

WELLINGTON SOUTO RIBEIRO

**AÇÃO DO PACLOBUTRAZOL E DO 1-MCP SOBRE A QUALIDADE DE
ESPÉCIES ORNAMENTAIS DE CAPSICUM**

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

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2016**

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

T

R484a
2016
Ribeiro, Wellington Souto, 1989-
Ação do Paclobutrazol e do 1-MCP sobre a qualidade de
espécies ornamentais de *Capsicum* / Wellington Souto Ribeiro.
– Viçosa, MG, 2016.
xiii, 72f : il. (algumas color.) ; 29 cm.

Orientador: Fernando Luiz Finger.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Pimenteira. 2. *Capsicum*. 3. Plantas ornamentais.
4. Crescimento (Plantas) - Hormônio. I. Universidade Federal de
Viçosa. Departamento de Fitotecnia. Programa de Pós-graduação
em Fitotecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 633.84

WELLINGTON SOUTO RIBEIRO

**AÇÃO DO PACLOBUTRAZOL E DO 1-MCP SOBRE A QUALIDADE DE
ESPÉCIES ORNAMENTAIS DE CAPSICUM**

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

Aprovada: 14 de julho de 2016.

Cleide Maria Ferreira Pinto

Marialva Alvarenga Moreira

Mário Puiatti

Christiane de Fátima Martins França

Fernando Luiz Finger
(Orientador)

Deus
A meus amados pais Delzo e Criseth
A minha querida irmã Lylian
A minha querida tia Socorro
A toda minha família

Dedico

Homenagem de Gratidão

À Deus

Que poderei retribuir ao Senhor Deus por todos os seus benefícios para comigo?
...cumprirei os meus votos ao Senhor, na presença de todo o seu povo,
nos átrios da Casa do Senhor, no meio de ti, ó Jerusalém. Aleluia!
...deveras sou teu servo, teu servo, filho da tua serva; quebraste as minhas cadeias.
Oferecer-te-ei sacrifícios de ações de graças e invocarei o nome Santo do Senhor.

Salmo 116

À Santíssima Virgem Maria

Deus vos salve, Virgem, Senhora do mundo, Rainha dos céus.
...estrela da manhã, Deus vos salve, cheia de graça divina, formosa e louçã.
Deus vos nomeou desde a eternidade para a Mãe do Verbo, com o qual criou:
Deus vos escolheu, e já muito dantes em seu tabernáculo morada Lhe deu.
Ouvi, Mãe de Deus, minha oração.
Toquem vosso peito os clamores meus.

Ofício da Imaculada Conceição

“Sem caráter é o homem,
Que não sabe agradecer”.
Esta frase não é minha,
Dela tenho apenas o conhecer,
Mas do autor não sinto falta,
Pois da frase já ressalta,
Tudo o que ele tinha a dizer.

Nela, um paradoxo eu vejo.
Uma subjetividade explícita,
Que me deixa inquieto,
E em muito me aflita,
Para expor minha gratidão,
Pela vasta multidão,
Que na minha memória orbita.

Seja pelo bem a mim feito,
Ou pelo mal a que fui poupado,
De uma forma ou de outra,
Agradeço por terem participado,
De mais esta felicidade,
Que com muita sinceridade,
Divido com vocês emocionado.

Tentarei neste ilêro,
Agradecer com veneração,
A todos os próximos e distantes,
Pela grande consideração,
Que por mim tiveram,
E sempre se dispuseram,
Com atos, conselhos ou oração.

Início dando graças a Deus,
Pai, Filho e Espírito,
E a Nossa Senhora,
Que sendo Mãe do Cristo,
Intercede por nós nos altos,
E dentre todos os celestes arautos,
Tem seu lugar bem querido,

A Delzo e Criseth meus pais,
E a Lylian minha irmã querida,
Agradeço veemente,
Por todas as graças desta vida,
Sem tirar nenhuma passagem,
Mesmo as de pouca vantagem,
Pois tudo compõe, da vida, a corrida.

A minha tia e madrinha Socorro,
Não canso em agradecer,
Dos meus sonhos fez os seus,
Das minhas lutas seu torcer,
Estando em todos os momentos,
E em todos os desdobramentos,
Sem nunca de mim esquecer.

Aos meus avós Severina e Edézio,
E a Luiz e Severina,
Que nas estradas desta vida,
São como luminosa lamparina,
Alumiando as pedras e o meu pisar,
Evitando em qualquer coisa eu tropeçar,
Gente de alma boa, sábia e peregrina.

Não esqueço dos meus tios e tias,
Fátima, Silvana, Delza, Fábio, Edézio,
Socorro, Izabel, Edem, Lúcia, Rômulo,
Também José a quem chamamos de Zezo,
Agradeço a todos em particular,
Pelo ensinamento singular,
Aos quais nenhum desprezo.

A Fernando Luiz Finger,
O meu orientador,
Profissional a quem respeito,
E sempre fui admirador,
Obrigado pela paciência, apoio e conselhos,
Também pela impaciência, advertências e relhos,
Agradeço por de mim ser lapidador.

A Raphael, Messias e Achilles,
Amigos que não esqueço,
Caminhos diferentes tomamos,
Morando em diferente endereço,
Mas que em todo encontro nosso,
Conversamos de todo troço,
Sem nenhum tipo de tropeço.

Aos amigos do laboratório de pós-colheita,
Paula Acácia, Tânia, James, Milena,
Jacielly, Paulinha e Lucas,
Obrigado pela ajuda grande ou pequena,
Na pesquisa, aula ou laboratório,
Sempre um auxílio notório,
De vocês recebi de forma plena.

A Lucilene, Fernanda, Chris e Teresa,
De forma especial agradeço,
Pela ajuda, amizade, gentileza e conselhos,
Que de vocês recebi com apreço,
Muito obrigado novamente,
Pois de vocês tão gentilmente,
Ajuda e amizade recebi sem preço.

Aos funcionários do laboratório,
Maurício, Canário e Geraldo,
Agradeço de coração,
Pelo constante respaldo,
Também a Seu Quinquim agradeço,
Porque sempre com muito apreço,
Com ele tive contado.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS.....	x
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiii
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
LITERATURA CITADA	3
2. OBJETIVOS.....	6
2.1. Geral.....	6
2.2. Específico	6

CAPÍTULO I

RESUMO	8
ABSTRACT	9
1. INTRODUÇÃO.....	10
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	12
2.1. Localização e Matéria prima.....	12
2.2. Obtenção das mudas, aplicação do retardante e manutenção das plantas	12
2.3. Análise dos dados	13
3. RESULTADOS.....	15
4. DISCUSSÃO.....	25
5. CONCLUSÕES	27
6. LITERATURA CITADA	28

CAPÍTULO II

RESUMO	31
ABSTRACT	32
1. INTRODUÇÃO.....	33
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	34
2.1. Matéria prima.....	34
2.2. Aplicação do etileno	35
2.1. Fase de Pós-produção.....	35
2.2. Percentagem de abscisão acumulada de folhas, frutos e flores.....	36

2.3.	Classificação da sensibilidade das pimenteiras ornamentais ao etileno	37
2.4.	Análise dos dados	37
3.	RESULTADOS.....	38
3.1.	Pimenta colorida (<i>Capsicum annuum</i>).....	38
3.2.	Pimentão Ornamental (<i>Capsicum annuum</i>).....	39
3.3.	Pimenta Laranja (<i>Capsicum annuum</i>).....	40
3.4.	Pimenta Laranja Ornamental (<i>Capsicum annuum</i>).....	41
3.5.	Pimenta salsa roxa (<i>Capsicum annuum</i>).....	42
3.6.	MG 302.....	43
3.7.	BGH 7073.....	44
4.	DISCUSSÃO.....	46
4.1.	Sensibilidade ao etileno.....	46
4.2.	Vida de prateleira.....	48
5.	CONCLUSÕES.....	49
6.	LITERATURA CITADA	50

CAPÍTULO III

RESUMO	53
ABSTRACT	54
1. INTRODUÇÃO	55
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	57
2.1. Localização, obtenção e manutenção das mudas.....	57
2.3. Percentagem de abscisão acumulada de folhas, frutos e flores	58
2.4. Fase de Pós-produção.....	58
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
4. CONCLUSÕES	71
5. LITERATURA CITADA	72

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I

Aplicação de Paclobutrazol em pimenteiras ornamentais em vaso

- Figura 1.** Aspecto visual de pimenteiras BGH 1032 tratadas com Paclobutrazol nas concentrações de 25, 50, 75 mg L⁻¹ e controle.....16
- Figura 2.** Aspecto visual de pimenteiras BGH 1039 tratadas com Paclobutrazol nas concentrações de 25, 50, 75 mg L⁻¹ e controle.....17
- Figura 3.** Aspecto visual de pimenteiras BGH 7073 tratadas com Paclobutrazol nas concentrações de 25, 50, 75 mg L⁻¹ e controle.....18
- Figura 4.** Aspecto visual de pimenteiras MG tratadas com Paclobutrazol nas concentrações de 25, 50, 75 mg L⁻¹ e controle.....19
- Figura 5.** Aspecto visual de pimenteiras BGH 4285 tratadas com Paclobutrazol nas concentrações de 25, 50, 75 mg L⁻¹ e controle.....21
- Figura 6.** Aspecto visual de pimenteiras BGH 4199 tratadas com Paclobutrazol nas concentrações de 25, 50, 75 mg L⁻¹ e controle.....22
- Figura 7.** Aspecto visual de pimenteiras BGH 4355 tratadas com Paclobutrazol nas concentrações de 25, 50, 75 mg L⁻¹ e controle.....23
- Figura 8.** Aspecto visual de pimenteiras BGH 6371 tratadas com Paclobutrazol nas concentrações de 25, 50, 75 mg L⁻¹ e controle.....24

Capítulo II

Avaliação da sensibilidade ao etileno de pimenteiras ornamentais envasadas

Figura 1. Porcentagem acumulada de abscisão de folhas (A), frutos (B) e flores (C) da Pimenta colorida (*Capsicum annuum*) em vaso antes (Dia 0) e após a aplicação de 10 $\mu\text{L L}^{-1}$ de etileno. (D) Porcentagem de abscisão de frutos maduros, verde maduros e maduros após a aplicação de 10 $\mu\text{L L}^{-1}$ de etileno por 48 horas. As barras verticais significam o desvio padrão da média (n=3).....38

Figura 2. Porcentagem acumulada de abscisão de folhas (A), frutos (B) e flores (C) da Pimentão Ornamental (*Capsicum annuum*) em vaso antes (Dia 0) e após a aplicação de 10 $\mu\text{L L}^{-1}$ de etileno. (D) Porcentagem de abscisão de frutos maduros, verde maduros e maduros após a aplicação de 10 $\mu\text{L L}^{-1}$ de etileno por 48 horas. As barras verticais significam o desvio padrão da média (n=3).....39

Figura 3. Porcentagem acumulada de abscisão de folhas (A), frutos (B) e flores (C) da Pimenta Laranja (*Capsicum annuum*) em vaso antes (Dia 0) e após a aplicação de 10 $\mu\text{L L}^{-1}$ de etileno. (D) Porcentagem de abscisão de frutos maduros, verde maduros e maduros após a aplicação de 10 $\mu\text{L L}^{-1}$ de etileno por 48 horas. As barras verticais significam o desvio padrão da média (n=3).....40

Figura 4. Porcentagem acumulada de abscisão de folhas (A), frutos (B) e flores (C) da Pimenta Laranja Ornamental (*Capsicum annuum*) em vaso antes (Dia 0) e após a aplicação de 10 $\mu\text{L L}^{-1}$ de etileno. As barras verticais significam o desvio padrão da média (n=3).....41

Figura 5. Porcentagem acumulada de abscisão de folhas (A), frutos (B) e flores (C) da Pimenta Salsa Roxa (*Capsicum annuum*) em vaso antes (Dia 0) e após a aplicação de 10 $\mu\text{L L}^{-1}$ de etileno. (D) Porcentagem de abscisão de frutos maduros, verde maduros e maduros após a aplicação de 10 $\mu\text{L L}^{-1}$ de etileno por 48 horas. As barras verticais significam o desvio padrão da média (n=3).....42

Figura 6. Porcentagem acumulada de abscisão de folhas (A), frutos (B) e flores (C) da Pimenta MG 302 (*Capsicum annuum*) em vaso antes (Dia 0) e após a aplicação de 10

$\mu\text{L L}^{-1}$ de etileno. (D) Porcentagem de abscisão de frutos maduros, verde maduros e maduros após a aplicação de $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno por 48 horas. As barras verticais significam o desvio padrão da média (n=3).....43

Figura 7. Porcentagem acumulada de abscisão de folhas (A), frutos (B) e flores (C) da Pimenta BGH 7073 (*Capsicum annuum*) em vaso antes (Dia 0) e após a aplicação de $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno. (D) Porcentagem de abscisão de frutos maduros, verde maduros e maduros após a aplicação de $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno por 48 horas. As barras verticais significam o desvio padrão da média (n=3).....44

Figura 8. Aspecto geral dos genótipos Pimenta colorida (1), Pimentão Ornamental (2), Pimenta Laranja (3), Pimenta Laranja Ornamental (4), Pimenta Salsa Roxa (5), MG 302 (6) e BGH 7073 (7) antes (A) e depois (D) da aplicação de $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno por 48 horas.....45

Capítulo III

Avaliação da eficiência da aplicação de 1-MCP em pimenteiros ornamentais de vaso

Figura 1. Detalhe das flores e botões florais nas pimenteiros ornamentais após a aplicação de $1,0 \text{ g m}^{-3}$ de 1-MCP (A e B). Estereótipo das pimenteiros ornamentais após a aplicação de $0,5$ e $1,5 \text{ g m}^{-3}$ de 1-MCP com detalhe para a zona de abscisão das flores e botões florais (C).....59

Figura 2. Porcentagem acumulada de abscisão de folhas, frutos e flores da Pimenta ornamental (*Capsicum annuum*) em vaso antes (Dia 0) e após a aplicação de $0,5$, $1,0$ e $1,5 \text{ g m}^{-3}$ com e sem aplicação de $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno por 48 horas. As barras verticais significam o desvio padrão da média (n=3).....60

Figura 3. Porcentagem acumulada de abscisão de frutos maduros, verde maduros e maduros de Pimentão laranja (*Capsicum annuum*) em vaso após a aplicação de $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno por 48 horas. As barras verticais significam o desvio padrão da média (n=3).

.....60

Figura 4. Aspecto geral da planta de Pimenta colorida (*Capsicum annuum*) antes e depois antes (Dia 0) e após a aplicação de 0,5, 1,0 e 1,5 g m^{-3} com a aplicação de $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno por 48 horas.....62

Figura 5. Porcentagem acumulada de abscisão de folhas, frutos e flores da Pimenta colorida (*Capsicum annuum*) em vaso antes (Dia 0) e após a aplicação de 0,5, 1,0 e 1,5 g m^{-3} com e sem aplicação de $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno por 48 horas. As barras verticais significam o desvio padrão da média (n=3).....65

Figura 6. Aspecto geral da planta de Pimentão Ornamental (*Capsicum annuum*) antes e depois antes (Dia 0) e após a aplicação de 0,5, 1,0 e 1,5 g m^{-3} com a aplicação de $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno por 48 horas.....66

LISTA DE TABELAS

Capítulo I

Aplicação de Paclobutrazol em pimenteiras ornamentais em vaso

Tabela 1. Descrição da espécie das variedades e acessos utilizados.....12

Tabela 2. Características de pimenteiras BGH 1032 tratadas com Paclobutrazol nas concentrações de 0, 25, 50, 75 mg L^{-1} e controle.....15

Tabela 3. Características de pimenteiras BGH 1039 tratadas com Paclobutrazol nas concentrações de 0, 25, 50, 75 mg L⁻¹ e controle.....17

Tabela 4. Características de pimenteiras BGH 7073 tratadas com Paclobutrazol nas concentrações de 0, 25, 50, 75 mg L⁻¹ e controle.....18

Tabela 5. Características de pimenteiras MG tratadas com Paclobutrazol nas concentrações de 0, 25, 50, 75 mg L⁻¹ e controle.....19

Tabela 6. Características de pimenteiras BGH 4285 tratadas com Paclobutrazol nas concentrações de 0, 25, 50, 75 mg L⁻¹ e controle.....20

Tabela 7. Características de pimenteiras BGH 4199 tratadas com Paclobutrazol nas concentrações de 0, 25, 50, 75 mg L⁻¹ e controle.....21

Tabela 8. Características de pimenteiras BGH 4355 tratadas com Paclobutrazol nas concentrações de 0, 25, 50, 75 mg L⁻¹ e controle.....22

Tabela 9. Características de pimenteiras BGH 6371 tratadas com Paclobutrazol nas concentrações de 0, 25, 50, 75 mg L⁻¹ e controle.....23

RESUMO

RIBEIRO, Wellington Souto, D.Sc, Universidade Federal de Viçosa, julho de 2016. **Ação do paclobutrazol e do 1-MCP sobre a qualidade de espécies ornamentais de Capsicum.** Orientador: Fernando Luiz Finger.

Dentro da grande variabilidade genética no gênero *Capsicum* há plantas com grande potencial ornamental, mas com altura desconforme da exigida pelo mercado de plantas ornamentais. Além da adequação da altura, algumas espécies de pimenteiras apresentam baixa durabilidade na fase de pós-produção, principalmente, pela sensibilidade ao etileno. Diante deste cenário e dada a crescente importância das pimenteiras no mercado de horticultura ornamental, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito do paclobutrazol (PBZ) e do 1-MCP, sobre a qualidade de pimenteiras ornamentais. A aplicação de PBZ (25, 50 e 75 mg L⁻¹) foi feita em sete genótipos de pimenteiras do Banco de Germoplasma da Universidade Federal de Viçosa (BGH/UFV) e 1 genótipo do Banco de Germoplasma da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG). No acesso BGH 6371, a aplicação de PBZ mostrou-se ineficaz em alterar a arquitetura das plantas. Nos acessos BGH 1032 e BGH 1039, a aplicação de PBZ na concentração de 25 mg L⁻¹ resultou em plantas com melhores características ornamentais, principalmente, altura e compacidade de copa. Considerando o custo/benefício, a dose indicada para os acessos BGH 4285, BGH 7073 e MG 302 é de 25 mg L⁻¹ de PBZ. A aplicação de PBZ nos acessos BGH 4199 e BGH 4355, apesar de reduzir a altura da planta, não melhorou suas características ornamentais, resultando em plantas sem padrão de copa. Avaliou-se também a sensibilidade ao etileno de sete genótipos de pimenteiras ornamentais (variedades comerciais e acessos do BGH/UFV e da EPAMIG). Após a exposição das pimenteiras a 10 µL L⁻¹ de etileno por 48 horas, foi observado que as flores são altamente sensíveis ao etileno exógeno em todos os genótipos estudadas, à exceção da ‘Pimenta colorida’ que foi moderadamente sensível. Com relação a abscisão de folhas, a ‘Pimenta colorida’ e o ‘Pimentão ornamental’ são altamente sensíveis a aplicação de etileno; a ‘Pimenta Salsa Roxa’ moderadamente sensível e os demais genótipos são insensíveis ao hormônio. Já os frutos responderam com o aceleração da coloração, à exceção da ‘Pimenta laranja’ e ‘Laranja Ornamental’. O pré-tratamento com 1-MCP, independente da concentração aplicada, foi eficaz em bloquear a ação do etileno reduzindo em 100% a abscisão de folhas, flores e frutos de ambas os genótipos, ‘Pimenta Colorida’ e ‘Pimentão Ornamental’.

ABSTRACT

RIBEIRO, Wellington Souto, D.Sc, Universidade Federal de Viçosa, July, 2016. **Action of paclobutrazol and 1-MCP on the ornamental quality of Capsicum species.** Advisor: Fernando Luiz Finger.

The great genetic variability in the *Capsicum* genus there are plants with ornamental potential, but with higher not required by the market. In addition to the higher, some kinds of pepper have a low shelf life caused by sensitivity of the ethylene. The growing importance of pepper plants in the ornamental horticulture market, this study aimed to evaluate the effect of paclobutrazol (PBZ) and 1-MCP on the ornamental quality of ornamental pepper. The application of PBZ (0, 25, 50 and 75 mg L⁻¹) was made on eight pepper genotypes from the Germplasm Bank of UFV. To access BGH 6371, the PBZ do not altering the architecture of plants. For the BGH and BGH 1032 1039 accesses the PBZ (25 mg L⁻¹) resulted in ornamental plants with improved characteristics. Considering the cost/benefit, the best treatment was PBZ at 25 mg L⁻¹ to BGH 4285 hits, BGH 7073 and MG. The PBZ in BGH 4355 and BGH 4199 reduced the plant height but do not improved ornamental characteristics, resulting in pattern without plant canopy. In a second phase of the study, we evaluated the sensitivity to ethylene seven genotypes of ornamental pepper plants (commercial varieties and access the Germplasm Bank of Universidade Federal de Viçosa). After exposure of pepper 10 µL L⁻¹ of ethylene for 48 hours, it was observed that the flowers were highly sensitive to ethylene in all varieties except of 'Pimenta colorida' (moderately susceptible). Regarding the abscission of flowers, 'Pimenta colorida' and 'Pimentão Ornamental' were classified as highly sensitive to exogenous ethylene; 'Pimenta Salsa Roxa' was moderately sensitive and the other genotypes were insensitive to the hormone. The fruits responded by accelerating the color, except for the 'Pimenta Laranja' and 'Laranja Ornamental'. When abscindiam, the highest rates were observed for the green fruit, followed by green-mature and mature fruits. The pre-treatment with 1-MCP, regardless of the applied concentration, was effective in blocking the action of ethylene reducing by 100% abscission of leaves, flowers and fruits of both the varieties. The pre-treated plants with 1-MCP increased the shelf life of eight and nine days to varieties 'Pimenta Colorida' and 'Pimentão Oramental' respectively. Therefore, the application of 1-MCP at a concentration of 0.5 g m⁻³ is effective in maintaining the ornamental quality and prolong the shelf life of 'Pimentão Ornamental' e 'Pimenta Colorida'.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A grande variabilidade genética do gênero *Capsicum* contempla grande diversidade de porte de plantas. A princípio, qualquer variedade de pimenteira poderia ser utilizada como planta ornamental envasada, porém aquelas com menor porte, frutos eretos e mais vistosos, são as mais indicadas (STOMMEL e BOSLAND, 2006; SEGATTO, 2013).

No entanto, para o cultivo em vaso, há reduzido número de cultivares comerciais disponíveis, visto que a maioria das plantas deste gênero possui porte relativamente elevado e foram selecionadas para o cultivo em campo, com o objetivo de produção de frutos para consumo in natura ou processamento industrial (FINGER et al., 2012).

Segundo Poulos (1994), no mercado de plantas ornamentais, a arquitetura das plantas é extremamente importante, sendo as de menor porte e com frutos coloridos as preferidas, associadas a resistência a doenças e pragas e a estresse abiótico. O porte da planta está estreitamente relacionado com a linhagem, podendo ser harmonizado disciplinando o seu crescimento por meio de poda, uso de reguladores, diferentes volumes de vaso, dentre outros. Assim, diferentes genótipos, mesmo aqueles de crescimento em altura mais acentuada, teoricamente, poderiam ser cultivadas em vaso.

A poda é uma prática importante para conformar a arquitetura da planta de acordo com o objetivo de exploração. Em pimenteiras, os casos de poda se destinam ao aumento da produtividade. No cultivo de pimenta Tabasco no Ceará, por exemplo, são efetuadas duas podas durante o ciclo da cultura, sendo uma no viveiro e a outra no campo com a finalidade de estimular a formação de novos ramos, inclusive os frutíferos que estão relacionados com a produção por planta. Essa prática, também contribui para arquitetura da planta adulta em forma de taça, possibilitando melhor distribuição dos frutos (CRISÓSTOMO, 2006). No entanto, a resposta das pimenteiras cultivadas em vaso a poda é bastante variada e nem sempre é satisfatória para fins comerciais.

Ribeiro (2015), trabalhando com genótipos de pimenteiras ornamentais, verificou que a poda não foi efetiva na pimenteira Biquinho e nos acessos MG 7073 e BGH 1039, pois estimulou o crescimento e tornou a copa assimétrica. Entretanto, a poda conduzida em duas hastes foi efetiva na cultivar Pirâmide Ornamental, proporcionando copa mais densa sem alterar a altura das plantas.

Plantas com porte elevado, cultivadas em vaso, também podem ter o crescimento controlado pelo uso de inibidores de crescimento. Há dois reguladores largamente utilizados, o paclobutazol (Bonzi[®]) e chlormequat chloride (Cycocel[®]). O paclobutazol mostrou-se eficiente em reduzir o crescimento do caule de plântulas de citrus e plantas de girassol cultivadas em vaso (HAZARIKA et al., 2002; WANDERLEY et al., 2014). Diversas espécies de plantas ornamentais cultivadas em vaso têm a altura efetivamente reduzida pela aplicação de paclobutazol e chlormequat chloride na fase inicial de crescimento, utilizados comercialmente em *Lilium longiflorum*, poinsetas e *Pelargonium* (CURREY e LOPEZ, 2009).

Em pimenta Pitanga (*Capsicum chinense*), a aplicação de paclobutazol inibiu o crescimento das plantas (GROSSI et al., 2005). Os autores observaram em concentrações mais elevadas sintomas de toxicidade, como folhas quebradiças e plantas com porte anão, que demonstram que a eficiência do regulador foi dependente da concentração do princípio ativo. Segundo Rademacher (2000), a eficiência dos reguladores de crescimento é dependente também da espécie, cultivar, modo de aplicação e estágio de desenvolvimento das plantas. A resposta e a eficiência dos reguladores de crescimento em pimenteiros ainda não são completamente conhecidas.

Além da adequação da altura, algumas espécies de pimenteiros apresentam baixa durabilidade na fase de pós-produção, principalmente, pela sensibilidade ao etileno exógeno. Nas condições em que o transporte de plantas ornamentais ocorre no Brasil, geralmente em caminhões baú, no escuro, sem ventilação e irrigação, por mais de 48 horas, há a exposição as plantas ao etileno presente no ar circundante (gases de exaustão ou transporte junto a frutas maduras) o que compromete a qualidade e durabilidade comercial das plantas. Esse é um fator que merece destaque, uma vez que o principal meio utilizado para transporte de flores e plantas ornamentais dentro do país é o terrestre (JUNQUEIRA & PEETZ, 2005).

A exposição das plantas ao etileno pode causar a abscisão de folhas, de flores e de frutos. Porém, a concentração de etileno requerida para causar estes efeitos é dependente de fatores como: tempo de exposição, temperatura, estágio de desenvolvimento e sensibilidade da espécie ou variedade (HOYER, 1996).

Ságio (2012) determinou *in silico* os perfis da expressão de elementos das rotas de biossíntese e sinalização do etileno em duas cultivares de café, uma tardia e uma precoce. As análises de expressão dos genes da biossíntese CaACO1-like e CaACO4-like e do receptor de etileno CaETR4-like, sugerem que os maiores níveis de produção

de etileno nos frutos de café precoce estariam relacionados com a indução de maior degradação do CaETR4-like, levando a aumento na sensibilidade ao etileno e, conseqüentemente, à precocidade no processo de maturação desta cultivar. Já na cultivar tardia, a produção de etileno nos frutos pode não ter sido suficiente para desativar os níveis de CaETR4-like e, assim, as mudanças na maturação ocorrem em ritmo mais lento.

Esses dados indicam que, possivelmente, a causa dos diferentes níveis de sensibilidade ao etileno e, conseqüentemente, suas respostas na abscisão de flores, folhas e frutos das pimenteiros ornamentais esteja relacionado com a quantidade de receptores de etileno nos diferentes órgãos.

Além da abscisão, outros efeitos deletérios são visíveis em pimenteiros ornamentais expostas ao etileno, como a aceleração da degradação de clorofila, aceleração do aparecimento da cor dos frutos e senescência e abscisão das flores (HOYER, 1996; BEAUDRY & KAYS 1998; KRAJAYKLANG et al., 2000; BRACKMANN et al., 2004; SEGATTO et al., 2013).

A utilização de inibidores da ação do etileno, como o 1-MCP, geralmente é eficaz em bloquear os efeitos deletérios durante o transporte e a comercialização das plantas ornamentais (FINGER e BARBOSA, 2006). Porém, a sensibilidade do tecido vegetal ao etileno pode ser retomada pela síntese de novos sítios de ligação permitindo a retomada da ação do etileno (BLANKENSHIP e DOLE, 2003).

A eficácia do uso do 1-MCP em retardar a maioria dos sintomas de senescência das plantas ornamentais é função da temperatura de aplicação, concentração do regulador de crescimento e estágio de desenvolvimento das plantas (FINGER e BARBOSA, 2006).

LITERATURA CITADA

BEAUDRY, R.M.; KAYS, S. J. Effect of ethylene source on abscission of pepper plant organs. **HortScience** 23:724-744, 1998.

BLANKENSHIP. S. M.; DOLE, J. M. 1-Methylcyclopropene: a review. **Postharvest Biology and Technology**, v. 28, p. 1-25, 2003.

BRACKMANN, A. et al. Qualidade da maçã cv. Gala tratada com 1-metilciclopropeno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.5, p.1415-1420, 2004.

- CRISÓSTOMO, J.R. et al. **Cultivo de Pimenta Tabasco no Ceará**, Embrapa Agroindústria Tropical: Fortaleza. 2006. 34p.
- CURREY C.J.; LOPEZ R.G. Applying plant growth retardants for height control. In: **Commercial greenhouse and nursery production**. Purdue Extension, 2009. 10p.
- FINGER F.L.; RÊGO E.R.; SEGATTO F.B.; FERREIRA N.F.; RÊGO M.M. Produção e potencial de mercado para pimenta ornamental. **Informe Agropecuário**, 33: 14-20, 2012.
- FINGER, F.L.; BARBOSA, J.G. Postharvest physiology of cut flowers. In: NOUREDDINE, B.; NORIO, S. (Ed.). **Advances in postharvest technologies for horticultural crops. Kerala: Research Signpost**, 2006. p.373-393.
- GROSSI J.A.S.; MORAES P.J.; TINOCO S.A.; BARBOSA J.G.; FINGER F.L.; CECON P.R. Effects of paclobutrazol on growth and fruiting characteristics of Pitanga ornamental pepper. **Acta Horticulturae**, 683: 333-336, 2005.
- HAZARIKA, B.N.; PARTHASARATHY, V.A., NAGARAJU, V. Action of paclobutrazol in acclimatizing micropropagated citrus plantlets. **Indian Journal for Agricultural Research**, 36: 57-60, 2002.
- HOYER, L. Critical ethylene exposure for **Capsicum annuum** “Janne” is dependent on an interaction between concentration, duration and developmental stage. *Journal of Horticultural Science*, v. 71, n. 4, p. 621-628, 1996.
- JUNQUEIRA, A. H.; PEETS, M. S. Exportações brasileiras de flores e plantas ornamentais em 2005. [S.l.]: **Hórtica Consultoria e Treinamento**, 2005. 5 p.
- KRAJAYKLANG, M.; KLIEBER, A.; DRY, P. R. Colour at harvest and postharvest behaviour influence paprika and chille spice quality. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.20, p.269-278, 2000.
- POULOS, J.M. Pepper Breeding (*Capsicum* spp.): achievements, challenges and possibilities. **Plant Breeding Abstracts**, 64: no 2, 144-155, 1994.
- RADEMACHER W. Growth retardants: effects on Gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology and Molecular Biology**, 51: 501-531, 2000.
- RIBEIRO, W.S.; COSTA, L. C.; PINTO, C. M. F. ; SILVA, F. C. ; FINGER, F. L. . Effect of pruning on ornamental value of potted pepper (*Capsicum* spp.). **Acta Horticulturae**, v. 1060, p. 249-254, 2015.

- SÁGIO, S.A. **Análise molecular e fisiológica do etileno durante o amadurecimento de frutos de café.** Tese de doutorado – Universidade Federal de Lavras, 2012. 116 p.
- SEGATTO, F. B.; FINGER F. L.; BARBOSA J. G.; RÊGO E. R.; PINTO, C.M.F. Effects of Ethylene on the post-production of potted ornamental peppers (*Capsicum annuum* L.). **Acta Horticulturae**, v. 1000, p.217-222, 2013.
- STOMMEL, JR.; BOSLAND, PW. 2006. Ornamental pepper, *Capsicum annuum*. In: Anderson, N. (Ed.). **Flower Breeding and Genetics: Issues, Challenges and opportunities for the 21 st Century.** Dordrecht, The Netherlands: Springer, p. 561-599.
- WANDERLEY, C.S.; FARIA, R.T.; REZENDE, R. Crescimento de girassol como flor em vaso em função de doses de paclobutrazol. **Revista Ceres**, v.61, n.1, p.35-41, 2014.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Avaliar a ação do paclobutrazol e do 1-MCP, sobre a qualidade ornamental e pós-produção de *Capsicum* ornamentais.

2.2. Específico

- a) Avaliar a eficiência do regulador de crescimento, paclobutrazol, na produção de pimenteiras ornamentais para cultivo em vaso.
- b) Determinar a sensibilidade ao etileno genótipos de *Capsicum* ornamentais, bem como os níveis de sensibilidade ao etileno de folhas, frutos e flores.
- c) Avaliar a eficiência do pré-tratamento com 1-MCP em pimenteiras ornamentais sensíveis ao etileno.

Capítulo I

Aplicação de Paclobutrazol em pimenteiras ornamentais em vaso

RESUMO

RIBEIRO, Wellington Souto, Sc.D., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2016.
Aplicação de Paclobutrazol em pimenteiras ornamentais em vaso. Orientador:
Fernando Luiz Finger.

Dentro da grande variabilidade genética no gênero *Capsicum* há plantas com grande potencial ornamental, mas com altura desconforme da exigida pelo mercado. Para atingir esse parâmetro ornamental, a aplicação de paclobutrazol, retardante de crescimento inibidor das giberelinas, é uma alternativa. Este trabalho, teve como objetivo avaliar os efeitos do paclobutrazol (0, 25, 50 e 75 mg L⁻¹) sobre oito genótipos de pimenteiras pertencentes ao Banco de Germoplasma da UFV. No acesso BGH 6371, a aplicação de paclobutrazol mostrou-se ineficaz em alterar a arquitetura das plantas. Nos acessos BGH 1032 e BGH 1039, a aplicação de paclobutrazol na concentração de 25 mg L⁻¹ resultou em plantas com melhores características ornamentais. Considerando o custo/benefício, a dose indicada para os acessos BGH 4285, BGH 7073 e MG é de 25 mg L⁻¹ de paclobutrazol. A aplicação de paclobutrazol nos acessos BGH 4199 e BGH 4355, apesar de reduzir a altura da planta, não melhorou suas características ornamentais, resultando em plantas sem padrão de copa.

ABSTRACT

RIBEIRO, Wellington Souto, Sc.D., Universidade Federal de Viçosa, July of 2016.
Paclobutrazol action on the ornamental pepper. Advisor: Fernando Luiz Finger.

Within the great genetic variability in the *Capsicum* genus there are plants with ornamental potential, but without stature required by the market. To reach this ornamental parameter, the application of paclobutrazol (growth retardation and gibberellins inhibitor) is an alternative. This work aimed to evaluate the effects of paclobutrazol (0, 25, 50 and 75 mg L⁻¹) on nine genotypes of pepper. The paclobutrazol was ineffective on BGH 4371. Had no altering in the architecture of plants. For the BGH 1032 and BGH 1039 the Paclobutrazol (25 mg L⁻¹) resulted in ornamental plants with improved characteristics. Considering the cost/benefit, 25 mg L⁻¹ paclobutrazol was the best dose for the BGH 4199 and BGH 4355.

1. INTRODUÇÃO

A variabilidade genética do gênero *Capsicum* contempla grande diversidade de porte das plantas. A princípio, qualquer variedade de pimenteira poderia ser utilizada como planta ornamental, porém aquelas com menor porte, frutos eretos e mais vistosos, são as mais indicadas para o plantio em vaso (STOMMEL e BOSLAND, 2006; SEGATTO, 2007).

No entanto, para o cultivo em vaso, há reduzido número de cultivares comerciais disponíveis, visto que a maioria das plantas do gênero *Capsicum* possui porte relativamente elevado e foram selecionadas para o cultivo em campo, com o objetivo de produção de frutos para consumo in natura ou processamento industrial (FINGER et al., 2012).

Segundo Poulos (1994), no mercado de plantas ornamentais, a arquitetura das plantas é extremamente importante, sendo as de menor porte e com frutos coloridos as preferidas, associado a resistência a doenças e pragas e a estresse abiótico. O porte da planta está estreitamente relacionado com a linhagem, podendo ser harmonizado disciplinando o crescimento das plantas por meio de poda, uso de reguladores de crescimento, diferentes volumes de vaso, dentre outros. Assim, diferentes genótipos, mesmo aqueles de crescimento em altura mais acentuado, podem ser cultivadas em vaso.

A poda é uma prática importante para conformar a arquitetura da planta de acordo com o objetivo de exploração. Em pimenteiras, os casos de poda se destinam ao aumento da produtividade. No cultivo de pimenta Tabasco no Ceará, por exemplo, são efetuadas duas podas durante o ciclo da cultura, sendo uma no viveiro e a outra no campo com a finalidade de estimular a formação de novos ramos, inclusive os frutíferos que estão relacionados com a produção por planta. Essa prática, também, contribui para uma arquitetura da planta adulta em forma de taça, possibilitando melhor distribuição dos frutos (CRISÓSTOMO, 2006). No entanto, a resposta das pimenteiras a poda é bastante variada e nem sempre é satisfatória para fins comerciais, além e trabalhosa.

Ribeiro (2015), trabalhando com genótipos contrastantes de pimenteiras ornamentais, verificou que a poda não foi efetiva na pimenteira Biquinho e nos acessos MG 7073 e BGH 1039, pois essa estimulou o crescimento e tornou a copa assimétrica

respectivamente. Entretanto, a poda conduzida em duas hastes foi efetiva na cultivar Pirâmide Ornamental, proporcionando copa mais densa sem alterar a altura das plantas.

Plantas cultivadas em vaso, com porte elevado, também podem ter o crescimento pelo uso de inibidores de crescimento. Há dois reguladores largamente utilizados, o paclobutazol (Bonzi[®]) e chlormequat chloride (Cycocel[®]). Paclobutazol mostrou-se eficiente em controlar o crescimento do caule de plantas de plântulas de citrus e plantas de girassol cultivadas em vaso (HAZARIKA et al., 2002; RIBEIRO et al., 2011). Diversas espécies de plantas ornamentais cultivadas em vaso têm a altura efetivamente controlada pela aplicação de paclobutazol e chlormequat chloride na fase inicial de crescimento, utilizados comercialmente em *Lilium longiflorum*, poinsetas e *Pelargonium* (CURREY e LOPEZ, 2009).

Em pimenta Pitanga (*Capsicum chinense*), a aplicação de paclobutrazol controlou o crescimento das plantas (GROSSI et al., 2005). Os autores observaram que nas concentrações mais elevadas ocorreram sintomas de toxicidade, como folhas quebradiças e plantas com porte anão. Esses resultados demonstram que a eficiência do regulador é dependente da concentração do princípio ativo. Segundo Rademacher (2000), a eficiência dos reguladores de crescimento é dependente da espécie, cultivar, modo de aplicação e estágio de desenvolvimento das plantas. A resposta e a eficiência dos retardantes de crescimento em pimenteiros ainda não são conhecidas.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do retardante de crescimento paclobutrazol sobre a qualidade ornamental de acessos de pimenteira ornamental BGH/UFV e da EPAMIG.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização e Matéria prima

O experimento foi desenvolvido na casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa (UFV) de junho de 2012 a junho de 2014. As temperaturas médias diárias mínimas e máximas foram de 17,3 e 33,9° C, respectivamente, e a umidade relativa do ar com médias diárias, diurnas e noturnas, de 65,6 e 85,5%, respectivamente. As plantas foram mantidas sob fotoperíodo natural. Foram avaliados 7 acessos do Banco Germoplasma da Universidade Federal de Viçosa e 1 acesso do Banco de Germoplasma da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) (Tabela 1).

Tabela 1. Acessos e espécies das pimenteiras utilizadas no experimento

Acessos	Espécie
1. BGH 1032	Capsicum annuum
2. BGH 1039	Capsicum annuum
3. BGH 4285	Capsicum chinense
4. BGH 7073	Capsicum annuum
5. BGH 4199	Capsicum chinense
6. BGH 4355	Capsicum chinense
7. BGH 6371	Capsicum chinense
8. MG 302	Capsicum annuum

2.2. Obtenção das mudas, aplicação do retardante e manutenção das plantas

As mudas de pimenteiras foram produzidas em ambiente protegido, em bandejas de poliestireno de 120 células preenchidas com substrato comercial Bioplant[®]. Quando atingiram dois a três pares de folhas, foram transplantadas para vasos de 900 mL (11 cm de altura, 9,5 cm de diâmetro basal e 13,5 cm diâmetro superior), preenchidos com substrato comercial Bioplant[®].

Por ocasião do transplante, o retardante de crescimento paclobutazol, foi aplicado por imersão da raiz/substrato por 5 segundos em solução nas concentrações de 0 (controle imerso em água destilada), 25, 50 e 75 mg L⁻¹ do ingrediente ativo obtido a

partir do produto comercial Cultar[®] (25% paclobutrazol) (SELEGUINE e FARIA JUNIOR, 2011).

No decorrer do experimento, foi efetuada adubação de cobertura com 10 g de NPK 10-10-10 a cada 20 dias a partir do transplântio, não havendo adubação no plantio.

A rega, da sementeira até o transplântio, foi realizada duas vezes por dia com quantidade de água suficiente para iniciar o escoamento na parte inferior da bandeja. Do transplântio até o pegamento das mudas, o substrato também foi regado duas vezes ao dia. Do período de estabelecimento inicial das mudas até o último dia do experimento, os substratos foram regados duas vezes por dia. Durante as regas a água foi depositada diretamente no substrato, sem que houvesse o molhamento das folhas, para evitar o aparecimento de doenças. O manejo plantas daninhas foi realizado manualmente sempre que necessário.

Quando 50% da população apresentava entre 10% a 30% dos frutos completamente amadurecidos, ou seja, no ponto ideal para a comercialização, determinado visualmente (frutos com o tamanho máximo de crescimento e formato típico de cada espécie, com a cor específica demandada pelo mercado e sem murcha), foram avaliadas as seguintes características morfoagronômicas:

Altura da Planta (AP) - A altura do colo da planta até a última folha completamente expandida foi determinada com auxílio de régua e expressa em cm. Foi adotado como parâmetro nessa pesquisa, os critérios de classificação de pimenta ornamental da IBRAFLOR – Cooperativa Veiling Holambra.

Relação DL/DT - Foram realizadas duas medições na copa das plantas; uma no sentido longitudinal (DL) e outra no sentido transversal (DT) em ângulo de 90°. Os dados foram obtidos pelo quociente entre o DL e o DT, sendo considerado a faixa entre 1 - 0,7 representativo de copa circular.

Número de folhas - Expressa pela contagem do número de folhas por planta.

Tamanho da folha (comprimento/largura) - Foi determinado pela medição do comprimento e largura de três folhas completamente expandidas, escolhidas aleatoriamente. Os resultados foram expressos em cm.

Número de frutos maduros por planta - Expressa pela contagem do número de frutos completamente maduros por planta.

2.3. Análise dos dados

O experimento foi montado no delineamento inteiramente casualizado, no qual os tratamentos foram dispostos em um esquema fatorial 8×4; sendo 8 genótipos e quatro doses do retardante de crescimento paclobutrazol aplicadas na raiz/substrato (0, 25, 50 e 75 mg L⁻¹), com três repetições.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo ASSISTAT 7.7 BETA. As médias foram comparadas utilizando Teste de Dunnett, adotando o nível de 1% de probabilidade.

3. RESULTADOS

No acesso BGH 1032 a aplicação de paclobutrazol foi efetiva em reduzir a altura das plantas. Nas concentrações de 25, 50 e 75 mg L⁻¹ reduziu em 40,2%, 69,8% e 72,8% a altura das plantas e em 60,9%, 78,92% e 78,92% a altura da primeira bifurcação, respectivamente. No entanto, as doses de 50 e 75 mg L⁻¹ reduziram demasiadamente a altura das plantas tornando-as anãs (Tabela 2 e Figura 1).

Não foi observada diferença estatística para a relação DL/DT, cuja média foi de 0,87, resultando em plantas com uma boa cobertura de vaso e conformação de copa. As plantas apresentaram bom enfolhamento. O número e a largura das folhas não foram alterados com a aplicação de 25 mg L⁻¹ do regulador. Nesta mesma concentração, o número de frutos foi 44,0% inferior ao controle, favorecendo seu efeito ornamental. Todos esses fatores contribuíram para a compactação da copa sem que os frutos ficassem escondidos entre a folhagem.

Tabela 2. Características de pimenteiras BGH 1032 tratadas com Paclobutrazol. CP = concentração de paclobutrazol; AP = altura da planta; APB = altura da primeira bifurcação; DL/DT = relação diâmetro longitudinal e diâmetro transversal; CFo = comprimento da folha; LFo = largura da folha; NFr = número de folhas; NFr = número de frutos

Acesso	CP (mg L ⁻¹)	AP (cm)	APB (cm)	DL/DT	CFo (cm)	LFo (cm)	NFo	NFr
	0	38,67	21,34	0,92	12,27	3,69	142,34	39,34
BGH	25	23,10 *	8,34 *	0,86 ^{ns}	9,40 *	3,05 ^{ns}	139,67 ^{ns}	22,00 *
1032	50	11,67 *	4,50 *	0,82 ^{ns}	6,30 *	2,42 *	63,67 *	15,67 *
	75	10,50 *	4,50 *	0,87 ^{ns}	5,50 *	2,15 *	42,34 *	10,34 *

Médias seguidas de (*) diferem do controle pelo Teste de Dunnett a 1% de probabilidade.

Médias seguidas de (^{ns}) não diferem do controle pelo Teste de Dunnett a 1% de probabilidade.

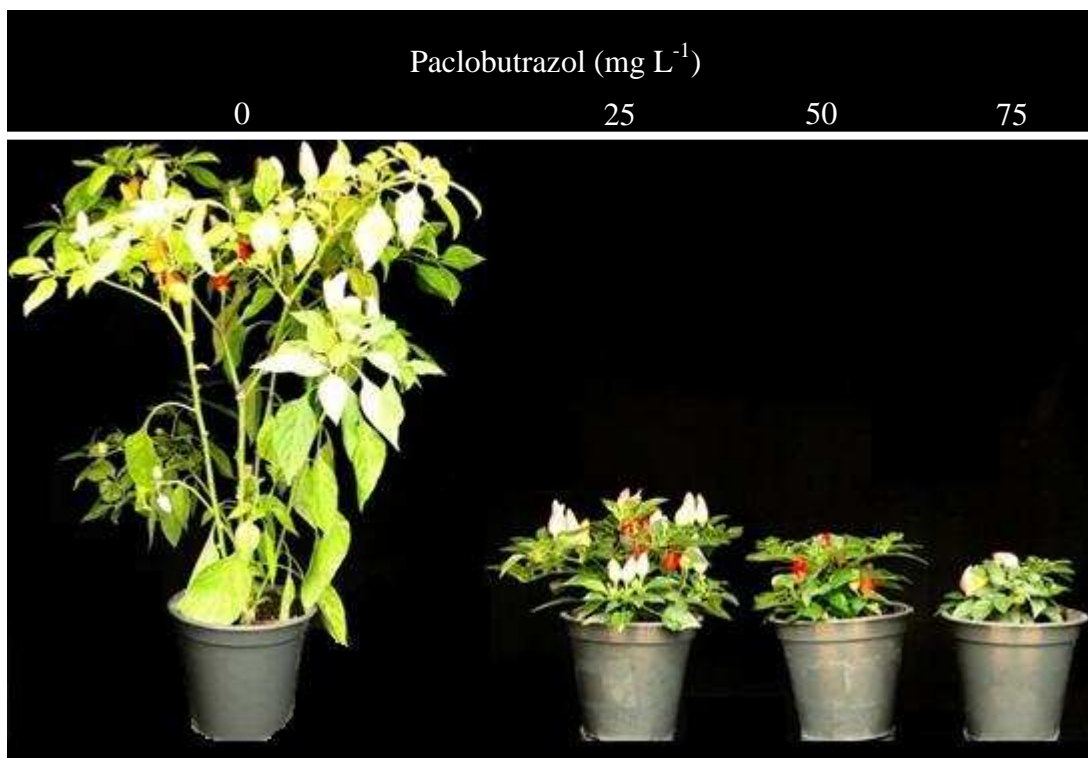


Figura 1. Aspecto visual de pimenteiras BGH 1032 tratadas com Paclobutrazol nas concentrações de 0, 25, 50, 75 mg L⁻¹ e controle.

A altura das plantas do acesso BGH 1039 foi reduzida em 72,4%, 79,7% e 84,7% com a aplicação de 25, 50 e 75 mg L⁻¹ de paclobutrazol, respectivamente. No entanto, a dose de 75 mg L⁻¹ resultou em plantas com porte anão (Tabela 3 e Figura 2). A altura da primeira bifurcação também foi reduzida drasticamente, no qual os valores obtidos foram de 81,2%, 87,7% e 92,2% para de 25, 50 e 75 mg L⁻¹ de paclobutrazol, respectivamente.

A relação DL/DT não foi alterada com a aplicação do paclobutrazol, cuja média foi próxima a 1 (0,90), indicando o aspecto circular da copa. As plantas também apresentaram bom enfolhamento, com redução do número de folhas em todas as doses avaliadas do retardante. O número de frutos também foi reduzido, no entanto permaneceu proporcional ao tamanho da planta sem alterar seu aspecto ornamental.

Tabela 3. Características de pimenteiras BGH 1039 tratadas com Paclobutrazol. CP = concentração de paclobutrazol; AP = altura da planta; APB = altura da primeira bifurcação; DL/DT = relação diâmetro longitudinal e diâmetro transversal; CFo = comprimento da folha; LFo = largura da folha; NFo = número de folhas; NFr = número de frutos

Acesso	CP (mg L ⁻¹)	AP (cm)	APB (cm)	DL/DT	CFo (cm)	LFo (cm)	NFo	NFr
	0	46,00	25,67	0,86	4,04	2,89	183,67	45,00
BGH	25	12,67 *	4,83 *	0,85 ^{ns}	5,07 *	2,18 ^{ns}	116,67 *	21,33 *
1039	50	9,33 *	3,17 *	0,94 ^{ns}	4,96 *	2,08 ^{ns}	72,67 *	12,33 *
	75	7,00 *	2,00 *	0,95 ^{ns}	4,99 *	2,13 ^{ns}	52,67 *	9,33 *

Médias seguidas de (*) diferem do controle pelo Teste de Dunnett a 1% de probabilidade.

Médias seguidas de (^{ns}) não diferem do controle pelo Teste de Dunnett a 1% de probabilidade.

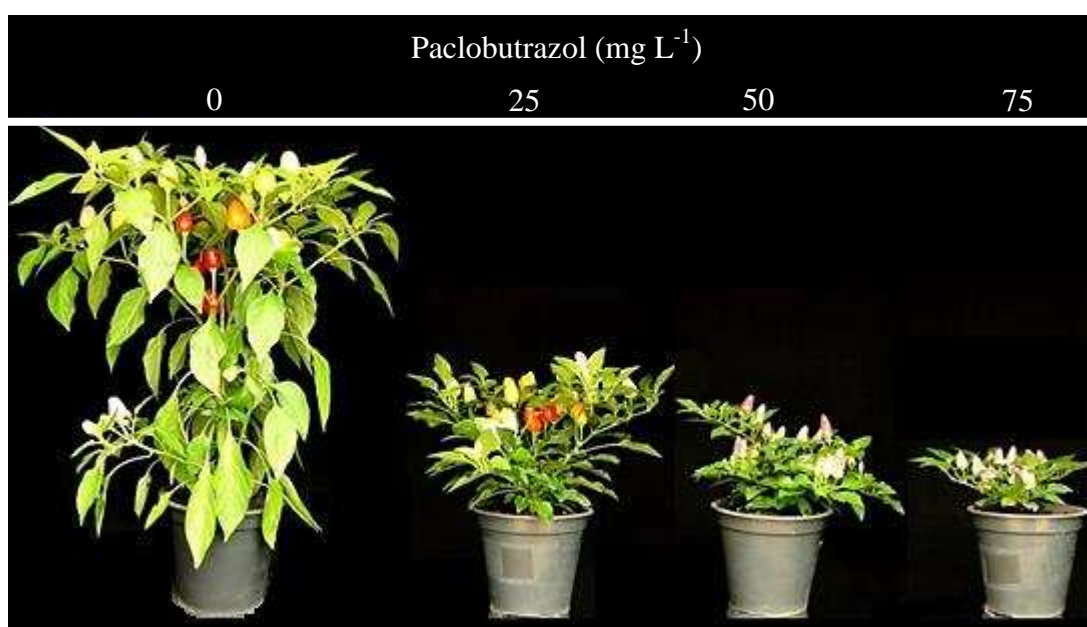


Figura 2. Aspecto visual de pimenteiras BGH 1039 tratadas com Paclobutrazol nas concentrações de 0, 25, 50, 75 mg L⁻¹ e controle.

Houve redução média de 66,8% na altura das pimenteiras do acesso BGH 7073 com a aplicação de paclobutrazol (Tabela 4 e Figura 3).

A altura média da primeira bifurcação também foi reduzida com a aplicação do retardante (70,8%) em relação às plantas controle.

A relação DL/DT e as características da folha não foram alteradas com a aplicação de paclobutrazol. No entanto, o número de folhas foi reduzido em 37,4%, 61,5% e 63,28% para 25, 50 e 75 mg L⁻¹ de paclobutrazol respectivamente.

O número de frutos também foi reduzido com a aplicação do retardante. No entanto, a menor redução (63,1%) foi observada com a aplicação de 25 mg L⁻¹ de paclobutrazol.

Tabela 4. Características de pimenteiras BGH 7073 tratadas com Paclobutrazol. CP = concentração de paclobutrazol; AP = altura da planta; APB = altura da primeira bifurcação; DL/DT = relação diâmetro longitudinal e diâmetro transversal; CFo = comprimento da folha; LFo = largura da folha; NFr = número de folhas; NFr = número de frutos

Acesso	CP (mg L ⁻¹)	AP (cm)	APB (cm)	DL/DT	CFo (cm)	LFo (cm)	NFo	NFr
	0	41,67	10,67	0,97	8,21	2,84	279,67	71,33
BGH	25	14,67 *	3,67 *	0,98 ^{ns}	5,40 ^{ns}	2,71 ^{ns}	175,00 *	26,33 *
7073	50	13,33 *	3,17 *	0,92 ^{ns}	4,97 ^{ns}	2,87 ^{ns}	107,67 *	18,33 *
	75	13,50 *	2,50 *	0,91 ^{ns}	4,84 ^{ns}	2,88 ^{ns}	102,67 *	10,00 *

Médias seguidas de (*) diferem do controle pelo Teste de Dunnett a 1% de probabilidade.

Médias seguidas de (^{ns}) não diferem do controle pelo Teste de Dunnett a 1% de probabilidade.

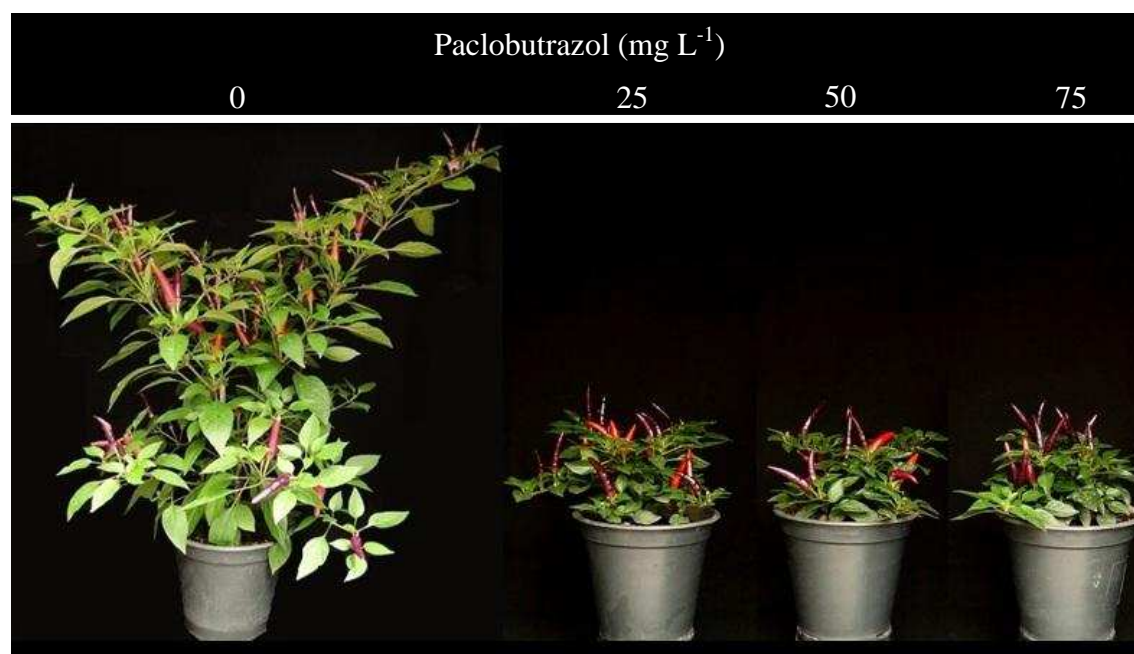


Figura 3. Aspecto visual de pimenteiras BGH 7073 tratadas com Paclobutrazol nas concentrações de 0, 25, 50, 75 mg L⁻¹ e controle.

Houve uma redução de 75,8%, 79,4% e 86,2% com a aplicação de 25, 50 e 75 mg L⁻¹ de paclobutrazol, respectivamente, na altura das plantas do acesso MG 302

(Tabela 5 e Figura 4). A altura da primeira bifurcação foi reduzida em 74,9%, 76,8% e 84,8% com a aplicação de 25, 50 e 75 mg L⁻¹ de paclobutrazol respectivamente. A relação DL/DT não foi alterada com a aplicação do paclobutrazol, cuja média foi próxima a 0,88, resultando em plantas com boa conformação de copa. As plantas apresentaram bom enfolhamento, com redução de 48,1% apenas naquelas com 75 mg L⁻¹ de paclobutrazol.

O número de frutos também foi reduzido, no entanto permaneceu proporcional ao tamanho da planta sem alterar seu aspecto ornamental.

Tabela 5. Características de pimenteiras MG 302 tratadas com Paclobutrazol. CP = concentração de paclobutrazol; AP = altura da planta; APB = altura da primeira bifurcação; DL/DT = relação diâmetro longitudinal e diâmetro transversal; CFo = comprimento da folha; LFo = largura da folha; N Fo = número de folhas; NFr = número de frutos

Acesso	CP (mg L ⁻¹)	AP (cm)	APB (cm)	DL/DT	CFo (cm)	LFo (cm)	N Fo	NFr
MG 302	0	51,00	18,67	0,89	7,78	2,14	326,67	118,33
	25	12,33 *	4,67 *	0,81 ^{ns}	4,14 *	1,16 *	224,00 ^{ns}	57,67 *
	50	10,50 *	4,33 *	0,91 ^{ns}	3,90 *	1,12 *	215,67 ^{ns}	36,33 *
	75	7,00 *	2,83 *	0,89 ^{ns}	3,01 *	0,89 *	169,67 *	19,33 *

Médias seguidas de (*) diferem do controle pelo Teste de Dunnett a 1% de probabilidade.

Médias seguidas de (^{ns}) não diferem do controle pelo Teste de Dunnett a 1% de probabilidade.

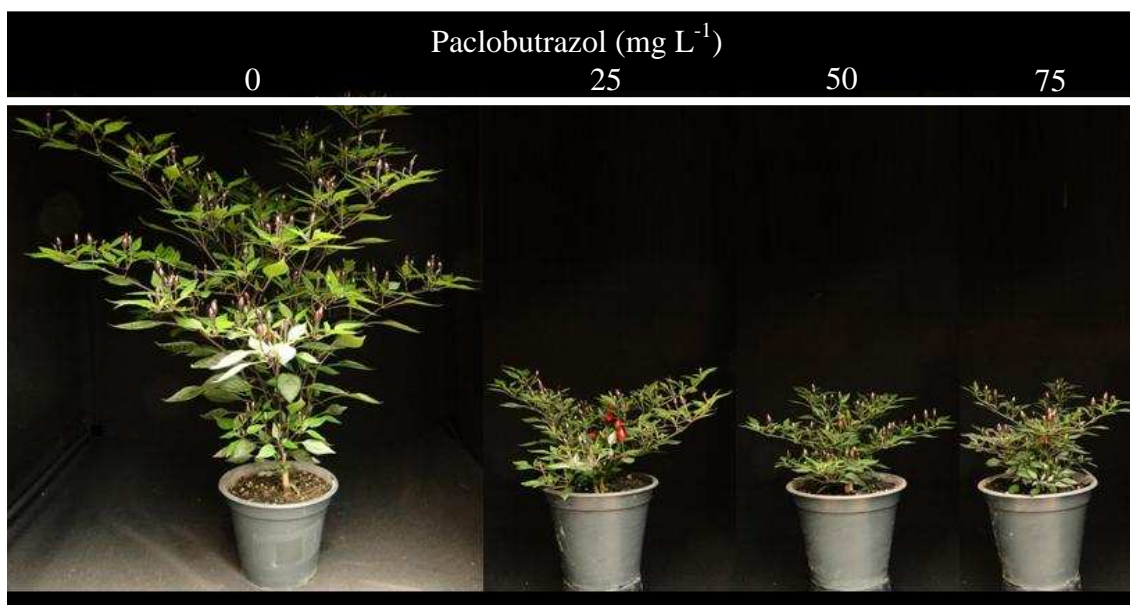


Figura 4. Aspecto visual de pimenteiras MG 302 tratadas com Paclobutrazol nas concentrações de 0, 25, 50, 75 mg L⁻¹ e controle.

No acesso BGH 4285, o paclobutrazol na concentração de 25 mg L⁻¹ reduziu em 48,6% a altura das plantas e em 56,2% a altura da primeira bifurcação, colocando-as dentro dos padrões de altura Veiling Holambra para os potes número 19 e 20, que é de 16 a 44 cm (Tabela 6 e Figura 5).

Na concentração de 25 mg L⁻¹ de paclobutrazol, a relação DL/DT foi próxima a 1 (0,83), resultando em plantas com boa cobertura de vaso e conformação de copa. As plantas apresentaram bom enfolhamento, no qual o número e o comprimento das folhas não foram alterados com a aplicação do regulador, porém a sua largura foi ligeiramente reduzida. Todos esses fatores contribuíram para a compactação da copa sem que os frutos ficassem escondidos entre a folhagem. O número de frutos foi 49,0% superior ao controle, favorecendo seu efeito ornamental.

A aplicação de paclobutrazol no acesso BGH 4285 nas concentrações de 50 e 75 mg L⁻¹ resultou em plantas com boa conformação de copa, no entanto, em números absolutos, o número de frutos não foi superior comparado as plantas que receberam paclobutrazol na concentração de 25 mg L⁻¹.

Tabela 6. Características de pimenteiras BGH 4285 tratadas com Paclobutrazol. CP = concentração de paclobutrazol; AP = altura da planta; APB = altura da primeira bifurcação; DL/DT = relação diâmetro longitudinal e diâmetro transversal; CFo = comprimento da folha; LFo = largura da folha; NFo = número de folhas; NFr = número de frutos

Acesso	CP (mg L ⁻¹)	AP (cm)	APB (cm)	DL/DT	CFo (cm)	LFo (cm)	NFo	NFr
	0	83,57	33,12	0,76	17,12	6,92	143,00	31,50
BGH	25	43,12 *	14,50 *	0,83 ^{ns}	15,77 ^{ns}	5,45 ^{ns}	165,75 ^{ns}	61,75 *
4285	50	45,62 *	13,75 *	0,75 ^{ns}	14,00 ^{ns}	5,12 *	124,25 ^{ns}	24,00 *
	75	51,12 *	11,00 *	0,84 ^{ns}	13,75 ^{ns}	4,95 *	127,50 ^{ns}	34,00 *

Médias seguidas de (*) diferem do controle pelo Teste de Dunnett a 1% de probabilidade.

Médias seguidas de (^{ns}) não diferem do controle pelo Teste de Dunnett a 1% de probabilidade.

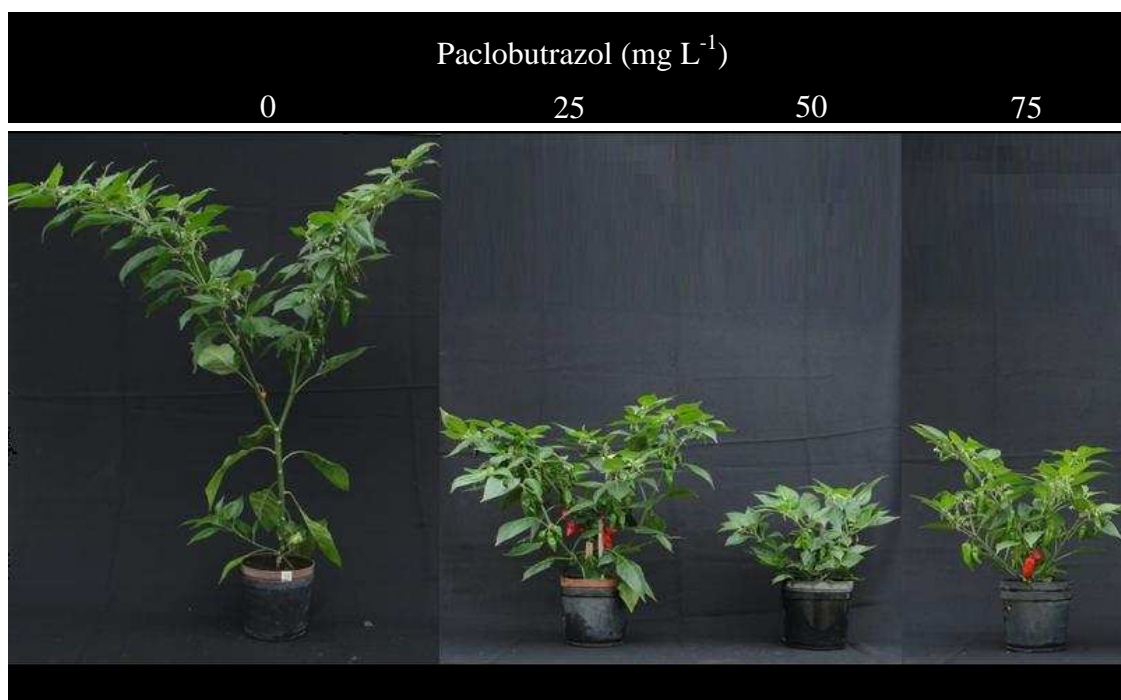


Figura 5. Aspecto visual de pimenteiras BGH 4285 tratadas com Paclobutrazol nas concentrações de 0, 25, 50, 75 mg L⁻¹ e controle.

As pimenteiras do acesso BGH 4199, tiveram sua altura reduzida com a aplicação de paclobutrazol, assim como a altura da primeira bifurcação. A aplicação de 75 mg L⁻¹ resultou na prostração da copa das plantas. No entanto, as características da copa, especificamente, a relação DL/DT e as características da folha não foram alteradas. Portanto, a aplicação de paclobutrazol neste acesso, apenas rebaixou a copa da planta para mais próximo do vaso, mantendo as mesmas características das plantas controle, com exceção do número de frutos que, em números absolutos, aumentou em 52,6% com a aplicação de paclobutrazol na concentração de 75 mg L⁻¹ (Tabela 7 e Figura 6).

Tabela 7. Características de pimenteiras BGH 4199 tratadas com Paclobutrazol. CP = concentração de paclobutrazol; AP = altura da planta; APB = altura da primeira bifurcação; DL/DT = relação diâmetro longitudinal e diâmetro transversal; CFo = comprimento da folha; LFo = largura da folha; NFo = número de folhas; NFr = número de frutos

Acesso	CP (mg L ⁻¹)	AP (cm)	APB (cm)	DL/DT	CFo (cm)	LFo (cm)	NFo	NFr
	0	89,50	38,75	0,64	14,00	6,37	163,00	27,50
BGH	25	48,00 *	11,40 *	0,82 ^{ns}	11,00 ^{ns}	5,00 ^{ns}	132,00 ^{ns}	40,00 *
4199	50	53,00 *	12,00 *	0,86 ^{ns}	12,50 ^{ns}	5,50 ^{ns}	121,50 ^{ns}	53,50 *
	75	72,75 *	16,25 *	0,59 ^{ns}	12,62 ^{ns}	5,05 ^{ns}	111,75 ^{ns}	58,00 *

Médias seguidas de (*) diferem do controle pelo Teste de Dunnett a 1% de probabilidade.

Médias seguidas de (^{ns}) não diferem do controle pelo Teste de Dunnett a 1% de probabilidade.

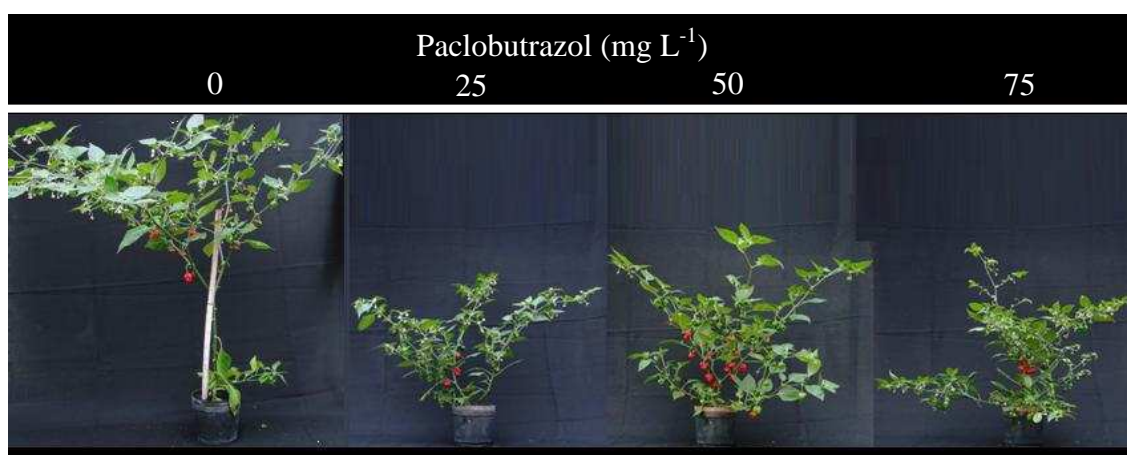


Figura 6. Aspecto visual de pimenteiras BGH 4199 tratadas com Paclobutrazol nas concentrações de 0, 25, 50, 75 mg L⁻¹ e controle.

A aplicação de paclobutrazol nas concentrações de 25 e 75 mg L⁻¹ nas pimenteiras do acesso BGH 4355 reduziu a altura das plantas e a altura da primeira bifurcação, no entanto, essa redução não foi suficiente para enquadrá-las nos padrões comerciais da Veiling Holambra. O padrão da copa também não foi alterado com a aplicação do regulador, não havendo diferença significativa na relação DL/DT. O número e o comprimento das folhas também não foram alterados e o número de frutos não obedeceu a um comportamento associativo, no qual as aplicações de paclobutrazol nas concentrações de 25 e 50 mg L⁻¹, reduziram em média 64,5% o número de frutos por planta, ao passo que a aplicação de 75 mg L⁻¹ manteve o número de frutos igual aos da planta controle (Tabela 8 e Figura 7).

Tabela 8. Características de pimenteiros BGH 4355 tratadas com Paclobutrazol. CP = concentração de paclobutrazol; AP = altura da planta; APB = altura da primeira bifurcação; DL/DT = relação diâmetro longitudinal e diâmetro transversal; CFo = comprimento da folha; LFo = largura da folha; NFo = número de folhas; NFr = número de frutos

Acesso	CP (mg L ⁻¹)	AP (cm)	APB (cm)	DL/DT	CFo (cm)	LFo (cm)	NFo	NFr
	0	108,50	36,00	0,76	14,87	7,82	166,25	15,50
BGH	25	81,25 *	20,00 *	0,49 ^{ns}	13,02 ^{ns}	7,00 ^{ns}	148,00 ^{ns}	4,75 *
4355	50	96,00 ^{ns}	15,50 *	0,69 ^{ns}	14,30 ^{ns}	7,24 ^{ns}	140,25 ^{ns}	6,00 *
	75	77,00 *	13,75 *	0,65 ^{ns}	11,67 ^{ns}	4,87 *	136,00 ^{ns}	13,25 ^{ns}

Médias seguidas de (*) diferem do controle pelo Teste de Dunnett a 1% de probabilidade.

Médias seguidas de (^{ns}) não diferem do controle pelo Teste de Dunnett a 1% de probabilidade.

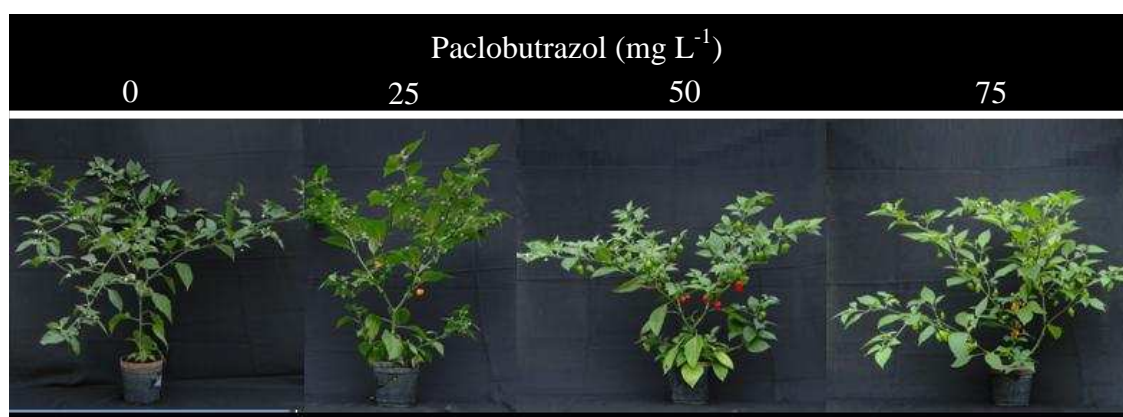


Figura 7. Aspecto visual de pimenteiros BGH 4355 tratadas com Paclobutrazol nas concentrações de 0, 25, 50, 75 mg L⁻¹ e controle.

A aplicação de 75 mg L⁻¹ de paclobutrazol no acesso BGH 6371 reduziu a altura da primeira bifurcação 82,0%, mas não houve alteração na altura total das plantas (Tabela 9 e Figura 8).

O número de folhas foi reduzido em média em 44,3% com a aplicação de paclobutrazol neste acesso e as demais características não apresentaram diferença significativa pelo Teste de Dunnett a 1% de probabilidade.

Tabela 9. Características de pimenteiras BGH 6371 tratadas com Paclobutrazol. CP = concentração de paclobutrazol; AP = altura da planta; APB = altura da primeira bifurcação; DL/DT = relação diâmetro longitudinal e diâmetro transversal; CFo = comprimento da folha; LFo = largura da folha; NFo = número de folhas; NFr = número de frutos

Acesso	CP (mg L ⁻¹)	AP (cm)	APB (cm)	DL/DT	CFo (cm)	LFo (cm)	NFo	NFr
	0	82,00	39,50	0,77	17,82	8,12	125,50	30,25
BGH	25	61,25 ^{ns}	28,25 [*]	0,61 ^{ns}	16,40 ^{ns}	8,50 ^{ns}	75,50 [*]	28,25 ^{ns}
6371	50	66,75 ^{ns}	26,00 [*]	0,62 ^{ns}	16,60 ^{ns}	7,50 ^{ns}	77,75 [*]	30,75 ^{ns}
	75	59,25 ^{ns}	18,02 [*]	0,63 ^{ns}	18,00 ^{ns}	7,62 ^{ns}	52,75 [*]	18,75 ^{ns}

Médias seguidas de (*) diferem do controle pelo Teste de Dunnett a 1% de probabilidade.

Médias seguidas de (^{ns}) não diferem do controle pelo Teste de Dunnett a 1% de probabilidade.

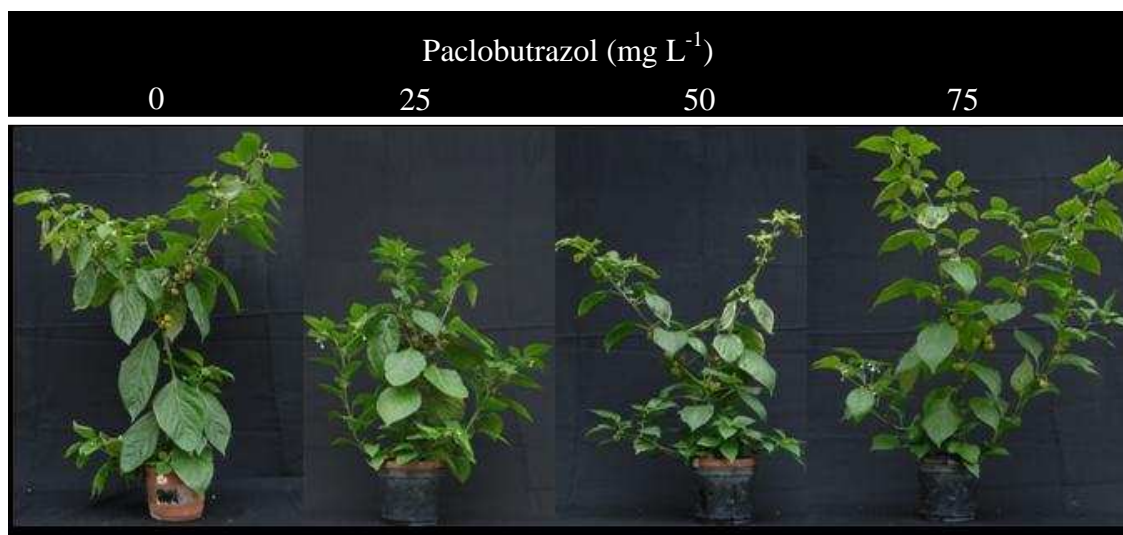


Figura 8. Aspecto visual de pimenteiras BGH 6371 tratadas com Paclobutrazol nas concentrações de 0, 25, 50, 75 mg L⁻¹ e controle.

4. DISCUSSÃO

A redução do crescimento em altura das plantas e da altura da primeira bifurcação observadas com a aplicação de paclobutrazol ocorre, basicamente, devido à inibição da síntese de giberelinas, que são responsáveis pela expansão e alongação de células do meristema que irá formar o entrenó (BARRET, 1994; RADEMACHER, 1991, BASRA, 2000; TAIZ & ZEIGER, 2004).

Em trabalho realizado por Grossi et al. (2005), foi observado que a aplicação de paclobutrazol em pimenteira Pitanga (*Capsicum chinense*) também controlou o crescimento das plantas e que em concentrações mais elevadas ocorreram sintomas de toxicidade, como folhas quebradiças e plantas com porte anão. Tais resultados demonstram que a eficiência do regulador é dependente da concentração do princípio ativo, da espécie, cultivar, estágio de desenvolvimento das plantas e modo de aplicação (RADEMACHER, 2000).

França (2015) concluiu que a concentração de 20 mg L⁻¹ de PBZ em pimenteiras Bode Amarela e no acesso 2345PB proporcionou altura adequada à ornamentação, sem alterar as características dos frutos e sem apresentar sintomas de fitotoxicidade. A mesma concentração (20 mg L⁻¹) aplicada na variedade Iracema e no acesso 2334PB causaram acentuados sintomas de toxicidade; folhas encarquilhas e quebradiças.

Gent (1995), Francescangeli et al. (2007), Wanderley et al. (2014) e Carvalho (2010) também observaram respostas variadas na redução da altura das plantas de diferentes genótipos em relação a aplicação de doses do retardante em azaléia, lírio, girassol e mini rosas, respectivamente.

De acordo com Sachs & Hackett (1976), Barbosa (2003) e Brum et al. (2007), a altura das plantas ornamentais cultivadas em vasos deve ser de 1,5 a 2 vezes a altura do mesmo, ou seja, entre 15 e 20 cm para vasos de 10 cm, como no presente trabalho. Esta altura foi obtida com a dose de 25 mg L⁻¹ nos acessos BGH 1032, BGH 1039, BGH 4285, BGH 6371 e BGH 7073.

A redução do número de frutos por planta observada nos acessos BGH 1023, BGH 1039, BGH 7073, MG e BGH 4355, é explicada pela diminuição da própria copa e, conseqüentemente, de ramos produtivos (redução do crescimento vegetativo) associado a mudança no padrão de distribuição de fotoassimilados, desviando-os para o desenvolvimento reprodutivo (KHALIL; ALI, 2013). O PBZ, portanto, inibindo a biossíntese de ácido giberélico (RADEMACHER, 2000) pode causar o atraso no

florescimento e, conseqüentemente, menor número de frutos na planta. Apesar das pimentadeiras ornamentais, que têm os frutos como principal elemento decorativo, terem sofrido redução no número de frutos por planta na menor dose, não tiveram sua qualidade ornamental afetada, uma vez que a redução foi proporcional à altura das plantas.

A relação DL/DT não foi significativa para nenhuma concentração de PBZ nos genótipos avaliados. No entanto, o diâmetro das plantas foi reduzido com a aplicação de PBZ, concordando com Grossi et al. (2005), Tinoco et al. (2011) e Bosch (2014). Esta redução no diâmetro das plantas está diretamente relacionada com a redução do alongamento dos internódios devido à inibição da biossíntese da giberelina. A redução do diâmetro da planta a deixa mais compacta, evitando assim que o substrato fique aparente ao observá-la de cima. Essa característica é desejável e já serve como padrão de qualidade para plantas ornamentais envasadas como crisântemo, flor de maio, gérbera e kalanchoe (IBRAFLOR, 2014).

5. CONCLUSÕES

- 1) Nos acessos BGH 4285, BGH 7073, MG 302, BGH 1032 e BGH 1039, a aplicação de paclobutrazol na concentração de 25 mg L^{-1} é o mais indicado; resultando em plantas com melhores características ornamentais.
- 2) A aplicação de paclobutrazol não melhorou as características ornamentais dos acessos BGH 4199 e BGH 4355. No acesso BGH 6371, a aplicação de paclobutrazol mostrou-se sem efeito.

6. LITERATURA CITADA

- BARRET, J.E.; BARTUSKA, C.A. & NELL, T.A. Comparison of paclobutrazol drench and spike applications for height control of potted floriculture crops. **HortScience**, v.29, p.893-895, 1994.
- BASRA, A. S. Plant Growth Regulators in Agriculture and horticulture: their role and commercial uses. 1. ed. New York: **Food Products Press**. 2000. p. 262.
- BRUM, B.; SANTOS, V. J. DOS; RODRIGUES, M. A.; BELLÉ, R. A. Crescimento, duração do ciclo e produção de inflorescências de crisântemo multiflora sob diferentes números de despontes e tamanhos de vasos. **Ciência Rural**, v. 37, n. 3, p. 682-689, 2007.
- CARVALHO, M.P. **Retardantes de crescimento na produção, qualidade e plasticidade anatômica de roseiras de vaso**. Dissertação da Universidade Federal de Viçosa, 2010.
- CRISÓSTOMO, J.R. et al. **Cultivo de Pimenta Tabasco no Ceará, Embrapa Agroindústria Tropical**: Fortaleza. 2006. 34p.
- CURREY C.J.; LOPEZ R.G. Applying plant growth retardants for height control. In: Commercial greenhouse and nursery production. **Purdue Extension**, 2009, 10p.
- FINGER F.L.; RÊGO E.R.; SEGATTO F.B.; FERREIRA N.F.; RÊGO M.M. Produção e potencial de mercado para pimenta ornamental. **Informe Agropecuário**, 33: 14-20, 2012.
- FRANÇA, C.F.M. **Produção em vaso e pós-colheita de hastes de pimentas ornamentais (Capsicum spp.)**. Tese de doutorado. Departamento de Fitotecnia. Universidade Federal de Viçosa. 2015.
- FRANCESANGELI, N.; MARINANGELI, P.; CURVETTO, N. Paclobutrazol for height control of two Liliun L.A. hybrids grown in pots. Span. **J. Agr. Res.** 5:425–430, 2007.
- GROSSI J.A.S.; MORAES P.J.; TINOCO S.A.; BARBOSA J.G.; FINGER F.L.; CECON P.R. Effects of paclobutrazol on growth and fruiting characteristics of Pitanga ornamental pepper. **Acta Horticulturae**, 683: 333-336, 2005.
- HAZARIKA B.N.; PARTHASARATHY V.A.; NAGARAJU V. Action of paclobutrazol in acclimatizing micropropagated citrus plantlets. **Indian Journal for Agricultural Research**, 36: 57-60, 2002.

- INSTITUTO BRASILEIRO DE FLORICULTURA (IBRAFLOR). Release imprensa. Campinas, 2012. 4 p. Disponível em: www.ibraflor/publicações. Acesso em: 15 abril 2016.
- POULOS, J.M. Pepper Breeding (*Capsicum* spp.): achievements, challenges and possibilities. **Plant Breeding Abstracts**, 64: no 2, 144-155, 1994.
- RADEMACHER W. Growth retardants: effects on Gibberellin biosynthesis and other metabolic pathways. **Annual Review of Plant Physiology and Molecular Biology**, 51: 501-531, 2000.
- RIBEIRO D.M.; MÜLLER C.; BEDIN J.; ROCHA G.B.; BARROS R.S. Effects of autoclaving on the physiological action of paclobutrazol. **Agricultural Sciences**, 2: 191-197, 2011.
- RIBEIRO, W.S.; COSTA, L. C. ; PINTO, C. M. F. ; SILVA, F. C. ; FINGER, F. L. Effect of pruning on ornamental value of potted pepper (*Capsicum* spp.). **Acta Horticulturae**, v. 1060, p. 249-254, 2015.
- SACHS, R.M.; HACKETT, W.P. Chemical control of flowering. **Acta Horticulturae**, v.68, p.29-49, 1976.
- SELEGUINI, A.; FARIA JÚNIOR, M.J.A.; SENO, S.; SANTOS, J.I.; SILVA, K.; LEMOS, O.L. Vida útil e qualidade de frutos de tomateiros tratados com paclobutrazol. **Revista Ceres**, 58(4), 470-475, 2011.
- STOMMEL, JR.; BOSLAND, PW. Ornamental pepper, *Capsicum* annum. In: Anderson, N. (Ed.). **Flower Breeding and Genetics: Issues, Challenges and opportunities for the 21 st Century**. Dordrecht, The Netherlands: Springer, p. 561-599, 2006.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2004. p.449-484.
- TINOCO, S. A.; GROSSI, J. A. S.; AZEVEDO, A. A.; BARBOSA, J. G.; SANTOS, N. T. Produção e qualidade de plantas de gerânio zonal (*Pelargonium x hortorum* L. H. Bailey) em resposta à aplicação de clomequat, daminozide e paclobutrazol via foliar. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 17, n. 2, p. 149-158, 2011.
- WANDERLEY, C. S.; FARIA, R. T.; REZENDE, R. Crescimento de girassol como flor em vaso em função de doses de paclobutrazol. **Revista Ceres**, v. 61, n. 1, p. 35-41, 2014.

CAPÍTULO II

Avaliação da sensibilidade de pimenteiros ornamentais envasadas ao etileno.

RESUMO

RIBEIRO, Wellington Souto, Sc.D., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2016.
Avaliação da sensibilidade de pimenteiros ornamentais envasadas ao etileno.
Orientador: Fernando Luiz Finger.

As plantas do gênero *Capsicum* apresentam diferentes níveis de sensibilidade ao etileno. O conhecimento desta variabilidade pode ser definitivo no planejamento de metodologias de pós-produção de pimenteiros em vaso e ser de grande ajuda nos programas de melhoramento genético. Nesta pesquisa, avaliou-se a sensibilidade ao etileno de sete genótipos de pimenteiros ornamentais (variedades comerciais e acessos do Banco de Germoplasma da Universidade Federal de Viçosa e da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais). Após a exposição das pimenteiros a $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno por 48 horas, observou-se que as flores foram altamente sensíveis ao etileno exógeno em todos os genótipos com exceção da 'Pimenta colorida' que foi moderadamente sensível. Com relação a abscisão de folhas, a 'Pimenta colorida' e o 'Pimentão ornamental' são classificados como altamente sensíveis a aplicação de etileno; o genótipo 'Pimenta Salsa Roxa' moderadamente sensível e os demais genótipos insensíveis ao hormônio. Já os frutos responderam com o aceleração da coloração, com exceção da 'Pimenta laranja' e 'Laranja Ornamental'. Quando abscindiam, as maiores taxas foram observadas para os frutos verdes, seguidos pelos frutos verde-maduro e maduros.

ABSTRACT

RIBEIRO, Wellington Souto, Sc.D., Universidade Federal de Viçosa, July of 2016.

Evaluation of the sensitivity of ornamental pepper to ethylene. Advisor: Fernando Luiz Finger.

There are different ethylene sensitivity levels in *Capsicum* genus. The knowledge of this variability can be definitive in post production methodologies and can be useful in breeding programs. In this study, we evaluated the ethylene sensitivity of the seven genotypes of ornamental pepper (commercial varieties and access of the Germplasm Bank of Universidade Federal de Viçosa). After exposure of $10\mu\text{L L}^{-1}$ of ethylene for 48 hours, was observed that the flowers were highly sensitive to ethylene in all varieties except of *Pimenta colorida* (moderately susceptible). Regarding the abscission of leaves, *Pimenta colorida* and *Pimentão ornamental* were classified as highly sensitive to exogenous ethylene; the *Pimenta salsa roxa* was moderately sensitive, the other genotypes were insensitive. Already the fruits responded by accelerating of color, except for the *Pimenta laranja* and *Laranja ornamental*. When abscindiam, the highest rates were observed for the green fruit, followed by green-mature and mature fruits

1. INTRODUÇÃO

Dentre fatores que afetam a qualidade ornamental e a longevidade das pimenteiras ornamentais, o transporte é um dos principais. Nas condições em que o transporte ocorre no Brasil, geralmente em caminhões baú, no escuro, sem ventilação e irrigação, por mais de 48 horas, além do acúmulo e exposição das plantas ao etileno presente no ar circundante (gases de exaustão ou transporte junto a frutas maduras), comprometem a qualidade e durabilidade comercial das plantas (JUNQUEIRA & PEETZ, 2005).

A exposição das plantas ao etileno pode causar a abscisão de folhas, flores e frutos. O etileno se acumula nos espaços de ar entre o receptáculo e o fruto, onde pode coordenar a taxa de abscisão nas múltiplas zonas através da atividade combinada de diferentes enzimas degradativas, várias das quais são reguladas por esse hormônio. Porém, a concentração de etileno requerida para causar estes efeitos é dependente de fatores como o tempo de exposição, temperatura, estágio de desenvolvimento e sensibilidade da espécie ou variedade (HOYER, 1996; CHITARRA & CHITARRA, 2005).

Plantas do gênero *Capsicum* apresentam diferentes níveis de sensibilidade ao etileno. Este hormônio desencadeia uma série de respostas deletérias nas pimenteiras em vaso, dentre elas a abscisão de frutos e folhas em grau diferenciado como reação a sensibilidade do genótipo ao gás. Porém outros efeitos são visíveis, como a aceleração da degradação de clorofila, aceleração do aparecimento da cor e senescência das flores (HOYER, 1996; BEAUDRY & KAYS 1998; KRAJAYKLANG et al., 2000; BRACKMANN et al., 2005; SEGATTO et al., 2013).

Segatto et al. (2013) verificaram que os genótipos das pimenteiras ornamentais BGH 1039, BGH 7073, Calypso e MG 302 apresentam diferentes níveis de sensibilidade ao etileno, sendo as plantas da cultivar Calypso e do acesso BGH 1039 são classificados como altamente sensíveis. A cultivar Calypso é uma pimenteira ornamental de elevado valor comercial devido à grande beleza ornamental como planta de vaso, porém quando exposta a $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno de 24 a 48 horas há abscisão de 100% das folhas. Os autores verificaram que há variações nas respostas dos diferentes genótipos à concentração e ao tempo de exposição ao gás, no qual as plantas de pimenteira ornamental da espécie *Capsicum annuum* acesso BGH 1039 e cultivar Calypso são mais sensíveis ao tempo de exposição ao etileno do que a concentração.

Nesse contexto, o objetivo desse estudo foi avaliar a sensibilidade de genótipos contrastantes de pimenteira ornamental a ação do etileno e os seus efeitos sobre a qualidade ornamental das plantas cultivadas em vaso.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Matéria prima

O experimento foi desenvolvido na casa de vegetação do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa e Laboratório de Pós-colheita durante o período de julho de 2013 a abril de 2014. Foram avaliados seis genótipos (variedades comerciais e acessos do Banco Germoplasma de Viçosa) e um acesso do Banco de Germoplasma da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (Tabela 1).

Tabela 1. Identificação das variedades e espécie dos acessos utilizados no experimento

Variedades	Espécie
1. Pimentão Ornamental	Capsicum annuum
2. Pimenta Colorida	Capsicum annuum
3. Pimenta Ornamental Laranja	Capsicum annuum
4. Pimenta Salsa Roxa	Capsicum annuum
5. Pimenta Laranja	Capsicum annuum
6. MG	Capsicum annuum
7. BGH 7073	Capsicum annuum

As mudas de pimenteiras foram produzidas em ambiente protegido, em bandejas de poliestireno preenchidas com substrato comercial Bioplant®. Quando atingiram dois a três pares de folhas foram transplantadas para vasos de 900 mL (11 cm de altura, 9,5 cm de diâmetro basal, 13,5 cm diâmetro superior), preenchidas com substrato comercial Bioplant®. No plantio, o substrato foi fertilizado com 2,5 g do formulado 0-10-10. No decorrer do experimento, foram efetuadas adubações a cada 20 dias com 10g do formulado NPK 10-0-10. A rega, da semeadura até o transplântio, foi realizada uma vez por dia com quantidade de água suficiente para iniciar o escoamento na parte inferior da bandeja. Do transplântio até o pegamento das mudas, o substrato foi regado

com 150 mL de água/vaso diariamente. Do período de estabelecimento inicial das mudas até o final do experimento, os substratos foram regados diariamente com 150 mL de água/vaso, depositada diretamente no substrato, com molhamento eventual das folhas. O tutoramento das plantas foi realizado quando necessário e o manejo de plantas daninhas foi realizado manualmente sempre que necessário.

2.2. Aplicação do etileno

As plantas foram levadas ao laboratório de pós-colheita do Departamento de Fitotecnia no ponto ideal de comercialização caracterizado por 50% da população com pelo menos 30% dos frutos completamente amadurecidos, determinado visualmente (frutos com o tamanho máximo de crescimento e formato típico de cada espécie, com a cor específica demandada pelo mercado e sem murcha). No laboratório, as plantas foram acondicionadas em câmaras de 60 L hermeticamente fechadas, no escuro, simulando o transporte, e expostas a aplicação de $0,0 \mu\text{L L}^{-1}$ e $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno por 48 horas (SEGATTO et al., 2013)

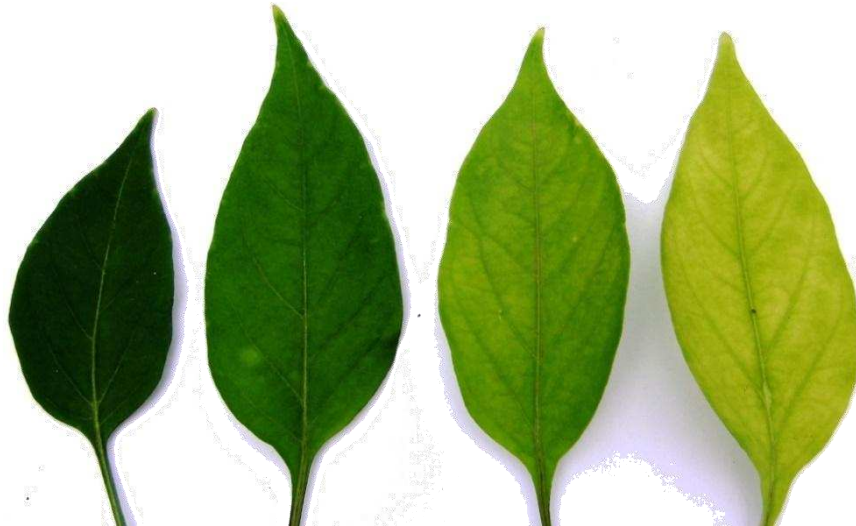
2.1. Fase de Pós-produção

Após a aplicação do etileno, as plantas foram transferidas para o interior de uma sala a $20 - 25^\circ \text{C}$ e $7 - 10 \mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$ de luz fluorescente, simulando o interior de lojas, supermercados e residências. Esta fase foi determinada pelos dias compreendidos entre a retirada das plantas da câmara até o dia em que elas apresentaram-se comercialmente inadequadas, ou seja, quando apresentaram 50% de abscisão de folhas e/ou frutos e/ou 50% de senescência de folhas. O reconhecimento de senescência das folhas foi obtido agrupando os genótipos de acordo com um padrão em comum de senescência em:

Grupo I: Folhas escuras que não amarelecem durante a senescência, mas apresentam necrose as margens do limbo foliar.



Grupo II: Folhas claras que amarelecem durante a senescência



2.2. Percentagem de abscisão acumulada de folhas, frutos e flores

A porcentagem de abscisão acumulada de folhas, frutos e flores foi determinada pela contagem total das folhas, frutos e flores antes da aplicação do etileno e após a aplicação de etileno. Para a contagem das flores foram considerados os botões florais fechadas, em antese e completamente abertos e fertilizados. Os frutos foram separados pelo estágio de maturação em verde, verde-maduro e maduro.

2.3. Classificação da sensibilidade das pimenteiras ornamentais ao etileno

A sensibilidade das flores, folhas e frutos das pimenteiras ao etileno foi determinada pela percentagem de abscisão (PA). Quando $PA \leq 10\%$ = insensíveis, quando $10\% < PA \leq 50\%$ = moderadamente sensível e quando $PA > 50\%$ = altamente insensível.

2.4. Análise dos dados

Na análise dos dados foi realizada análise descritiva para cada genótipo ao longo do tempo.

3. RESULTADOS

3.1. Pimenta colorida (*Capsicum annuum*)

Na aplicação de $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno por 48 horas houve 100% de abscisão acumulada de flores, associado a 53,0% de abscisão acumulada de folhas e 27,8% de abscisão acumulada de frutos (Figuras 1 e 8). Do total de frutos caídos, 87,1% estavam em estágio de maturação verde e 19,9% em estágio de maturação verde-maduro. Não foi observada a queda de fruto maduro após a aplicação de $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno. Ficou evidente que após a aplicação $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno por 48 horas, houve a aceleração do aparecimento da cor vermelha nos frutos verde e verde maduro. Considerando estes parâmetros, as plantas estavam inadequadas para a comercialização logo após a retirada da câmara, contrastando com os seis dias de vida de prateleira das plantas controle.

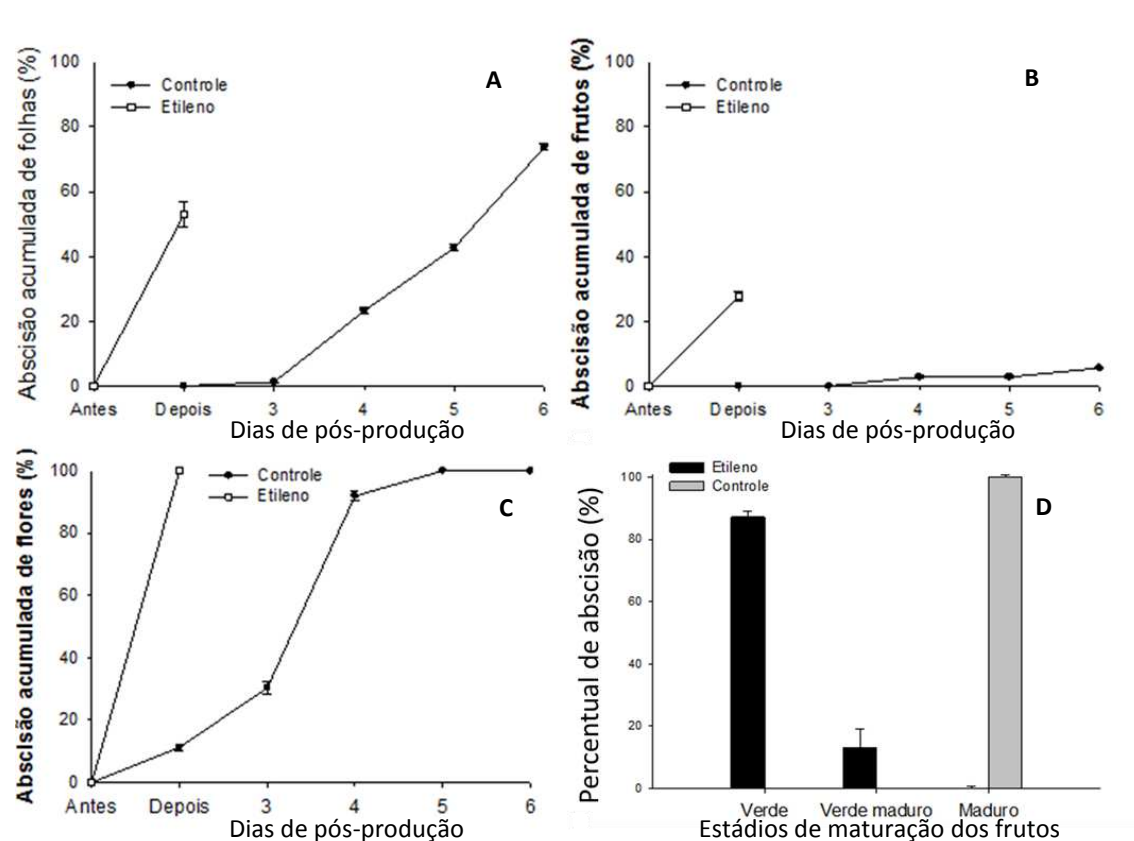


Figura 1. Porcentagem acumulada de abscisão de folhas (A), frutos (B) e flores (C) da Pimenta colorida (*Capsicum annuum*) antes e depois a aplicação de $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno e durante a fase de pós-produção. (D) Porcentagem de abscisão de frutos maduros, verde maduros e maduros após a aplicação de $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno por 48 horas. As barras verticais significam o desvio padrão da média (n=3).

3.2.Pimentão Ornamental (*Capsicum annuum*)

O percentual de abscisão acumulada de folhas foi de 78,7%, o de flores 44,4% e o de frutos foi de 5,4%. Do total de frutos caídos, 87,1% eram frutos em estágio de maturação verde e 12,9% de frutos em estágio de maturação verde-maduro. Após a retirada da câmara, algumas folhas que persistiram na planta apresentavam-se amarelcidas (Figuras 2 e 8). Também ficou evidente que os frutos em estágio de maturação verde-maduro que persistiram na planta, tiveram a intensificação da cor com a aplicação de $10 \mu\text{L L}^{-1}$. Não foi observado abscisão de frutos nas plantas controle. Este genótipo durou apenas um dia após a aplicação do etileno por 48 horas, enquanto que as plantas controle duraram cinco dias em condição de bancada.

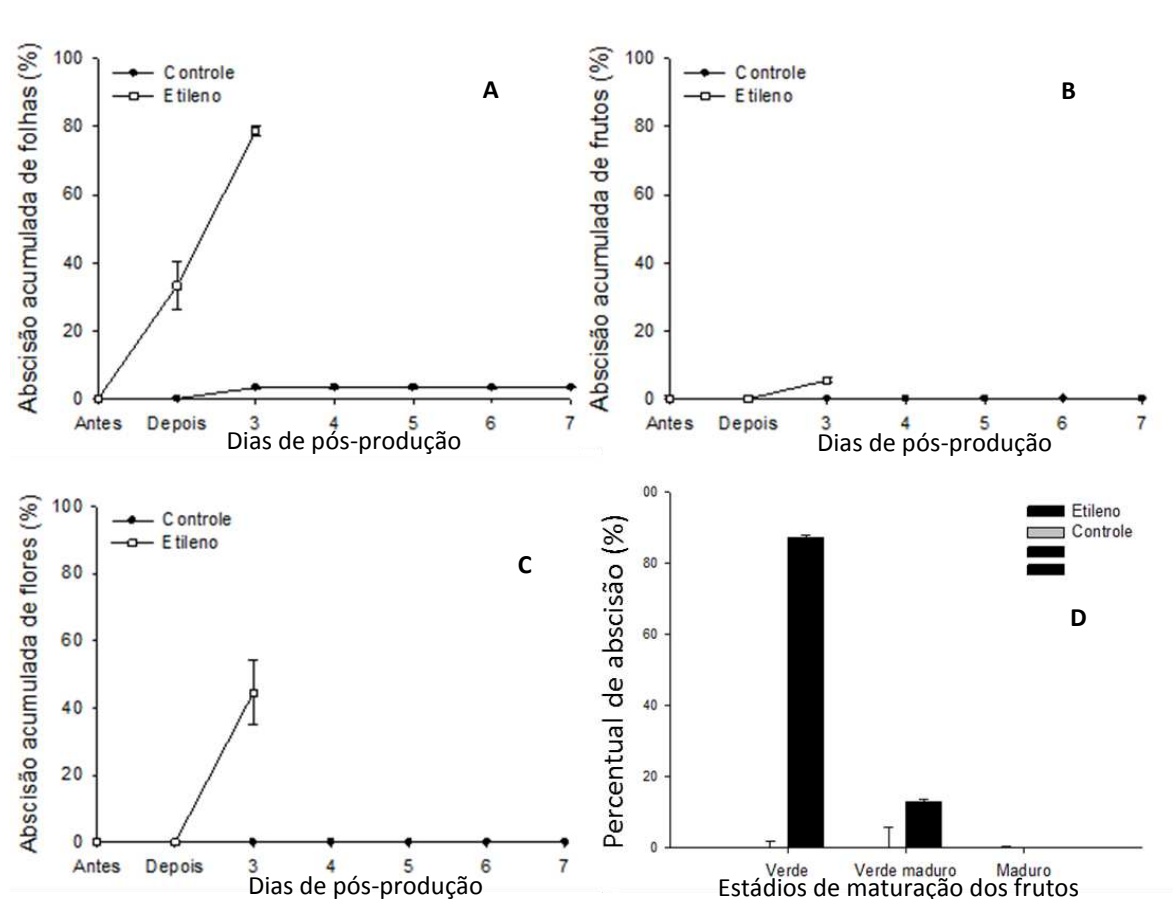


Figura 2. Porcentagem acumulada de abscisão de folhas (A), frutos (B) e flores (C) da Pimentão Ornamental (*Capsicum annuum*) antes e depois a aplicação de $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno e durante a fase de pós-produção. (D) Porcentagem de abscisão de frutos maduros, verde maduros e maduros após a aplicação de $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno por 48 horas. As barras verticais significam o desvio padrão da média (n=3).

3.3. Pimenta Laranja (*Capsicum annuum*)

As flores desta variedade foram mais sensíveis ao etileno que as folhas e os frutos, resultando em 100% de abscisão acumulada de flores, seguido por 8,5% de abscisão acumulada de folhas e 4,1% de abscisão acumulada de frutos após a aplicação de $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno por 48 horas (Figuras 3 e 8). Também foi observado nas plantas controle 100% de abscisão de flores, ao passo que as folhas e frutos não apresentaram percentuais de abscisão representativos, durante cinco dias de vida de prateleira; já a abscisão observada nas plantas controle ao sétimo dia de prateleira foi devido, essencialmente, ao processo de senescência e abscisão foliar relacionado às condições de baixa radiação ($8\text{-}10 \mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$ luz fluorescente) no interior do ambiente ao qual as plantas foram submetidas após tratamento. Ao contrário dos demais genótipos avaliados, na Pimenta laranja, não foi observado alteração ou intensificação da coloração dos frutos após a aplicação de etileno exógeno, independente do estágio de maturação dos frutos, visto que na mesma planta haviam frutos em diferentes estádios de maturação.

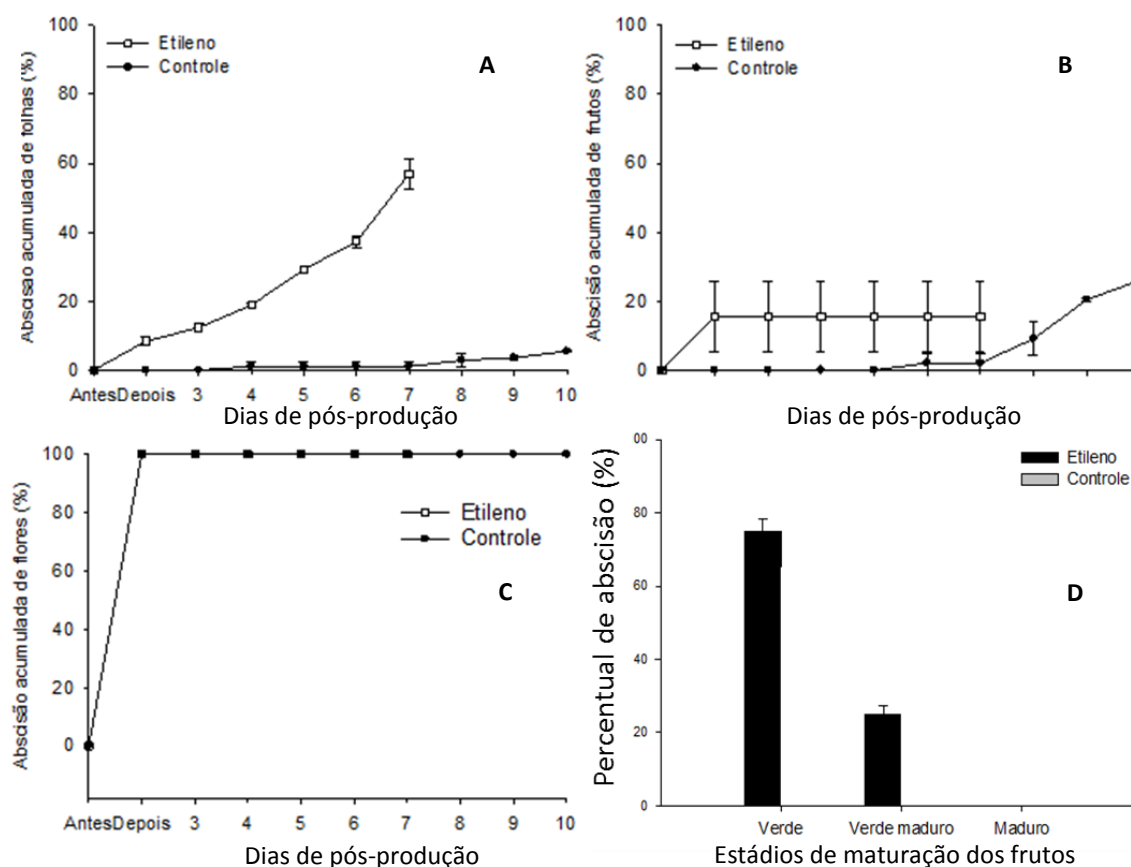


Figura 3. Porcentagem acumulada de abscisão de folhas (A), frutos (B) e flores (C) da Pimenta Laranja (*Capsicum annuum*) antes e depois a aplicação de $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno e durante a fase de pós-produção. (D) Porcentagem de abscisão de frutos maduros, verde maduros e maduros após a aplicação de $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno por 48 horas. As barras verticais significam o desvio padrão da média (n=3).

3.4.Pimenta Laranja Ornamental (*Capsicum annuum*)

Na variedade comercial Pimenta laranja ornamental, não foi observada diferença de abscisão entre plantas submetidas ao etileno e plantas controle. Frutos e flores tiveram 0% e 100% de abscisão respectivamente. Para esta variedade, a vida útil de prateleira foi de sete dias tanto para as plantas expostas ao etileno quando as plantas controle (Figuras 4 e 8).

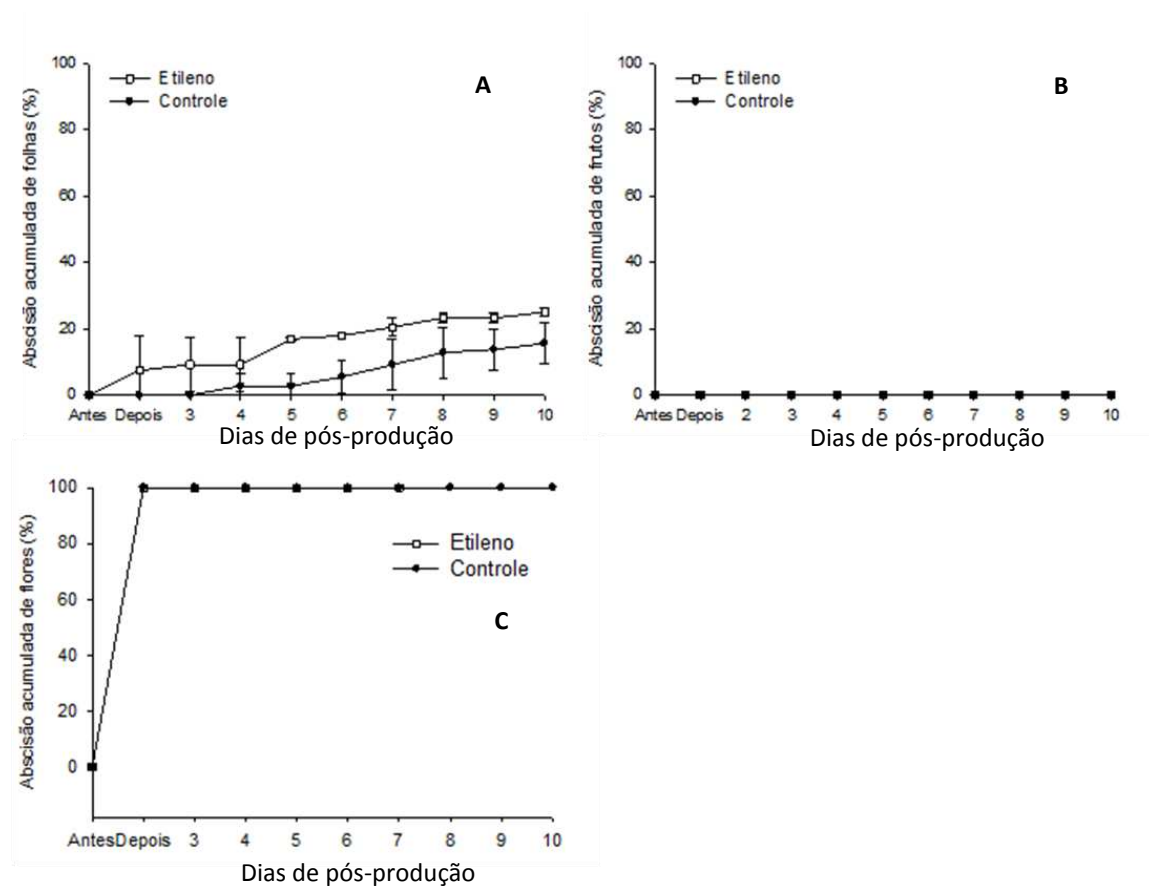


Figura 4. Porcentagem acumulada de abscisão de folhas (A), frutos (B) e flores (C) da Pimenta Laranja Ornamental (*Capsicum annuum*) antes e depois a aplicação de $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno e durante a fase de pós-produção. As barras verticais significam o desvio padrão da média (n=3).

3.5.Pimenta salsa roxa (*Capsicum annuum*)

Após a aplicação de $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno por 48 horas, houve 100% de abscisão de flores, 25,54% de abscisão de frutos e apenas 2,30% de abscisão de folhas (Figura 5 e 8).

Do total de frutos caídos das plantas submetidas ao etileno, a maior proporção foi de frutos em estágio de maturação verde (80,00%) e verde-maduro (16,00%). Ao passo que nas plantas controle, a maior percentagem de abscisão foi de frutos em estágio de maturação maduros (68,00%).

Para a variedade Pimenta salsa roxa, a vida de prateleira foi de oito dias para as plantas controle em contraste com seis dias para as plantas expostas ao etileno exógeno.

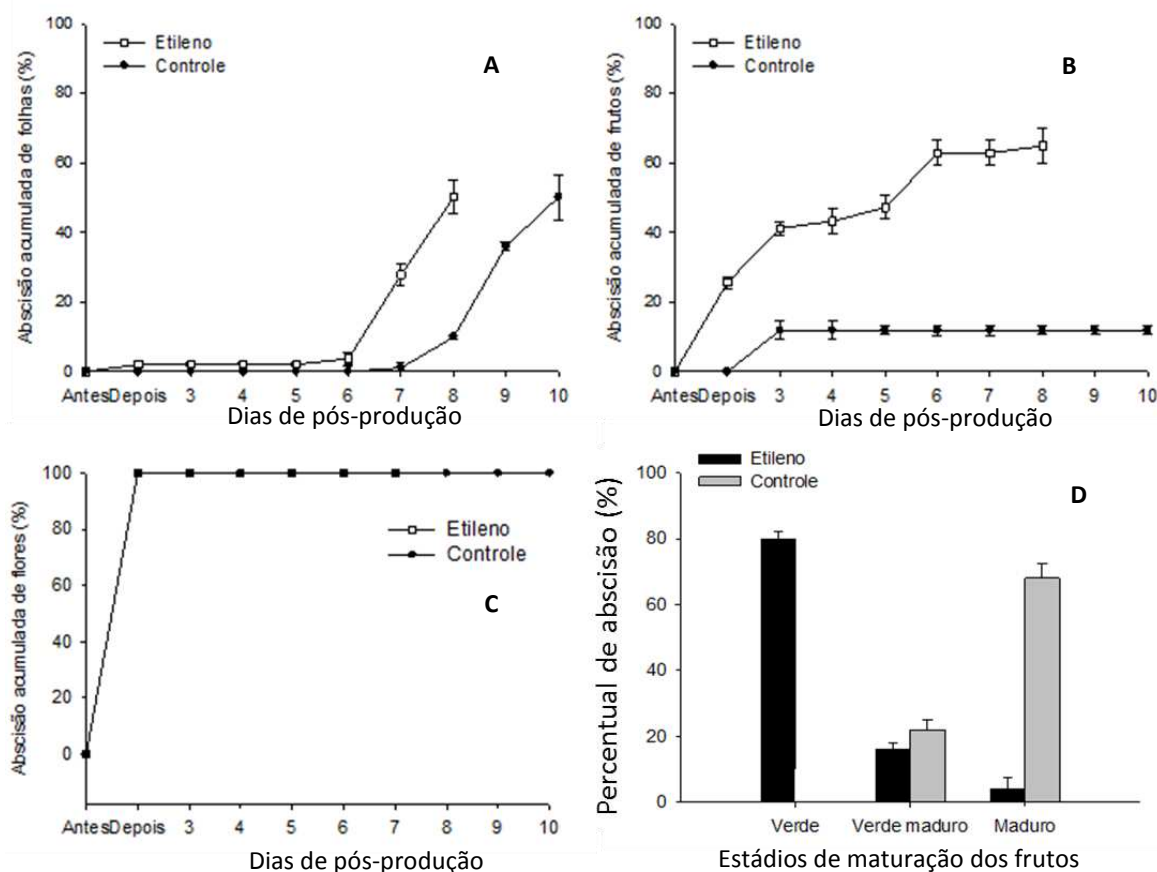


Figura 5. Porcentagem acumulada de abscisão de folhas (A), frutos (B) e flores (C) da Pimenta Salsa Roxa (*Capsicum annuum*) antes e depois a aplicação de $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno e durante a fase de pós-produção. (D) Porcentagem de abscisão de frutos

maduros, verde maduros e maduros após a aplicação de $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno por 48 horas. As barras verticais significam o desvio padrão da média ($n=3$).

3.6.MG 302

A aplicação de $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno por 48 horas, causou 100% de abscisão acumulada de flores, enquanto que a abscisão de folhas e frutos apresentaram um comportamento semelhante ao encontrado para as plantas controle, não ultrapassando 10% de abscisão (Figuras 6 e 8).

Com relação aos frutos caídos, tanto nas plantas controle quanto naquelas submetidas ao tratamento com etileno, apenas os frutos em estágio de maturação verde caíram. Também ficou evidente que após a aplicação $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno por 48 horas, houve a aceleração do aparecimento da cor vermelha nos frutos verde e verde maduro. Não houve diferença na vida de prateleira das plantas expostas ao etileno e o controle.

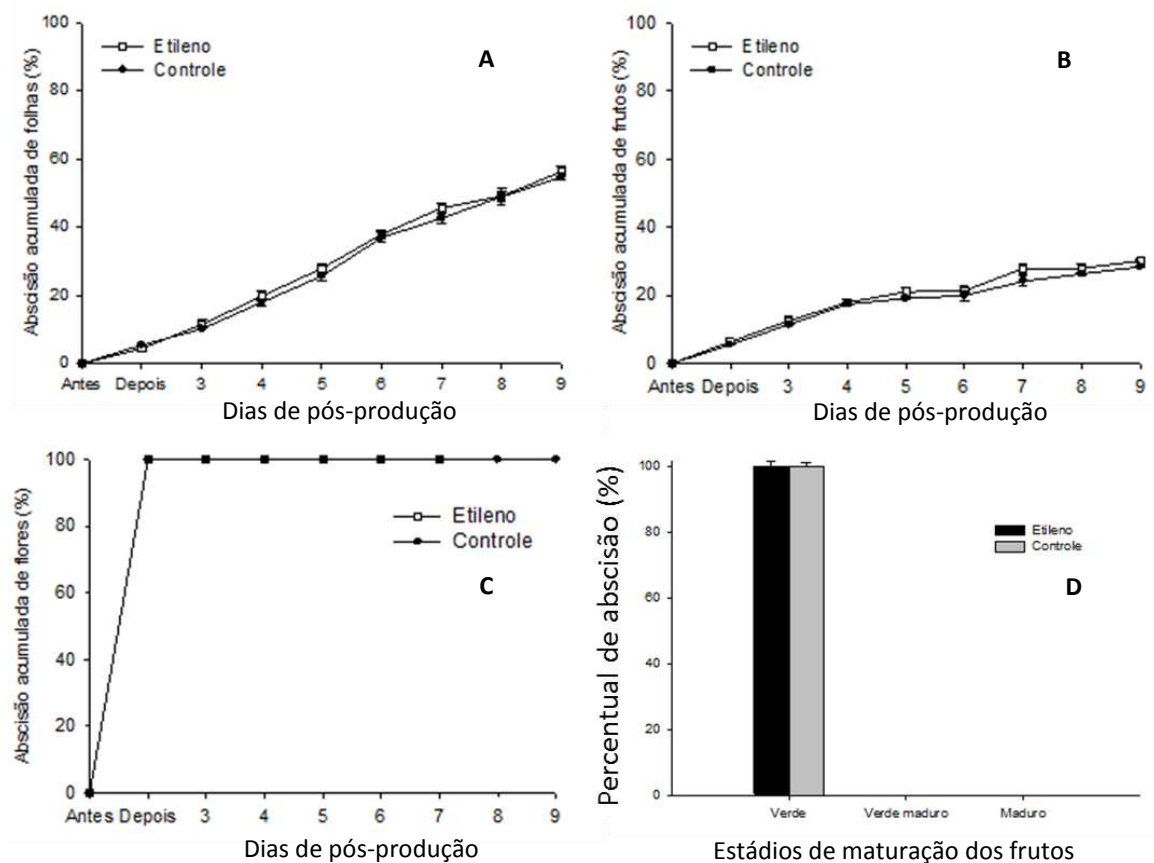


Figura 6. Porcentagem acumulada de abscisão de folhas (A), frutos (B) e flores (C) da Pimenta MG 302 (*Capsicum annuum*) antes e depois a aplicação de $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno e durante a fase de pós-produção. (D) Porcentagem de abscisão de frutos maduros,

verde maduros e maduros após a aplicação de $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno por 48 horas. As barras verticais significam o desvio padrão da média (n=3).

3.7.BGH 7073

Não houve abscisão de folhas no acesso BGH 7073. Com relação aos frutos, houve um percentual de abscisão de 30% nas plantas submetidas a aplicação de etileno, ao passo que nas plantas controle não houve abscisão de frutos no mesmo período. Do total de frutos caídos, 100% estavam em estágio de maturação verde. As flores, por sua vez, foram altamente sensíveis a aplicação de $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno por 48 horas, levando a 100% de abscisão acumulada de flores (Figuras 7 e 8).

Também ficou evidente que após a aplicação $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno por 48 horas, houve a aceleração do aparecimento da cor vermelha nos frutos verde e verde maduro.

Neste genótipo, não foi observada diferença na vida de prateleira entre as plantas controle e aquelas expostas a etileno exógeno.

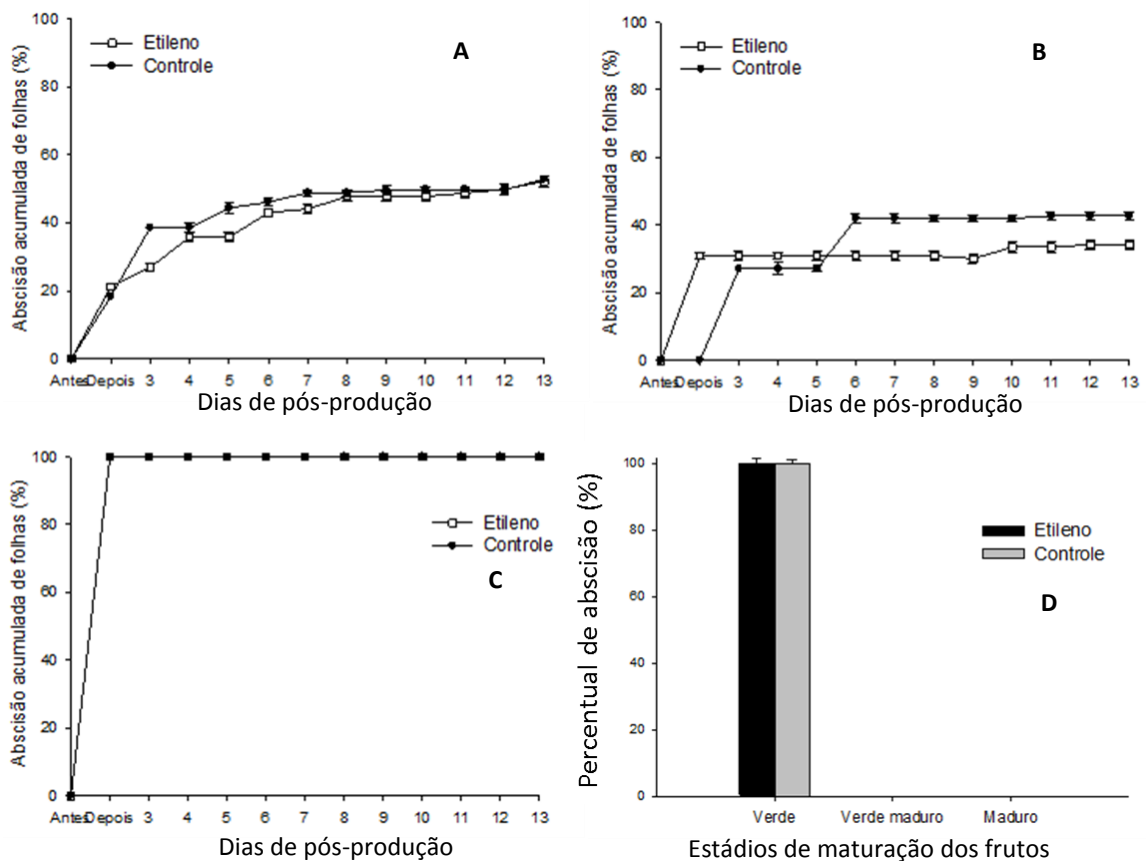


Figura 7. Porcentagem acumulada de abscisão de folhas (A), frutos (B) e flores (C) da Pimenta BGH 7073 (*Capsicum annuum*) antes e depois a aplicação de $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno e durante a fase de pós-produção. (D) Porcentagem de abscisão de frutos

maduros, verde maduros e maduros após a aplicação de $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno por 48 horas. As barras verticais significam o desvio padrão da média ($n=3$).

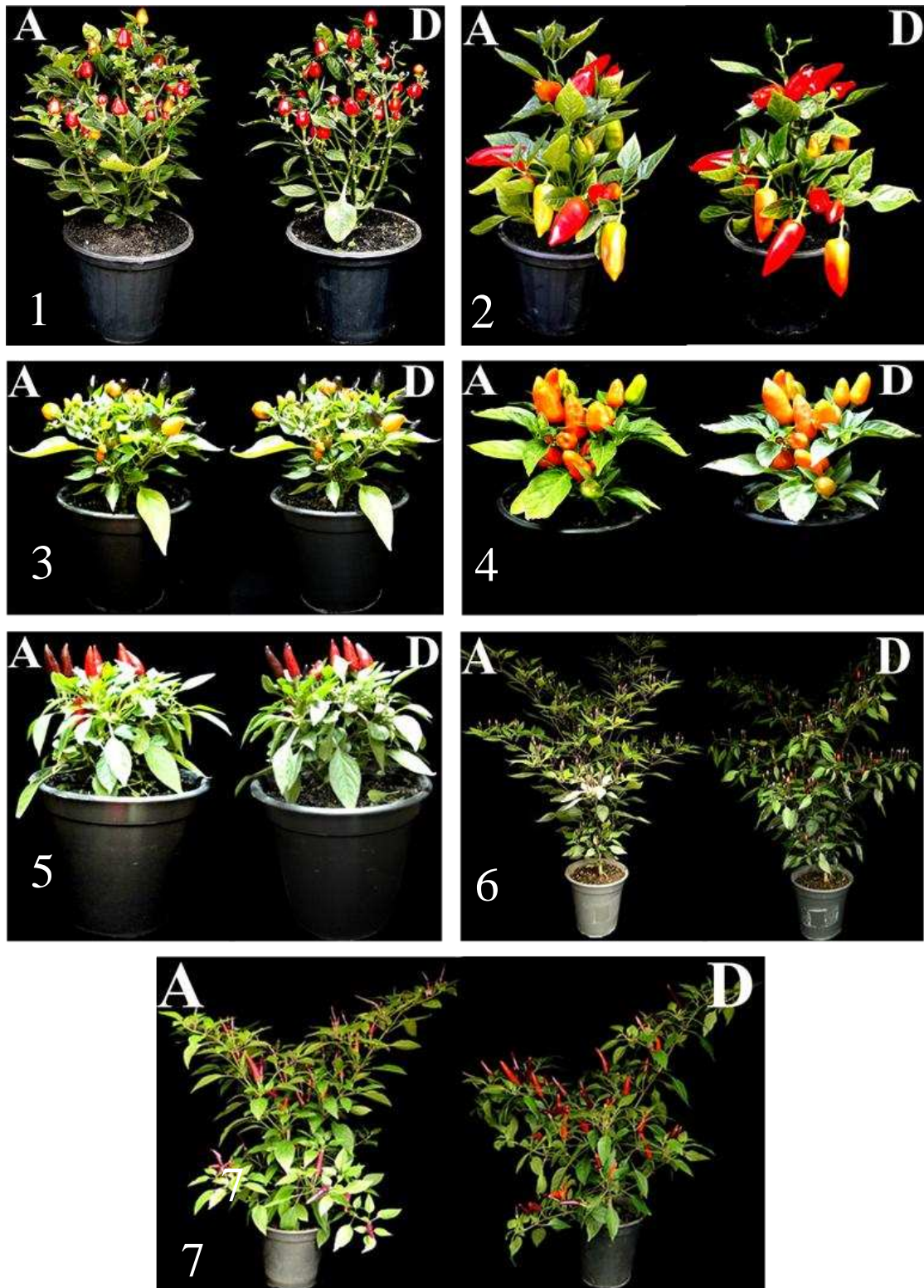


Figura 8. Aspecto geral dos genótipos Pimenta colorida (1), Pimentão Ornamental (2), Pimenta Laranja (3), Pimenta Laranja Ornamental (4), Pimenta Salsa Roxa (5), MG 302

(6) e BGH 7073 7) antes (A) e depois (D) da aplicação de $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno por 48 horas.

4. DISCUSSÃO

4.1. Sensibilidade ao etileno

Segundo Abeles et al (1992), a maioria das plantas são consideradas sensíveis ao etileno após serem expostas entre $0,5$ a $1,0 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno. Isto porque, segundo o mesmo autor, há uma similaridade nas curvas de dose/efeito, onde, genericamente: não há resposta entre $0,001 - 0,01 \mu\text{L L}^{-1}$; há efeitos perceptíveis entre $0,01 - 0,1 \mu\text{L L}^{-1}$; há 50% da resposta máxima entre $0,1 - 1,0 \mu\text{L L}^{-1}$ e saturação entre $1,0$ e $10 \mu\text{L L}^{-1}$. Por esta razão, nas condições em que o experimento foi realizado, as variedades ou os órgãos classificados como sensíveis ou insensíveis ao etileno, foram assim considerados, após a exposição a condições de concentração saturante de etileno exógeno, ou seja, plantas consideradas não respondíveis a estas concentrações ($10 \mu\text{L L}^{-1}$) de etileno podem, de fato, serem consideradas insensíveis.

Em consequência, foi observada diferentes respostas dos diferentes órgãos de uma mesma planta (flores, folhas e frutos) e entre as espécies do gênero *Capsicum*. Isto sugere diferentes níveis de sensibilidade em cada órgão em particular e, por conseguinte, diferentes intensidades de respostas. Possivelmente, isto esteja relacionado com a quantidade de receptores de etileno nos diferentes órgãos.

Em café, Ságio (2012) determinou in silico os perfis da expressão de elementos das rotas de biossíntese e sinalização do etileno em duas cultivares, uma tardia e uma precoce. As análises de expressão dos genes da biossíntese CaACO1-like e CaACO4-like e do receptor de etileno CaETR4-like, indicaram que os maiores níveis de produção de etileno nos frutos de café precoce estariam relacionados com a indução de uma maior degradação do CaETR4-like, levando a um aumento na sensibilidade ao etileno e consequentemente à precocidade no processo de maturação desta cultivar. Já na cultivar tardia, a produção de etileno observada nos frutos pode não ser suficiente para desativar os níveis de CaETR4-like e assim as mudanças na maturação ocorrem em um ritmo mais lento.

Nos genótipos de pimenteiras estudadas nesta pesquisa, estes indicativos podem ser observados, por exemplo, pelo fato das folhas das variedades ‘Pimenta laranja’, ‘Pimenta ornamental laranja’, MG 302 e BGH 7073 não responderem a aplicação de

etileno exógeno, ao passo que na variedade Pimenta salsa roxa houve amarelecimento das folhas e nas variedades Pimenta colorida e Pimentão ornamental houve alto percentual de abscisão de folhas.

No caso específico dos eventos observados e associados a aplicação de etileno exógeno nas folhas, certamente, nas variedades respondíveis ao etileno exógeno, houve uma interação entre este e outros hormônios, como a auxina. O etileno desencadeando a abscisão, enquanto a auxina estaria envolvida na sensibilização das células ao etileno. A folha se mantém ligada a planta devido a um gradiente de auxina fluindo do limbo em direção ao caule. A diminuição deste gradiente associado à elevada concentração de etileno estimula a ativação de genes que codificam enzimas hidrolíticas, principalmente de celulases e poligalacturonases que atuam enfraquecendo as ligações entre os polímeros estruturais, despolimerizando-os e enfraquecendo as paredes celulares na zona de abscisão. A poligalacturonase está também relacionada com a separação de células tanto na abscisão de folhas quanto de flores e frutos.

Com exceção da ‘Pimenta salsa roxa’, todos os genótipos avaliados apresentaram percentuais de abscisão de frutos inferiores a 10%, classificando-os como insensíveis ao etileno exógeno, levando como critério o parâmetro abscisão. Em contraponto, em todas as variedades, com exceção da Pimenta laranja ornamental, foi observado aceleração da coloração dos frutos, muito embora a pimenta seja classificada como não climatérica.

Brackmann et al. (2003), verificou que aos oito dias após a aplicação de etileno nas concentrações de 100 e 1000 $\mu\text{L L}^{-1}$ os frutos de pimentão ‘Vidi’ estavam com maior índice de cor vermelha da epiderme e havia uma maior porcentagem de frutos vermelhos. Também foi observado que os frutos colhidos no ponto de maturação verde maduro atingiram maiores índices de cor vermelha da epiderme.

Krajayklang et al. (2000), considerou a aplicação de etileno ineficiente para o desenvolvimento da cor vermelha de pimentões cv. PS72285, sendo que o ponto de maturação na colheita influenciou muito mais no desenvolvimento da cor vermelha dos pimentões do que a aplicação de 100 $\mu\text{L L}^{-1}$ de etileno. Esses mesmos autores verificaram que pimentões colhidos com epiderme iniciando a pigmentação vermelha desenvolveram coloração vermelha satisfatória, porém o tempo necessário para atingi-la foi bem superior aos frutos colhidos com 50% da superfície verde vermelhos.

Com relação as flores, todas as variedades estudadas apresentaram altos percentuais de abscisão (100%). Esta observação, corrobora com pesquisadores como

Tingley e Prince (1990) que afirmam que flores são, genericamente, mais sensíveis ao etileno do que folhagens e seus efeitos sobre elas, incluindo botões florais, são muito mais visíveis e mensuráveis, mesmo durante um curto tempo de exposição ao etileno (até 24 horas).

4.2.Vida de prateleira

Segundo os critérios de classificação de pimenta ornamental da Veiling Holambra (2013), um vaso de pimenta ornamental deve ter uma boa formação e hastes com boa cobertura de vaso (enfolhamento) e lotes sem essas características são devolvidos ao fornecedor. Nas condições reais em que o transporte de plantas ornamentais ocorre no Brasil, geralmente em caminhões baú, no escuro, sem ventilação e irrigação, por mais de 48 horas (JUNQUEIRA & PEETZ, 2005), as variedades Pimenta colorida e Pimentão Ornamental seriam imediatamente descartadas por terem suas características ornamentais comprometidas pela abscisão de suas folhas. Os demais genótipos seriam descartadas em razão do amarelecimento de mais de 50% das folhas e não por abscisão foliar. A baixa radiação ($8-10 \mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$ de luz fluorescente) na sala na qual as plantas foram submetidas após o tratamento pode explicar este fato. Segundo Cavette (2013), essa resposta é dependente da variedade. Em seu experimento, verifica-se que as plantas da variedade BGH 1039 quando transportadas na presença de luz apresentam menor taxa de abscisão foliar que no escuro. Já para variedade Roxa, o escuro é a condição que favorece a manutenção da qualidade ornamental das plantas.

Em condições de interior, como lojas, supermercados e a residência do consumidor, as plantas são expostas, geralmente, a 12 h de iluminação em intensidades que variam de $8-10 \mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$ (NELL & HOYER, 1995), condições que afetam a qualidade e durabilidade das mesmas, devidas ao aumento na produção e/ou sensibilidade de etileno pelas plantas nessa condição e/ou pela condição de baixa radiação fotossinteticamente ativa.

5. CONCLUSÕES

Há diferença de sensibilidade entre genótipos de *Capsicum* ao etileno exógeno. Flores são mais sensíveis ao hormônio do que folhas e frutos. A sensibilidade dos frutos é dependente do estágio de maturação, sendo frutos verdes mais sensíveis ao etileno do que frutos verde-maduros e maduros.

6. LITERATURA CITADA

- ABELES, F.B.; MORGAN, P.W.; SALTVEIT JR, M.E. **Ethylene in plant biology**, 2nd edn. San Diego: Academic Press, 1992.
- BLEECKER, A.B.; KENDE, H. Ethylene: a gaseous signal molecule in plants. **Annu Rev Cell Dev Biol.** 2000; 16:1–18.
- BORCH, K.; WILLIAMS, M.H.; HOYER, L. Influence of simulated transport on postharvest longevity of three cultivars of miniature rose. **Acta Horticulturae**, v. 424, p. 175-178, 1996.
- BRACKMANN, A. et al. Qualidade da maçã cv. Gala tratada com 1-metilciclopropeno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.5, p.1415-1420, 2004.
- CAVATTE, R. P. Q.; LIMA, J. S.; SILVA, T. P.; CAVETTE, P. C.; FINGER, F. L.; BARBOSA, J. G. Influence of Temperature and 1-Methylcyclopropene on Post-Production Display Life of Ornamental Pepper (*Capsicum annuum* L.). **Acta Horticulturae**, v. 1002, p. 359-364, 2013.
- CELIKEL, F.G.; REID, M.S. Postharvest handling of stock (*Matthiola incana*). **HortScience**, v. 37, p. 144-147, 2002.
- CERQUEIRA-PEREIRA, E.C.; PEREIRA, M.A.; MELLO, S.C.; JACOMINO, A.P.; TREVISAN, M.J.; DIAS, C.T.S. Efeito da aplicação de etileno na qualidade pós-colheita de frutos de pimentão vermelhos e amarelos. **Horticultura Brasileira** 25: 590-583, 2007.
- CHANG, C.; KWOK, S.F.; BLEECKER, A.B.; MEYEROWITZ, E.M. Arabidopsis ethylene-response gene ETR1: similarity of products to two-component regulators. **Science.** 1993;262:539–544.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio.** 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005.
- FRANCIS, F.J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (ed.). **Anthocyanins as food colors.** New York: Academic Press, 1982. p.181-207.

- HOYER, L. Critical ethylene exposure for **Capsicum** annum “Janne” is dependent on an interaction between concentration, duration and developmental stage. **Journal of Horticultural Science**, v. 71, n. 4, p. 621-628, 1996.
- HUA, J. et al. EIN4 and ERS2 are members of the putative ethylene receptor gene family in arabidopsis. **Plant Cell**, Rockville, v. 10, n. 8, p. 1321-1332, Aug. 1998.
- JUNQUEIRA, A. H.; PEETS, M. S. Exportações brasileiras de flores e plantas ornamentais em 2005. [S.l.]: **Hórtica Consultoria e Treinamento**, 2005. 5 p.
- KRAJAYKLANG, M.; KLIEBER, A.; DRY, P. R. Colour at harvest and postharvest behaviour influence paprika and chille spice quality. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.20, p.269-278, 2000.
- MACNISH, A.J.; IRVING, D.E.; JOYCE, D.C.; WEARING, A.H.; VITHANAGE, V. Sensitivity of Geraldton waxflower to ethylene-induced flower abscission is reduced at low temperature. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v. 79, p. 293-297, 2004.
- NELL, T.A.; HOYER. Terminology and conditions for evaluation of flowerin potted plant longevity. **Acta Horticulturae**, v. 405, p. 28-32, 1995.
- SÁGIO, S.A. **Análise molecular e fisiológica do etileno durante o amadurecimento de frutos de café**. Tese de doutorado – Universidade Federal de Lavras, 2012. 116 p.
- SAKAI H, HUA J, CHEN QG, CHANG C, MEDRANO LJ, BLEECKER AB, MEYEROWITZ EM. ETR2 is an ETR1-like gene involved in ethylene signaling in Arabidopsis. **Proc Natl Acad Sci USA**. 1998;95:5812–5817.
- SEGATTO, F. B.; FINGER F. L.; BARBOSA J. G.; RÊGO E. R.; PINTO, C.M.F. Effects of Ethylene on the post-production of potted ornamental peppers (*Capsicum annum* L.). **Acta Horticulturae**, v. 1000, p.217-222, 2013.
- TINGLEY, R.D.; PRINCE, T.A. Ethylene Production and Influence of Silver Thiosulfate on Ethylene Sensitivity of Cut Evergreens. **Hortscience** 25 (8):944-946. 1990.
- VAHALA, L.; RUONALA, R.; KEINANEN, M.; TUOMINEN, H.; KANGASJARVI, J. Ethylene insensitivity modulates ozone-induced cell death in birch (*Betula pendula*). **Plant Physiology**, 132: 185-195, 2013.

CAPÍTULO III

Avaliação da eficiência da aplicação de 1-MCP em pimenteiros ornamentais de vaso

RESUMO

RIBEIRO, Wellington Souto, Sc.D., Universidade Federal de Viçosa, julho de 2016.
Avaliação da eficiência da aplicação de 1-MCP em pimenteiras ornamentais de vaso. Orientador: Fernando Luiz Finger.

O 1-MCP tem sido, efetivamente, utilizado como antagonista das ações deletérias do etileno em flores e plantas ornamentais. Esta pesquisa teve como objetivo avaliar a eficiência do 1-MCP (0,0; 0,5; 1,0 e 1,5 g m⁻³) na manutenção da qualidade pós-produção de pimenteiras ornamentais sensíveis ao etileno exógeno. Foram avaliadas duas variedades comerciais: Pimentão Ornamental e Pimenta Colorida, ambas *Capsicum annum*. O pré-tratamento com 1-MCP, independente da concentração aplicada, foi eficaz em bloquear a ação do etileno reduzindo em 100% a abscisão de folhas, flores e frutos de ambos os genótipos estudadas. As plantas pré-tratadas com 1-MCP tiveram a vida de pós-produção aumentada em oito e nove dias para Pimenta Colorida e Pimentão Ornamental, respectivamente. A aplicação de 1-MCP na concentração de 1,0 g m⁻³ é eficiente em manter a qualidade ornamental e prolongar a vida de prateleira da Pimenta Colorida e Pimentão Ornamental.

ABSTRACT

RIBEIRO, Wellington Souto, Sc.D., Universidade Federal de Viçosa, July of the 2016.

Efficiency of 1-MCP in quality of ornamental peppers. Advisor: Fernando Luiz Finger.

The 1-MCP has been effectively used as antagonist of the deleterious action of ethylene in ornamental plants and flowers. This research aimed to evaluate the effectiveness of 1-MCP (0.5, 1.0 and 1.5 g m⁻³) in the maintenance of post-production of quality of ornamental pepper that were ethylene sensitive. Were used two commercial varieties: Pimentão Ornamental and Pimenta Colorida, both *Capsicum annuum*. Pre-treatment with 1-MCP, in all concentrations, was effective in blocking the action of ethylene reducing by 100% abscission of leaves, flowers and fruits in both the varieties. The pre-treated with MCP-1 increased the shelf life of the plants in eight and nine days to varieties Pimenta Colorida and Pimentão Ornamental, respectively. Therefore, the application of MCP-1 at a concentration of 1.0 g m⁻³ is effective in maintaining the ornamental quality and prolong the shelf life of ornamental pepper.

1. INTRODUÇÃO

As espécies do gênero *Capsicum* apresentam diferentes níveis de sensibilidade ao etileno. Nas pimenteiras em vaso, o etileno desencadeia uma série de respostas deletérias, dentre elas a abscisão de frutos e folhas como uma reação à sensibilidade dos tecidos. Porém outros efeitos negativos são visíveis, como a aceleração da degradação de clorofila e do processo de senescência (BEAUDRY e KAYS 1998; KRAJAYKLANG et al., 2000; BRACKMANN et al., 2004; SEGATTO et al., 2013).

A necessidade de uma proteção química contra a ação do etileno tem sido recomendada para muitas plantas ornamentais envasadas, nas quais, baixas concentrações de etileno provocam rápidas perdas na qualidade ornamental (SEREK 1993; SEREK et al., 1994). Neste sentido, os ciclopropenos têm sido, efetivamente, utilizados na prevenção dos efeitos deletérios do etileno em plantas (SISLER e SEREK, 1999).

Os efeitos destes compostos como antagonistas do etileno são atribuídos a sua estrutura molecular que permite ligação muito forte aos compostos doadores de elétrons de baixa valência, presentes no receptor. Eles competem com o etileno pelos seus sítios de ligação e permanecem ligados a estes receptores por um longo tempo, evitando, assim, as respostas etileno-dependentes. (SISLER et al., 1997, 1999).

O 1-MCP, um dos compostos mais úteis para esta finalidade entre os ciclopropenos, é não-tóxico, estável à temperatura ambiente, ativo em concentrações relativamente baixas, proporcionando proteção por um longo período, de até 12 dias após uma única exposição, sem qualquer odor detectável (FINGER e BARBOSA, 2006). Porém, dependendo do tempo de vida útil de prateleira destas plantas, a sensibilidade do tecido vegetal pode ser retomada pela síntese de novos sítios de ligação permitindo a retomada da ação do etileno (BLANKENSHIP e DOLE, 2003).

Portanto, um dos objetivos mais buscados na fase de pós-produção de plantas ornamentais, incluindo as pimenteiras, é a anulação ou o retardamento dos efeitos

deletérios causados pelo etileno com o mínimo de aplicação de antagonistas. A orquídea *Epidendrum ibaguense* tratada com 1-MCP teve a vida de prateleira duplicada quando comparada a flores controle (FINGER et al., 2008). Resultados semelhantes foram obtidos em cultivares de *Phalaenopsis*, onde a aplicação de 1-MCP inibiu a abscisão de botões florais e flores, efetivamente bloqueando a ação do etileno (SUN et al., 2009).

A fumigação com as ciclolefinas 1-DCP e 1-OCP se mostraram eficientes em reduzir a taxa de abscisão de flores em mini rosas cultivadas em vaso, mesmo quando o etileno não é o agente primário na indução da senescência da planta (BUANONG et al. 2005).

A eficácia do 1-MCP em retardar a maioria dos sintomas de senescência das plantas ornamentais é função da temperatura de aplicação, concentração e estágio de desenvolvimento das plantas (FINGER e BARBOSA, 2006).

Nesse sentido o objetivo desta pesquisa foi avaliar a ação do 1-MCP sobre a longevidade de duas variedades de pimenteiras ornamentais sensíveis ao etileno

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização, obtenção e manutenção das mudas

O experimento foi desenvolvido na casa de vegetação do Setor de Floricultura e Laboratório de Pós-colheita do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa de julho de 2013 a junho de 2014.

As mudas de pimenteiras foram produzidas em ambiente protegido, em bandejas de poliestireno preenchidas com substrato comercial Bioplant[®]. Quando atingiram dois a três pares de folhas foram transplantadas para vasos de 900 mL (11 cm de altura, 9,5 cm de diâmetro basal, 13,5 cm diâmetro superior). Para o enchimento dos vasos foi utilizado substrato comercial Bioplant[®].

No plantio, o substrato foi fertilizado com 2,5 g do formulado 0-10-10. No decorrer do experimento, foram efetuadas adubações a cada 20 dias com \pm 10g do formulado NPK 10-0-10.

A rega, da sementeira até o transplante, foi realizada uma vez por dia com quantidade de água suficiente para iniciar o escoamento na parte inferior da bandeja. Do transplante até o enraizamento das mudas, o substrato foi regado com \pm 150 mL de água/vaso diariamente. Do período de estabelecimento inicial das mudas até o último dia do experimento, os substratos foram regados com 150 mL de água/vaso diariamente. Durante as regas, a água era depositada diretamente no substrato, com molhamento eventual das folhas.

O tutoramento das plantas foi realizado quando necessário e o manejo de eventuais plantas daninhas foi realizado manualmente também sempre que necessário.

2.2. Aplicação do 1-MCP

Foram utilizadas nesse experimento as variedades comerciais ‘Pimenta colorida’ e ‘Pimentão ornamental’ (*Capsicum annuum*), classificadas como altamente sensíveis

ao etileno exógeno no Capítulo II. As plantas foram conduzidas ao laboratório quando atingiram o ponto de comercialização, caracterizado por 50% da população com pelo menos 30% dos frutos completamente amadurecidos, determinado visualmente (frutos com o tamanho máximo de crescimento e formato típico de cada espécie, com a cor específica demandada pelo mercado e sem murcha). Os tratamentos foram realizados em câmara hermética de 60 L, onde as plantas permaneceram no escuro e sem irrigação durante o tratamento, simulando a condição de transporte. Neste ambiente, o produto comercial EthylBloc[®] (0,14% i.a., Rohm and Hass Química Ltda., São Paulo, Brasil) foi dissolvido em água a 50° C, liberando o gás 1-MCP. Os tratamentos foram constituídos de: 1) Controle externo, no qual as plantas foram mantidas em condição de bancada com temperatura média de 20° C e 8-10 $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$ de luz fluorescente; 2) Controle interno, no qual as plantas foram mantidas dentro das câmaras sem a aplicação de etileno ou 1-MCP; 3) Etileno a 10 μL^{-1} ; 4) 0,5 g m^{-3} de 1-MCP; 5) 1,0 g m^{-3} de 1-MCP; 6) 1,5 g m^{-3} de 1-MCP; 7) 0,5 g m^{-3} de 1-MCP + 10 μL^{-1} de etileno; 8) 1,0 g m^{-3} de 1-MCP + 10 μL^{-1} de etileno; 9) 1,5 g m^{-3} de 1-MCP + 10 μL^{-1} de etileno.

Antes e após a aplicação dos tratamentos e também durante a fase de pós-produção as plantas foram avaliadas quanto:

2.3. Percentagem de abscisão acumulada de folhas, frutos e flores

As porcentagens de abscisão acumulada de folhas, frutos e flores foram determinadas pela contagem total das folhas, frutos e flores, respectivamente, antes e após a aplicação dos tratamentos durante todos os dias ao decorrer do experimento. Foram contadas apenas as folhas completamente expandidas. Para a contagem das flores foram considerados os botões florais fechadas, em antese, completamente abertos e fertilizados. Os frutos foram separados pelo estágio de maturação em verde, verde-maduro e maduros.

2.4. Fase de Pós-produção

Após a aplicação dos tratamentos, as plantas foram transferidas para o interior de uma sala a 20 – 25° C e 7 – 10 $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$ de luz fluorescente, simulando o interior de lojas, supermercados e residências. Esta fase foi determinada pelos dias compreendidos entre a retirada das plantas da câmara até o dia em que elas apresentaram-se comercialmente inadequadas, ou seja, quando apresentaram 50% de abscisão de folhas e/ou frutos e/ou 50% de senescência de folhas. O reconhecimento de senescência das

folhas foi obtido agrupando os genótipos de acordo com um padrão em comum de senescência em:

2.5. Análise dos dados

Na análise dos dados foi realizada análise descritiva para cada genótipo ao longo do tempo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tratamento com 1-MCP foi eficaz em bloquear a ação do etileno reduzindo a abscisão de folhas e frutos da Pimenteira ornamental. Não houve abscisão de folhas e frutos nas plantas tratadas com o inibidor da ação do etileno em todas as concentrações avaliadas, entretanto, aquelas tratadas com 1-MCP nas concentrações de 0,5 e 1,5 g m⁻³ mantiveram a resposta de 100% de abscisão das flores e botões florais semelhante as plantas tratadas apenas com etileno. Já nas pimenteiras pré-tratadas com o 1-MCP na concentração de 1,0 g m⁻³ foi observado 0% de abscisão de flores e botões florais mesmo após as 48 horas de exposição ao etileno (Figura 1).



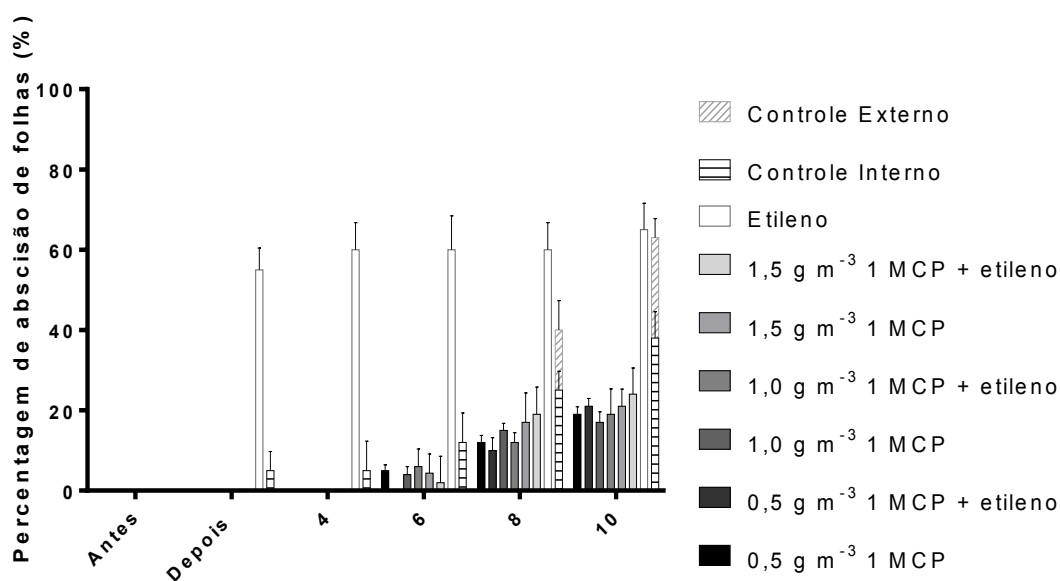
Figura 1. Detalhe das flores e botões florais nas pimenteiras ornamentais após a aplicação de 1,0 g m⁻³ de 1-MCP (A e B). Estereótipo das pimenteiras ornamentais após a aplicação de 0,5 e 1,5 g m⁻³ de 1-MCP com detalhe para a zona de abscisão das flores e botões florais (C).

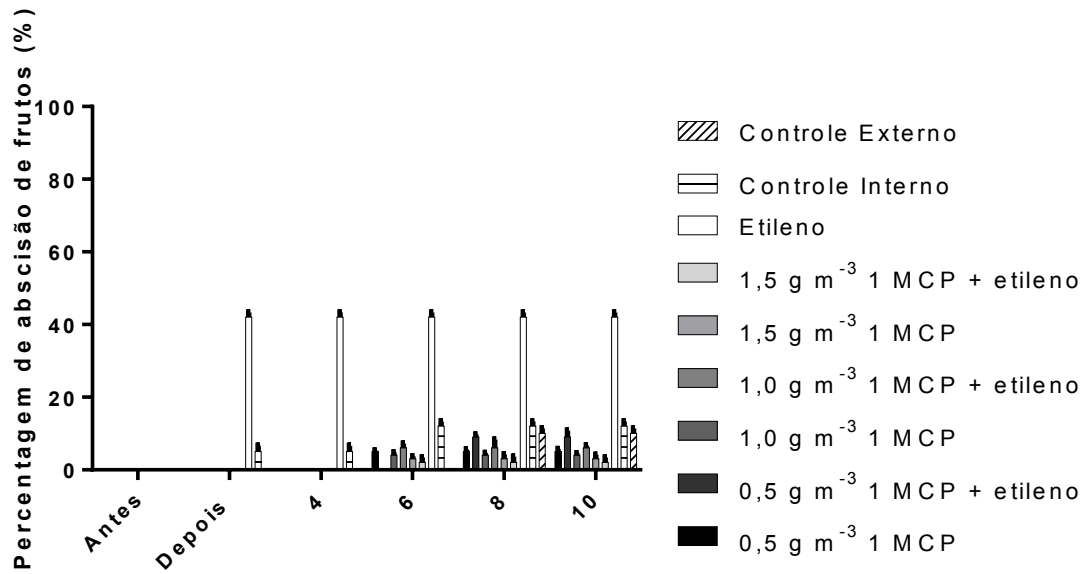
Isto sugere que na aplicação de 1,0 g m⁻³ de 1-MCP a aplicação de 10 µL L⁻¹ de etileno por 48 h, não foi suficiente para que houvesse síntese de novos sítios de ligação nem a remoção do 1-MCP dos mesmos. O 1-MCP se liga aos receptores de etileno com

meia vida de difusão entre 7 e 12 dias, que na maioria dos casos supera a vida de prateleira das pimenteiras ornamentais. Comparado com o etileno, que tem um tempo de difusão de 2 a 10 minutos pode-se concluir que a ligação do 1-MCP ao receptor do etileno pode ser considerada como irreversível; porém, assim que o complexo receptor do 1-MCP é metabolizado, o processo é revertido, e novos receptores são sintetizados (SEREK et al., 1995; SISLER e SEREK, 1997, 1999).

Apesar da abscisão de frutos ter sido reduzida nas plantas tratadas com 1-MCP foi observado a mesma proporção de abscisão de frutos imaturos encontrado nas plantas tratadas apenas com etileno, com valores superiores a 50%. Já as plantas do controle externo apresentaram maior proporção de abscisão de frutos maduros; comportamento esse devido aos processos ordinários de senescência.

Os frutos das plantas pré-tratadas com 1-MCP em todas as concentrações não tiveram alteração da sua coloração, ao passo que nos frutos das plantas tratadas apenas com etileno por 48 horas, houve a aceleração do aparecimento da cor vermelha nos frutos verde e verde maduro.





Continua...

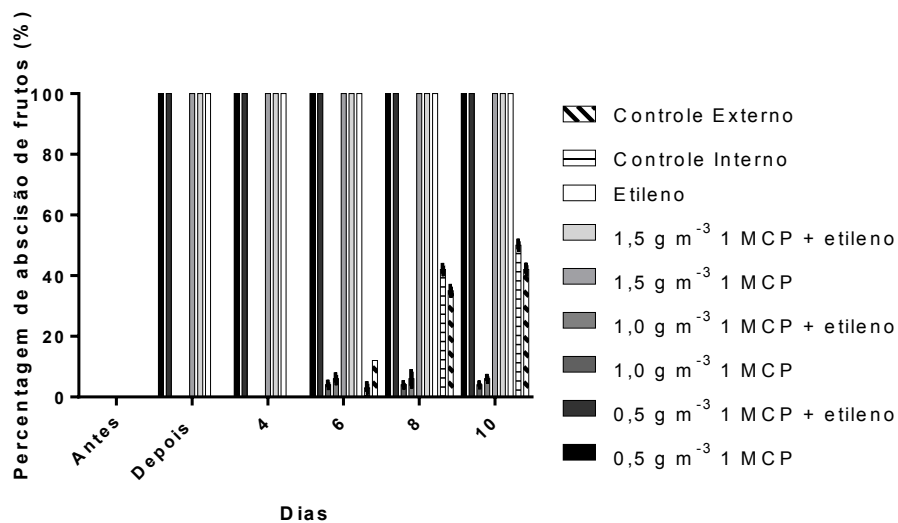


Figura 2. Porcentagem acumulada de abscisão de folhas, frutos e flores da ‘Pimenta ornamental’ (*Capsicum annuum*) em vaso antes (Dia 0) e após a aplicação de 0,5, 1,0 e 1,5 g m⁻³ com e sem aplicação de 10 µL L⁻¹ de etileno por 48 horas. As barras verticais significam o desvio padrão da média (n=3).

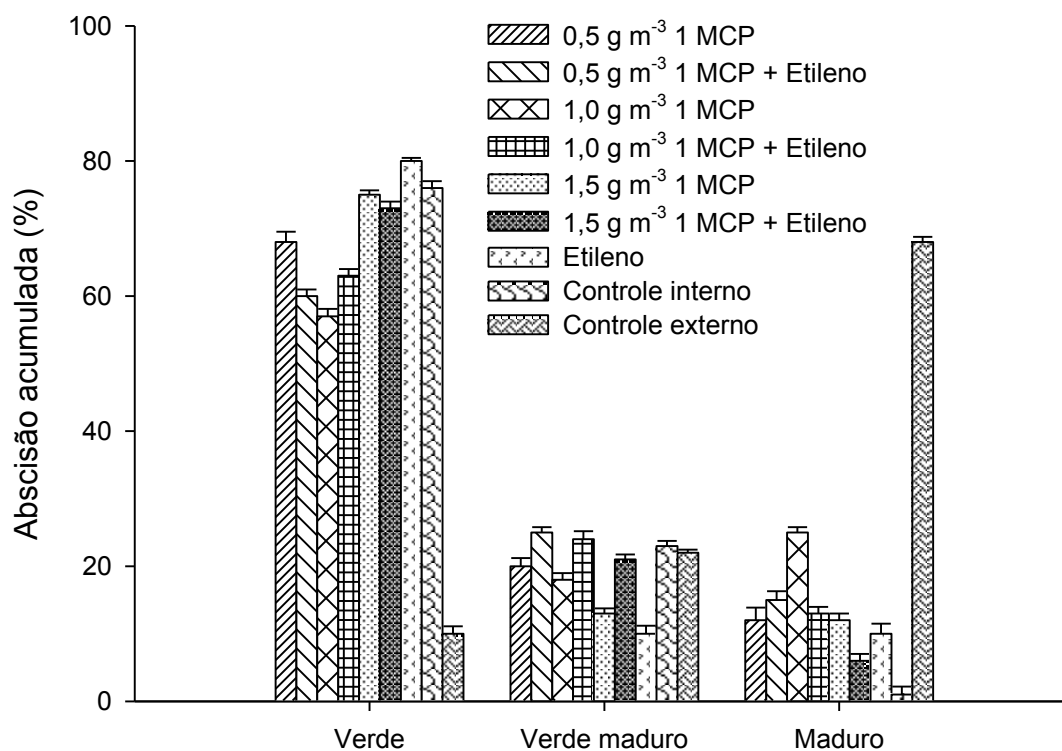
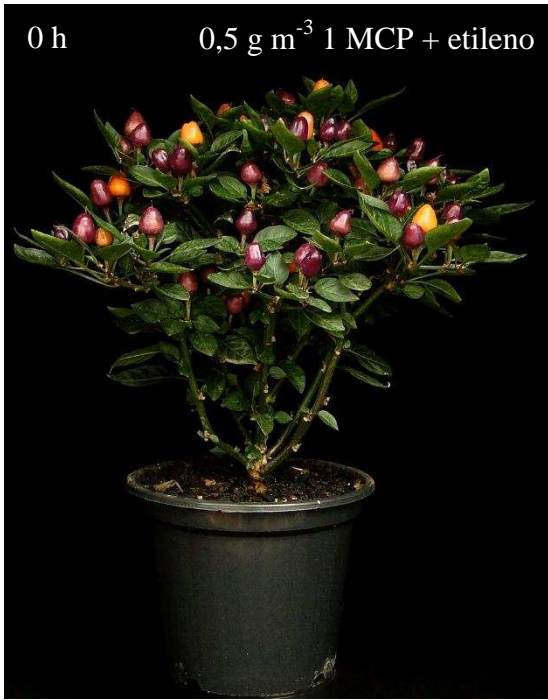
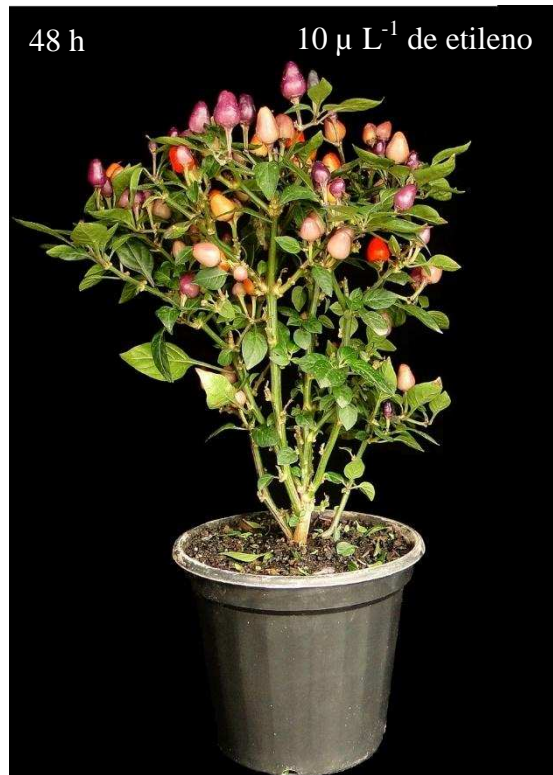
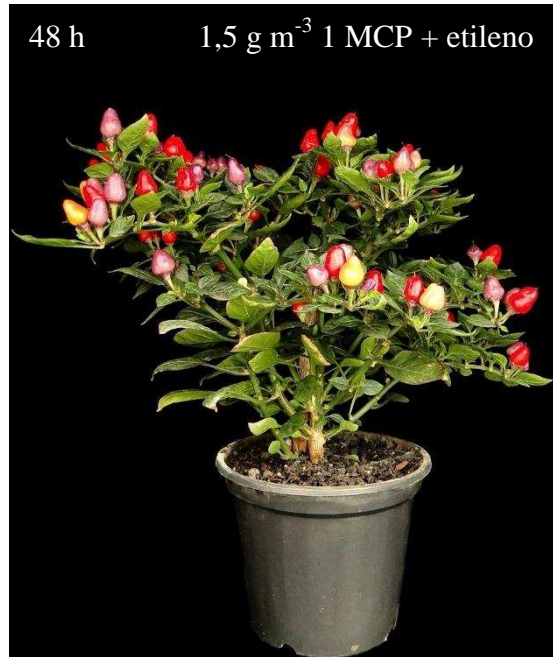


Figura 3. Porcentagem acumulada de abscisão de frutos maduros, verde maduros e maduros de Pimentão laranja (*Capsicum annuum*) em vaso após a aplicação de $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno por 48 horas. As barras verticais significam o desvio padrão da média ($n=3$).



Continua...



Continua...



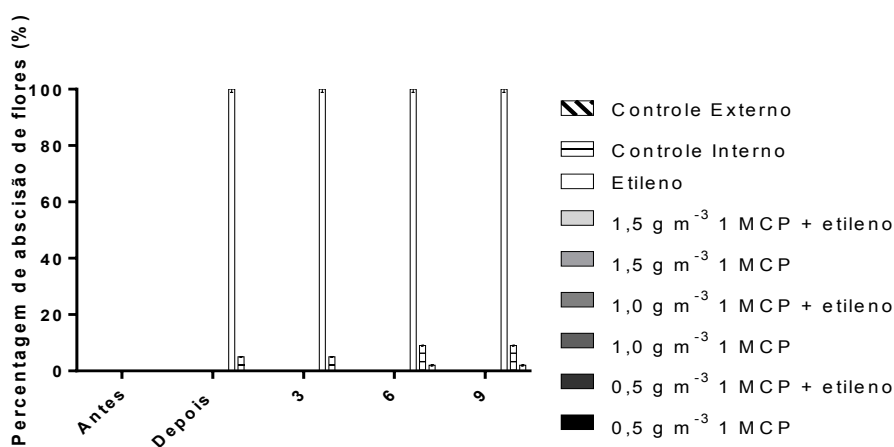
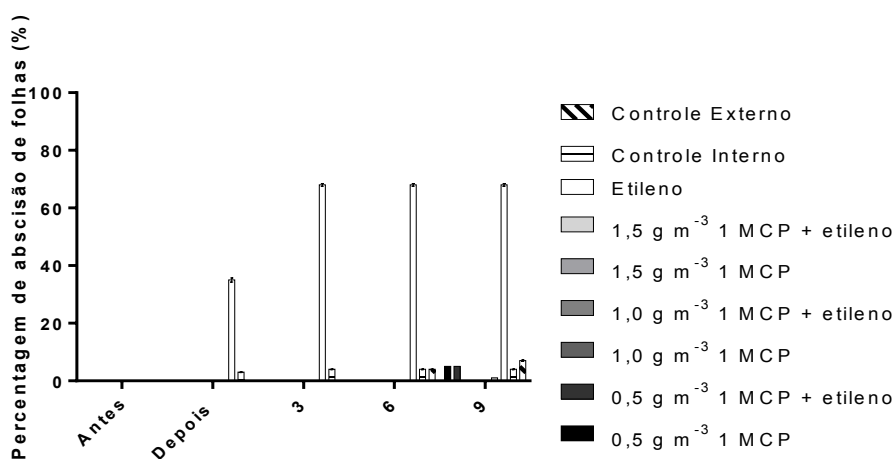
Figura 4. Aspecto geral da planta de ‘Pimenta colorida’ (*Capsicum annum*) antes e depois antes (Dia 0) e após a aplicação de 0,5, 1,0 e 1,5 g m⁻³ com a aplicação de 10 µL L⁻¹ de etileno por 48 horas.

Para as plantas de ‘Pimentão Ornamental’, o tratamento com 1-MCP também foi eficaz em bloquear a ação do etileno reduzindo em 100% a abscisão de folhas, frutos e flores (incluindo botões florais) em todas as concentrações avaliadas (Figura 5).

Quando expostas ao etileno exógeno, o percentual de abscisão acumulada de folhas foi de 63,70%, o de flores 100% e o de frutos foi de 10,41%. Do total de frutos caídos, 100% eram frutos em estágio de maturação verde. Após a retirada da câmara, algumas folhas que persistiram na planta apresentavam-se amarelcidas.

Ficou evidente que os frutos em estágio de maturação verde-maduro que persistiram na planta, tiveram a intensificação da cor com a aplicação de $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno. Não foi observado abscisão de frutos nas plantas do controle interno e externo.

Este genótipo durou apenas um dia de prateleira após a aplicação do etileno por 48 horas, enquanto que as plantas tratadas com 1-MCP durou oito dias em condição de bancada. As plantas tratadas apenas com 1-MCP tiveram a fase de pós-produção aumentada em relação as plantas do controle externo, sugerindo com isso, que a baixa radiação ($8-10 \mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$ de luz fluorescente) na sala na qual as plantas foram submetidas após o tratamento induziu a síntese de etileno, e que o 1-MCP foi eficaz em inibir os efeitos do hormônio produzido pelo estresse luminoso.



Continua...

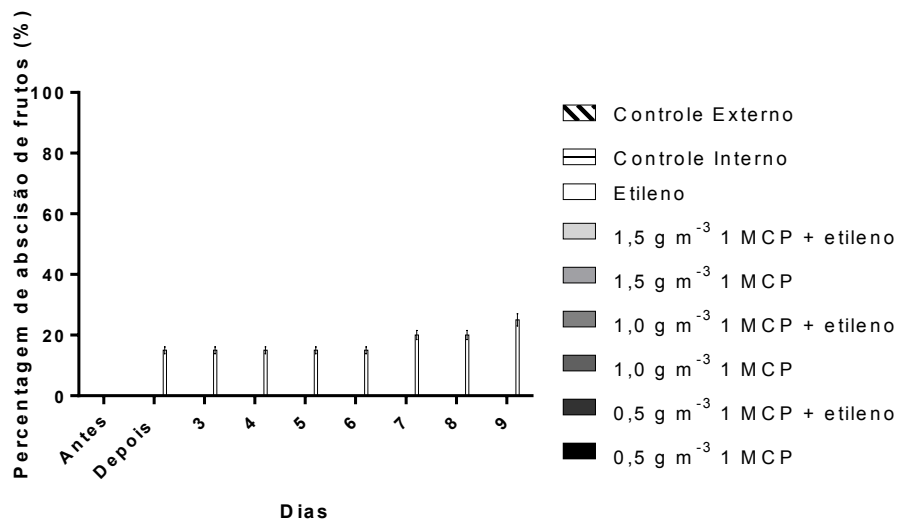
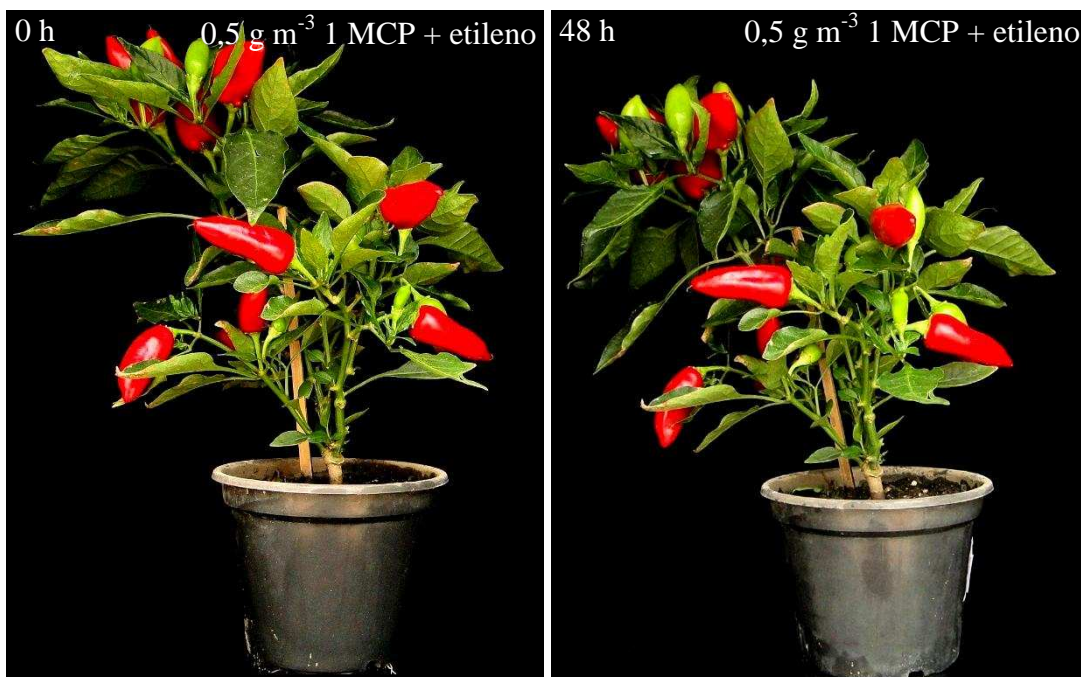
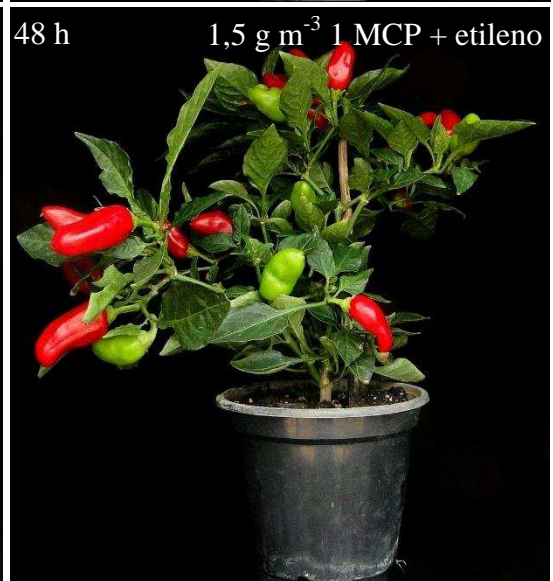
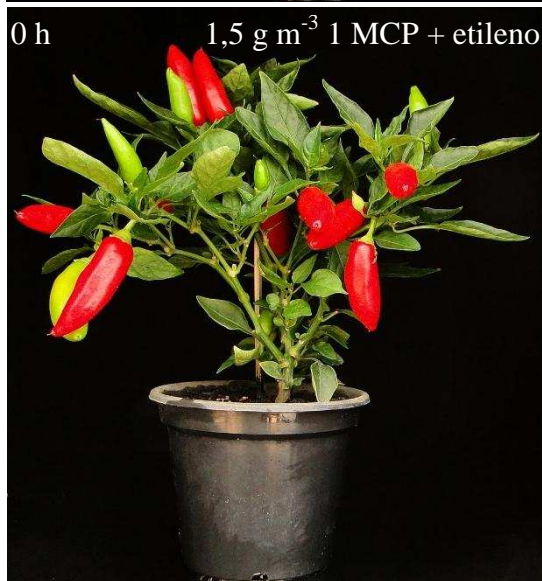
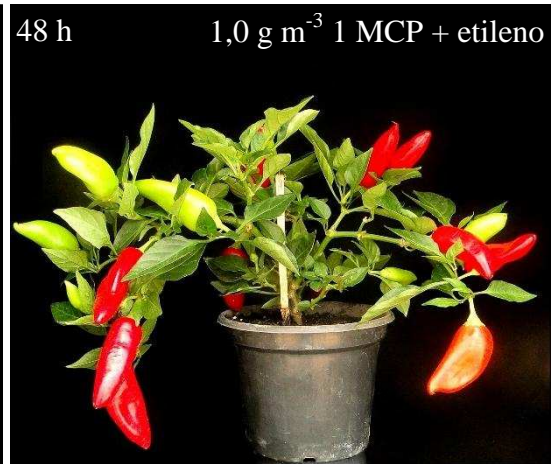
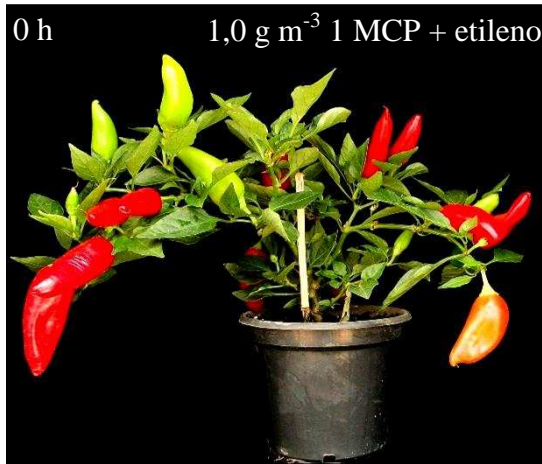


Figura 5. Porcentagem acumulada de abscisão de folhas, frutos e flores da ‘Pimenta colorida’ (*Capsicum annuum*) em vaso antes (Dia 0) e após a aplicação de 0,5, 1,0 e 1,5 g m^{-3} com e sem aplicação de $10 \mu\text{L L}^{-1}$ de etileno por 48 horas. As barras verticais significam o desvio padrão da média ($n=3$).



Continua...



Continua...



Figura 6. Aspecto geral da planta de ‘Pimentão Ornamental’ (*Capsicum annum*) antes e depois antes (Dia 0) e após a aplicação de 0,5, 1,0 e 1,5 g m⁻³ com a aplicação de 10 µL L⁻¹ de etileno por 48 horas.

Cavette (2013), ao avaliar a ação dos fatores luz e temperatura sobre a longevidade das pimenteiros ornamentais BGH 1039 e Roxa (*Capsicum annum* L.), verificou que os o 1-MCP inibiu drasticamente a queda foliar em ambas as variedades quando expostas a alta temperatura. Já a resposta do 1-MCP em inibir os efeitos do

etileno, no mesmo trabalho, dependeu da variedade e das condições de luminosidade as quais as plantas foram submetidas.

Em trabalho realizado por Segatto (2013), o tratamento com 1-MCP + etileno foi efetivo em reduzir a abscisão de folhas da cultivar Calypso, classificada segundo a mesma pesquisa como altamente sensível ao etileno exógeno. A cultivar Calypso também não apresentou abscisão de frutos quando submetida ao mesmo tratamento.

Em orquídeas do gênero *Cymbidium*, a aplicação de 1-MCP estendeu a longevidade das hastes, independentemente da presença ou não de etileno na atmosfera após o tratamento com 1-MCP (HEYES e JOHNSTON, 1998).

Em outros estudos realizados com flores, o tratamento com 1-MCP apresenta o máximo de efeito em inibir a ação deletéria do etileno quando aplicado antes da exposição ao hormônio e o efeito benéfico diminui se o 1-MCP for aplicado em conjunto ou após o etileno (BANKENSHUP e DOLE, 2003). Hastes de *Matthiola incana* tratadas com 1 mL L^{-1} de etileno por 48 horas, promoveu 100% de abscisão de pétalas, além de induzir a epinastia das folhas. Estes efeitos foram completamente inibidos com o pré-tratamento com 500 nL L^{-1} de 1-MCP por 6 horas.

Celikel e Reid (2002) encontraram resultados semelhante com esporinhas pre-tratadas com 1-MCP. Em trabalhos realizados com cravos, a aplicação 1-MCP na concentração $0,5 \text{ nL L}^{-1}$ de por 24 horas foi eficaz em bloquear os efeitos deletérios do etileno (SISLER & SEREK, 1997, 2001). O amarelecimento acelerado e abscisão foliar precoce de folhas, efeito do etileno observados em brassicáceas é revertido com o uso de 1-MCP (SUSLOW & CANTWELL, 2000; WAGNER et al., 2001). Com a aplicação de 100 mg L^{-1} de Ethrel, a longevidade de esporinha foi reduzida em cerca de 69%, comparada com as inflorescências controle. A fumigação com $0,5 \text{ g m}^{-3}$ de 1-MCP, porém, aumentou em 33% a longevidade em relação ao controle (SANTOS et al., 2005).

4. CONCLUSÕES

Para as variedades de pimenteira ornamental estudadas, o pré-tratamento com o 1-MCP, na concentração de $1,0 \text{ g m}^{-3}$, foi eficaz em inibir a ação do etileno e reduzir a abscisão de folhas, flores e frutos.

5. LITERATURA CITADA

- BEAUDRY, R. M.; KAYS, S. J. Effect of ethylene source on abscission of pepper plant organs. **HortScience** 23:724-744, 1998.
- BLANKENSHIP, S. M.; DOLE, J. M. 1-Methylcyclopropene: a review. **Postharvest Biology and Technology**, v. 28, p. 1-25, 2003.
- BRACKMANN, A. et al. Qualidade da maçã cv. Gala tratada com 1-metilciclopropeno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n.5, p.1415-1420, 2004.
- BUANONG, M.; MIBUS, H.; SISLER, E.C.; SEREK, M. Efficacy of new inhibitors of ethylene perception in improvement of display quality of miniature potted roses (*Rosa hybrida* L.) **Plant Growth Reg.** 47:29–38, 2005.
- CAVATTE, R. P. Q.; LIMA, J. S.; SILVA, T. P.; CAVETTE, P. C.; FINGER, F. L.; BARBOSA, J. G. Influence of Temperature and 1-Methylcyclopropene on Post-Production Display Life of Ornamental Pepper (*Capsicum annuum* L.). **Acta Horticulturae**, v. 1002, p. 359-364, 2013.
- CELIKEL, F.G.; REID, M.S. Postharvest handling of stock (*Matthiola incana*). **HortScience**, v. 37, p. 144-147, 2002.
- FINGER, F.L.; BARBOSA, J.G. Postharvest physiology of cut flowers. In: NOUREDDINE, B.; NORIO, S. (Ed.). **Advances in postharvest technologies for horticultural crops**. Kerala: Research Signpost, 2006. p.373-393.
- FINGER, F.L.; DE MORAES, P.J.; MAPELI, A.M.; BARBOSA, J.G.; CECON, P.R. Longevity of *Epidendrum ibaguense* flowers as affected by pre-loading treatments and vase solution. **Journal of Horticultural Science & Biotechnology**, v.83, p.144-147, 2008.
- HEYES, J.A.; JOHNSTON, J.W. 1-Methylcyclopropene extends *Cymbidium* orchid vasselife and prevents damaged pollinia from accelerating senescence. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, v. 26, p. 319-324, 1998.
- HOYER, L. Critical ethylene exposure for *Capsicum annuum* “Janne” is dependent on an interaction between concentration, duration and developmental stage. **Journal of Horticultural Science**, v. 71, n. 4, p. 621-628, 1996.
- KRAJAYKLANG, M.; KLIEBER, A.; DRY, P. R. Colour at harvest and postharvest behaviour influence paprika and chille spice quality. **Postharvest Biology and Technology**, Amsterdam, v.20, p.269-278, 2000.

- MACNISH, A.J.; JOYCE, D.C.; HOFMAN, P.J.; SIMONS, D.H.; REID, M.S. 1-Methylcyclopropene treatment efficacy in preventing ethylene perception in banana fruit and grevillea and waxflowers. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Collingwood, v.40, p.471-481, 2000.
- SANTOS, V.R.; FINGER, F.L.; BARBOSA J. G.; BARROS, R.S. Influência do etileno e do 1-MCP na senescência e longevidade das inflorescências de esporinha. **Bragantia**, v. 64, n. 1, p. 33-38, 2005.
- SEGATTO, F. B.; FINGER F. L.; BARBOSA J. G.; RÊGO E. R.; PINTO, C.M.F. Effects of Ethylene on the post-production of potted ornamental peppers (*Capsicum annum* L.). **Acta Horticulturae**, v. 1000, p.217-222, 2013.
- SEREK M., SISLER E.C., REID M.S. 1994. Novel gaseous ethylene binding inhibitor prevents ethylene effect in potted flowering plants. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 119(6): 1230–1233.
- SEREK M.; ANDENSEN S. 1993. AOA and BA influence onfloral development and longevity of potted ‘Victory Parade’miniature rose. **HortScience** 28(10): 1039–1040.
- SEREK, M. and E.C. SISLER: Efficacy of inhibitors of ethylene binding in improvement of the postharvest characteristics of potted flowering plants. **Postharvest Biology and Technology**, v. 23, p. 161-166, 2001.
- SEREK, M.; SISLER, E. C.; REID, M. S. 1-methylcyclopropene, a novel gaseous inhibitor of ethylene action, improves the life of fruit, cut flowers and potted plants. **Acta Horticulturae**, v. 394, p. 337-345, 1995.
- SISLER, E. C., & SEREK, M. **Compounds controlling the ethylene receptor**. *Botanical Bulletin of Academia Sinica*, 40. 1999.
- SISLER, E. C., and M. SEREK. "Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptor level: recent developments." **Physiologia Plantarum**, p. 577-582., 1997.
- SISLER, E.C.; SEREK, M. Inhibitors of ethylene responses in plants at the receptors level: recent developments. **Physiologia Plantarum**, v. 100, p. 577-582, 1997.