; Amaral Júnior AT; Pereira TNS. 2010. Algoritmo de Gower na estimativa da divergência genética em germoplasma de pimenta. *Horticultura Brasileira* 28: 155-161.
- Nascimento, NFF; Rêgo, ER; Rêgo, MM; Nascimento, MF; Alves, LIF. 2012. Compatibilidade em cruzamentos intra e interespecíficos em pimenteiros ornamentais. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental* 18(1): 57-62.
- Nascimento, NFF; Rêgo, ER; Nascimento, MF; Santos, RMC; Bruckner, CH; Finger, FL; Rêgo, MM. 2013. Flower Color Variability in Double and Three-way Hybrids of Ornamental Peppers. *Acta Horticulturae* 1: 457-464.
- Nascimento, MF; Rêgo, ER; Nascimento, NFF; Santos, RMC; Bruckner, CH; Finger, FL; e Rêgo, ER. 2015. Correlação entre características morfoagronômicas e resistência à ação do etileno em pimenteiros ornamentais. *Horticultura Brasileira* (Inpress).
- Rao, NKS; Swamy, RD; Chaco, EK. 1981. Differentiation of plantlets in hybrid embryo callus of pineapple. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v. 15, p. 235-238.
- Rêgo, ER; Finger, FL; Cruz, CD; Rêgo, MM. 2006. Caracterização, diversidade e estimação de parâmetros genéticos em pimenteiros (*Capsicum spp.*). *Anais do II Encontro Nacional do Agronegócio Pimentas (Capsicum spp.)*.

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; Finger, FL; Nascimento, MF; Barbosa, LAB; Santos, RMC. 2011 Pimenteiras Ornamentais. In: Rêgo; E.R. Finger, F.L. Rêgo, M.M. (Org.). Produção, Genética e Melhoramento de Pimentas (*Capsicum spp.*). 1 ed. Recife - PE: Imprima, 1: 117-136.

Santos, MRA; Timbó, ALO; Carvalho, ACPP; Morais, JPS. 2006. Estudo de adubos e substratos orgânicos no desenvolvimento de mudas micropropagadas de helicônia. Horticultura Brasileira, 24: 273-278.

Santos, J; Vencovsky, R. 1986. Correlação fenotípica e genética entre alguns caracteres agronômicos do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Ciência e Prática, Lavras 10:265-272.

Segatto, FB; Finger, FL; Barbosa, JG; Rêgo, ER; Pinto, CMF. 2013. Effects of ethylene on the post-production of potted ornamental peppers (*Capsicum annuum*). Acta Horticulturae, 1000: 217-222.

Shimoya, A; Cruz, CD; Ferreira, RP; Pereira, AV; Carneiro, PCS. 2002. Divergência genética entre acessos de um banco de germoplasma de capim-elefante. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 37(7): 971-980.

Singh, D. 1981. The relative importance of characters affecting genetic divergence. Indian Journal of Genetic and Plant Breeding, 41(2): 237-245.

Sudré, CP; Leonardecz, E; Rodrigues, R; Amaral Junior, AT; Moura, MCL; Gonçalves, LSA. 2007. Genetic resources of vegetable crops: a survey in the Brazilian germplasm collections pictured through papers published in the journals of the Brazilian Society for Horticultural Science. Horticultura Brasileira 25: 496-503.

Tavares, M; Melo, AMT; Scivittaro, WB. 1999. Efeitos diretos e indiretos e correlações canônicas para caracteres relacionados com a produção de pimentão. Bragantia, Campinas, 58(1): 41-47.

Upnmoor, I. Cultivo de plantas ornamentais. Ed. Agropecuária, 2003, 59p.

Vieira, MA. 2002. Uso de polímero hidro absorvente: efeitos sobre a qualidade de substratos hortícolas e crescimento de mudas de pimentão ornamental. 113f. Tese (Doutorado em Agronomia – Produção Vegetal) – Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, UFPel, Pelotas, Rio Grande do Sul.

Woltering, E. 1996. Effects of ethylene on ornamental pot plants: A classification. Scientia Hort. 31:83-94.

CAPÍTULO I

Variabilidade genética baseada em descritores quantitativos e de sensibilidade ao etileno em pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum*)

N.F.F. do Nascimento¹, E.R. do Rêgo², M.F. Nascimento¹, C.H. Bruckner³, F.L. Finger³ and M.M. do Rêgo²

¹Laboratório de Análises de Progenies, Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, Universidade Federal de Viçosa; ²Laboratório de Biotecnologia Vegetal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba; ³Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa.

RESUMO

No Brasil poucas são as variedades comerciais de pimenteiras destinadas a ornamentação. Em programas de melhoramento por hibridação, é necessário que aja entre os genitores variabilidade genética podendo melhor selecioná-los. O objetivo deste trabalho foi avaliar a divergência genética e a importância relativa dos caracteres, entre sete acessos pertencentes ao banco de germoplasma de *Capsicum* da Universidade Federal da Paraíba e da Universidade Federal de Viçosa, sete cultivares comerciais, baseando-se em caracteres quantitativos e de sensibilidade ao etileno. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado sendo 14 tratamentos e 10 repetições. As plantas foram avaliadas quanto a 21 características morfoagronômicas e foram tratadas com etileno até a concentração final de 10 $\mu\text{L L}^{-1}$, durante 48 horas e em seguida mantida à temperatura ambiente para contagem do número de folhas e frutos no tempo zero e 144h. A abscisão de folhas e frutos foi expressa em porcentagem de perda. Os dados foram submetidos à análise de variância, com posterior agrupamento das médias pelo teste de Scott-Knott ($p < 0,01$). O método de Tocher foi utilizado com base na distância de Mahalanobis. Os efeitos de tratamento foram significativos, pelo teste F ($p < 0,01$) e os valores de herdabilidade encontrados foram superiores a 75% para todas as características. De acordo com teste de Scott & Knott ($p < 0,01$), os genótipos e as cultivares foram agrupados entre duas a seis classes variando conforme a característica analisada. No método de otimização de Tocher, os genótipos e as cultivares foram separados em sete grupos. O peso do fruto foi a característica que mais contribuiu para a divergência, com 21,36% e o número de sementes por fruto 0,41% foi a variável que menos contribuiu. Os genótipos e as cultivares analisadas foram divergentes, e possuem potencial para serem utilizados como genitores em programas de melhoramento de pimenteiras ornamentais, sendo indicado para o desenvolvimento de uma nova variedade ou híbrido com baixo porte, copa harmônica, flores grandes, com alto rendimento, os genótipos 45, 46, 132, 134, 390, 392 e as cultivares Calypso, Espaguetinho e Pirâmide, pois estes apresentaram-se superiores para a maioria das características de interesse.

Palavras-chave: diversidade genética, melhoramento, etileno, pimenta.

1. INTRODUÇÃO

As pimentas do gênero *Capsicum* fazem parte do patrimônio da biodiversidade brasileira, apresentando diversas variedades que diferem quanto ao tipo, cor, tamanho, sabor e pungência (Pereira e Rodrigues, 2005; Neitzke et al., 2008; Nascimento et al., 2012a). A variabilidade genética nas espécies de *Capsicum* é condição básica ao melhoramento genético desse gênero (Ferrão et al., 2011).

No Brasil poucas são as variedades comerciais de pimenteiros destinadas a ornamentação. 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 desenvolver novas cultivares com esse objetivo (Neitzke et al., 2010).

Diversos estudos de variabilidade em pimenteiros ornamentais vêm sendo realizados, baseados em características de porte, flor e frutos, por meio de análises multivariadas (Neitzke et al., 2010; Barroso et al., 2012; Rêgo et al., 2013; Silva Neto et al., 2014). Poucos estudos têm sido realizados com pimenta ornamental no que se refere à geração e seleção de variabilidade em fatores de pós-produção.

Muitos problemas são encontrados na fase de pós-produção que afetam a qualidade e a vida de vaso das pimenteiros ornamentais, em geral, a exposição ao etileno durante o transporte e a comercialização é um dos mais importantes (Hoyer 1996; Segatto et al., 2013; Santos et al., 2013b).

Dentro desse contexto, a Universidade Federal Viçosa (UFV) vem desenvolvendo, juntamente com a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), um programa de melhoramento de pimenteiros com fins ornamentais. Os objetivos deste programa são: avaliar e selecionar linhagens para fatores de ornamentação, longevidade em vaso, resistência ao armazenamento e transporte, promovendo a hibridação entre as linhagens selecionadas, para posterior disponibilização aos agricultores familiares.

Em programas de melhoramento por hibridação, é necessário que os progenitores envolvidos apresentem variabilidade genética para melhor selecioná-los. (Pedrozo et al., 2009; Dutra Filho et al., 2011). Além disso, é de suma importância avaliar a divergência genética contida entre os genitores, para que através dos cruzamentos realizados aumente-se a possibilidade de obtenção de indivíduos com elevado efeito heterótico (Oliveira et al., 1998; Sudré et al., 2005; Rêgo et al., 2010), maior variabilidade genética em gerações segregantes (Rao et al., 1981; Cruz et al., 2012) sendo útil para criação de cultivares de pimenteiros melhoradas.

Para estimar a divergência genética, algumas metodologias são utilizadas, como as técnicas de análise multivariada, ou associações entre elas, como as variáveis canônicas e distâncias multivariadas (Cruz et al., 2011). Essas técnicas permitem ao melhorista fazer avaliação do material genético com um conjunto de características que combinam as múltiplas informações contidas na unidade experimental (Oliveira, 1989; Alvares et al., 2012).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a divergência genética e a importância relativa dos caracteres entre sete acessos e sete cultivares de pimenteiras, por meio de procedimentos multivariados, baseando-se em 23 caracteres quantitativos de porte, fruto e sensibilidade ao etileno, indicando a seleção dos mais promissores para o direcionamento de hibridações.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Foram utilizados sete acessos de *C. annuum* provenientes dos bancos de germoplasma de hortaliças da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), UFPB 45, UFPB 132, UFPB 134, UFPB 390 e da Universidade Federal de Viçosa: UFV 46, UFV 392, UFV 444. Sete cultivares, três ornamentais comercializadas no Brasil: Calypso, Espagueteinho e Pirâmide ornamental, duas cultivares comercializadas na Itália, IT1 e IT2 e duas cultivares pertencentes ao Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), IPA1 e IPA2. Na tabela 1 encontra-se a descrição fenotípica dos genótipos avaliados.

Os genótipos foram autofecundados e semeados em bandeja de poliestireno expandido com 200 células, utilizando-se substrato comercial (Brasplant). Quando as plântulas apresentavam quatro pares de folhas definitivas, foram transplantadas para vasos de 900 ml contendo o mesmo substrato. Sempre que necessário foram realizados os tratos culturais recomendados a cultura (Filguera, 2000). Ao atingirem a fase adulta (Figura 1A, 1B), os genótipos foram caracterizados de acordo com os descritores para *Capsicum* sugeridos pelo IPGRI, (1995).

Os caracteres relacionados a arquitetura da planta foram: altura da planta, diâmetro da copa, altura da primeira bifurcação, diâmetro do caule, comprimento da folha, largura da folha, comprimento do pedicelo, comprimento da corola, comprimento da antera, comprimento do filete.

Tabela 1. Descrição qualitativa dos acessos e cultivares e pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum*) utilizadas nesse estudo.

Genótipos	HC	CF	PF	CC	CFI	CFM	MA	FF
UFPB 45	Ereto	Verde e Roxo	Ereto	Roxa	Roxo escuro	Vermelho escuro	Presente	Triangular
UFPB 132	Ereto	Verde Claro	Ereto	Roxa	Roxo	Vermelho escuro	Presente	Alongado
UFPB134	Intermediário	Verde escuro	Ereto	Branca	Laranja claro	Laranja	Ausente	Triangular
UFPB 390	Ereto	Verde Claro	Ereto	Branca	Amarelo claro	Vermelho	Presente	Arredondado
UFV 46	Ereto	Verde Claro	Ereto	Branca	Verde Claro	Vermelho	Presente	Triangular
UFV 392	Ereto	Roxa	Ereto	Roxa	Roxo	Vermelho	Presente	Arredondado
UFV 444	Ereto	Verde	Ereto	Branca	Verde Claro	Vermelho	Ausente	Triangular
Calypso	Ereto	Verde	Ereto	Branca	Verde	Amarelo	Ausente	Triangular
Espaguetinho	Intermediário	Verde escuro	Ereto	Branca	Amarelo claro	Vermelho	Ausente	Alongado
Pirâmide	Intermediário	Verde escuro	Ereto	Branca	Laranja claro	Vermelho	Ausente	Triangular
IT1	Ereto	Verde	Ereto	Branca	Verde	Vermelho	Ausente	Triangular
IT2	Ereto	Verde	Ereto	Branca	Verde	Laranja	Ausente	Triangular
IPA1	Ereto	Verde	Ereto	Branca	Verde	Laranja	Ausente	Triangular
IPA2	Ereto	Verde	Ereto	Branca	Verde	Amarelo	Ausente	Triangular

HC – hábito de crescimento; CF – Cor da folha; CC – Cor da corola; CFI – Cor do fruto intermediário; CFM – Cor do fruto maduro; MA – manchas antocianínicas; FF - forma do fruto.

Os caracteres relacionados a fruto foram: peso do fruto, comprimento do fruto, diâmetro do fruto, comprimento do pedúnculo, espessura do pericarpo, comprimento da placenta, massa da matéria fresca do fruto, teor de matéria seca do fruto, número sementes por fruto, número de frutos por planta, produção.

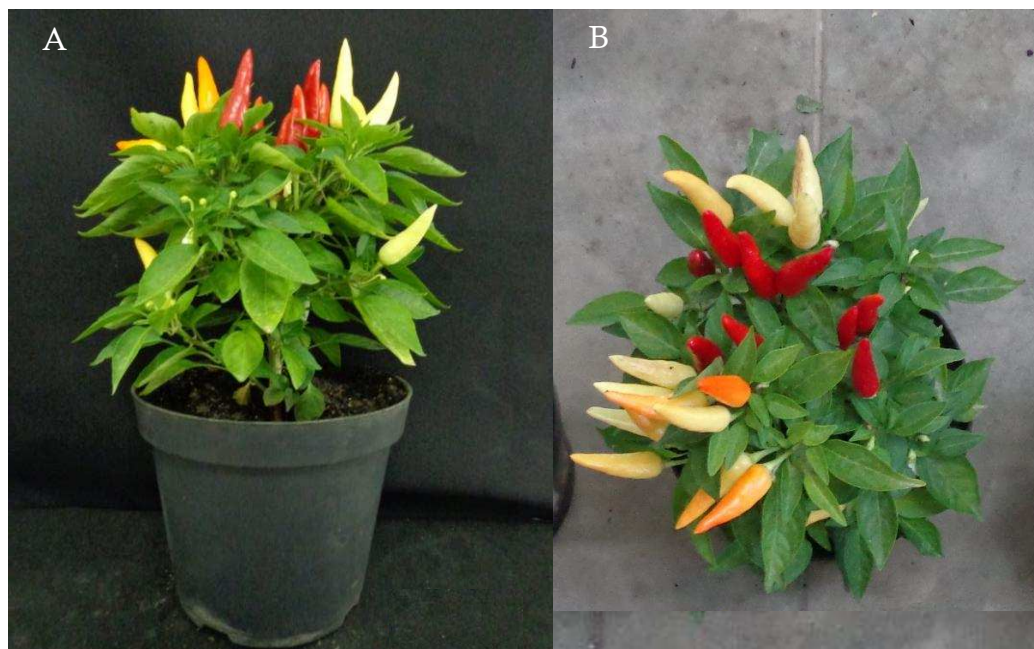


Figura 1. Variedade ornamental de pimenteira adulta. (A) – Tamanho ideal da planta no vaso plástico comum N° 13 (12-38,5cm) de acordo com o Veeling Holambra, (2015); (B) – Copa circular e densa, com boa cobertura do vaso.

A avaliação da sensibilidade ao etileno foi realizada após a caracterização morfoagronômica e os genótipos ao atingirem estágio de desenvolvimento adequado para comercialização, ou seja, quando as plantas apresentaram cerca de 50% dos frutos maduros (Nascimento et al., 2015), foram colocados em recipientes herméticos de 60L onde foi injetado etileno na concentração final de $10 \mu\text{L L}^{-1}$ (Segatto et al., 2013).

As plantas permaneceram expostas ao etileno pelo período de 48 horas e, em seguida, foram mantidas à temperatura de 25°C com $8-10 \mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$ de luz fluorescente branca, para posterior análise dos efeitos do etileno (Hoyer, 1996). Foi realizada a contagem do número de folhas e frutos no tempo zero (antes do tratamento com etileno) e às 144 horas após o tratamento com etileno para determinação da abscisão de folhas e frutos. As perdas, tanto de folhas como de frutos, foram expressas em porcentagem em relação ao tempo zero, após a exposição ao etileno.

O delineamento foi inteiramente casualizado, com quatorze tratamentos e dez repetições. Os dados quantitativos foram submetidos à análise de variância com posterior agrupamento de médias pelo método de Skott-Knott a 1% de probabilidade.

Na análise de divergência genética utilizou-se o método de agrupamento de Tocher, com base na distância generalizada de Mahalanobis. A importância relativa das características foi realizada usando o método de Singh (1981). As análises estatísticas foram realizadas através do programa computacional Genes (Cruz, 2013).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os efeitos de tratamento foram significativos, pelo teste F ($p < 0,01$) para todas as características (Tabela 2). Tais resultados indicam a existência de variabilidade genética entre os genótipos avaliados (Figuras 2 - 15), havendo a possibilidade de ganhos genéticos nessas características em trabalhos futuros de melhoramento (Ferrão et al., 2011).

Os valores de herdabilidade foram elevados, acima de 75% para todas as variáveis estudadas (Tabela 2). Altos valores de herdabilidade indicam que a variação encontrada é devido à variação genética possuindo pouca influência ambiental, sendo possível a seleção de plantas baseadas nessas características nas gerações iniciais com maior precisão e confiabilidade (Cruz et al., 2012; Nascimento et al., 2012b).

O maior valor de herdabilidade foi observado para a característica altura da planta (97,96%). Uma vez que, para fins ornamentais o ideal são plantas de pequeno porte, com frutos eretos, coloridos e que contrastem com a folhagem (Tabela 1), os valores encontrados neste trabalho são de interesse para o melhoramento, pois se este caráter apresentou alta herdabilidade, pode-se selecionar genitores para hibridação com o intuito de produzir novas linhagens com porte desejado.

Os coeficientes de variação (CV) do experimento variaram de 11,36% a 99,10% para as características comprimento da corola e abscisão de frutos respectivamente (Tabela 2), sendo estes valores satisfatórios, uma vez que foram detectadas diferenças significativas entre os genótipos avaliados. De acordo com Pimentel Gomes (2000), o coeficiente de variação dá uma ideia da precisão experimental, resultados mais precisos e informações confiáveis são obtidos quando se reduz o efeito do erro experimental. Esse mesmo autor enfatiza que valores acima de 30% são considerados altos, entretanto, estudos mais recentes realizados por Silva et al., (2011) em pimenteiras indicam que os valores de CV variam de acordo com a característica, com o acesso e com a espécie avaliada.

Tabela 2. Resumo da Análise de variância dos híbridos simples, triplos e duplos de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum*).

FV	Quadrado Médio							
	AF	AFR	AP	DDC	APB	DCL	CFL	LDF
Tratamentos	4545,21**	1817,00**	1691,00**	621,20**	223,92**	0,46**	8,74**	2,70**
CV(%)	23,71	99,10	18,65	18,74	48,38	13,09	17,65	16,61
h²(%)	93,07	75,41	97,96	95,64	90,21	97,62	90,05	94,39
	CDP	CDC	CAN	CFI	PFR	CFR	DDF	CP
Tratamentos	2,04**	0,46**	0,03**	0,03**	17,67**	9,39**	1,85**	1,06**
CV(%)	23,77	11,36	18,67	15,53	33,36	19,80	21,40	18,46
h²(%)	85,66	92,56	85,80	77,87	97,60	96,98	96,46	83,53
	EP	CPL	MF	TMS	NSF	NFP	P	
Tratamentos	0,01**	3,78**	12,17**	196423,63**	1690,51**	1256,12**	2689,75**	
CV(%)	28,59	22,23	36,32	55,03	33,54	30,36	42,22	
h²(%)	84,41	96,82	97,36	86,48	90,51	95,26	89,99	

AF (%) - Abcisão de folhas; AFR(%) – Abcisão de frutos; AP (cm) - altura da planta; DDC (cm) - diâmetro da copa; APB (cm) – altura da primeira bifurcação; DCL (cm) – diâmetro do caule; CFL (cm) - comprimento da folha; LDF (cm) - largura da folha; CDP (cm) – comprimento do pedicelo; CDC (cm) - comprimento da corola; CAN (cm) – comprimento da antera; CFI (cm) – comprimento do filete; PFR (g) - peso do fruto; CFR (cm) - comprimento do fruto; DDF (cm) - diâmetro do fruto; CP (cm) – comprimento do pedúnculo; EP (cm) – espessura do pericarpo; CPL (cm) – comprimento da placenta; MF (g) – massa da matéria fresca do fruto; TMS (%) – Teor de matéria seca do fruto; NSF – número de sementes por fruto; NFP - número de frutos por planta; P (g) – Produção.

ns e ** = Não significativo e significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

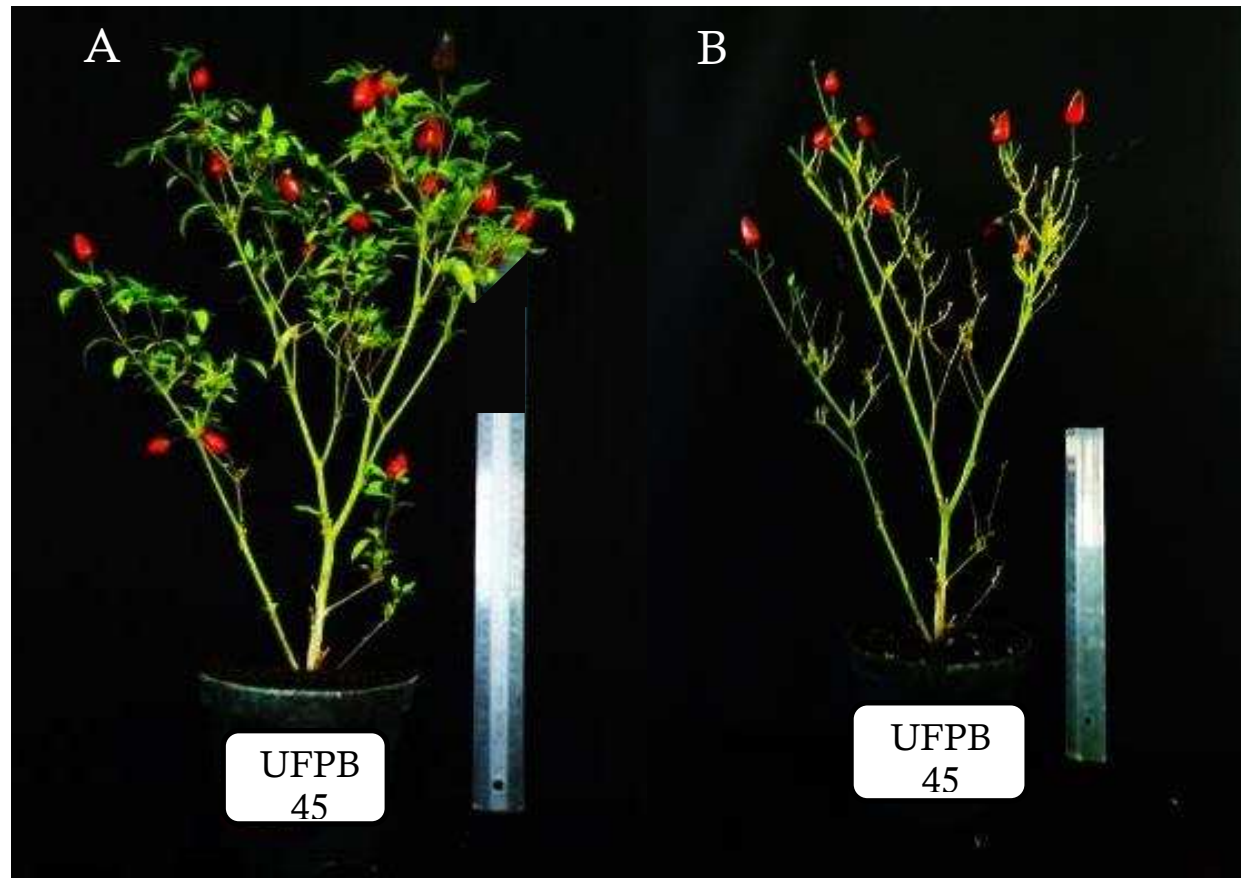


Figura 2. Genótipo pertencente ao banco de germoplasma da UFPB. (A) Genótipo antes do tratamento com o etileno; (B) Genótipo após o tratamento com o etileno (Régua 30cm).

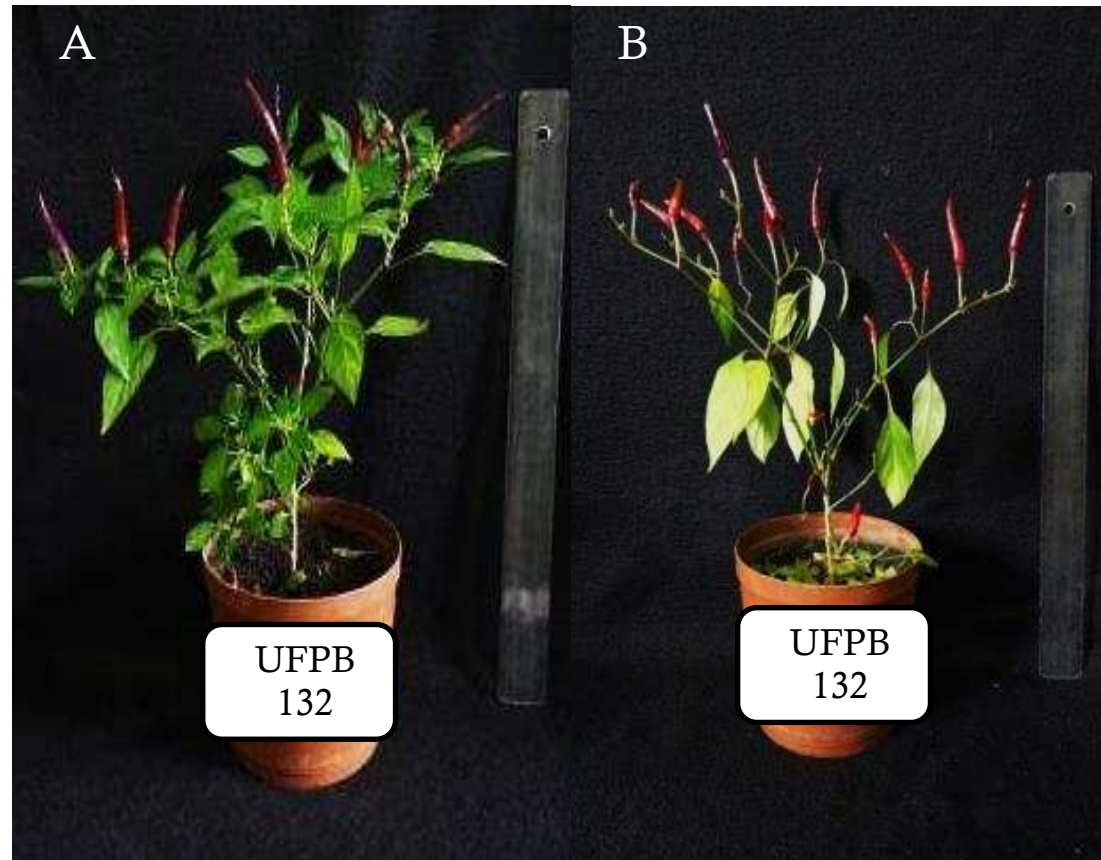


Figura 3. Genótipo pertencente ao banco de germoplasma da UFPB. (A) Genótipo antes do tratamento com o etileno; (B) Genótipo após o tratamento com o etileno (Régua 30cm).

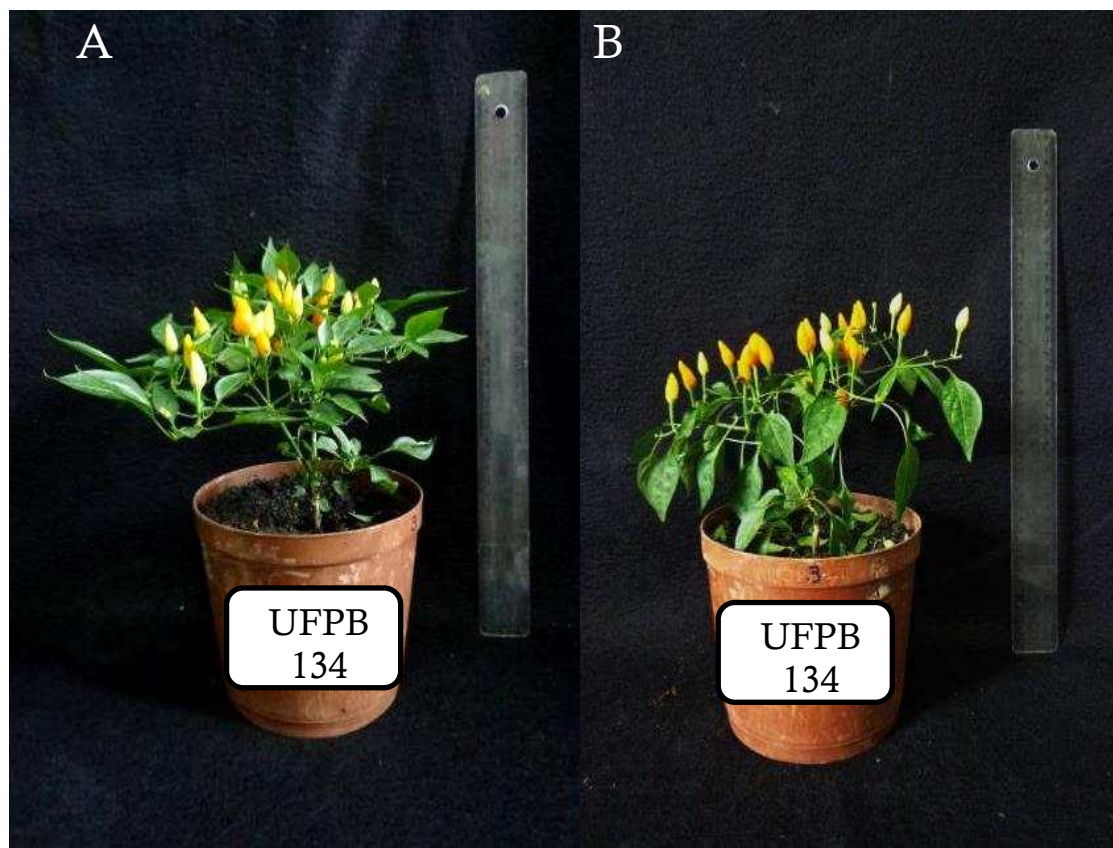


Figura 4. Genótipo pertencente ao banco de germoplasma da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). (A) Genótipo antes do tratamento com o etileno; (B) Genótipo após o tratamento com o etileno (Régua 30cm).

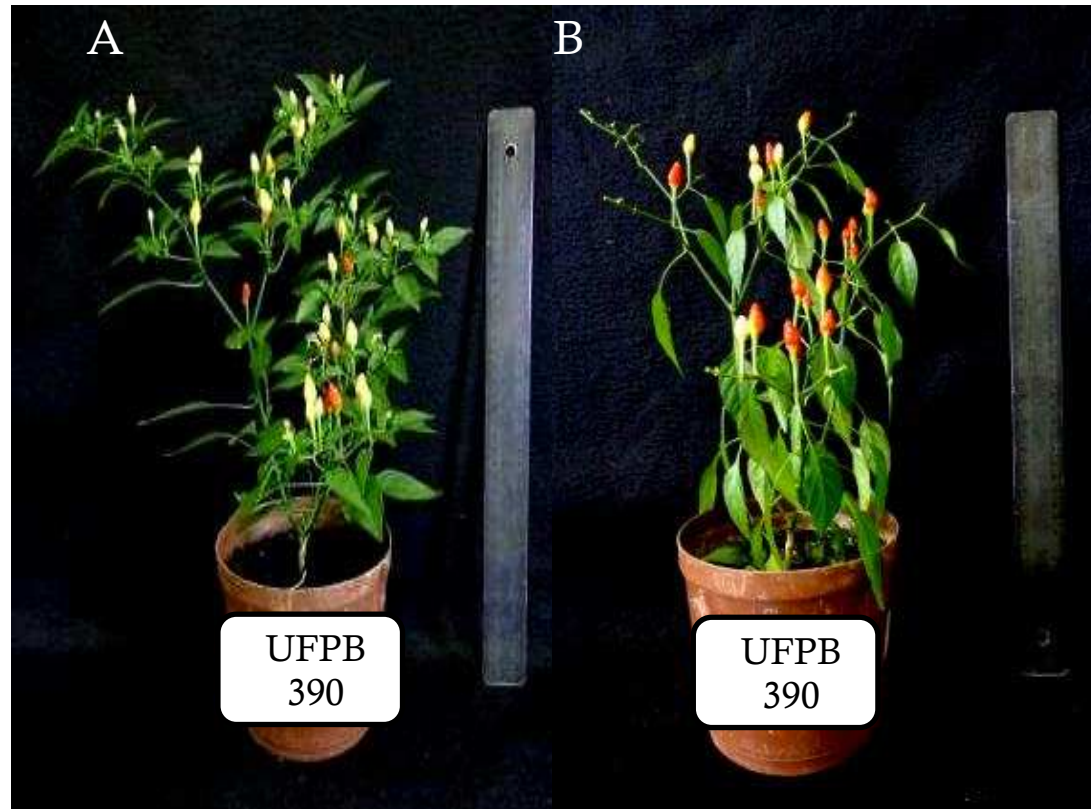


Figura 5. Genótipo pertencente ao banco de germoplasma da UFPB. (A) Genótipo antes do tratamento com o etileno; (B) Genótipo após o tratamento com o etileno(Régua 30cm).

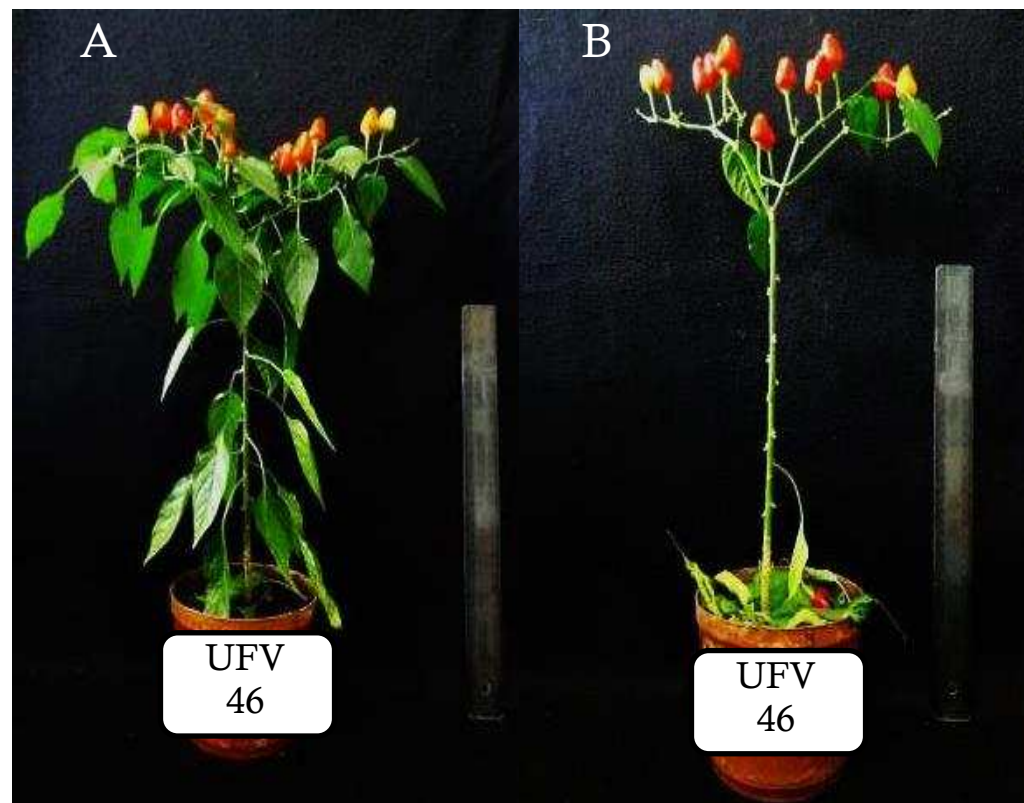


Figura 6. Genótipo pertencente ao banco de germoplasma da Universidade Federal de Viçosa (UFV). (A) Genótipo antes do tratamento com o etileno; (B) Genótipo após o tratamento com o etileno (Régua 30cm)..

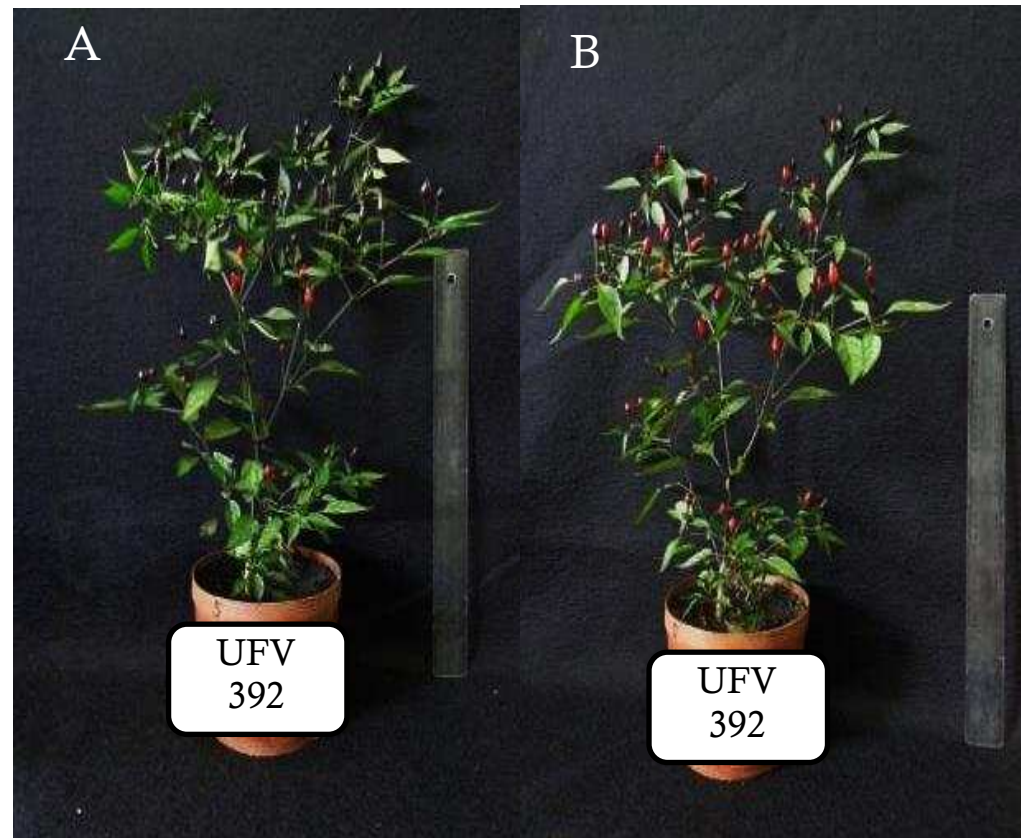


Figura 7. Genótipo pertencente ao banco de germoplasma da UFV. (A) Genótipo antes do tratamento com o etileno; (B) Genótipo após o tratamento com o etileno (Régua 30cm).

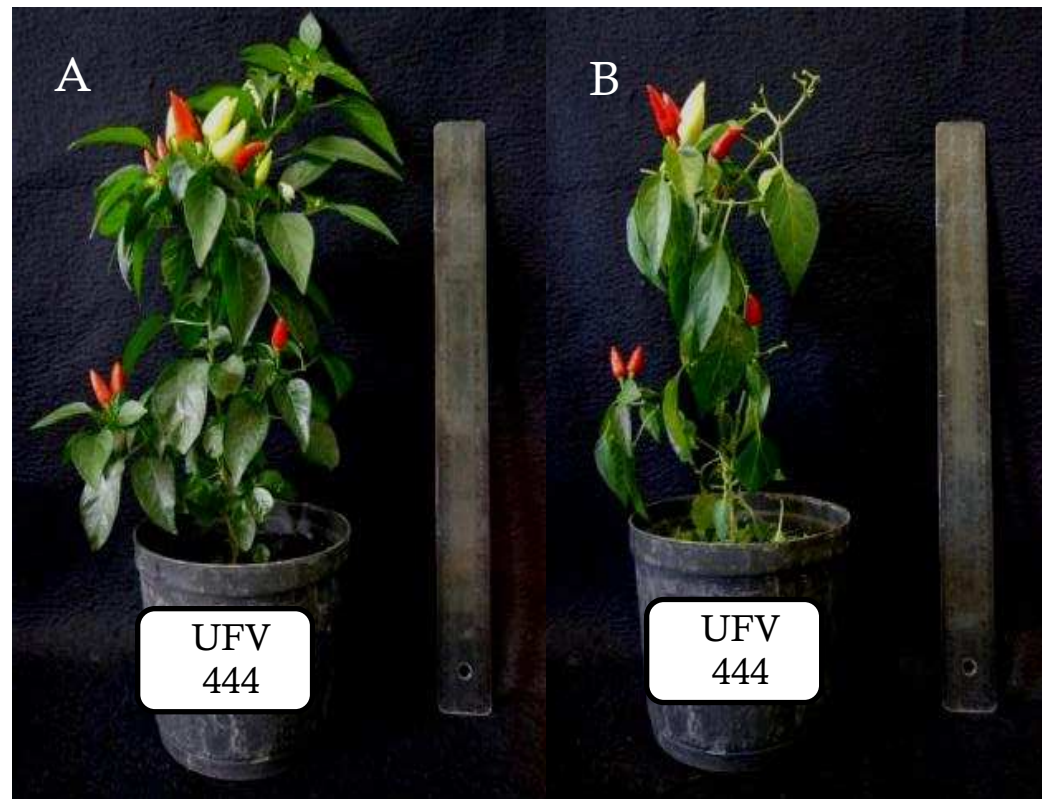


Figura 8. Genótipo pertencente ao banco de germoplasma da UFV. (A) Genótipo antes do tratamento com o etileno; (B) Genótipo após o tratamento com o etileno (Régua 30cm).

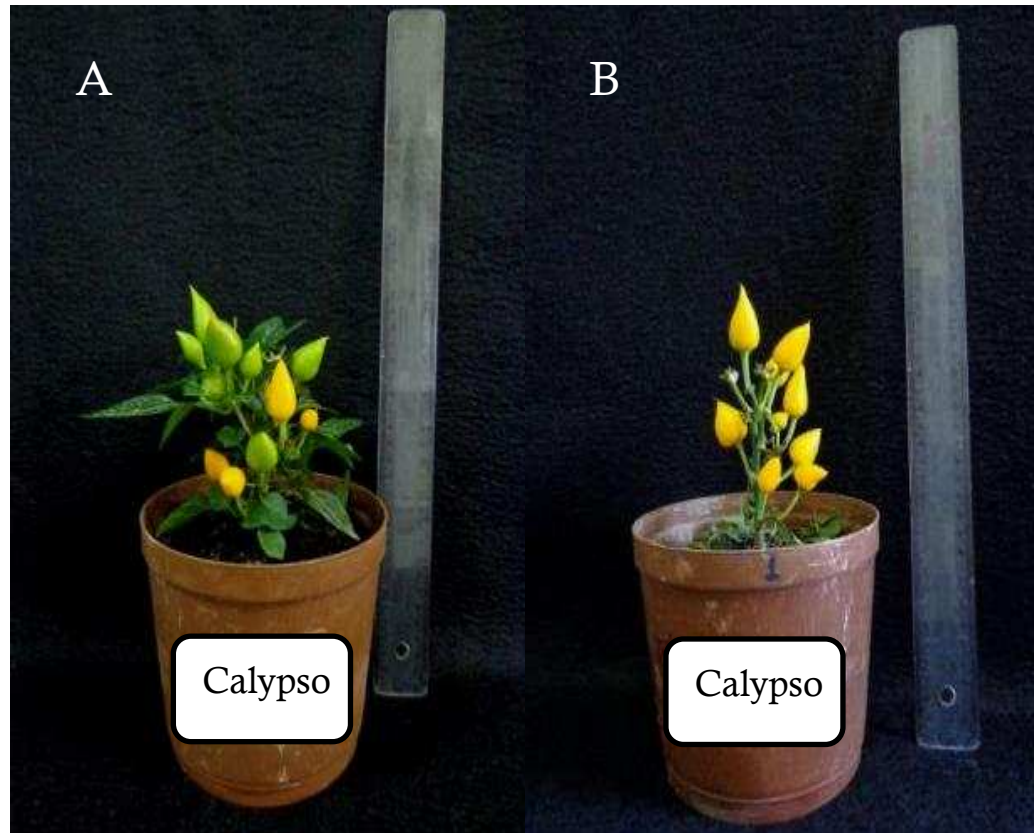


Figura 9. Cultivar comercial ornamental Calypso. (A) Genótipo antes do tratamento com o etileno; (B) Genótipo após o tratamento com o etileno (Régua 30cm).

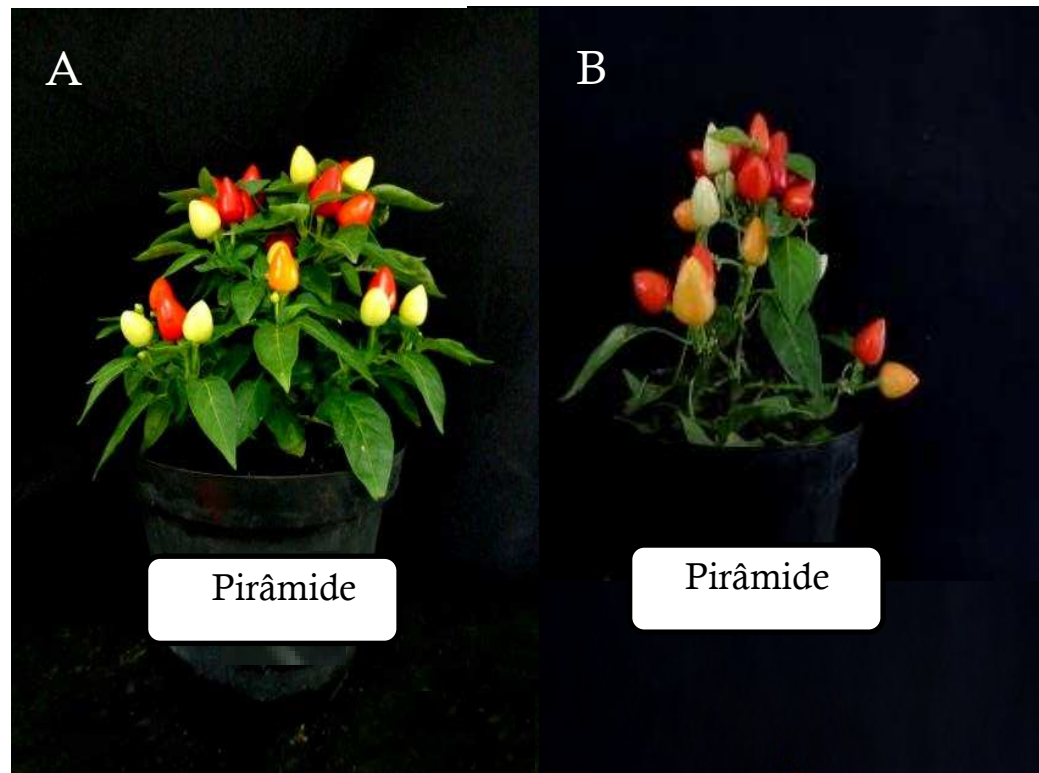


Figura 10. Cultivar comercial Pirâmide ornamental. (A) Genótipo antes do tratamento com o etileno; (B) Genótipo após o tratamento com o etileno (Régua 30cm).

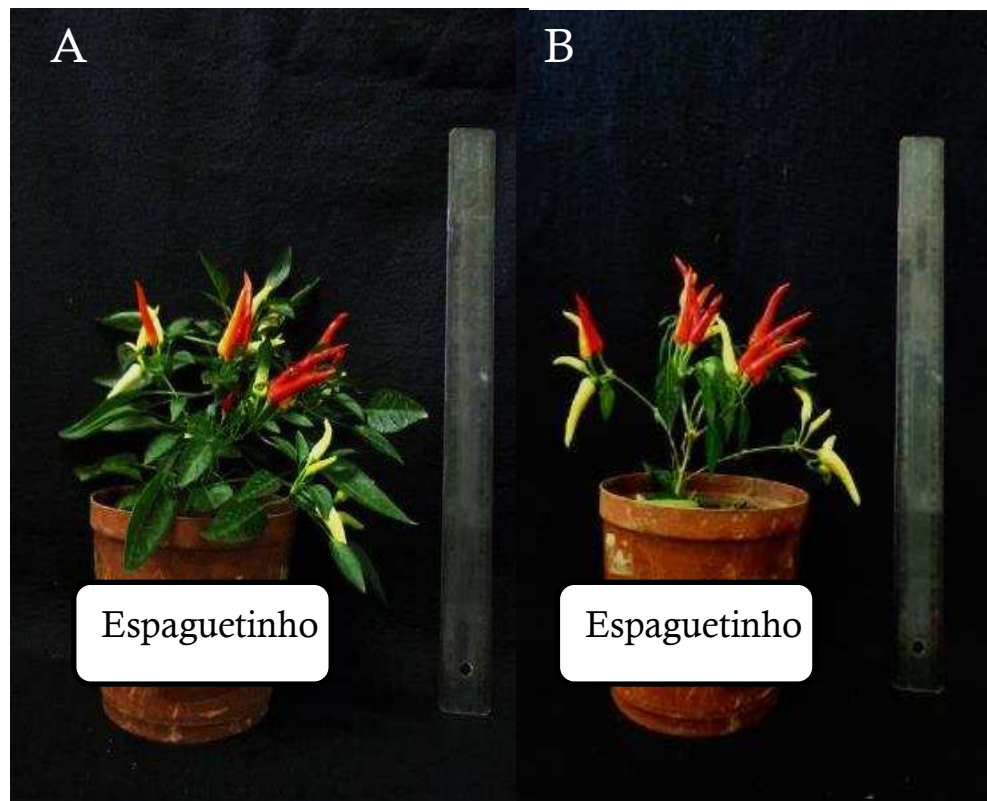


Figura 11. Cultivar comercial ornamental espaguetinho. (A) Genótipo antes do tratamento com o etileno; (B) Genótipo após o tratamento com o etileno (Régua 30cm).

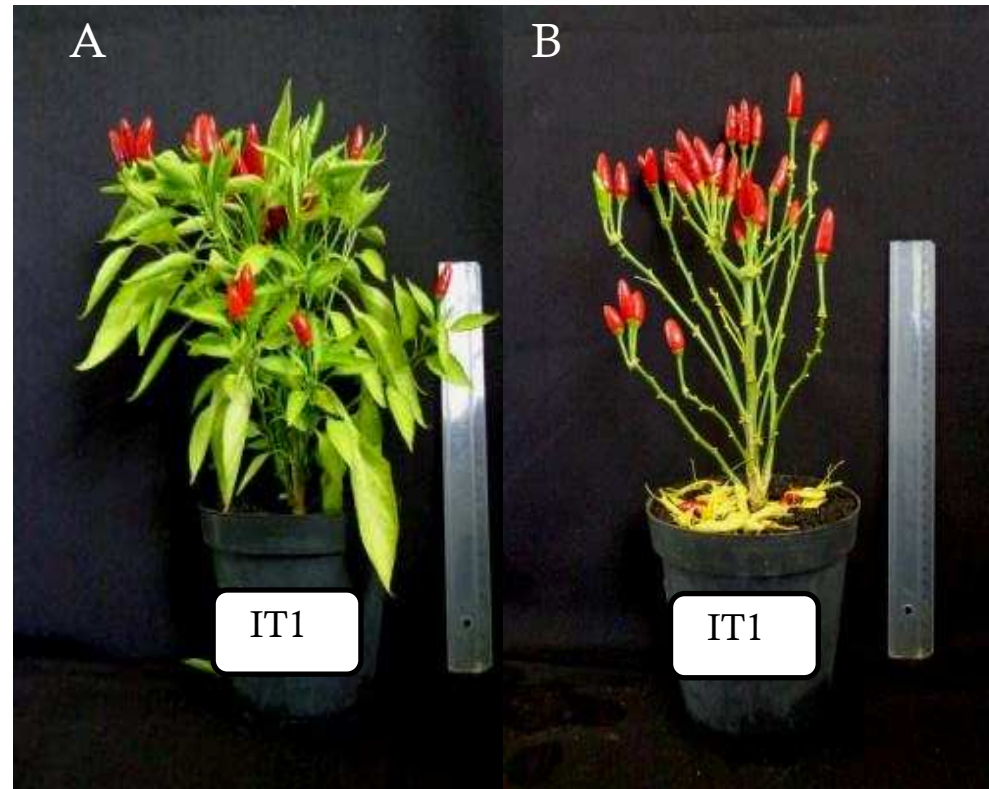


Figura 12. Cultivar comercial ornamental italiana (IT). (A) Genótipo antes do tratamento com o etileno; (B) Genótipo após o tratamento com o etileno (Régua 30cm).

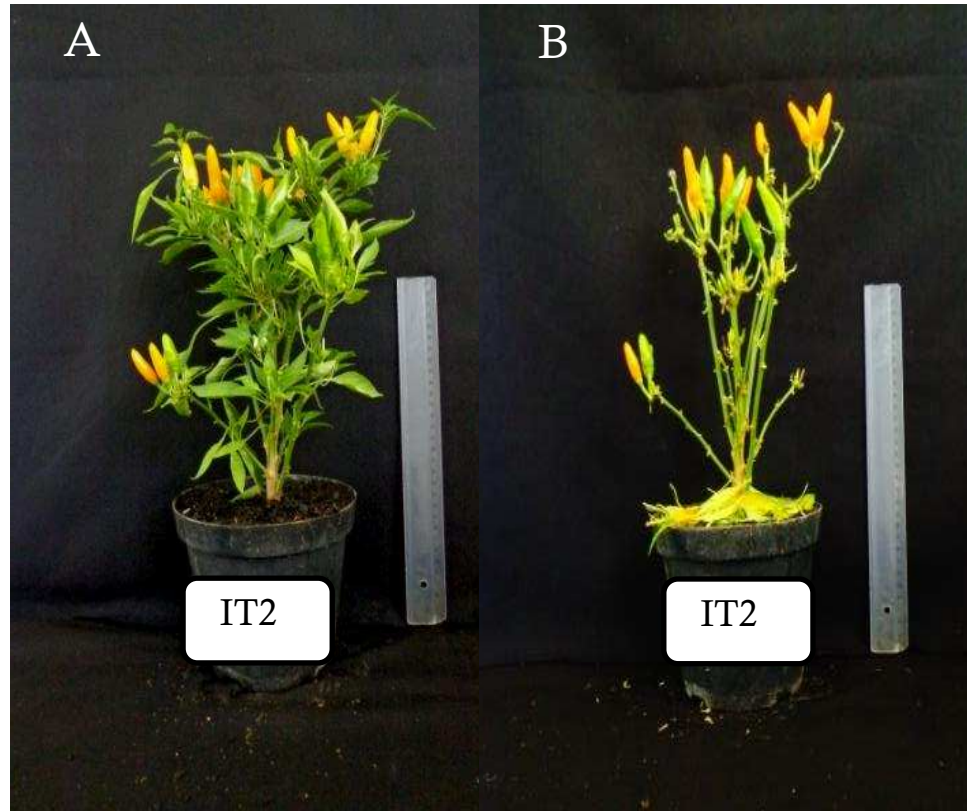


Figura 13. Cultivar comercial ornamental italiana (IT). (A) Genótipo antes do tratamento com o etileno; (B) Genótipo após o tratamento com o etileno (Régua 30cm).

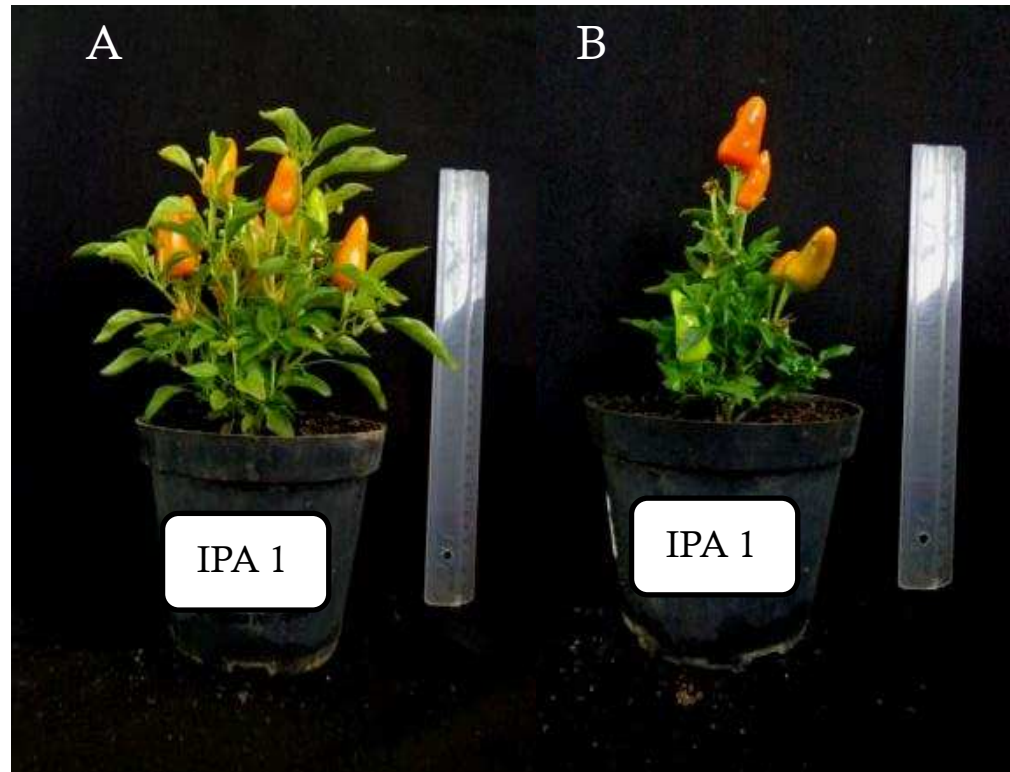


Figura 14. Cultivar comercial pertencente ao Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA) . (A) Genótipo antes do tratamento com o etileno; (B) Genótipo após o tratamento com o etileno (Régua 30cm).

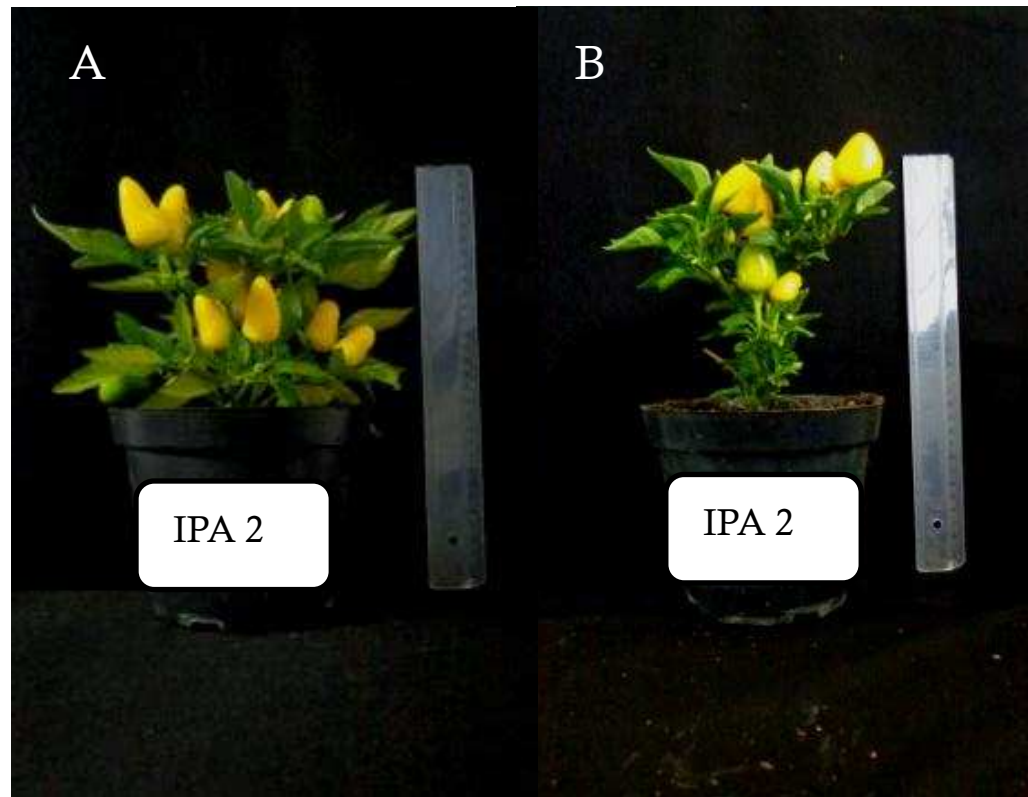


Figura 15. Cultivar comercial pertencente ao (IPA). (A) Genótipo antes do tratamento com o etileno; (B) Genótipo após o tratamento com o etileno (Régua 30cm).

Considerando os resultados obtidos no teste de Scott & Knott a 1% de probabilidade (Tabela 3), os genótipos foram agrupados entre duas a seis classes de variando conforme a característica analisada. A variabilidade observada no agrupamento é um indicativo da diversidade existente entre os acessos (Neitzke et al. 2010). A diversidade encontrada neste trabalho é promissora para a seleção de genótipos com potencial ornamental, com plantas de menor porte, frutos menores e flores mais atrativas.

A característica que apresentou a maior variabilidade foi peso do fruto seguida da massa da matéria fresca do fruto, formando seis e cinco classes respectivamente (Tabela 3). Os acessos UFPB 390 (0,60g) e UFV 392 (0,28g) foram os que apresentaram frutos com menor peso.

Para a massa da matéria fresca do fruto, os acessos UFPB 134 (0,74g), UFPB 390 (0,46g), UFV 392 (0,19g), UFV 444, e a cultivar IT1 foram os que apresentaram as menores médias. Estes genótipos são de interesse uma vez que, em pimenteiros ornamentais, as dimensões do fruto devem ser menores para manter um equilíbrio com a arquitetura da planta (Neitzke et al., 2010; Rêgo et al., 2011a, Nascimento et al., 2014). Ressalta-se que o peso médio do fruto pode ser alterado de acordo com o número de frutos por planta (Rêgo et al., 2009).

Recentemente as pimenteiros ornamentais passaram a possuir dupla finalidade, ou seja, além de sua utilização na decoração de ambientes internos e jardins, seus frutos podem ser consumidos ou utilizados na confecção de chás ou temperos (Finger et al., 2012). A seleção de plantas com arquitetura compacta, frutos eretos e coloridos são um dos principais objetivos no melhoramento de pimenteiros ornamentais, diante da dupla finalidade, a seleção para caracteres de fruto tornou-se imprescindível.

Cinco classes também foram formadas para as características diâmetro do caule, indicando-se a seleção da cultivar IT1, uma vez que esta apresentou o maior diâmetro do caule (1,31cm). As pimenteiros de porte baixo são as mais procuradas e apropriadas para fins ornamentais (Finger et al., 2012; Nascimento et al., 2012b; Lima et al., 2013), com a diminuição do crescimento apical os nutrientes e outros fatores de crescimento são canalizados para os ramos laterais (Yeang e Hilman et al., 1981), fazendo com que o número de ramos aumente, possuindo um importante papel estético no preenchimento dos espaços para cobertura dos vasos, além disso uma seleção de plantas com maior diâmetro é importante para prevenir o tombamento da mesma no vaso.

Tabela 3 – Médias de 23 características quantitativas de sensibilidade ao etileno, porte e fruto avaliados em seis genitores e 15 híbridos de pimenta (*Capsicum annuum*).

Genitores	AF	AFR	AP	DDC	APB	DCL	CFL	LDF	CDP	CDC	CANT	CFI
UFPB 45	98,83a	33,86a	47,70a	36,90a	13,05a	0,89c	3,16b	1,53d	1,75b	1,83a	0,21b	0,54b
UFPB 132	77,34b	17,72b	38,80b	39,20a	12,80b	0,62e	6,29a	2,88a	2,66a	1,76a	0,35a	0,61a
UFPB 134	64,87b	6,07b	18,95d	27,75b	5,96c	0,56e	5,38a	2,30b	2,40a	1,77a	0,42a	0,72a
UFPB 390	56,33c	23,34b	49,20a	41,50a	7,90c	0,81c	6,43a	2,73a	3,02a	1,57b	0,41a	0,60a
UFV 46	73,46b	51,99a	38,90b	25,20b	8,16c	0,72d	5,83a	2,91a	2,38a	1,69b	0,34a	0,56b
UFV 392	52,00c	14,91b	50,75a	37,70a	21,71a	0,61e	5,65a	2,56b	2,62a	1,38c	0,41a	0,61a
UFV 444	57,00c	13,91b	29,05c	22,75b	12,85b	0,73d	6,08a	2,97a	2,08b	1,60b	0,45a	0,65a
Calypso	100,00a	11,90b	18,00d	18,40c	6,45c	0,63e	5,78a	2,69a	2,87a	1,75a	0,39a	0,52b
Espaguetinho	90,43a	21,36b	20,55d	24,65b	9,46c	0,67d	4,91a	2,08c	2,63a	1,34c	0,37a	0,62a
Pirâmide	85,60a	15,66b	19,05d	18,90c	9,78c	0,77c	5,35a	2,48b	1,80b	1,12d	0,36a	0,50b
IT1	100,00a	36,56a	39,01b	27,80b	12,81b	1,31a	4,06b	1,61d	1,48b	1,64b	0,26b	0,53b
IT2	100,00a	34,01a	36,50b	19,3c	5,15c	1,17b	4,07b	1,41d	2,04b	1,80a	0,26b	0,53b
IPA1	68,14b	14,94b	18,10d	23,65c	6,24c	0,90c	5,55a	2,33b	2,09b	1,84a	0,39a	0,64a
IPA2	64,90b	22,25b	15,30d	24,65b	3,10c	0,84c	5,37a	2,24b	2,02b	1,83a	0,37a	0,61a

AF (%) -
abscisão

de folhas; AFR (%) - abscisão de frutos; AP (cm) - altura da planta; DDC (cm) - diâmetro da copa; APB (cm) – altura da primeira bifurcação; DCL (cm) – diâmetro do caule; CFL (cm) - comprimento da folha; LDF (cm) - largura da folha; CDP (cm) – comprimento do pedicelo; CDC (cm) - comprimento da corola; CAN(cm) – comprimento da antera; CFI (cm) – comprimento do filete.

Letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade.

Tabela 2 – Continuação

Genitores	PFR	CFR	DDF	CP	EP	CPL	MF	TMS	NSF	NFP	P
UFPB 45	1,74d	2,67b	1,09c	2,39b	0,16b	1,91b	1,44d	14,29b	18,60c	19,40c	32,92c
UFPB 132	1,36d	4,29a	0,68d	2,16c	0,20a	1,90b	1,11d	15,13b	29,10c	25,30c	37,15c
UFPB 134	1,09e	2,04c	0,98c	2,31c	0,18b	1,07c	0,74e	19,50b	49,20b	28,00b	31,02c
UFPB 390	0,60f	1,59d	0,96c	2,40b	0,16b	0,71d	0,46e	15,34b	27,80c	42,80a	26,40c
UFV 46	2,87c	2,40b	1,83a	3,08a	0,22a	1,27c	2,21c	13,63b	50,10b	15,50d	45,49c
UFV 392	0,28f	1,15d	0,65d	2,66b	0,14b	0,57d	0,19e	17,81b	23,30c	46,30a	13,81c
UFV 444	1,07e	2,05c	1,01c	1,95c	0,16b	1,10c	0,80e	13,07b	35,10c	30,40b	31,90c
Calypso	3,10c	3,02b	1,80a	2,44b	0,27a	1,20c	2,71b	13,04b	37,80c	10,10d	30,75c
Espaguetinho	1,82d	4,31a	1,00c	2,23c	0,21a	2,42a	1,47d	15,36b	42,20b	19,90c	36,64c
Pirâmide	2,04d	2,10c	1,36b	1,85c	0,21a	1,33c	1,60d	12,20b	46,00b	33,70b	67,19a
IT1	1,11e	2,16c	0,88c	2,10c	0,13b	1,72b	0,81e	48,09a	23,80c	36,00b	39,66c
IT2	1,30d	2,78b	0,93c	2,04c	0,13b	1,85b	1,07d	38,54a	29,20c	19,30c	24,71c
IPA1	5,09a	3,98a	1,70a	1,97c	0,25a	2,64a	4,13a	42,88a	63,20a	14,90d	74,82a
IPA2	3,77b	3,05b	1,84a	2,05c	0,18b	2,07b	3,02b	37,42a	50,20b	13,80d	51,29b

PFR (g) - peso do fruto;
 CFR (cm) - comprimento do fruto; DDF (cm) - diâmetro do fruto; CP (cm) – comprimento do pedúnculo; EP (cm) – espessura do pericarpo; CPL (cm) – comprimento da placenta; MF (g) – massa da matéria fresca do fruto; TMS (%) – teor de matéria seca do fruto; NSF – número de sementes por fruto; NFP - número de frutos por planta; P (g) – Produção.

Letras iguais nas colunas não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade.

As características altura da planta, largura da folha, comprimento da corola, comprimento e diâmetro do fruto, comprimento da placenta e número de frutos por planta, formaram quatro classes (Tabela 3). A variabilidade encontrada para estas características é importante para a seleção de genótipos de menor porte, mais atrativos, com flores que chamem atenção nas folhagens, com frutos menores e mais numerosos por planta (Rêgo et al., 2011a).

As cultivares ornamentais brasileiras, as cultivares do IPA e o acesso UFPB 134 apresentaram as menores médias para a característica altura da planta (Tabela 3). Já as cultivares italianas, juntamente com o acesso UFPB 45 apresentaram os menores valores para a característica largura da folha. Estes devem ser selecionados com o intuito de desenvolver linhagens ou híbridos com o ideótipo ornamental. Plantas que apresentam porte anão, folhas menores com formato lanceolado, flores grandes, frutos eretos e coloridos têm grande potencial em programas de melhoramento de pimenteiros ornamentais (Barroso et al. 2012; Nascimento et al., 2012b) sendo mais atrativas aos olhos do consumidor.

Os maiores comprimentos da corola foram observados nas cultivares IPA1 (1,84cm), IPA2 (1,83cm), IT2 (1,80cm), Calypso (1,75cm) e os acessos UFPB 45 (1,83cm), e UFPB 134 (1,77cm). Sendo estes de interesse, pois flores maiores proporcionam beleza à planta, se destacando entre a folhagem, e, quanto mais chamativa e agradável aos olhos do consumidor, maior a probabilidade de venda (Santos et al., 2013a).

Em pimenteiros, não tem-se conhecimento sobre a relação do tamanho da corola com as dimensões de fruto, se esta for positiva não é de interesse. O interesse com fins ornamentais são frutos menores e eretos, um fruto maior pode vir a pender na planta, tornando-a esteticamente inviável para comercialização. Frutos menores, foram observados nos acessos UFPB 390 (1,59cm) e UFV 392 (1,15cm), estes devem ser selecionados.

O comprimento do fruto também foi menor no acesso UFV 392 (0,65cm) e além deste, o acesso UFPB 132 (0,68cm) apresentou diâmetro reduzido. A seleção de plantas com frutos menores é de interesse, para o melhoramento de pimenteiros ornamentais, pois estes proporcionam melhor impacto visual para o consumidor. Além disso, as características de dimensão dos frutos são negativamente correlacionadas com o número de frutos por planta (Rêgo et al., 2011b).

Assim sendo, os acessos UFPB 390 e UFV 392 foram os que apresentaram os maiores números de frutos por planta em média 42 e 46 frutos. O número de frutos por planta é um indicativo de produção sendo de interesse para fins ornamentais plantas com mais de 10 frutos. Rego et al. (2009) em estudo com *Capsicum baccatum* ressaltam a importância das características comprimento do fruto, diâmetro do fruto e número de frutos por planta como componentes de produção. Portanto, é possível selecionar indiretamente as plantas mais produtivas, selecionando esses componentes (Rêgo et al., 2011b).

Quanto a característica comprimento da placenta, os acessos UFPB 390 (0,71cm) e UFV 392 (0,51cm) também foram os que apresentaram os menores valores. É importante quantificar o comprimento da placenta, porque nesta são encontradas as maiores quantidades de capsaicinoides (Zewdie e Bosland, 2001), substância responsável pela pungência característica dos frutos e rica em agentes antioxidantes (Rêgo et al., 2012b). Geralmente os apreciadores de pimenteiras preferem frutos mais pungentes.

A formação de três classes foi observada para as características abscisão de folhas, diâmetro da copa, altura da primeira bifurcação, comprimento do pedicelo, número de sementes por fruto e produção (Tabela 3). O cultivo e comercialização de pimenteiras ornamentais em vaso vêm aumentando em todo planeta (Finger et al., 2012). Entretanto a abscisão foliar diminui a vida de vaso das plantas ornamentais, torna-se um fator limitante para o crescimento desse mercado, sendo necessário a seleção de plantas com menor abscisão foliar mesmo que diante da ação do etileno, e com porte anão.

O etileno age induzindo abscisão de folhas, dentre outros fatores fisiológicas que o mesmo afeta, essa abscisão causa uma redução da vida de prateleira (Segatto et al., 2013), o que não é de interesse em pimenteiras ornamentais. Sendo assim os acessos UFV 392 (52,00%), UFPB 390 (56,33%) e UFV 444 (57,00%) foram os que apresentaram menor porcentagem de abscisão foliar, sendo estes de interesse para se obter pimenteiras ornamentais com maior qualidade e durabilidade comercial.

A característica diâmetro da copa deve ter uma relação harmônica com a altura da planta no vaso (Figura 1B), uma vez que as folhas possuem um importante papel estético no preenchimento dos espaços para cobertura dos vasos. Sugere-se que o diâmetro da copa e a altura da planta sejam de 1,5 a 2 vezes o tamanho do vaso (Barbosa, 2003; Barroso et al., 2012). Neste caso, para um vaso de 13cm, as cultivares

Espaguetinho e Pirâmide e o acesso UFPB 134 podem ser selecionadas pois possuem boa arquitetura no vaso.

Na altura da primeira bifurcação, as cultivares IPA1 (3,10cm) e IT2 (5,15cm) obtiveram as menores médias, não diferindo estatisticamente dos demais genótipos desta classe. Estes são indicados com fins ornamentais, pois, bifurcações mais altas aumentam o porte da planta (Nascimento et al., 2012a), indesejável em plantas cultivadas em vaso.

O acesso UFV 46 apresentou maior comprimento do pedúnculo (3,08cm). Com finalidade ornamental e para a confecção de buquês é de interesse a seleção de frutos com pedúnculos maiores e eretos, pois frutos com maior comprimento do pedúnculo tem mais destaque em relação à folhagem (Melo et al., 2014).

Na cultivar IPA1 houve as maiores médias para o número de sementes por fruto (63,20g) e para produção de frutos (74,82g). Na cultivar Pirâmide (67,19g) foi alta a produção de frutos. Estas características são os principais objetivos na maioria dos programas de melhoramento (Rêgo et al., 2011a; Finger et al., 2012; Nascimento et al., 2014). Para fins ornamentais as mesmas são importantes, pois plantas com grande quantidade de frutos desde que estes sejam eretos, coloridos durante os estágios de maturação proporcionam melhor aparência visual.

As demais características analisadas, abscisão de frutos, comprimento da folha, comprimento do pedicelo, comprimento da antera, comprimento do filete, espessura do pericarpo e teor da matéria seca do fruto, formaram apenas duas classes (Tabela 3).

Da mesma forma que para a abscisão de folhas, frutos com menor percentagem de queda são de interesse. Com esse intuito, indica-se a seleção de quaisquer dos genótipos avaliados neste trabalho exceto o acesso UFPB 45 e as cultivares italianas. A abscisão de frutos é mais um dos problemas fisiológicos decorrentes da ação deletéria do etileno nas plantas (Ferrante e Francini, 2006; Segatto et al., 2013). As pimenteiras são consideradas plantas ornamentais de fruto (Santos et al., 2013) e a abscisão destes pode causar perda no valor comercial e conseqüente redução da vida de vaso.

O acesso UFPB 45 (3,16 e 1,75cm) e a cultivar IT1 (4,06 e 1,48 cm) obtiveram os menores comprimentos da folha e comprimentos do pedicelo. Ambas as características são importantes para a estética de uma pimenteira ornamental em vaso. Para essa finalidade as folhas devem manter a harmonia com a planta, sendo de interesse folhas menores (Barroso et al., 2012) com pedicelos também menores. De acordo com estudos recentes Nascimento et al. (2015), em *Capsicum annuum* o comprimento do pedicelo

possui correlação positiva com abscisão de folhas. Assim sendo a seleção de plantas com folhas com maior comprimento do pedicelo poderá ocasionar maior abscisão foliar, provavelmente devido a epinastia, ocasionando uma redução na vida de vaso o que não é de interesse.

Todos os genótipos avaliados neste trabalho, exceto as cultivares italianas e o acesso UFPB 45 podem ser selecionados com o intuito de aumentar o comprimento da antera uma vez que estes não diferiram estatisticamente entre si. Flores maiores chamariam a atenção do consumidor ao comprar uma pimenteira, também atrai maior número de polinizadores naturais, além disso as anteras maiores são de interesse para os melhoristas por facilitar sua retirada durante a realização de cruzamentos, sem causar maiores danos ao botão floral.

As cultivares Pirâmide (0,50cm), Calypso (0,52cm), IT1 (0,53cm), IT2 (0,53cm) e os acessos UFV 46 (0,56cm) e UFPB 45 (0,54cm) foram os que apresentaram as menores médias para o comprimento do filete. Estes são de interesse com o intuito de se ter uma redução no comprimento do filete. Supõe-se que um filete menor diminuiria o contato com o mesmo no momento da realização dos cruzamentos manuais o que é de suma importância, pois qualquer dano ao filete resulta em um fruto deformado com consequente redução na produção de sementes, também poderia auxiliar na diminuição fecundação cruzada em *Capsicum*.

As maiores médias para a característica espessura do pericarpo foram obtidas pelas cultivares Calypso (0,27cm), IPA1 (0,25cm), Espagueteinho (0,21cm), Pirâmide (0,21cm) e pelos acessos UFV 46 (0,22) e UFPB 132 (0,20) sendo de interesse. A seleção de pimenteiros com pericarpo mais espesso está correlacionada positivamente com um aumento na produção de frutos (Rêgo et al., 2011b), bem como a maior espessura do pericarpo influencia diretamente no aumento da firmeza do fruto (Casali et al., 1984; Ferrão et al., 2011).

Quanto a característica teor de matéria seca do fruto todos os genótipos avaliados exceto as cultivares italianas e as cultivares do IPA, são de interesse. Esta característica está positivamente correlacionada com as dimensões de fruto (Rêgo et al., 2011b).

Divergência Genética

O método de otimização de Tocher, baseado na distância de Mahalanobis, permitiu separar os genótipos estudados em sete grupos (Tabela 4), demonstrando que

há variabilidade nas características avaliadas. Portis et al. (2006), avaliando a divergência em 30 acessos ambos em *C. annuum*, Silva Neto et al. (2014), trabalhando com uma população segregante de *C. annuum*, e Barroso et al. (2012), trabalhando com *C. annuum*, também detectaram grande variabilidade, observando a formação de quatro a dez grupos em seus estudos. Neste método, indivíduos pertencentes a um mesmo grupo são mais homogêneos do que indivíduos de grupos distintos (Oliveira et al., 1998; Cruz et al., 2011; Vasconcelos et al., 2012).

Tabela 4. Agrupamento de genótipos de *Capsicum annuum*, conforme método de Tocher.

GRUPO	GENÓTIPOS
1	IPA1, IPA2
2	IT1, IT2
3	UFPB 134, UFV 444, Pirâmide
4	UFPB 390, UFV 392
5	UFPB 132, Espaguetinho
6	UFV 46, Calypso
7	UFPB 45

O grupo I foi constituído pelas cultivares do Instituto Agrônomo de Pernambuco. Esses genótipos apresentaram-se bastante semelhantes pertencendo à mesma classe de acordo com o agrupamento Scott Knott, a 1% de probabilidade para quinze dentre as vinte e três características analisadas (Tabela 3). Esses genótipos possuem frutos grandes e pesados o que não é de interesse para ornamentação (Nascimento et al., 2014).

O grupo II foi formado pelas cultivares italianas, da mesma forma que para o grupo I para a maioria das características estes genótipos foram alocados na mesma classe de acordo com o agrupamento Scott Knott, a 1% de probabilidade. Embora os mesmos possuam folhas e filetes pequenos, o que é de interesse para o melhoramento de pimenteiros ornamentais, estes apresentaram as maiores percentagens de abscisão de folhas e frutos. Em plantas ornamentais, não é de interesse que ocorra perda de folhas e frutos pois isso reduz a qualidade visual e a atividade fotossintética, crucial para a manutenção e extensão da vida de vaso (Barbosa, 2005; Segatto et al., 2013).

Os acessos UFPB 134 e UFV 444, juntamente com a cultivar Pirâmide constituíram o grupo III, estes não diferiram estatisticamente dentro da mesma classe de acordo com o agrupamento de Scott-Knott, a 1% de probabilidade, para as características abscisão de frutos, comprimento da folha, comprimento da antera, comprimento do fruto, comprimento do pedúnculo, comprimento da placenta, teor de matéria seca do fruto e número de frutos por planta (Tabela 3).

Dentro desse grupo, o acesso UFPB 134 e a cultivar Pirâmide, além de possuírem baixa abscisão de frutos e grandes anteras, possuem baixa altura de planta e da primeira bifurcação, o que indica que devem ser selecionados dentro do grupo. Para fins ornamentais, pimenteiras com menor altura da planta e menor altura da primeira bifurcação sem a necessidade de utilização de reguladores de crescimento, como é realizado para algumas variedades, são de interesse (Grossi et al., 2005; Morales-Payan, 2006; Stommel e Bosland, 2006).

O quarto grupo foi formado pelos acessos UFPB 390 e UFV 392. Estes apresentaram os menores valores para as características abscisão de folhas, comprimento e diâmetro do fruto, massa da matéria fresca do fruto, comprimento da placenta e peso do fruto, esta última foi a que mais contribuiu para a divergência genética (Tabela 6). Essas características são de interesse e, de acordo com Barroso et al. (2012), os genótipos que apresentam característica de interesse ornamental devem ser selecionados para dar continuidade ao programa de melhoramento.

O acesso UFPB 132 e a cultivar Espagueteinho formaram o quinto grupo, dentre as características de interesse para o melhoramento de pimenteiras ornamentais estes apresentaram baixa percentagem de abscisão de folhas, maior comprimento da antera, menor peso de fruto, maior espessura do pericarpo. De acordo com Rêgo et al. (2011b), há uma correlação negativa entre a produção de frutos e o peso do fruto, o que é de interesse para fins ornamentais, pois plantas com grande quantidade de frutos proporcionam melhor aparência visual aos consumidores.

O grupo VI foi formado pelo acesso UFV 46 e pela cultivar Calypso, estes possuem baixa altura da primeira bifurcação e anteras grandes. Tais características podem ser encontradas em genótipos classificados em outros grupos, entretanto, a cultivar Calypso é uma ornamental de interesse, pode-se dizer que dentre as ornamentais é a mais comercializada, pois possui porte compacto, uma copa com cobertura total do vaso, folhas verdes, contrastando com seus frutos amarelos e frutos eretos, entretanto apresenta alta sensibilidade ao etileno. O genótipo 46 foi o que

apresentou maior comprimento do pedúnculo, frutos com pedúnculos maiores se destacam em relação às folhas, sendo de interesse para vaso e para buquês. Com finalidade de buquê o acesso 46 também deve ser selecionado por possuir uma variação na coloração dos frutos no estágio intermediário até chegar ao estágio maduro (Tabela 1), possuindo manchas antocianinas lilás, a variabilidade encontrada na coloração dos frutos nos estágios intermediário e maduro são determinantes na escolha do consumidor (Lima et al., 2007) ao comprar pimenteiros ornamentais.

O acesso UFPB 45 formou o grupo 7 e apresentou os menores valores para as características comprimento da folha (3,16 cm) e comprimento do pecíolo (1,75 cm), e uma das maiores médias para a característica, comprimento da corola (1,83cm). Tais valores são de interesse para fins ornamentais. As folhas devem manter a harmonia com a planta sendo de interesse folhas menores (Barroso et al., 2012), e flores maiores para proporcionar beleza à planta, pois quanto mais chamativas e agradáveis aos olhos do consumidor, maior a probabilidade de venda destas plantas (Nascimento et al., 2013; Santos et al., 2013).

Na análise de variáveis canônicas, detectou-se diversidade fenotípica entre os genótipos de *Capsicum annuum* avaliados, onde as três primeiras variáveis canônicas explicaram 71,61% da variância total (Tabela 5). De acordo com Rêgo et al., (2003), Bento et al., (2007) e Cruz et al., (2012) quando as três primeiras variáveis canônicas explicam mais de 70% da variação os dados se adequam a uma representação gráfica tridimensional.

Sendo assim, na dispersão gráfica dos genótipos, utilizando-se os escores em relação às variáveis canônicas observou-se a formação de sete grupos (Figura 16), semelhante à análise de agrupamento pelo método de Tocher (Tabela 4), uma vez que o número de grupos formado pelos dois métodos foi a mesma.

Graficamente, a separação dos grupos foi diferente, uma vez que o grupo um abrangeu maior número de genótipos, formado pelos acessos UFPB 45, UFPB 132 e pelas cultivares Espagueteinho, IT1 e IT2 (Figura 16), estes no agrupamento de Tocher foram dispostos em três grupos. O grupo II abrangeu o acesso UFPB 134 e a cultivar Pirâmide. O terceiro, quarto e quinto grupo foram formados pelos acessos UFPB 132, UFPB 390, e UFV 444 respectivamente. O sexto grupo abrangeu o acesso UFV 46 e a cultivar Calypso e por fim o sétimo grupo foi constituído pelas cultivares IPA1 e IPA2.

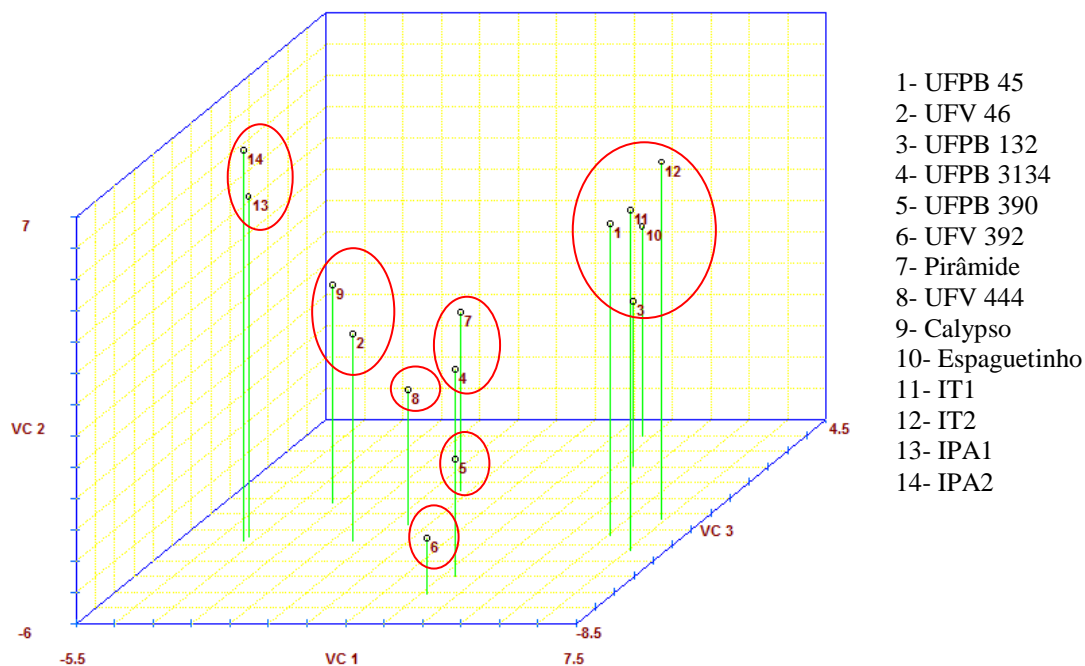


Figura 16. Dispersão gráfica dos escores em relação aos eixos representativos das variáveis canônicas (VC1 e VC2) relativos a 23 caracteres estudados em parentais e híbridos interespecíficos de *Capsicum* ssp..

A separação destes grupos no gráfico é dependente da escala utilizada, o que evidencia um dos aspectos subjetivos desse tipo de análise, podendo gerar dificuldades na interpretação quanto ao número de grupos formados (Cruz et al., 2011; Ferrão et al., 2011), tal afirmação pode ser a justificativa para diferença na separação de genótipos neste e no agrupamento de Tocher.

Pelo método das variáveis canônicas de acordo com os coeficientes de ponderação a variável canônica que menos contribuiu com a divergência genética foi o comprimento da placenta (dados não mostrados). Cruz et al., (2012) enfatizam que na análise das variáveis canônicas devem ser descartadas aquelas características que apresentaram o maior coeficiente de ponderação entre os genótipos, assim sendo, esta característica deve ser descartada em futuros estudos, gerando economia de tempo, mão-de-obra e recursos financeiros.

Tabela 5. Estimativas das variâncias (autovalores) associadas às variáveis canônicas relativos a 23 caracteres avaliados em *Capsicum annum*.

Comp. principais	Autovalores	Autovalores%	%Acumulada	Comp. Principais	Autovalores	Autovalores%	%Acumulada
AF	12.63	28.95	28.95	PFR	0.10	0.23	100.00
AFR	11.36	26.03	54.99	CFR	0.00	0.00	100.00
AP	7.25	16.61	71.61	DDF	0.00	0.00	100.00
DDC	3.80	8.71	80.32	CP	0.00	0.00	100.00
APB	2.62	6.01	86.33	EP	0.00	0.00	100.00
DCL	1.69	3.87	90.21	CPL	0.00	0.00	100.00
CFL	1.31	3.00	93.21	MF	0.00	0.00	100.00
LDF	1.01	2.32	95.54	TMS	0.00	0.00	100.00
CDP	0.79	1.83	97.37	NSF	0.00	0.00	100.00
CDC	0.56	1.29	98.67	NFP	0.00	0.00	100.00
CAN	0.30	0.69	99.36	P	0.00	0.00	100.00
CFI	0.17	0.40	99.77				

AF (%) - Abcisão de folhas; AFR(%) – Abcisão de frutos; AP (cm) - altura da planta; DDC (cm) - diâmetro da copa; APB (cm) – altura da primeira bifurcação; DCL (cm) – diâmetro do caule; CFL (cm) - comprimento da folha; LDF (cm) - largura da folha; CDP (cm) – comprimento do pedicelo; CDC (cm) - comprimento da corola; CAN (cm) – comprimento da antera; CFI (cm) – comprimento do filete; PFR (g) - peso do fruto; CFR (cm) - comprimento do fruto; DDF (cm) - diâmetro do fruto; CP (cm) – comprimento do pedúnculo; EP (cm) – espessura do pericarpo; CPL (cm) – comprimento da placenta; MF (g) – massa da matéria fresca do fruto; TMS (%) – Teor de matéria seca do fruto; NSF – número de sementes por fruto; NFP - número de frutos por planta; P (g) – Produção.

Pelo método de Singh (1981), determinou-se que dez das vinte e três características contribuíram com 81,61% da divergência genética, enquanto 13 contribuíram com apenas 18,39% (Tabela 6). As variáveis que mais contribuíram com a divergência foram o peso do fruto com 21,36% e a altura da planta com 12,89%. Estas características podem auxiliar na seleção de genótipos superiores, sendo as mesmas de extrema importância para o melhoramento de pimenteiros ornamentais. A variável que menos contribuiu para a divergência foi o número de sementes por fruto 0,41%. Esta pode ser descartada em futuros estudos de divergência, pois de acordo com Rêgo et al. (2003) estes caracteres contribuem com um percentual muito baixo ou não contribuíram para a variabilidade detectada.

Tabela 6. Contribuição relativa das variáveis mais importantes para divergência genética em *Capsicum* spp (Singh, 1981).

Variável	Valor em (%)
Peso do Fruto	21.36
Altura da planta	12.89
Diâmetro do caule	10.48
Comprimento da placenta	6.50
Número de frutos por planta	6.27
Largura da folha	6.00
Comprimento do fruto	5.23
Abscisão de folhas	4.97
Diâmetro do fruto	4.89
Comprimento da corola	3.02
Teor da matéria seca do fruto	2.93
Diâmetro do caule	2.88
Comprimento da folha	2.29
Altura da primeira bifurcação	1.87
Comprimento da antera	1.61
Produção	1.19
Comprimento do pedúnculo	1.11
Comprimento do filete	0.95
Abscisão do fruto	0.88
Comprimento do pedicelo	0.85
Espessura do pericarpo	0.71
Massa da matéria fresca do fruto	0.58
Número de sementes por fruto	0.41

4. CONCLUSÃO

Os sete acessos e as sete cultivares de *Capsicum annuum* analisados foram divergentes, tendo potencial para serem utilizados como genitores em programas de melhoramento de pimenteiras ornamentais.

Embora as variedades comerciais possuam as características de interesse para fins ornamentais, as três variedades avaliadas neste são altamente sensíveis a ação do etileno. Objetivando o desenvolvimento de uma nova variedade ou híbrido com ideótipo de pimenteira ornamental, ou seja, baixo porte, copa harmônica, flores grandes, com alto rendimento, devem ser selecionados os acessos 45, 46, 132, 134, 390, 392 e as cultivares Calypso, Espaguetinho e Pirâmide, pois estes apresentaram-se superiores para a maioria das características de interesse.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvares, RC; Reis, EF; Pinto, JFN. 2012. Genetic divergence in pepper genotypes from southwest Goiás. *Ciência e Agrotecnologia*, 36: 498-506.

Barbosa, JG. 2003. Crisântemo: produção de mudas, cultivo para corte de flor, cultivo em vaso, cultivo hidropônico. Ed. Aprenda Fácil, Viçosa 232p.

Barbosa, JG; Tavares, ARR; Grossi, JAS; Finger, FL. 2006. Prolongamento de vida de prateleira de minicrisântemos de vaso pela aplicação de benziladenina. *Bioscience journal*, 1(22): 77-82.

Barroso, PA; Rêgo, ER; Rêgo, MM; Nascimento, KS; Nascimento, NFF; Nascimento, MF; Soares, WS; Ferreira, KTC; Otoni, WC. 2012. Analysis of segregating generation for components of seedling and plant height of pepper (*Capsicum annuum*) for medicinal and ornamental purposes. *Acta Horticulturae*, 953: 269-275.

Bento, CS; Sudré, CP; Rodrigues, R; Riva, EM; Pereira, MG. 2007. Descritores qualitativos e multicategóricos na estimativa da variabilidade fenotípica entre acessos de pimentas. *Science Agraria*, 8(2): 149-156.

Casali, VWD; Couto, FAA. 1984. Origem e botânica de *Capsicum*. *Informe Agropecuário*, 10: 100-113.

Cruz, CD; Ferreira, FM; Pessoni, LA. 2011. *Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética*. Editora UFV, 620p.

Cruz, CD; Regazzi, AJ; Carneiro, PSC. 2012. *Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético*. 4 ed, Editora UFV, 514p.

Cruz, CD. 2013. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum*, 35(3): 271-276.

- Dutra Filho, JÁ; Melo, LJOT; Resende, LV; Anunciação, Filho CJ; Bastos, GQ. 2011. Aplicação de técnicas multivariadas no estudo da divergência genética em cana-de-açúcar. *Revista Ciência Agronômica*, 42(1): 185-192.
- Ferrão, LFV; Cecon, PR; Finger, FL; Silva, FF; Puiatti, M. 2011. Divergência genética entre genótipos de pimenta com base em caracteres morfo-agrônomicos. *Horticultura Brasileira* 29: 354-358.
- Ferrante, A; Francini, A. Ethylene and Leaf Senescence. 2006. In: *Ethylene Action in Plants*. Nafees A. Khan (Ed.). Springer, New York, 1: 51-64.
- Filgueira, FAR. 2000. *Novo manual de Olericultura: tecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Editora UFV, 402 p.
- Finger, FL; Rêgo, ER; Segatto, FB; Nascimento, NFF; Rêgo, M. 2012. Produção e potencial de mercado para pimenta ornamental. *Informe Agropecuário*, 33(267): 14-20.
- Grossi, S; Moraes, JÁ; Moraes, PJ; Araújo, TS. 2005. Effects of paclobutrazol on growth and fruiting of Pitanga ornamental pepper. *Acta Horticulturae*, 683: 333-336.
- Heiden, G; Barbieri, RL; Couto, MEO; Medeiros, ARM; Sinigaglia, C. 2007. Pimentas e pimentões do sul do Brasil: variedades crioulas mantidas pela Embrapa Clima Temperado. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 2(1).
- Hoyer, L. 1996. Critical ethylene exposure for *Capsicum annuum* "Janne" is dependent on an interaction between concentration, duration and developmental stage. *Journal of Horticultural Science*, 71(4): 621-628.
- Lima, VLAG; Mélo, EA; Guerra, NB. 2007. Correlação entre o teor de antocianinas e caracterização cromática de polpas de diferentes genótipos de aceroleira. *Brasilian Journal of Food*, 10(1): 51-55.
- Lima, IB; Santos, AB; Fonseca, JJS; Takane, RJ; Lacerda, CF. 2013. Pimenteira ornamental submetida a tratamentos com daminozide em vasos com fibra de côco ou areia. *Semina: Ciências Agrárias*, 34(6): 3597-3610.
- Melo, LF; Gomes, RLF; Silva, VB; Monteiro, ER; Lopes, ACA; Peron, AP. 2014. Potencial ornamental de acessos de pimenta. *Ciência Rural*, 44(11): 2010-2015.
- Morales-Payan, JP. 2006. Padronizar Exogenous amino levulinic acid effects on ornamental peppers. *Annual Meeting, Canada*.
- Nascimento, NFF; Rêgo, ER; Rêgo, MM; Nascimento, MF; Alves, LI. 2012a. Compatibilidade em cruzamentos intra e interespecíficos em pimenteiros ornamentais. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, 18(1): 58-61.
- Nascimento, NFF; Rêgo, ER; Nascimento, MF; Finger, FL; Bruckner, CH; Rêgo, MM. 2012b. Heritability and variability for port traits in a segregating generation of ornamental pepper. *Acta Horticulturae*, 953: 299-304.

Nascimento, NFF; Nascimento, MF; Rêgo, ER; Rêgo, MM; Santos, RMC; Bruckner, CH; Finger, FL. 2013. Flower color variability in double and three-way hybrids of ornamental pepper. *Acta Horticulturae*, 1000: 457-464.

Nascimento, NFF; Rêgo, ER; Nascimento, MF; Bruckner, CH; Finger, FL; Rêgo, MM. 2014. Combining ability for yield and fruit quality in the pepper *Capsicum annuum*. *Genetics and Molecular Research*, 13: 3237-3249.

Nascimento, MF; Rêgo, ER; Nascimento, NFF; Santos, RMC; Bruckner, CH; Finger, FL; Rêgo, MM. 2015. Correlation between morphoagronomic traits and resistance to ethylene action in ornamental peppers. *Horticultura Brasileira*, 33: 151-154.

Neitzke RS; Barbieri RL; Heiden G; Castro CM. 2008. Divergência genética entre variedades locais de *Capsicum baccatum* utilizando caracteres multicategóricos. *Magistra*, Cruz das Almas-BA, 20(3): 249-255.

Neitzke, RS; Barbieri, RL; Rodrigues, WF; Corrêa, IV; Carvalho, FIF. 2010. Dissimilaridade genética entre acessos de pimenta com potencial ornamental. *Horticultura Brasileira*, 28: 47-53.

Oliveira, EJ de. 1989. Análise multivariada no estudo da divergência genética entre cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Dissertação – (Mestrado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 91p.

Oliveira, VR; Scapim, CA; Casali, VWD. 1998. Diversidade genética e eficiência da predição do comportamento. *Acta Scientiarum*. 20(3): 263-267.

Pedrozo, CA; Benites, FRG; Barbosa, MHP; Resende, MDV. 2009. Eficiência de índices de seleção utilizando a metodologia REML/BLUP no melhoramento da cana-de-açúcar. *Scientia Agrária*, 10(1): 31-36.

Pereira, TNS; Rodrigues, R. 2005. Recursos genéticos em *Capsicum*: situação atual e perspectivas. In: Lima MC. (org) Recursos genéticos de hortaliças: riquezas naturais. São Luís: Instituto Interamericano de Cooperação para a Agricultura, 137-159.

Pimentel Gomes, F; Garcia, CH. 2002. Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: Fealq, 309p.

Portis, E; Nervo, G; Cavallanti, F; Barchi, L; Lanteri, S. 2006. Multivariate analysis of genetic relationships between Italian pepper landraces. *Crop Science*, 46: 2517-2525.

Rao, NKS; Swamy, RD; Chaco, EK. 1981. Differentiation of plantlets in hybrid embryo callus of pineapple. *Scientia Horticulturae*, 15: 235-238.

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*, 3(1): 19-26.

Rêgo, ER; Rêgo, MM; Finger, FL; Cruz, CD; Casali, WVD. 2009a. A diallel study of yield components and fruit quality in chilli pepper (*Capsicum baccatum*). *Euphytica*, 168: 275-287.

Rêgo, ER; Silva, DF; Rêgo, MM; Santos, RMC; Sapucay, MJLC; Silva, DR; Silva Júnior, SJ. 2010. Diversidade entre linhagens e importância de caracteres relacionados à longevidade em vaso de linhagens de pimentas ornamentais. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, 16: 165-168.

Rêgo, ER; Finger, FL; Nascimento, MF; Barbosa, LAB; Santos, RMC. 2011a. Pimentas Ornamentais. In: *Produção, Genética e Melhoramento de Pimentas (Capsicum spp.)* (Rêgo ER, Finger FL and Rêgo MM, eds.). Imprima, Recife, 205-223.

Rêgo, ER; Rêgo, MM; Cruz, CD; Finger, FL; Casali, WVD. (2011b). Phenotypic diversity, correlation and importance of variables for fruit quality and yield traits in Brazilian peppers (*Capsicum baccatum*). *Genetic Resources and Crop Evolution*, 58: 909-918.

Rêgo, ER; Fortunato, FLG; Nascimento, MF; Nascimento, NFF; Rêgo, MM; Finger, FL. 2012a. Inheritance for earliness in ornamental peppers (*Capsicum annuum*). *Acta Horticulturae*, 961: 405-410.

Rêgo, ER; Finger, FL; Rêgo, MM. 2012b. Consumption of pepper in Brazil and its implications on nutrition and health of humans and animals. In: *Pepper: Nutrition, Consumption and Health*. Pepper: Nutrition, Consumption and Health (Salazar MA and Ortega JM, eds.). Science Publishers, 159-170.

Rêgo, ER; Rêgo, MM; Finger, FL; Nascimento, NFF; Nascimento, MF; Santos, RMC. 2013. Phenotypic variability and importance of characters in a F2 segregating generation of ornamental chili (*Capsicum annuum*). *Acta Horticulturae*, 1000: 493-498.

Santos, RMC; Nascimento, NFF; Borém, A; Rêgo, ER; MM; Finger; Coca, GC; Nascimento, MF; Lemos, RC. 2013a. Ornamental pepper breeding: could a chili be a flower ornamental plant?. *Acta Horticulturae*, 1000: 451-456.

Santos, RMC; Nascimento, MF; Nascimento, NFF; Rêgo, ER; Rêgo, MM; Borém, A; Finger; Costa, DS. 2013b. Ethylene resistance in a F2 population of ornamental chili pepper (*Capsicum annuum*). *Acta Horticulturae*, 1000: 433-438.

Schuelter, AR; Pereira, MG; Amaral Júnior, AT; Casali, VWD; Scapim, CA; Barros, WS; Finger, FL. 2010. Genetic control of agronomically important traits of pepper fruits analyzed by Hayman's partial diallel cross scheme. *Genetics and Molecular Research*. 9: 113-127.

Segatto, FB; Finger, FL; Barbosa, JG; Rêgo, ER; Pinto, CMF. 2013. Effects of ethylene on the post-production of potted ornamental peppers (*Capsicum annuum*). *Acta Horticulturae*, 1000: 217-222.

Setiamihardjal, R; Knavei, DE. 1990. Association of Pedicel Length and Diameter with Fruit Length and Diameter and Ease of Fruit\Detachment in Pepper. Journal of the American Society for Horticultural Science, 115(4): 677-681.

Silva Neto, JJ; Rêgo, ER; Nascimento, MF; Silva Filho, Val; Almeida Neto, JX; Rêgo, MM. 2014. Variabilidade em população base de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.). Revista Ceres, 61: 84-89.

Singh, D. 1981. The relative importance of characters affecting genetic divergence. Indian Journal of Genetic and Plant Breeding, 41(2): 237-245.

Stommel, JR; Bosland, P. 2006. Ornamental pepper: *Capsicum annuum*. In: Flower Breeding and Genetics: Issues, Challenges and Opportunities for the 21st Century (Anderson NO ed.). Springer, 564-570.

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, 23(1): 22-27.

Vasconcelos, CS; Barbieri, RL; Neitzke, RS; Priori, D; Fischer, SZ; Mistura, CC. 2012. Determinação da dissimilaridade genética entre acessos de *Capsicum chinense* com base em características de flores. Ceres, 59(4): 493-498.

Yeang, HY; Hillman, JR. 1981. Control of lateral bud growth in *Phaseolus vulgaris* L. by ethylene in the apical shoot. Journal of Experimental Botany, 32:395-404.

Zewdie, Y; Bosland, P. 2001. Combining ability and heterosis for capsaicinoids in *Capsicum pubescens*. HortScience, 36(7): 1315-1317.

Capítulo II

Análise de trilha e correlações canônicas para fatores de sensibilidade ao etileno e características de planta e fruto em pimenteiras ornamentais

N.F.F. do Nascimento¹, E.R. do Rêgo², M.F. Nascimento¹, C.H. Bruckner³, F.L. Finger³ and M.M. do Rêgo²

¹Laboratório de Análises de Progênes, Pós-Graduação em Genética e Melhoramento, Universidade Federal de Viçosa; ²Laboratório de Biotecnologia Vegetal, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba; ³Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi estudar a correlação direta e indireta utilizando a análise de trilha e a correlação canônica para determinar quais características podem ser usadas como critério para seleção de plantas com baixa sensibilidade ao etileno. Foram estudados sete acessos pertencentes ao banco de germoplasma de *Capsicum* da Universidade Federal da Paraíba e da Universidade Federal de Viçosa, e sete cultivares. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com quatorze tratamentos e dez repetições. Primeiramente, foram analisadas 21 características morfológicas. Após a caracterização morfológica, os genótipos foram tratados com etileno ($10 \mu\text{L L}^{-1}$). As plantas foram expostas ao hormônio durante 48 horas. Em seguida as plantas foram mantidas em temperatura ambiente, quando foram feitas contagens do número de folhas e frutos no tempo 0 e após 144 horas do tratamento com etileno. A perda de folhas e frutos foi expressa em porcentagem de perda, em relação ao tempo zero, após a exposição. Previamente, foi realizado o diagnóstico de multicolinearidade estabelecido com base no número de condição (NC). Para contornar os problemas de multicolinearidade, realizou-se a análise de trilha em crista onde todas as características estudadas são levadas em consideração. Posteriormente as correlações foram desdobradas, mediante a análise de trilha em efeitos diretos e indiretos. Foi realizada uma análise para avaliar os efeitos das características de porte, sobre a variável básica abscisão de folhas e outra análise para avaliar os efeitos dos caracteres explicativos de fruto também sobre a variável básica, abscisão de folhas. Para avaliação das correlações canônicas foram realizadas análises entre os fatores de sensibilidade ao etileno e os caracteres de arquitetura da planta e os caracteres de fruto. Com base na análise de trilha e por meio das magnitudes das correlações canônicas obtidas entre os grupos, foi possível identificar caracteres que maximizam a resposta correlacionada como a largura da folha, comprimento da antera, diâmetro do fruto, comprimento da placenta e número de frutos por planta. O uso destas características para a composição de índices de seleção e/ou seleção simultânea e caracteres pode auxiliar na obtenção de plantas resistentes ao etileno.

Palavras-chave: seleção indireta, correlação, etileno, *Capsicum annuum*

1. INTRODUÇÃO

Os principais objetivos dos programas de melhoramento de *Capsicum* são o aumento da produção, a resistência a pragas e doenças, a melhoria da qualidade nutricional e o processamento dos frutos para comercialização (Casali et al., 1984; Rêgo et al., 2011a). Poucos programas exploram o uso das pimenteiros para fins ornamentais, sendo o estudo de fatores como porte, precocidade, variabilidade na coloração de flores folhas e frutos e principalmente de fatores de pós-produção, como a sensibilidade ao etileno, pouco explorados (Santos et al., 2013; Nascimento et al., 2015).

Para comercialização das pimenteiros ornamentais, o estágio de desenvolvimento ideal é quando cerca de 50% dos frutos na planta estão maduros (Nascimento et al., 2015), sendo estes de posição ereta na planta, coloridos. A folhagem estar vigorosa, sem sintomas de senescência precoce das folhas ou abscisão de fruto e folhas (Finger et al., 2012). As flores devem ser grandes, chamativas, e também com posição ereta, pois esta posição as deixa em destaque no arranjo floral.

No Brasil, é comum que as flores e plantas ornamentais sejam transportadas das principais regiões produtoras até as distribuidoras em caminhões fechados, com pouca ou nenhuma refrigeração num percurso que dura em média de 36 a 48 horas. Durante esse período as plantas ficam expostas a baixa oxigenação e luminosidade, além de altas temperaturas (Krass, 1999; Segatto, et al., 2013). Sob essas condições, além da combustão interna dos motores, a produção de etileno do material vegetal (vivo ou em decomposição) e os ferimentos causados nos produtos transportados são as fontes de etileno durante o transporte (Liou e Miller, 2011).

O etileno é um fitormônio produzido por todas as plantas. Sua função é importante no crescimento e desenvolvimento, processo de floração, amadurecimento de frutos e no processo de senescência. Se houver etileno no ar circundante, as flores e plantas sensíveis ao etileno sofrerão murchamento, secagem do botão, abscisão de folhas, flores e frutos, entre outros problemas (Woltering et al., 1996; Santos et al., 2013). Para a maioria das plantas superiores, o etileno é ativo em baixas concentrações, entretanto, a intensidade de seus efeitos deletérios deve-se principalmente à sensibilidade da espécie ou da variedade ao regulador (Finger et al., 2012).

As consequências oriundas da ação do etileno em variedades sensíveis é uma das causas que limitam a comercialização das pimenteiros ornamentais (Segatto, et al., 2013). Tal fato desperta considerável interesse no desenvolvimento de meios para selecionar plantas com baixa sensibilidade, uma vez que as principais cultivares de

Capsicum comercializadas para fins ornamentais como Calypso, Pirâmide Ornamental e Espagueteinho, são altamente sensíveis à ação do etileno.

A sensibilidade ao etileno pode ser considerada um caráter de difícil mensuração, uma vez que para quantificá-la, além da contagem visual do número de folhas e frutos, é necessário que as plantas tenham atingido o estágio de desenvolvimento ideal para comercialização, ou seja, quando 50% dos frutos estão maduros na planta (Nascimento et al., 2015). Essa condição pode atrasar a seleção dos genótipos superiores.

O conhecimento da associação entre caracteres é de grande importância, principalmente quando a seleção em um deles apresenta dificuldades. Nestes casos, recomenda-se a seleção indireta utilizando outro caráter que apresente alta herdabilidade e fácil avaliação, estando este altamente correlacionado com aquele caráter de difícil seleção direta (Krishna, et al., 2007; Cruz et al., 2012; Silva et al., 2013; Nascimento 2015).

A interpretação e a quantificação da magnitude de uma correlação podem resultar em equívocos, o que prejudicaria a seleção (Tavares et al., 1999). A correlação alta entre dois caracteres pode ser resultado do efeito sobre estes, de um terceiro ou de um grupo de caracteres (Silva et al., 2013; Cruz et al., 2012).

Nesse contexto, o desdobramento das correlações genéticas, por meio da análise de trilha, podem proporcionar maior eficiência ao processo. O desdobramento consiste no estudo dos efeitos diretos e indiretos de caracteres sobre uma variável básica (Cruz et al., 2012; Silva et al., 2013). Ainda que muito eficiente, a análise de trilha apresenta uma limitação, que é a utilização de apenas uma variável dependente. Com o intuito de contornar o problema, pode-se fazer uso conjunto das correlações canônicas, as quais permitem conhecer, de maneira mais detalhada, as inter-relações entre os vários caracteres usados durante o processo de seleção (Tavares et al., 1999; Cruz et al., 2012).

Em pimenteirias essas metodologias já vêm sendo usadas com o intuito de avaliar as associações entre a produção e outros caracteres que a influenciam de maneira mais acentuada (Krishna et al., 2007; Luitel et al., 2013; Moreira et al., 2013; Silva et al., 2013; Amit Vikram et al., 2014). A avaliação da correlação canônica e dos efeitos diretos e indiretos existente entre as características morfoagronômicas e a sensibilidade ao etileno tem sido pouco explorada. Nascimento et al., (2015), em estudo com *Capsicum*, avaliaram a correlação simples entre caracteres morfoagronômicos e fatores de sensibilidade ao etileno constataram que é possível utilizar medidas morfológicas

para selecionar as plantas resistentes a abscisão de folhas induzida pelo etileno, já para a abscisão dos frutos, os autores não observaram tal associação.

Diante do exposto o objetivo deste trabalho foi utilizar a correlação canônica e a análise de trilha para estudar a associação entre os caracteres e seus efeitos diretos e indiretos para determinar quais características podem ser usadas como critério para seleção de plantas com baixa sensibilidade ao etileno.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Foram utilizados sete acessos de *C. annuum* provenientes dos bancos de germoplasma de hortaliças da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), UFPB 45, UFPB 132, UFPB 134, UFPB 390 e da Universidade Federal de Viçosa: UFV 46, UFV 392, UFV 444 e sete cultivares, três ornamentais comercializadas no Brasil: Calypso, Espagueteinho e Pirâmide ornamental, duas cultivares comercializadas na Itália: IT1 e IT2 e duas cultivares pertencentes ao Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA): IPA1 e IPA2.

Os genótipos foram autofecundados e semeados em bandeja de poliestireno expandido com 200 células, contendo substrato comercial (Brasplant). Quando as plântulas apresentavam quatro pares de folhas definitivas, foram transplantadas para vasos de 900 ml utilizando-se o mesmo substrato. Sempre que necessário foram realizados os tratamentos culturais recomendados para a cultura de acordo com Filgueira (2000). Ao atingirem a fase adulta, os genótipos foram caracterizados de acordo com os descritores para *Capiscicum* sugeridos pelo IPGRI, (1995).

Os caracteres avaliados relacionados à arquitetura da planta foram: altura da planta, diâmetro da copa, altura da primeira bifurcação, diâmetro do caule, comprimento da folha, largura da folha, comprimento do pedicelo, comprimento da corola, comprimento da antera, comprimento do filete.

Os caracteres de frutos avaliados foram: peso, comprimento, diâmetro, comprimento do pedúnculo, espessura do pericarpo, comprimento da placenta, massa da matéria fresca do fruto, teor de matéria seca do fruto, número de sementes por fruto, número de frutos por planta, produção.

A avaliação da sensibilidade ao etileno foi realizada após a caracterização morfoagronômica e os genótipos ao atingirem estágio de desenvolvimento adequado para comercialização, ou seja, quando as plantas apresentaram cerca de 50% dos frutos

maduros (Nascimento et al., 2015), foram colocados em recipientes herméticos de 60L onde foi injetado etileno na concentração final de $10 \mu\text{L L}^{-1}$ (Segatto et al., 2013).

As plantas permaneceram expostas ao etileno pelo período de 48 horas e, em seguida, foram mantidas à temperatura de 25°C com $8-10 \mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$ de luz fluorescente branca, para posterior análise dos efeitos do etileno (Hoyer, 1996). Foi realizada a contagem do número de folhas e frutos no tempo zero (antes do tratamento com etileno) e às 144 horas após o tratamento com etileno para determinação da abscisão de folhas e frutos. As perdas, tanto de folhas como de frutos, foram expressas em porcentagem, em relação ao tempo zero, após a exposição ao etileno.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com quatorze tratamentos e dez repetições. Previamente foi realizado o diagnóstico de multicolinearidade estabelecido com base no número de condição (NC), que é a razão entre o maior e o menor autovalor da matriz. Se $\text{NC} < 100$, a multicolinearidade é considerada fraca e não constitui problema para a análise; se $100 \leq \text{NC} \leq 1000$, a multicolinearidade é considerada de moderada a forte e se $\text{NC} \geq 1000$, é considerada severa (Montgomery e Peck, 1981; (CRUZ; CARNEIRO, 2006). Na ocorrência de multicolinearidade moderada a severa, adotou-se o método proposto por Carvalho (1995), o mesmo sugere a modificação do sistema de equações normais, pela introdução de uma constante K à diagonal da matriz $X'X$, desse método é denominado análise de trilha em crista. Os valores da constante K, estão geralmente dentro do intervalo $0 < k < 1$. O menor valor de K capaz de estabilizar a maioria dos estimadores dos coeficientes de trilha foi utilizado.

Posteriormente as correlações foram desdobradas, mediante a análise de trilha (Wright, 1921, 1923; Li, 1975), em efeitos diretos e indiretos. Foi realizada uma análise para avaliar os efeitos das características de arquitetura da planta, sobre a variável básica abscisão de folhas e outra análise para avaliar os efeitos dos caracteres de fruto sobre a variável básica, abscisão de folhas. A variável abscisão de frutos foi considerada em ambas as análises.

Para avaliação das correlações canônicas foram realizadas análises entre os fatores de sensibilidade ao etileno e os caracteres de arquitetura da planta e de fruto. Na primeira análise o grupo I abrangeu os fatores de sensibilidade ao etileno e o grupo II abrangeu os caracteres de arquitetura da planta. Na segunda análise o grupo foi formado pelos fatores de sensibilidade ao etileno e o grupo II abrangeu os caracteres de fruto. As análises foram estimadas como medida de associação conforme considerações gerais de

Cruz e Carneiro (2003). Todas as análises foram realizadas utilizando-se o programa computacional Genes (Cruz, 2013).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando a variável básica de abscisão de folhas sobre as variáveis explicativas de arquitetura da planta o diagnóstico de multicolinearidade apresentou número de condição (NC) de 6812,5368, indicando uma colinearidade severa, de acordo com a classificação de Montgomery e Peck (1981). Além disso, das sessenta e seis correlações analisadas, 12 números de fatores de inflação da variância (VIF) foram superiores a 10, confirmando a existência de multicolinearidade severa. Estes resultados não inviabilizam a realização da análise de trilha, já que existem metodologias apropriadas para estudo de efeitos diretos e indiretos sob multicolinearidade (Carvalho et al., 1999; Coimbra et al., 2005; Silva et al., 2013).

Para a análise de trilha em crista, a constante k adicionada à diagonal da matriz $X'X$ foi determinada pelo exame do traço da crista por meio da construção de um gráfico (Figura 1) o valor da constante foi 0,05 (Tabela 1) valor eficaz na estabilização das estimativas para a análise dos coeficientes de trilha.

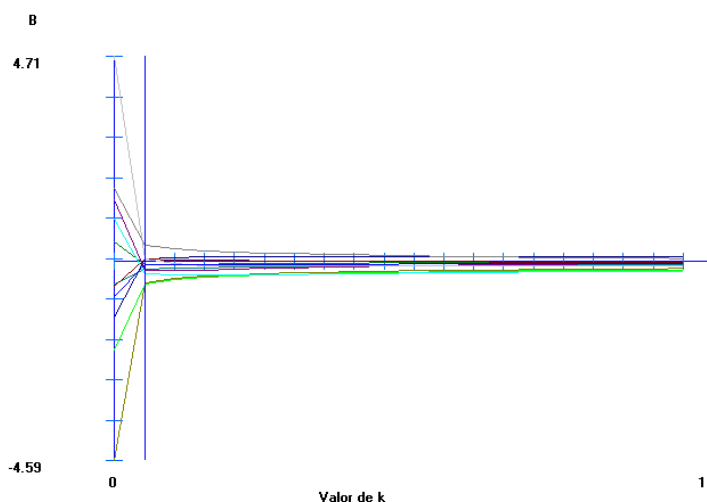


Figura 1 - Estimativas de coeficientes de trilha para valores de k obtidos na análise de trilha em crista, utilizando a característica abscisão de folhas como variável básica.

O coeficiente de determinação obtido por meio do modelo foi de 0,7407 (Tabela 1), indicando que as variáveis independentes explicam 74,07% das alterações na variável básica abscisão foliar. Silva et al., (2013) em trabalho com *Capsicum*, considerando a característica teor de matéria seca do fruto como variável básica, observou resultados semelhantes.

Tabela 1- Efeitos direto, indireto e total de doze variáveis de arquitetura da planta sobre a abscisão de folhas em pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum*).

Variável	Efeito	Estimativa	Variável	Efeito	Estimativa
AFR	direto sobre AF	0.0507	Total	indireto sobre APB	-0.0093
	indireto sobre AP	-0.0465		indireto sobre CFL	0.3061
	indireto sobre DDC	-0.0152		indireto sobre LDF	-0.0404
	indireto sobre APB	0.0023		indireto sobre CDP	-0.2475
	indireto sobre DCL	-0.0932		indireto sobre CDC	-0.0175
	indireto sobre CFL	0.1899		indireto sobre CAN	0.3795
	indireto sobre LDF	-0.0151		indireto sobre CFI	0.1449
	indireto sobre CDP	-0.0818			
	indireto sobre CDC	-0.0052			
	indireto sobre CAN	0.3226			
	indireto sobre CFI	0.1472			
Total	0.4582				
AP	direto sobre AF	-0.0818	Total	indireto sobre APB	0.0009
	indireto sobre AFR	0.0288		indireto sobre DCL	0.1264
	indireto sobre DDC	-0.1385		indireto sobre LDF	0.0529
	indireto sobre APB	0.0274		indireto sobre CDP	0.2475
	indireto sobre DCL	-0.0389		indireto sobre CDC	0.0132
	indireto sobre CFL	0.0696		indireto sobre CAN	-0.3949
	indireto sobre LDF	-0.0045		indireto sobre CFI	-0.1186
	indireto sobre CDP	0.0341			
	indireto sobre CDC	0.0002			
	indireto sobre CAN	0.1375			
	indireto sobre CFI	0.0575			
Total	0.0876				
DDC	direto sobre AF	-0.1857	Total	indireto sobre APB	0.0081
	indireto sobre AFR	0.0041		indireto sobre DCL	0.1448
	indireto sobre AP	-0.0610		indireto sobre CFL	-0.4593
	indireto sobre APB	0.0259		indireto sobre CDP	0.2176
	indireto sobre DCL	0.0346		indireto sobre CDC	0.0165
	indireto sobre CFL	-0.0566		indireto sobre CAN	-0.3843
	indireto sobre LDF	0.0066		indireto sobre CFI	-0.0934
	indireto sobre CDP	0.1176			
	indireto sobre CDC	-0.0050			
	indireto sobre CAN	-0.0363			
	indireto sobre CFI	-0.0704			
Total	-0.2354				
APB	direto sobre AF	0.0476	Total	indireto sobre APB	-0.0004
	indireto sobre AFR	0.0024		indireto sobre DCL	0.1371
	indireto sobre AP	-0.0470		indireto sobre CFL	-0.3320
	indireto sobre DDC	-0.1010		indireto sobre LDF	0.0336
	indireto sobre DCL	0.0396		indireto sobre CDC	0.0052
	indireto sobre CFL	-0.0097		indireto sobre CAN	-0.2910
	indireto sobre LDF	0.0096		indireto sobre CFI	-0.0897
	indireto sobre CDP	-0.0033			
	indireto sobre CDC	0.0332			
	indireto sobre CAN	-0.0532			
	indireto sobre CFI	-0.0083			
Total	-0.0876				
DCL	direto sobre AF	-0.2023	Total	indireto sobre APB	-0.0199
	indireto sobre AFR	0.0233		indireto sobre DCL	-0.0446
	indireto sobre AP	-0.0157		indireto sobre CFL	0.0816
	indireto sobre DDC	0.0317		indireto sobre LDF	-0.0117

	indireto sobre CDP	-0.0240		indireto sobre CFI	-0.1987	
	indireto sobre CAN	0.1091		Total	-0.7098	
	indireto sobre CFI	-0.0576				
	Total	-0.0588	CFI	direto sobre AF	-0.2937	
CAN	direto sobre AF	-0.5071		indireto sobre AFR	-0.0254	
	indireto sobre AFR	-0.0322		indireto sobre AP	0.0160	
	indireto sobre AP	0.0222		indireto sobre DDC	-0.0445	
	indireto sobre DDC	-0.0133		indireto sobre APB	0.0014	
	indireto sobre APB	0.0050		indireto sobre DCL	0.0998	
	indireto sobre DCL	0.1514		indireto sobre CFL	-0.1978	
	indireto sobre CFL	-0.3816		indireto sobre LDF	0.0179	
	indireto sobre LDF	0.0428		indireto sobre CDP	0.1116	
	indireto sobre CDP	0.2096		indireto sobre CDC	-0.0156	
	indireto sobre CDC	0.0171		indireto sobre CAN	-0.3429	
				Total	-0.6877	
	Coeficiente de determinação (R ²)					0.7407
	Efeito da variável residual					0.5091
Valor de K usado na análise					0.0500	

AF (%) - abscisão de folhas; AFR (%) - abscisão de frutos; AP (cm) - altura da planta; DDC (cm) - diâmetro da copa; APB (cm) – altura da primeira bifurcação; DCL (cm) – diâmetro do caule; CFL (cm) - comprimento da folha; LDF (cm) - largura da folha; CDP (cm) – comprimento do pedicelo; CDC (cm) - comprimento da corola; CAN(cm) – comprimento da antera; CFI (cm) – comprimento do filete.

O comprimento da antera foi a característica que apresentou maior correlação com a variável básica abscisão de folhas (-0,7098). O efeito direto desta característica sobre a variável principal (-0.5071) também foi alto. A correlação foi negativa, então a seleção de plantas com anteras maiores permitirá a obtenção de plantas com menor porcentagem de abscisão foliar, aumentando a vida de vaso. Além disso, as flores maiores seriam atraentes ao consumidor, e aos polinizadores naturais. Com enfoque no melhoramento uma antera maior facilitaria a realização dos cruzamentos artificiais, sem causar maiores danos ao botão foral.

As características comprimento (-0,6165) e largura da folha (-0,5191), e, comprimento do filete (-0,6877), também apresentaram correlação alta com a variável principal, entretanto, apresentam baixo efeito direto. De acordo com Cruz et al., (2012), caracteres com alta correlação, porém que possuam baixo efeito direto, indicam que a seleção indireta por meio destes pode não proporcionar ganhos satisfatórios na variável básica. A melhor estratégia para seleção de indivíduos com menor sensibilidade ao etileno por meio dessas características seria utilizando a seleção simultânea de caracteres.

Os efeitos diretos e indiretos para as demais características apresentaram valores muito baixos, não tendo sido observado nestas a relação de causa e efeito. Para fins de melhoramento é importante identificar entre os caracteres de alta correlação com a variável básica aqueles de maior efeito direto em sentido favorável à seleção, de tal

modo que a resposta correlacionada por meio da seleção indireta seja eficiente (Cruz et al., 2012).

O diagnóstico de multicolinearidade, para a variável básica abscisão de folhas sobre os caracteres de fruto, apresentou número de condição (NC) de 435072,9406, indicando uma colinearidade severa, de acordo com a classificação de Montgomery e Peck (1981). Entre as setenta e oito correlações analisadas, 11 números de fatores de inflação da variância (VIF) foram superiores a 10, reafirmando a existência de multicolinearidade severa.

O valor de K adotado para a estabilização das estimativas para a análise dos coeficientes de trilha foi de 0,05 (Figura 2), esse valor foi eficaz para estabilizar as estimativas dos coeficientes de trilha obtidos.

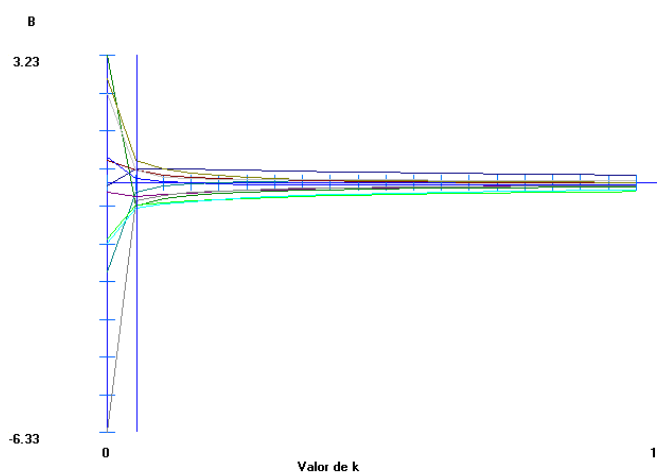


Figura 2 - Estimativas de coeficientes de trilha para valores de k obtidos na análise de trilha em crista, utilizando a característica abscisão de folhas como variável básica.

O coeficiente de determinação obtido foi 0,6771 (Tabela 2), indicando que as variáveis independentes explicam 67,71% da variação na variável abscisão de folhas. Não foi observada alta correlação com a variável básica, em nenhum dos caracteres analisados. Entretanto, algumas características apresentaram alto efeito direto com a variável básica. Estas não devem ser desconsideradas pelos melhoristas, pois a seleção simultânea poderá proporcionar bons resultados (Cruz, et al., 2012).

Tabela 2- Efeitos direto, indireto e total de treze características de fruto sobre a variável básica abscisão de folhas em pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum*).

Variável	Efeito	Estimativa	Variável	Efeito	Estimativa
AFR	direto sobre AF	0.3281	CPL	direto sobre AF	0.2810
	indireto sobre PFR	0.0849		indireto sobre AFR	0.0121
	indireto sobre CFR	0.0188		indireto sobre PFR	-0.3829
	indireto sobre DDF	-0.0121		indireto sobre CFR	-0.1899
	indireto sobre CP	-0.1348		indireto sobre DDF	0.0739
	indireto sobre EP	-0.1275		indireto sobre CP	0.1194
	indireto sobre CPL	0.0103		indireto sobre EP	0.1367
	indireto sobre MF	0.0701		indireto sobre MF	-0.2932
	indireto sobre TMS	0.0065		indireto sobre TMS	0.0679
	indireto sobre NSF	0.1795		indireto sobre NSF	-0.2149
	indireto sobre NFP	0.0304		indireto sobre NFP	0.4455
	indireto sobre P	-0.0124		indireto sobre P	0.0724
	Total	0.4582		Total	0.1418
PFR	direto sobre AF	-0.6235	MF	direto sobre AF	-0.4791
	indireto sobre AFR	-0.0447		indireto sobre AFR	-0.0480
	indireto sobre CFR	-0.1219		indireto sobre PFR	-0.6220
	indireto sobre DDF	0.2576		indireto sobre CFR	-0.1252
	indireto sobre CP	0.0332		indireto sobre DDF	0.2569
	indireto sobre EP	0.3905		indireto sobre CP	0.0337
	indireto sobre CPL	0.1726		indireto sobre EP	0.3993
	indireto sobre MF	-0.4779		indireto sobre CPL	0.1720
	indireto sobre TMS	0.0456		indireto sobre TMS	0.0433
	indireto sobre NSF	-0.4635		indireto sobre NSF	-0.4450
	indireto sobre NFP	0.5376		indireto sobre NFP	0.5478
	indireto sobre P	0.0991		indireto sobre P	0.0957
	Total	-0.2264		Total	-0.1944
CFR	direto sobre AF	-0.2224	TMS	direto sobre AF	0.1363
	indireto sobre AFR	-0.0277		indireto sobre AFR	0.0157
	indireto sobre PFR	-0.3417		indireto sobre PFR	-0.2084
	indireto sobre DDF	0.0646		indireto sobre CFR	-0.0343
	indireto sobre CP	0.0762		indireto sobre DDF	0.0273
	indireto sobre EP	0.2978		indireto sobre CP	0.1090
	indireto sobre CPL	0.2400		indireto sobre EP	-0.1514
	indireto sobre MF	-0.2698		indireto sobre CPL	0.1400
	indireto sobre TMS	0.0210		indireto sobre MF	-0.1522
	indireto sobre NSF	-0.2117		indireto sobre NSF	-0.0914
	indireto sobre NFP	0.4790		indireto sobre NFP	0.0954
	indireto sobre P	0.0522		indireto sobre P	0.0381
	Total	0.1464		Total	-0.0682
DDF	direto sobre AF	0.2977	NSF	direto sobre AF	-0.6070
	indireto sobre AFR	-0.0134		indireto sobre AFR	-0.0970
	indireto sobre PFR	-0.5395		indireto sobre PFR	-0.4761
	indireto sobre CFR	-0.0483		indireto sobre CFR	-0.0776
	indireto sobre CP	-0.0360		indireto sobre DDF	0.2102
	indireto sobre EP	0.3720		indireto sobre CP	0.0337
	indireto sobre CPL	0.0697		indireto sobre EP	0.3758
	indireto sobre MF	-0.4133		indireto sobre CPL	0.0995
	indireto sobre TMS	0.0125		indireto sobre MF	-0.3512
	indireto sobre NSF	-0.4286		indireto sobre TMS	0.0205
	indireto sobre NFP	0.4975		indireto sobre NFP	0.3506
	indireto sobre P	0.0776		indireto sobre P	0.0952

	Total	-0.1373		Total	-0.4541
CP	direto sobre AF	-0.2784	NFP	direto sobre AF	-0.7042
	indireto sobre AFR	0.1589		indireto sobre AFR	-0.0142
	indireto sobre PFR	0.0744		indireto sobre PFR	0.4760
	indireto sobre CFR	0.0609		indireto sobre CFR	0.1513
	indireto sobre DDF	0.0385		indireto sobre DDF	-0.2103
	indireto sobre EP	0.0536		indireto sobre CP	0.0030
	indireto sobre CPL	-0.1206		indireto sobre EP	-0.3142
	indireto sobre MF	0.0579		indireto sobre CPL	-0.1778
	indireto sobre TMS	-0.0534		indireto sobre MF	0.3726
	indireto sobre NSF	0.0736		indireto sobre TMS	-0.0185
	indireto sobre NFP	0.0077		indireto sobre NSF	0.3022
	indireto sobre P	-0.0528		indireto sobre P	-0.0477
	Total	0.0062		Total	-0.2170
EP	direto sobre AF	0.5639	P	direto sobre AF	0.1293
	indireto sobre AFR	-0.0742		indireto sobre AFR	-0.0315
	indireto sobre PFR	-0.4318		indireto sobre PFR	-0.4779
	indireto sobre CFR	-0.1175		indireto sobre CFR	-0.0897
	indireto sobre DDF	0.1964		indireto sobre DDF	0.1786
	indireto sobre CP	-0.0264		indireto sobre CP	0.1136
	indireto sobre CPL	0.0681		indireto sobre EP	0.2990
	indireto sobre MF	-0.3393		indireto sobre CPL	0.1574
	indireto sobre TMS	-0.0366		indireto sobre MF	-0.3546
	indireto sobre NSF	-0.4045		indireto sobre TMS	0.0402
	indireto sobre NFP	0.3924		indireto sobre NSF	-0.4466
	indireto sobre P	0.0686		indireto sobre P	0.2597
	Total	-0.1125		Total	-0.2162
Coeficiente de determinação (R ²)					0.6771
Efeito da variável residual					0.0500
Valor de K usado na análise					0.5683

AFR (%) – abscisão de frutos; PFR (g) - peso do fruto; CFR (cm) - comprimento do fruto; DDF (cm) - diâmetro do fruto; CP (cm) – comprimento do pedúnculo; EP (cm) – espessura do pericarpo; CPL (cm) – comprimento da placenta; MF (g) – massa da matéria fresca do fruto; TMS (%) – teor de matéria seca do fruto; NSF – número de sementes por fruto; NFP - número de frutos por planta; P (g) – Produção.

O maior efeito direto sobre a variável principal foi obtido pela característica número de frutos por planta (-0,7042). Essa característica também foi a que apresentou maior efeito direto sobre a produtividade em *Capsicum annuum* nos trabalhos de Tavares et al. (1999), Farhad et al. (2008) e Islam e Singh (2009). Os caracteres de fruto em pimenteiras com finalidade ornamental tornaram-se importantes não apenas pela coloração e posição na planta mais para consumo, desta forma, pimenteiras com maior número de frutos por planta podem vir a ter um maior valor comercial.

A característica peso do fruto também apresentou efeitos diretos de alta magnitude, entretanto, boa parte desse efeito (-0,6235) é de influência indireta, via

produção (0,5376). Diante desse resultado, é necessária maior atenção do melhorista, pois ao selecionar um determinado caráter, pode-se provocar mudanças indesejáveis em outros (Coimbra et al., 2005; Cruz et al., 2012). Frutos pesados podem torna-se pendentes o que não é de interesse com finalidade ornamental.

Alta magnitude de efeito direto também foi observada para a característica número de sementes por fruto (-0,6070). Percebe-se que o sinal foi negativo em todos os efeitos diretos de alta magnitude. Tal resultado indica que ao selecionar plantas com maior número de frutos por planta, peso do fruto e número de sementes por fruto, a planta selecionada terá uma menor abscisão foliar, uma vez que estes caracteres encontram-se relacionados.

Com finalidade de melhoramento em pimenteiros ornamentais é de interesse maior número de frutos por planta e de sementes por frutos. O Veiling Holambra, principal distribuidor brasileiro de pimenteiros ornamentais, que possui critérios de classificação para comercialização destas, preconiza que o número de frutos deve ser igual ou superior a dez (Veiling, 2015). Com a finalidade de desenvolver híbridos ou linhagens de pimenteiros ornamentais que reúnam todas as características desejáveis para posterior disponibilização ou comercialização, é de interesse maior número de sementes por frutos, diminuindo o número de cruzamentos e/ou autofecundações que o melhorista venha a realizar.

Para as demais variáveis analisadas, os efeitos diretos e indiretos apresentaram valores baixos, e a relação de causa/efeito não foi observada. Indicando que a seleção indireta nestes caracteres poderá não proporcionar ganhos satisfatórios na variável básica (Cruz et al., 2012).

Baseado nos caracteres explicativos de arquitetura da planta e as características de fruto sobre a abscisão foliar, pode se afirmar que em estudos futuros, a seleção simultânea, visando aumentar o comprimento da antera, o número de frutos por planta e o número de sementes por fruto, poderá resultar em plantas com menor abscisão foliar.

Na fase de abscisão foliar os níveis de etileno aumentam e os de auxinas diminuem, tal fato causa um enfraquecimento na zona de abscisão (pecíolo) que ocasiona a queda. A auxina, atua entre outras, promovendo o aumento das taxas de alongamento celular, sendo seus principais locais de síntese os meristemas apicais da parte aérea e as folhas jovens. O etileno atua na diminuição da atividade do hormônio auxina (Taiz e Zeiger, 2004). Sabe-se que as sementes são fontes de auxinas e frutos com maior número de sementes, são menos susceptíveis a abscisão (Chitarra e Chitarra,

2005). Tal fato pode ser explicado, pois, supõe-se que em resposta a aplicação exógena de etileno a auxina se concentre na parte aérea diminuindo a sensibilidade ao etileno, fazendo com que os órgãos apicais, neste caso, anteras, frutos e sementes tenham maior desenvolvimento. Evidentemente, maiores estudos para comprovar essa hipótese são necessários, como as quantificações de teores de auxina nesses órgãos antes e após a aplicação do etileno.

Nascimento et al., (2015), analisando a correlação simples entre caracteres morfoagronômicos e a resistência ao etileno em pimenteiras ornamentais, observou correlação entre comprimento da antera (CANT), maior diâmetro do fruto (MDF), comprimento do pedicelo (CP), espessura do pericarpo (EP) e teor de matéria seca do fruto (TMS). Indicando que o uso destas características são importantes para a composição de índices de seleção para auxiliar na obtenção de plantas resistentes ao etileno.

O resultado de ambas as pesquisas são de extrema importância em futuros estudos com o gênero *Capsicum*, o uso destas características podem maximizar a resposta correlacionada em um programa de melhoramento genético. Além do que, são importantes para a composição de índices de seleção, que auxiliará o melhorista na seleção de plantas com menor sensibilidade aos efeitos deletérios do etileno.

As correlações canônicas observadas entre os fatores de sensibilidade ao etileno e os caracteres de arquitetura da planta foram de alta magnitude, entretanto, só o primeiro par canônico foi significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste do qui - quadrado (Tabela 3), sendo este de interesse, pois, o mesmo é o responsável pela relação existente entre os grupos (Cankaya et al., 2010; Rad et al., 2014).

De acordo com a análise dos coeficientes de correlações do primeiro par canônico evidencia-se maior relação (2,5957) entre as variáveis canônicas de abscisão e largura da folha, evidenciando que a seleção de plantas com menor largura da folha é determinante para uma menor abscisão de folhas e frutos. Os coeficientes dos caracteres nos pares canônicos refletem a importância dos efeitos diretos de cada característica para a variável canônica (Cruz et al., 2012). É importante identificar entre os caracteres de maior efeito direto aqueles com altos coeficientes de correlação canônica em sentido favorável a seleção.

Tabela 3 — Estimativas das correlações e pares canônicos entre os fatores de sensibilidade ao etileno e arquitetura da planta em pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum*).

Características	Pares canônicos	
	1º par	2º par
AF	0.3959	1.0530
AFR	0.7546	-0.8344
AP	0.3161	-1.0807
DDC	-0.2737	0.1925
APB	-0.3420	0.5289
DCL	0.8102	-0.4935
CFL	-2.4433	0.1822
LDF	2.5957	-1.1219
CDP	0.8525	0.4106
CDC	-0.4306	0.1613
CAN	-1.0603	0.0509
CFI	0.5845	-0.8112
R	0.9934	0.7922
Significância	<0,01	Ns

AF (%) - abscisão de folhas; AFR (%) - abscisão de frutos; AP (cm) - altura da planta; DDC (cm) - diâmetro da copa; APB (cm) – altura da primeira bifurcação; DCL (cm) – diâmetro do caule; CFL (cm) - comprimento da folha; LDF (cm) - largura da folha; CDP (cm) – comprimento do pedicelo; CDC (cm) - comprimento da corola; CAN(cm) – comprimento da antera; CFI (cm) – comprimento do filete.

Com base na alta magnitude dos demais coeficientes do primeiro par canônico, a seleção de pimenteiras com maior comprimento da folha (-2,4433) resultará em plantas com menor porcentagem de abscisão de folhas e frutos. Não é de interesse a seleção de pimenteiras com folhas compridas, pois as folhas devem manter a harmonia com a planta sendo de interesse folhas com menores dimensões (Barroso et al., 2012) para que frutos e flores não sejam encobertos pela folhagem (Melo et al., 2014), e que não ocorra epinastia, aumentando a abscisão foliar e diminuindo a vida de vaso.

Ao selecionar pimenteiras com menor comprimento do pedicelo (0,8525), resultará em pimenteiras com menor sensibilidade ao etileno. Esse resultado corrobora com o relatado por Nascimento et al., (2015) em *Capsicum annuum*, os autores observaram que o comprimento do pedicelo possui correlação positiva com abscisão de folhas. Portanto, a seleção de plantas com maior comprimento do pedicelo poderá ocasionar maior queda de folhas, o que não é de interesse.

A zona de abscisão foliar está localizada próxima à base do pecíolo. Durante a senescência foliar, as paredes das células da camada de abscisão são digeridas, o que as

tornam maleáveis e fracas. Eventualmente, as folhas desprendem-se das plantas na zona de abscisão como resultado do estresse nas paredes celulares enfraquecidas (Taiz e Zeiger, 2004). Quando o etileno exógeno é aplicado acredita-se que essa resposta seja mais intensa. Além disso, pedicelos mais compridos tornam a folha mais pesada, podendo ocasionar epinastia e conseqüente diminuição da vida de vaso nas pimenteiras, ocasionando a perda no valor comercial das mesmas. A epinastia também é uma resposta à exposição das plantas ao etileno.

A seleção de plantas com caules de menor espessura (0,8102) resultará em plantas com menor sensibilidade ao etileno (Tabela 3). Para o melhoramento de pimenteiras com finalidade ornamental, não é de interesse a seleção de plantas com menor diâmetro do caule, pois as plantas podem acamar no vaso, podendo perder o valor comercial (Silva Neto et al., 2014).

A seleção de pimenteiras com maior comprimento da antera (-1,0603) e menor comprimento do filete (0,5845) é determinante na diminuição da abscisão de folhas e frutos. Anteras maiores podem concentrar maior quantidade de auxina o que reduziria a sensibilidade ao etileno, sendo também de interesse, pois facilitariam sua retirada durante a fase de emasculação para a realização de cruzamentos. Um filete menor associado ao maior comprimento da antera, além de auxiliar na menor sensibilidade ao etileno, poderia diminuir a polinização cruzada fato que muitas vezes atrasa o andamento do programa de melhoramento. Com finalidade ornamental as flores seriam mais atrativas e uma menor abscisão de folhas e frutos proporcionaria extensão da vida de vaso conseqüente aumento do valor comercial.

Para obtenção de ganhos simultâneos nos fatores de sensibilidade ao etileno, uma excelente estratégia seria o uso de uma combinação linear entre a largura da folha, comprimento do pedicelo, da antera e do filete, em índices de seleção, uma vez que estas apresentam alta herdabilidade (Nascimento et al., 2012). De acordo com Cruz et al., (2012) quando a característica desejável possui baixa herdabilidade ou é de difícil avaliação, é vantajoso praticar seleção indireta, por meio de outro caráter altamente correlacionado e com alta herdabilidade e/ou com maior facilidade de avaliação. Fato observado neste estudo.

As demais correlações não revelaram uma relação significativa entre as variáveis dos dois grupos. Nascimento et al., (2015) analisando correlações simples, em *Capsicum annuum*, não observaram correlações entre nenhum dos caracteres de arquitetura da planta estudados com a variável abscisão de frutos. Os resultados obtidos

neste estudo evidenciam que as análises de correlações simples podem não refletir adequadamente a relação de causa e efeito entre as variáveis (Carvalho et al., 1998; Cruz et al., 2012).

Houve correlação entre os caracteres do grupo I, abscisão de folhas e abscisão de frutos, e as variáveis de fruto analisadas que constituem o grupo II (Tabela 4), ou seja, os grupos não são independentes, existindo uma relação linear entre os mesmos (Cankaya et al., 2010; Cruz et al., 2012). Apenas as correlações canônicas do primeiro par foram significativamente diferentes de zero, ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de qui-quadrado (Tabela 4).

Tabela 4 — Estimativas das correlações e pares canônicos entre os fatores de sensibilidade ao etileno e caracteres de fruto em pimenteiros ornamentais (*Capsicum annuum*).

Caracteres	Pares canônicos	
	1º par	2º par
AF	0.8938	-0.6831
AFR	0.1976	1.1075
PFR	-14.8067	3.0947
CFR	-0.9406	0.4959
DFR	0.5479	-0.3265
CP	0.6581	1.1571
EP	0.5923	-0.8100
CPL	1.1622	-0.5033
MF	11.3100	-2.7041
TMS	0.6269	0.1273
NSF	-0.0884	-0.2424
NFP	-1.2824	-0.0039
P	1.5216	0.9992
R	1	0.82
Significância	<0.01	ns

AF (%) - abscisão de folhas; AFR (%) – abscisão de frutos; PFR (g) - peso do fruto; CFR (cm) - comprimento do fruto; DDF (cm) - diâmetro do fruto; CP (cm) – comprimento do pedúnculo; EP (cm) – espessura do pericarpo; CPL (cm) – comprimento da placenta; MF (g) – massa da matéria fresca do fruto; TMS (%) – teor de matéria seca do fruto; NSF – número de sementes por fruto; NFP - número de frutos por planta; P (g) – Produção.

Foram observadas altas estimativas de coeficientes canônicos no primeiro par, para todas as características de fruto analisadas, exceto de número de sementes por fruto, que apresentou baixa relação linear com os caracteres de abscisão (-0,0884) (Tabela 4).

Indicando que estas características podem ser utilizadas para a composição de índices de seleção que auxiliariam na obtenção de plantas resistentes ao etileno.

As características que mais contribuíram com a associação entre os grupos foram o peso do fruto (-14,8067) e massa da matéria fresca do fruto (11,3100) (Tabela 4), indicando que plantas com menor peso de frutos, e maior massa da matéria fresca do fruto, determinam uma maior queda de folhas e frutos. Estimativas de coeficientes negativos indicam que quando uma variável aumenta a outra diminui (Nogueira et al., 2012). Já, coeficientes positivos indicam que a alteração em uma característica, causará alteração em sentido igual na outra (Nogueira et al., 2012; Nascimento et al., 2015). Os coeficientes obtidos para estas características não são de interesse, para fins ornamentais.

Analisando os demais coeficientes canônicos, observa-se que a seleção de pimenteiras com maior número de frutos por plantas (-1,2824) e menor diâmetro do fruto (0,5479), resultará em plantas com menor porcentagem de abscisão de folhas e frutos. Estas características são negativamente correlacionadas (Rêgo et al., 2011b), e para a seleção de caracteres que diminuam a abscisão em programas de melhoramento de pimenteiras para fins ornamentais, devem-se selecionar plantas com maior número de frutos por plantas e que possuam menor diâmetro do fruto.

As características, maior comprimento de fruto (-0,9406), comprimento da placenta (1,1622) e produção (1,5216) também apresentaram um alto coeficiente canônico. Entretanto, os mesmos não são de interesse, uma vez que, para fins ornamentais os frutos devem ser menores, e a produção de frutos na planta deve ser alta (Nascimento et al., 2014). Estes caracteres não devem ser utilizados em seleção indireta, pois ao serem selecionados ocasionaria maior abscisão de folhas e frutos.

Observou-se altos coeficientes canônicos, para as características comprimento do pedúnculo (0,6581), espessura do pericarpo (0,5923), e teor de matéria seca do fruto (0,6269). Os mesmos não são de interesse para o melhoramento de pimenteiras com finalidade ornamental, porque o aumento nestas características, ocasionará maior queda de folhas e frutos. Um pedúnculo maior com posição ereta, proporciona visibilidade aos frutos, frutos carnosos (pericarpo mais espesso) estão menos propensos a danos mecânicos, estas características associadas a uma alta abscisão foliar seriam de interesse principalmente na confecção de buques. Entretanto para este fim não é de interesse abscisão de frutos, portanto estas características não devem ser utilizadas em seleção indireta.

Dentre as características observadas as que apresentaram maior coeficiente canônico em sentido favorável à seleção, foram, largura da folha, comprimento do pedicelo, comprimento da antera, comprimento do filete, diâmetro do fruto e número de frutos por planta. Essas características são úteis no estabelecimento de índices de seleção e devem ser utilizadas para obtenção de ganhos simultâneos com o intuito de diminuir a sensibilidade ao etileno nas plantas. Dentre os genótipos avaliados nenhum apresenta-se favorável para todas estas características, entretanto, pode-se selecionar os acessos, UFPB 45, UFPB 132, UFV 392 e as cultivares Pirâmide, Calypso e IT1 e IT2, estes genótipos podem ser utilizados como genitores em cruzamentos que visem a obter híbridos ou linhagens com o ideótipo desejado para seleção.

4. CONCLUSÃO

Com base nos efeitos diretos e indiretos dos caracteres explicativos de arquitetura da planta e variáveis de fruto, sobre a abscisão foliar, e por meio das magnitudes das correlações canônicas obtidas entre os grupos, foi possível identificar caracteres que podem maximizar a resposta correlacionada no programa de melhoramento de pimenteiras para fins ornamentais. Devem-se selecionar plantas com menor largura da folha, menor diâmetro do fruto, e com maior comprimento da antera, número de frutos por planta e número de sementes por fruto pois, o uso destas características para a composição de índices de seleção e/ou seleção simultânea de caracteres deve auxiliar na obtenção de plantas resistentes ao etileno.

5. Referências Bibliográficas

Silva, AR; Nascimento, M; Cecon, PR; Sapucay, MJLC; Rêgo, ER; Barbosa, L. 2013. Path analysis in multicollinearity for fruit traits of pepper. IDESIA (Chile), 31(2): 55-60.

Barroso, PA; Rêgo, ER; Rêgo, MM; Nascimento, KS; Nascimento, NFF; Nascimento, MF; Soares, WS; Ferreira, KTC; Otoni, WC. 2012. Analysis of segregating generation for components of seedling and plant height of pepper (*Capsicum annuum*) for medicinal and ornamental purposes. Acta Horticulturae. 953: 269-275.

Cankaya, S; Balkaya A; Karaagac O. Canonical correlation analysis for the determination of relationships between plant characters and yield components in red pepper (*Capsicum annuum* L. var. *conoides* (Mill.) Irish) genotypes. 2010. Spanish Journal of Agricultural Research, 8(1): 67-73.

Carvalho, SP. 1995. Métodos alternativos de estimação de coeficientes de trilha e índices de seleção, sob multicolinearidade. p. 163. Tese – (Doutorado em Genética e Melhoramento) – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

Carvalho, CGP; Oliveira, VR; Casali, VWD; Cruz CD. 1998. Canonical correlations between primary and secondary components of fruit production in sweet pepper. *Horticultura Brasileira* 16(2): 113-118.

Carvalho, CGP. Oliveira, VR; Cruz, CD; Casali, VWD. 1999. Análise de trilha sob multicolinearidade em pimentão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34(4): 603-613.

Casali, VWD; Couto, FAA. 1984. Origem e botânica de *Capsicum*. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, 10: 113p.

Coimbra, JLM; Benin, G; Vieira, EA; Oliveira, AC; Carvalho, FIF; Guidolin, AF; Soares, AP. 2005. Consequências da multicolinearidade sobre a análise de trilha em canola. *Ciência Rural*, 35(2): 347-352.

Cruz, CD; Carneiro, PCS. 2003. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Editora UFV, 1 ed., 2: 585p.

Cruz, Cosme Damião. Princípios de genética quantitativa. UFV, 2005.

Cruz, CD; Regazzi, AJ; Carneiro, PCS. 2012. Modelos Biométricos Aplicados ao Melhoramento Genético. Viçosa: Editora UFV, 4 ed., 1: 514p .

Cruz, Cosme Damião. 2013. Genes: a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. *Acta Scientiarum. Agronomy* 35(3): 271-276.

Filgueira, FAR. 2000. Novo manual de Olericultura: tecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Editora UFV, 402 p.

Farhad, M; Hasanuzzaman, M; Biswas, BK; Azad, AK; Arifuzzaman, M. 2008. Reliability of yield contributing characters for improving yield potential in chilli (*Capsicum annuum*). *International Journal of Sustainable Crop Production*, 3(3): 30-38.

Finger, FL; Rêgo, ER; Segatto, FB; Nascimento, NFF; Rêgo, MM. 2012. Produção e potencial de mercado para pimenta ornamental. *Informe Agropecuário* 33(267): 14-20.

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

Islam, S; Singh RV. 2009. Correlation and path analysis in sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Vegetation Science*, 36(1): 128-130.

Kras, J. 1999. Marketing of cut flowers in the future. *Acta Horticulturae*, 482: 401-405.

Krishna, C; Ukkund, MP; Patil, MB; Madalageri, RM; Jagadeesh, RC. 2007. Character Association and Path Analysis Studies in Green Chilli for Yield and Yield Attributes (*Capsicum annuum* L.). *Karnataka Journal Agricultural Science*, 20(1): 99-101.

- Kumari, S; Jyothi, KU; Reddy, VC; Srihari, D; Sankar, AS. 2011. Character association in paprika (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Spices and Aromatic Crops* 20(1): 43–47.
- Liou, S; Miller, WB. 2011. Factors affecting ethylene sensitivity and 1-MCP response in tulip bulbs. *Postharvest Biology and Technology* 59: 238-244.
- Luitel, BP; Yoon, CS; Kang, WH. 2013. Correlation and Path Coefficient Analysis for Fruit Yield and Quality Characters in Segregating Population of Mini-paprika (*Capsicum annuum* L.). *Journal of Agricultural, Life and Environmental Sciences*, 25(1): 1-7.
- Moreira, SO; Gonçalves, LSA; Rodrigues, R; Sudré, CP; Amaral Júnior, AT; Medeiros, AM. 2013. Correlações e análise de trilha sob multicolinearidade em linhas recombinadas de pimenta (*Capsicum annuum* L.). *Agrária - Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 8(1): 15-20.
- Montgomery, DC; Peck, EA. 1981. *Introduction to linear regression analysis*. New York: John Wiley e Sons, 504 p.
- Nascimento, NFF; Rêgo, ER; Nascimento, MF; Bruckner, CH; Finger, FL; Rêgo, MM. 2014. Combining ability for yield and fruit quality in the pepper *Capsicum annuum*. *Genetics and Molecular Research*, 13: 3237-3249.
- Nascimento, MF; Rêgo, ER; Nascimento, NFF; Santos, RMC; Bruckner, CH; Finger, FL; Rêgo, MM. 2015. Correlation between morphoagronomic traits and resistance to ethylene action in ornamental peppers. *Horticultura Brasileira*, 33: 151-154.
- Neitzke, RS; Barbieri, RL; Rodrigues, WF; Corrêa, IV; Carvalho, FIF. 2010. Dissimilaridade genética entre acessos de pimenta com potencial ornamental. *Horticultura Brasileira*, 28: 47-53.
- Nwokem, CO; Agbaji, EB; Kagbu, JA; Ekanem, EJ. 2010. Determination of capsaicin content and pungency level of five different peppers grown in Nigeria. *New York Science Journal*, 3(9): 17-21.
- Naroui Rad, MR; Koohkan, S; Fanaei, HR; Khajedad, M. 2014. Multivariate analysis to determine relationship between phenological traits with yield components in native melon population (*Cucumis melo* L.). *Scientific Journal of Crop Science*, 3(5): 48-55.
- Rêgo, ER; Finger, FL; Nascimento, MF; Barbosa, LAB; Santos, RMC. 2011a. Pimenteiros Ornamentais. In: Rêgo; E.R. Finger, F.L. Rêgo, M.M. (Org.). *Produção, Genética e Melhoramento de Pimentas (Capsicum spp.)*. 1 ed. Recife - PE: Imprima, 1: 117-136.
- Rêgo, ER; Rêgo, MM; Cruz, CD; Finger, FL; Casali, WVD. 2011b. Phenotypic diversity, correlation and importance of variables for fruit quality and yield traits in Brazilian peppers (*Capsicum baccatum*). *Genetic Resources and Crop Evolution*, 58: 909-918.

Santos, RMC; Rêgo, ER; Nascimento, MF; Nascimento, NFF; Borém, A; Finger, FL; Costa, DS; Rêgo, MM. 2013. Ethylene Resistance in a F2 Population of Ornamental Chili Pepper (*Capsicum annuum*). Acta Horticulturae, 433-438.

Schuster, I. 1996. Correlações, coeficientes de trilha, composição de gluteninas e qualidade do trigo para panificação. Viçosa: UFV, 98p.

Segatto, FB; Finger, FL; Barbosa, JG; Rêgo, ER; Pinto, CMF. 2013. Effects of ethylene on the post-production of potted ornamental peppers (*Capsicum annuum*). Acta Horticulturae, 1000: 217-222.

Silva Neto, JJ; Rêgo, ER; Nascimento, MF; Silva Filho, VAL; Almeida Neto, JX; Rêgo, MM. 2014. Variabilidade em população base de pimenteiras ornamentais (*Capsicum annuum* L.). Revista Ceres, Viçosa, 61(1): 084-089.

Tavares, M; Melo, AMT; Scivittaro, WB. 1999. Efeitos diretos e indiretos e correlações canônicas para caracteres relacionados com a produção de pimentão. Bragantia, 58(1): 41-47.

VEILING HOLAMBRA - Flores e Plantas Ornamentais. Critérios de classificação pimenta ornamental. Disponível em: <http://www.veiling.com.br/uploads/padrao_qualidade/criterios/pimenta-ornamental-po.pdf>. Acesso em: 02 de maio de 2015.

Vikram, A; Warshamana, IK; Gupta, M. 2014. Genetic correlation and path coefficient studies on yield and biochemical traits in chilli (*Capsicum annuum* L.). International Journal of Farm Sciences, 4(2): 70-75.

Woltering, E. 1996. Effects of ethylene on ornamental pot plants: A classification. Scientia Horticulture, 31:83-94.

Wright, S. 1923. The theory of path coefficients - a replay to Nile's criticism. Genetics, Austin, 8:239-255.

CAPÍTULO III

Intraspecific Cross-Compatibility in Ornamental Pepper

N.F.F. Nascimento and M.F. Nascimento Universidade Federal de Viçosa Viçosa-MG Brazil naysaflavia@hotmail.com	E.R. Rêgo, J.A.M. Lima and M.M. Rêgo Centro de Ciências Agrárias - Universidade Federal da Paraíba Areia-PB Brazil.	F.L. Finger and C.H. Bruckner Departamento de Fitotecnia Universidade Federal de Viçosa Viçosa-MG Brazil
--	---	--

Keywords: breeding, *Capsicum annuum*, crossability, intraspecific hybridization, unilateral incompatibility.

Abstract

The production of *Capsicum* for ornamental purposes in Brazil has been increased in recent years. To support the activities of this promising market, it is essential to develop new cultivars by hybridization. The knowledge of cross compatibility is also important in plant evolution research as it provides new genetic combinations and promotes speciation. There are few records of intraspecific compatibility studies in *Capsicum*. The objective of this work was to evaluate and describe cross compatibilities in accessions of *Capsicum annuum*. This experiment was carried out in a greenhouse at Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Nine lines of *Capsicum annuum* (UFPB 45, UFV 46, UFPB 132, UFPB 134, UFPB 390, UFPB 392, UFV443, UFV 448, and UFV 449), belonging to the Vegetables Germplasm Bank of UFPB and Universidade Federal de Viçosa (UFV), were chosen for the study based on their broad genetic background and phenotypic diversity. They were crossed according to a full diallel schedule. The manual crosses were made at pre-anthesis stage in emasculated flowers. The percentage of fruit set was estimated as the number of fruits formed divided by the total crosses made and varied from 20 to 100%. The intraspecific compatibility varied both with the direction of the crossings and the parents used in the crossing, showing intraspecific incompatibility exists and that it depends on the genotypes. Parthenocarpic fruits and fruits with very few seeds were observed. Some fruits showed apocarp. Some crosses showed anthocyanin in the placenta tissues.. The knowledge of the intraspecific compatibility as well as of the direction of crossing is extremely important for success in hybrid breeding programs.

1. INTRODUCTION

Brazil has a broad diversity of species of the genus *Capsicum*. This diversity can be used as basis for genetic breeding programs with ornamental purposes (Rêgo et al., 2003; Nascimento et al., 2012). Production of pepper plants for this specific purpose has increased in the last years in the country (Finger et al., 2012).

To be used as ornamental plants the pepper must have characteristics that give aesthetic value, such as variegated leaves, dwarf plants, erect growth habit, erect fruits in the plant and colorful flowers. Beside this the resistance to ethylene is necessary (Carvalho et al., 2006; Segatto et al., 2013; Rêgo et al., 2011a).

The genus *Capsicum* has between 25 and 30 species, five of them are domesticated: *C. annuum*, *C. baccatum*, *C. frutescens*, *C. chinense*, and *C. pubescens* (Heiser, 1995). Among the species of this genus, *C. annuum* is the most widely cultivated and the most important economically (Heiser, 1976; Pickersgill, 1997). It is also considered as the most well-known domesticated species of *Capsicum* around the world (Eshbaugh, 1993). This species has two botanical forms that distinguish mainly for the color of their corolla: *C. annuum* var. *annuum*, (white corolla) and *C. annuum* var. *glabriusculum* (purple corolla) (Viñals et al., 1996). Their flowers are hermaphroditic and despite the predominance of natural self-pollination, commercial hybrids have been traditionally developed by hybridization in the last 15 years (Nascimento et al., 2013).

Hybridization is an important factor in the evolution of plants, as source of new genetic combinations it is useful in the cultivation of plants as a way to insert a desirable attribute, resulting in new cultivars of horticultural interest (Cruz & Regazzi, 1994; Gonçalves et al., 2011).

For successful intra- and inter-specific hybridization, in genetic terms, it is necessary that meiosis is regular, so it will result in the formation of viable gametes (Martins et al., 2010), i.e., the parents must be closely related genetically and show some chromosomal homology, reducing incongruity problems, and thus make the hybrid possible (Prestes and Goulart, 1995).

Other factors contributing to the restriction of hybridization studies with *Capsicum* are due to the difficulty to handle small flowers to perform crossings and the scarce production of seeds per fruits, since they are usually too small and extremely pungent, which makes it difficult to extract the seeds (Rêgo et al., 2012).

However, in *Capsicum* breeding programs few intraspecific hybridization registers are available (Nascimento et al. 2012). The objective of the present study was to evaluate and describe the intraspecific compatibility in a selection of *C. annuum* genotypes.

2. MATERIALS AND METHODS

The experiment was conducted from January to November 2014, in a greenhouse at the Biotechnology Section of the Center for Agricultural Sciences of Universidade Federal da Paraíba (CCA-UFPB). The Areia city is located in the middle region of the Agreste of Paraíba State, at an altitude of 618 showing humid tropical climate with dry summer. The average temperature is 23°C, the average relative humidity of 80% and the average annual precipitation is 1,400 mm (Mascarenhas et al., 2005).

Seeds were sown in a 200-cell expanded polystyrene tray filled with a commercial substrate (Plantmax), with pH 5.7 with organic matter and 2.37 g/dm³, macro and micro nutrients such as Ca, Mg, Al, N, P, K at the concentrations required for growth and development of the plant. When plantlets displayed four pairs of definitive leaves, they were transplanted to 900 mL pots filled with the same substrate. The cultivation followed the recommendations made by Filgueira (2000).

Nine non related and contrasting parents of *Capsicum annuum* (UFPB 45, UFV 46, UFPB 132, UFPB 134, UFPB 390, UFPB 392, UFV443, UFV 448, and UFV 449) from the Vegetables Germplasm Bank of Universidade Federal da Paraíba (UFPB) and Universidade Federal de Viçosa (UFV) were used. They were pré-selected based on morpho-agronomic and qualitative traits and also on resistance to ethylene (Table 1).

All crossings and their reciprocals were made in a diallel arrangement, generating 72 hybrid combinations. At least ten crossings were made for each hybrid combination. Crossings were made manually at pre-anthesis stage in emasculated flower buds. Immediately after emasculation, flowers were pollinated by pollen from the pollen donor plant to the stigma of the female plant flower, with 100% of pollen germination and viability. After pollination, the pollinated flowers were covered with foil to prevent pollen contamination (Nascimento et al., 2012; Rêgo et al., 2012; Nascimento et al., 2013).

The ripe fruit was collected on average one to two months after pollination, varying according to the genotype. The number of seeds per fruit was counted as well. The percentage of fruit set was calculated as the number of fruits formed divided by the total crosses made. The Pearson correlation between the evaluated traits was calculated. The analysis was performed using the computer program Genes (Cruz et al., 2006).

3. RESULTS AND DISCUSSION

The percentage of fruit set varied from 20 to 100% (Table 2) and the average number of seeds per fruit varied from 12 to 75 (Table 3). These results demonstrate that the knowledge of the intraspecific compatibility as well as of the direction of crossing is extremely important to obtain high seed amounts of intraspecific hybrids in ornamental pepper breeding programs.

The correlation between the fruit set of the crossings and the number of seeds per fruit was 63.58%. As expected the correlation was high indicating that selection of plants with cross compatibility will also cause an increase in the number of seeds per fruit. Cruz et al. (1988) state that, in breeding programs, correlation between traits should be taken into account, because changing one trait, by selecting, cause change in another trait related to it.

The combinations with highest percentage of fruit formation were 134 × 390 (100%), 443 × 448 (90%), 132 × 443 (90%) and combinations 448 × 132 (100%), 134 × 45 (91%), 443 × 392 (91%), 449 × 392 (91%) and 392 × 134 (90%). Low compatibility was observed for the combinations 45 × 448 (20%), 449 × 46 (29%), 132 × 448 (30%), 45 × 134 (36%) and combination 449 × 448 (36%) (Table 2).

Given the observed results, it can be stated that the intraspecific compatibility varied both with the direction of crosses and with the utilized lines. Similar results were obtained by Nascimento et al. (2012), who evaluated intraspecific compatibility also in other *C. annuum* accessions. Costa et al. (2009) stated that the fruit set in a cross depends on the background of the utilized accession of the *Capsicum* species.

Despite of low percentage of fruit set, reciprocal combinations 449 × 448 and 449 × 46 showed the highest number of seeds per fruit: 75 and 73, respectively. It is known that success in hybridization involves not only the compatibility but also pollen germination, growth of the pollen tube, fertilization, development of embryo and endosperm, and seed maturation (Debbrema et al., 2013). In this regard, in addition to the afore mentioned combinations, 46 × 134 (73), 46 × 449 (64), 449 × 134 (63), 46 × 390 (62), 449 × 443 (61) also had a good seed number per fruit (Table 3).

The best female parents were 46, 134, 392, 443 and 448 with a cross success rate above 65%, while 45, 392 and 449 were the best pollen donors (Table 2). Although the genotypes belong to the same species and genetic background is different which may explain the differences in genetic complementation between them. The definition

of parents to be used in crossing is essential to determine the cross direction. According to Rêgo et al., (2009b) it influences the vigor of hybrids seeds (Rêgo et al., 2009b).

When parents 46 and 449 were used as female parents, the number of formed seeds was higher than 50 (Table 3). When they were used as male parent the number of seeds per fruit was reduced to 30 seeds per fruit.

Hybridization among varieties of the same species in general produces a good number and quality of seeds (Rêgo et al., 2011), but variations may occur depending on the genetic complementation of each cross. In the present study, parthenocarpic fruits were observed in the following crosses: 132 × 449 (12.5%), 448 × 132 (9%), 448 × 443 (23%) and 443 × 45 (27%). Finger et al. (2012) highlighted the use of ornamental pepper with a dual purpose: as a functional food (fruits can and should be consumed or used for making spices) in addition to its use in the indoor decoration and gardens. Since the presence of seeds complicates the fruit handling in preparation of sauces and pasta, these hybrids can be selected (Shifriss & Eidelman, 1986; Tofanelli, et al., 2003).

When parents 45, 132 and 392 were used as females, all hybrids showed anthocyanin pigmentation in the placenta. Ornamental pepper can also be consumed in natura (Finger et al. 2012). Beside this, there is an increasing demand for vegetables with high contents in health promoting compounds according to Bosland and Votava, 2000.

4. CONCLUSIONS

Intraspecific hybrids are an important source of variability in breeding programs, and the knowledge of the intraspecific compatibility as well as of the direction of crossing is extremely important for success in hybrid breeding programs. Results obtained in this study are useful for further breeding in ornamental pepper.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors are grateful to CNPq and Capes for the financial support.

5. Literature cited

- Bosland, P.W. and Voltava, E.J. 2000. Peppers: vegetable and spice Capsicums. CABI Publishing 104p.
- Carvalho, S.I.C., Bianchetti, L.B., Ribeiro, C.S.C. and Lopes, C.A. 2006. Pimentas do gênero Capsicum no Brasil, Embrapa Hortaliças. Embrapa Hortaliças, 94: 27p.

- Costa, L.V., Lopes, R. Lopes, M.T., Figueredo, A. F., Barros, W.S. and Alves, S.R.M. 2009. Cross compatibility of domesticated hot pepper and cultivated sweet pepper. *Crop Breed. Appl. Biotech.* 9:181-186.
- Cruz, C.D. and Regazzi, A.J. 1994. Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético. Viçosa, Imprensa Universitária.
- Cruz, C.D. 2006. Programa genes versão Windows. Aplicativo Computacional em Genética e Estatística. Viçosa, UFV. 648p.
- Debbrema, C., Khanna, V.K. Padronizar, Tyagi, W., Rai, M. and Meetei, N.T. 2013. Wide hybridization and embryo-rescue for crop improvement in *Capsicum*. *Agrotechnology*, 11:2-6.
- Eshbaugh, W.H. 1993. Peppers: history and exploitation of a serendipitous new crop discovery. p. 132-139. In: Janick, J. and J.E. Simon (eds.). *New Crops*. New York.
- Filgueira, F.A.R. 2000. Novo manual de Olericultura: tecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 402 p.
- Finger, F.L., Rêgo, E.R., Segatto, F.B., Nascimento, N.F.F. and Rêgo, M.M. 2012. Produção e potencial de mercado para pimenta ornamental. *Informe Agropecuário*. 33(267): 14-20.
- Gonçalves, L.S.A., Rodrigues, R., Bento, C.S., Robaina, R.R. and Amaral Junior, A.T. 2011. Herança de caracteres relacionados à produção de frutos em *Capsicum baccatum* var. *pendulum* com base em análise dialélica de Hayman. *Revista Ciência Agronômica*. 42(3): 662-669.
- Heiser, J.C.B. 1976. Peppers, *Capsicum* (Solanaceae). p. 256- 268. In: N.W. Simmonds. (ed.). *The evolution of crop plants*. London, Longman Press.
- Heiser, C.B. 1995. Peppers: *Capsicum* (Solanaceae). p. 449-451. In: J. Smart and N.W. Simmonds (eds.). *The evolution of crop plants*. London, Longman Press.
- Kumar, O.A., Panda, R.C. and Rao, K.G.R. 1987. Cytogenetic studies of the F1 hybrids of *Capsicum annuum* with *C. chinense* and *C. baccatum*. *Theor. Appl. Genet.* 74: 242-246.
- Lanteri, S. and Pickersgill, B. 1993. Chromosomal structural changes in *Capsicum annuum* L. e *Capsicum chinense* Jacq. *Euphytica*. 67:155-160.
- Martins, K.C., Perreira, T.N.S., Souza, S.A.M. and Costa, F.R. 2010. Meiose e viabilidade polínica em acessos de *Capsicum annuum* e *Capsicum baccatum*. *Ciência Rural*, 40(8): 1746-1751.
- Mascarenhas, J.C., Beltrão, B.A., Souza Junior, L.C., Morais, F., Endes, V.A. and Miranda, J.L.F. 2005. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea.
- Nascimento, N.F.F., Rêgo, E.R., Nascimento, M.F., Finger, F.L., Silva Neto, J.J. and Rêgo, M.M. 2012. Heritability and variability for port traits in a segregating generation of ornamental pepper. *Acta Hort.* 953:299-304.
- Nascimento, N.F.F., Rêgo, E.R., Nascimento, M.F., Santos, R.M.C., Bruckner, C.H., Finger, F.L. and Rêgo, M.M. 2013. Flower Color Variability in Double and Three-way Hybrids of Ornamental Peppers. *Acta Hort.* 1000:457-464.
- Onus, A.N. and Pickersgill, B. 2004. Unilateral Incompatibility in *Capsicum* (Solanaceae): Occurrence and Taxonomic Distribution. *Ann. Bot.* 94:289-295.
- Prestes, A.M. and Goulart, L.R. 1995. Transferência de resistência a doenças de espécies silvestres para espécies cultivadas. *Revisão Anual de Patologia de Plantas*. 3: 315-363.
- Pickersgill, B. 1997. Genetic resources and breeding of *Capsicum* spp. *Euphytica*. 96: 129-133.

- Rêgo, E.R., Rêgo, M.M., Cruz, C.D, Cecon, P.R., Amaral, D.S.S.L. and Finger, F. 2003. Genetic diversity analysis of peppers: a comparison of discarding variable methods. *Crop Breeding Applied Biotechnology*, 3:19-26.
- Rêgo, E.R., Rêgo, M.M., Finger, F.L., Cruz, C.D. and Casali, V.W.D. 2009a. A diallel study of yield components and fruit quality in chilli pepper (*Capsicum baccatum*). *Euphytica*. 168:275-287.
- Rêgo, E.R., Rêgo, M.M., Silva, D. F., Cortez, R. M., Sapucay, M.J.L.C., Silva, D.R. and Silva junior, S. J. 2009b. Selection for leaf and plant size and longevity of ornamental peppers (*Capsicum* spp.) grown in greenhouse condition. *Acta Horticulturae*, 829:371-375.
- Rêgo, E.R., Finger, F.L., Nascimento, N.F.F., Araújo, E.R. and Sapucay, M.J.L.C. 2011a. Genética e melhoramento de pimenteiras. p.117-136. In: Rêgo, E.R., Finger, F.L., Rêgo, M.M (eds). *Produção, Genética e Melhoramento de Pimentas (Capsicum spp.)*. Imprima, Recife.
- Rêgo, E.R.; Rêgo, M.M.; Cruz, C.D.; Finger, F.L. and Casali, V.W.D. 2011b. Phenotypic diversity, correlation and importance of variables for fruit quality and yield traits in Brazilian peppers (*Capsicum baccatum*). *Genetic Resource and Crop Evolution*, 58: 909-918.
- Rêgo, E.R., Nascimento, M.F., Nascimento, N.F.F., Santos, R.M.C, Fortunato, F.L.G and Rêgo, M.M. 2012. Testing methods for producing self-pollinated fruits in ornamental peppers. *Horticultura Brasileira*, 30: 708-711.
- Segatto, F.B., Finger, F.L., Barbosa, J.G., Rêgo, E.R. and Pinto, C.M.F. 2013. Effects of ethylene on the post-production of potted ornamental peppers (*Capsicum annuum*). *Acta Horticulturae*, 1000: 217-222.
- Shifriss, C. and Eidelman, E. 1986. An approach to parthenocarpy in peppers. *Hort Sci*. 21(6): 1458-1459.
- Tofanelli, M.B.D., Amaya-Robles, J.E., Rodrigues, J.D. and Ono, E.O. 2003. Ácido giberélico na produção de frutos partenocárpicos de pimenta. *Horticultura Brasileira*, 21(1):116-118.
- Viñals, F.N., Ortega, R.G. and Garcia, J.C. 1996. *El cultivo de pimientos, chiles y ajies*. Madrid, Mundi-Prensa.

Tables

Table 1. Qualitative description of the *Capsicum* hybrids and lines used in this study.

Geno -type	GH	LC	CC	RFC	FS	PPS	SE
45	Erect	Variegated	Purple	Dark red	Triangular	Persistent	Tall
46	Erect	Light green	White	Red	Triangular	Easy	Tall
132	Erect	Light green	Purple	Red	Elongate	Easy	Mediu ---
134	Intermediate	Dark green	White	Orange	Triangular	Persistent	Short
390	Erect	Light green	White	Red	Rounded	Intermediate	Mediu ---
392	Erect	Purple	Purple	Red	Rounded	Intermediate	Short
443	Intermediate	Dark green	White	Red	Triangular	Easy	Tall
448	Erect	Green	White	Orange	Triangular	Persistent	Tall
449	Erect	Dark green	White	Red	Elongate	Persistent	Tall

GH - growth habit; LC - leaf color; CC - corolla color; RFC - ripe fruit color; FS - fruit shape; PPS - persistence of peduncle with stalk; SE - susceptibility to ethylene.

Table 2. Percentage (%) of fruits formed in nine genotypes of *Capsicum annum*.

♀ / ♂	45	46	132	134	390	392	443	448	449	Mean*
45	-	80	50	36	64	53	67	20	60	53.75
46	61	-	77	77	53	78	73	57	75	68.87
132	83	40	-	64	44	40	90	30	47	54.75
134	91	70	64	-	100	83	69	64	69	76.25
390	77	70	57	53	-	69	40	70	80	64.5
392	75	71	69	90	85	-	77	40	62	71.12
443	80	40	58	45	69	91	-	90	60	66.62
448	50	50	100	69	75	57	60	-	70	66.37
449	69	29	44	40	27	91	43	36	100	47.37
Mean*	73.25	56.25	64.87	59.25	64.62	70.25	64.87	50.87	65.37	

*Average of crosses

Table 3. Number of seeds per fruit in each cross in nine genotypes of *Capsicum annuum*.

♀ / ♂	45	46	132	134	390	392	443	448	449	Mean*
45	20	44	32	16	36	25	35	21	20	28.62
46	47	50	53	73	62	57	56	45	64	57.12
132	21	18	29	23	22	20	22	14	22	20.25
134	42	26	40	49	30	31	38	40	31	34.75
390	19	19	27	32	28	28	19	21	23	23.5
392	16	23	23	20	23	23	20	12	20	19.62
443	25	47	29	37	37	37	46	29	40	35.12
448	18	34	29	21	28	29	26	38	28	26.62
449	43	73	43	63	58	38	61	75	42	56.75
Mean*	28.87	35.5	34.5	35.62	37	33.12	34.62	32.12	31	

*Average of crosses