

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CÂMPUS DE BOTUCATU

**VIBRAÇÃO DE PLANTAS DE PIMENTA (*Capsicum sp*) PARA  
PRODUÇÃO DE FRUTOS E SEMENTES EM AMBIENTE  
PROTEGIDO**

**PÂMELA GOMES NAKADA FREITAS**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências  
Agronômicas da UNESP – Câmpus de Botucatu,  
para obtenção do título de Doutora em  
Agronomia (Horticultura).

BOTUCATU-SP

Abril - 2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CÂMPUS DE BOTUCATU

**VIBRAÇÃO DE PLANTAS DE PIMENTA (*Capsicum sp*) PARA  
PRODUÇÃO DE FRUTOS E SEMENTES EM AMBIENTE  
PROTEGIDO**

**PÂMELA GOMES NAKADA FREITAS**

**Orientador: Prof. Dr. Antonio Ismael Inácio Cardoso**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Câmpus de Botucatu, para obtenção do título de Doutora em Agronomia (Horticultura).

BOTUCATU-SP

Abril - 2014

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

F866v Freitas, Pâmela Gomes Nakada, 1982-  
Vibração de plantas de pimenta (*Capsicum* sp) para produção de frutos e sementes em ambiente protegido / Pâmela Gomes Nakada Freitas. - Botucatu : [s.n.], 2014  
viii, 74 f. : fots. color., tabs., grafs.

Tese (Doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, 2014

Orientador: Antonio Ismael Inácio Cardoso  
Inclui bibliografia

1. Pimenta - Cultivo. 2. Polinização por insetos. 3. Sementes - Fisiologia. 4. Estufa. I. Cardoso, Antonio Ismael Inácio. II. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Ciências Agrônômicas. III. Título.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS

CAMPUS DE BOTUCATU

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: VIBRAÇÃO DE PLANTAS DE PIMENTA (*Capsium* sp) PARA PRODUÇÃO DE FRUTOS E SEMENTES EM AMBIENTE PROTEGIDO

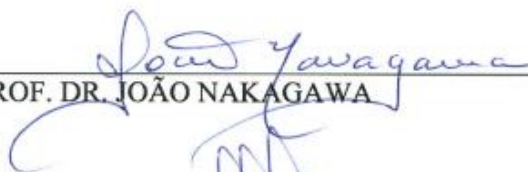
ALUNA: PÂMELA GOMES NAKADA FREITAS

ORIENTADOR: PROF. DR. ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO

Aprovado pela Comissão Examinadora



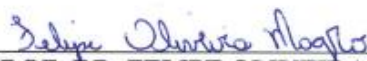
\_\_\_\_\_  
PROF. DR. ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO



\_\_\_\_\_  
PROF. DR. JOÃO NAKAGAWA



\_\_\_\_\_  
PROF. DR. EDVALDO APARECIDO AMARAL DA SILVA



\_\_\_\_\_  
PROF. DR. FELIPE OLIVEIRA MAGRO



\_\_\_\_\_  
PROF. DR. LUIZ ANTONIO AUGUSTO GOMES

Data da Realização: 11 de abril de 2014

Ao meu pai Paulo e a minha mãe Divina (*in  
memorian*) que construíram meu alicerce e  
sempre me apoiaram nas decisões da vida

**OFEREÇO**

Ao meu esposo Maurinho que me apoiou nos  
momentos mais difíceis desta conquista

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas oportunidades da vida, e por ter inserido várias pessoas gloriosas ao longo desta jornada que citarei logo abaixo.

Ao meu digníssimo chefe professor doutor Ismael, pela orientação, pela enorme paciência, atenção, educação e amizade, por ter feito parte da minha formação profissional e pessoal, e também por ser meu modelo de vida.

Ao amigo Felipe Magro pela concessão deste projeto e na participação da condução do experimento.

Aos membros da banca examinadora, pela contribuição neste trabalho.

À minha família, minhas tias Anita e Júlia, minha irmã Vanessa e meu irmão cunhado Robson, meus sogros Mauro e Carminha, pelo constante incentivo, carinho e apoio em minha vida.

Aos meus sobrinhos, Yasmin, João Pedro e Bruno, e aos meus avós, Ranufile, Helena, Dalva e Kichitaro (in memoriam) que são minha alegria de viver.

Aos amigos que estiveram dia a dia na condução deste trabalho, no apoio moral e grande amizade: Marina, Ana Emília, Sr. Qualinho, Samuel, Bruna, Sr. Dito.

Aos funcionários da Fazenda Experimental São Manuel, pelo apoio durante a execução do experimento.

Aos estagiários: Gabriel, Gabriela e Estefânia, aos funcionários do departamento: Rose, Edvaldo, Admilson, Edson e Acir, que também contribuíram nos trabalhos.

À amiga Natália Lanna, companheira a toda hora, até nas madrugadas do laboratório.

Aos amigos da pós-graduação horticultura que estiveram presentes na avaliação de outros experimentos e também pela grande amizade, Felipe Vitorio, Miguel, Éwerton, William, Manoel Eusébio, Ana Paula, Priscila, professora Romy e merimão Edvar.

À Capes, pela concessão da bolsa.

À Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA/UNESP), pela oportunidade em minha formação profissional

## SUMÁRIO

1 RESUMO .....	1
2 SUMMARY .....	3
3 INTRODUÇÃO .....	5
4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	8
4.1 Origem e disseminação das pimentas.....	8
4.2 Biodiversidade e importância das pimentas .....	9
4.3 Cenário do mercado de pimentas e sementes.....	11
4.4 Qualidade fisiológica de sementes .....	13
4.5 Cultivo protegido .....	14
4.6 Polinização e vibração.....	15
5 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA .....	18
6 CAPÍTULO 1: Vibração de plantas de pimenta americana para produção de frutos em ambiente protegido .....	24
6.1 Resumo.....	24
Vibration of american pepper plants for fruit production in greenhouse .....	25
6.2 Abstract .....	25
6.3 Introdução .....	26
6.4 Material e Métodos.....	27
6.5 Resultados e Discussão .....	31
6.6 Conclusão.....	38
6.7 Referência Bibliográfica .....	39
7- CAPÍTULO 2 Vibração de plantas de pimenta ‘Malagueta’ para produção de frutos e sementes em ambiente protegido .....	43
7.1 Resumo.....	43
7.2 Abstract .....	44
7.3 Introdução .....	45
7.4 Material e Métodos.....	47
7.5 Resultados e Discussão .....	50
7.6 Conclusão.....	58
7.7 Referência Bibliográfica .....	59
8. APÊNDICE .....	64
8.1 Descrição das cultivares.....	64
8.1.1) Dirce.....	64
8.1.2) Dínamo.....	65
8.1.3) Doce Comprida .....	65
8.1.4) Malagueta.....	66

8.2 Quadros de análise de variância .....	67
8.2.1 Quadros de análise de variância do capítulo 1 .....	67
8.2.2 Quadros de análise de variância do capítulo 2 .....	73



## LISTA DE FIGURAS E TABELAS

Figura 1. Ambiente protegido com as laterais abertas e fechadas. São Manuel-SP, UNESP, 2012. ....	28
Figura 2. Tutoramento das plantas. São Manuel-SP, UNESP, 2012. ....	29
Figura 3. (A) Frutos comerciais e (B) frutos não comerciais de pimenta americana. São Manuel-SP, UNESP, 2012. ....	31
Tabela 1. Número de frutos comerciais (NFC) e total (NFT) por planta, diâmetro (DFC) e comprimento (CFC) de fruto comercial, produção comercial (PCP) e total (PTP) por planta, e altura de planta (AP), nas cultivares de pimentas americanas. São Manuel-SP, UNESP, 2012. ....	32
Tabela 2. Número de frutos comercial (NFC) e total (NFT) por planta, produção comercial (PCP) e total (PTP) de frutos por planta e altura de planta (AP), de pimenta americana nos ambientes com as laterais abertas e fechadas. São Manuel-SP, UNESP, 2012. ....	33
Tabela 3. Número (NSF) e massa (MSF) de sementes por fruto e porcentagem de frutos comerciais (FC) de cultivares de pimenta americana em função do cultivo em ambiente com as laterais abertas e fechadas e da vibração de plantas. São Manuel-SP, UNESP, 2012. ....	36
Tabela 4. Número (NFP) e produção (MFP) de frutos por planta, massa (MSP) e número (NSP) de sementes por planta e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de pimenta ‘Malagueta’ produzidas em ambiente protegido com as laterais aberta e fechada, com e sem vibração das plantas. São Manuel-SP, UNESP, 2012. ....	50
Tabela 5. Massa de fruto (MF), comprimento de fruto (CF), massa de sementes por fruto (MSF), número de sementes por fruto (NSF) e altura de planta (AP) de pimenta ‘Malagueta’ produzidas em ambiente protegido com as laterais aberta e fechada. São Manuel-SP, UNESP, ....	52
Tabela 6. Germinação de sementes de pimenta ‘Malagueta’ produzidas em ambiente protegido com as laterais aberta e fechada. São Manuel-SP, UNESP, 2012. ....	55
Tabela 7. Germinação e primeira contagem de germinação de sementes de pimenta ‘Malagueta’ produzidas em plantas com e sem vibração. São Manuel-SP, UNESP, 2012. ....	56
Tabela 8. Resumo da análise de variância para número de frutos comercial (NFC) e total (NFT) por planta e diâmetro (DFC), de pimentas americanas produzidas em ambiente protegido com laterais aberta e fechada, com e sem vibração de plantas. São Manuel-SP, UNESP, 2012. ....	67
Tabela 9. Resumo da análise de variância para comprimento de fruto (CFC) e massa de fruto (MFC), de pimentas americanas produzidas em ambiente protegido com laterais aberta e fechada, com e sem vibração de plantas. São Manuel-SP, UNESP, 2012. ....	68

- Tabela 10. Resumo da análise de variância para produção comercial (PCP) e total (PTP) por planta e altura de planta (AP), de pimentas americanas produzidas em ambiente protegido com laterais aberta e fechada, com e sem vibração de plantas. São Manuel-SP, UNESP, 2012. .... 69
- Tabela 11. Resumo da análise de variância para número de sementes por fruto (NSF), massa de sementes por fruto (MSF) e porcentagem de fruto comercial (FC), de pimentas americanas produzidas em ambiente protegido com laterais aberta e fechada, com e sem vibração de plantas. São Manuel-SP, UNESP, 2012..... 70
- Tabela 12. Resumo da análise de variância do desdobramento do ambiente protegido com lateral aberta e fechada dentro de cada nível de cultivar e vibração de plantas de pimentas americanas para a característica de número de sementes por fruto (NSF). São Manuel-SP, UNESP, 2012. .... 71
- Tabela 13. Resumo da análise de variância do desdobramento do ambiente protegido com lateral aberta e fechada dentro de cada nível de cultivar e vibração de plantas de pimentas americanas para a característica de massa de sementes por fruto (MSF). São Manuel-SP, UNESP, 2012. .... 71
- Tabela 14. Resumo da análise de variância do desdobramento do ambiente protegido com lateral aberta e fechada dentro de cada nível de cultivar e vibração de plantas de pimentas americanas para a característica de fruto comercial (FC%). São Manuel-SP, UNESP, 2012. .... 72
- Tabela 15. Resumo da análise de variância do desdobramento de cultivar dentro de cada nível do ambiente protegido com lateral aberta e fechada e vibração de plantas de pimentas americanas para as características número de sementes por fruto (NSF), massa de sementes por fruto (MSF) e fruto comercial (FC%). São Manuel-SP, UNESP, 2012. .... 72
- Tabela 16. Resumo da análise de variância para massa (MF), diâmetro (DF) e comprimento (CF) de fruto, massa (MSF) e número de sementes por fruto (NSF) de pimenta ‘Malagueta’ produzido em ambiente protegida com laterais aberta e fechada, com e sem vibração de plantas. São Manuel-SP, UNESP, 2012. .... 73
- Tabela 17. Resumo da análise de variância para altura de planta (AP), número de frutos (NF), produção de frutos por planta (PFP), produção (PSP) e número (NSP) de semente por planta de pimenta ‘Malagueta’ produzida em ambiente protegido com laterais aberta e fechada, com e sem vibração de plantas. São Manuel-SP, UNESP, 2012..... 73
- Tabela 18. Resumo da análise de variância para germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), matéria seca de plântula (MSP), emergência (E) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de pimenta ‘Malagueta’ produzida em ambiente protegido com laterais aberta e fechada, com e sem vibração de plantas. São Manuel-SP, UNESP, 2012. .... 74

# VIBRAÇÃO DE PLANTAS DE PIMENTA (*Capsicum* sp) PARA PRODUÇÃO DE FRUTOS E SEMENTES EM AMBIENTE PROTEGIDO

Botucatu, 2014. 74 p. Tese (Doutorado em Agronomia/Horticultura) - Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista.

Autor: PÂMELA GOMES NAKADA FREITAS

Orientador: ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO

## 1 RESUMO

Os insetos polinizadores tais como as abelhas, realizam a vibração das flores de algumas espécies da família das Solanaceae o que leva a liberação do pólen, favorecendo a fecundação dos óvulos para formação de sementes e desenvolvimento dos frutos. A presença desses insetos em ambiente protegido é dificultada com o fechamento das laterais com telas. Com o objetivo de promover efeito semelhante ao das abelhas e do vento, pode-se efetuar a vibração das plantas manualmente. Neste sentido, objetivou-se verificar o efeito da vibração de plantas na produção de três cultivares de pimenta americana e pimenta ‘Malagueta’ em cultivo protegido com laterais aberta e fechada. Foram conduzidos dois experimentos. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental da Unesp/FCA localizada no município de São Manuel-SP. No primeiro foram seis tratamentos e três repetições, em esquema de parcelas subdivididas, sendo as duas parcelas a vibração ou não das plantas e as subparcelas três cultivares de pimenta tipo americana (Dirce, Dínamo e Doce Comprida). No segundo foram dois tratamentos e seis repetições, que consistiram de plantas com e sem vibração da cultivar Malagueta. O delineamento foi em blocos ao acaso. Nos dois casos o mesmo experimento foi realizado em dois ambientes protegidos, diferindo quanto à abertura das laterais, cultivados na mesma época. As plantas eram vibradas balançando-se o arame onde se prendia o tutor de bambu com a mão por cerca de 5 segundos, duas vezes por dia. As características avaliadas nos experimentos foram: massa e número de frutos total e comercial por planta; porcentagem de frutos comerciais; massa, diâmetro e comprimento, médios de frutos comerciais; massa e número de sementes por fruto e altura de planta. No segundo experimento foi feita ainda a análise da qualidade fisiológica das sementes da pimenta ‘Malagueta’, avaliando-se a porcentagem de germinação e o vigor através da primeira contagem de germinação, matéria seca de plântula, emergência de plântulas em bandeja e índice de velocidade de emergência. Para

as pimentas americanas a produção de frutos por planta foi maior no ambiente com as laterais fechadas com média de 24 frutos comerciais por planta, enquanto que no ambiente aberto foram sete frutos. A vibração de plantas de pimentas americanas não afetou a produção, comprimento, diâmetro e massa média de frutos. Apenas para a cultivar Doce Comprida, na ausência de vibração das plantas, obteve-se maior produção de sementes por fruto no ambiente aberto (259 sementes por fruto), enquanto que no ambiente fechado foram 126. Já para a pimenta ‘Malagueta’ a vibração de plantas prejudicou a produção de frutos e sementes em ambiente protegido com as laterais fechadas, enquanto a qualidade fisiológica das sementes foi prejudicada pela vibração nos dois ambientes. A presença de insetos polinizadores beneficia a produção e a qualidade de sementes de pimenta ‘Malagueta’ e aumenta a massa de fruto.

**Palavras-chave:** Polinização, inseto polinizador, movimentação de plantas, qualidade fisiológica de sementes.

## VIBRATION OF PEPPER PLANTS (*Capsicum* sp) FOR FRUIT PRODUCTION AND SEEDS IN GREENHOUSE

Botucatu, 2014. 74p. Tese (Doutorado em Agronomia/ Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: PÂMELA GOMES NAKADA FREITAS

Adviser: ANTONIO ISMAEL INÁCIO CARDOSO

### 2 SUMMARY

The pollinators produce the vibration of the flowers of some species of the family Solanaceae to release pollen, favouring fertilization of ovules for formation of seeds and fruit development. The presence of these insects in a protected environment is hampered by closing the sides with screens. With the aim of promoting the effect similar to bees and wind, it can make the plant vibration. In this sense, it is aimed to verify the effect of the plant vibration in the production of american peppers plants and 'Malagueta' in protected cultivation open and closed sides. The experiment was conducted at the Experimental Farm of UNESP/FCA located in the city of São Manuel-SP. Two experiments were conducted. In the first were six treatments and three replications, in split plots, having two plots, one with vibration and other without vibration of the plants and the subplots were the three cultivars of american pepper type (Dirce, Dínamo and Doce Comprida). In the second experiment there were two treatments and six repetitions, which consisted of plants with and without vibration of the cultivar 'Malagueta'. The design was a randomized block design. In both cases, the same experiment was conducted in two protected environments, differing in the side opening, cultivated at the same time. The plants were shaking on the wire where it is attached to the tutor (bamboo cane) by hand for about 5 seconds, twice a day. The characteristics evaluated in the experiments were: mass and number of fruits, total and marketable per plant, percentage of marketable fruits; mass, diameter and fruit length, mass and number of seeds per fruit and plant height. In the second experiment the analysis of seed quality of pepper 'Malagueta' was also done by evaluating the percentage of germination and vigour through the first germination, seedling dry weight, field emergence index tray and speed of germination. For american peppers fruit yield per plant was higher in the environment with the sides closed with a mean of 24 marketable fruits per plant, while the open environment was 7 fruits. The vibration of plants of american

peppers did not affect the yield, length, diameter and average fruit weight. As for 'Doce Comprida', in the absence of plant vibration, obtained higher seed production per fruit in the open air (259 seeds per fruit) , while 126 were in confinement.

**Key-words:** Pollination, pollinators insect, moving plants, seed physiological quality.

### 3 INTRODUÇÃO

As pimenteiras (*Capsicum* spp.) pertencem à família Solanaceae e englobam diversas espécies. Seus frutos podem ser comercializados nas mais diversas formas, como molhos, em conservas, geléias, ornamentais ou na forma *in natura*. Dentre elas, têm-se a pimenta americana, pertencente à espécie *C. annuum*, mesma espécie do pimentão, e também uma das mais conhecidas no Brasil que é a pimenta ‘Malagueta’ (*C. frutescens*).

O setor sementeiro de pimentas ainda é incipiente devido às características específicas da produção de sementes, como baixo rendimento, dificuldade de extração devido ao ardume, problemas relacionados com qualidade fisiológica (NASCIMENTO et al., 2006), a exemplo das sementes de pimenta ‘Malagueta’ (RIVAS et al. (1984); EDWARDS; SUNDSTROM , 1987). Este ardume é ocasionado pela pungência atribuída à presença de capsaicinóides, que são alcalóides os quais acumulam-se na superfície da placenta e são liberados quando o fruto sofre qualquer dano físico (CARVALHO et al., 2003).

Além disso, o mercado de sementes de cultivares de polinização aberta de pimenta pode ser limitado, pois produtores costumam produzir sua própria semente, e o manejo e as características de um campo de produção de sementes não diferem muito daquele destinado à produção comercial (NASCIMENTO et al., 2006).

As espécies são adaptadas a clima tropical, não toleram baixas temperaturas, muito menos geadas e excesso de chuvas. Com a evolução do setor olerícola, o cultivo tem-se expandido sob ambiente protegido, que, por proteger das adversidades climáticas, favorece maior produção por área, permitindo oferta estável ao longo do ano. Este ambiente é caracterizado por uma estrutura metálica, ou de madeira, recoberta por filmes plásticos de polietileno de baixa densidade (RODRIGUES et al., 2007), podendo ser

completamente fechada, ou com as laterais abertas. Normalmente as laterais são fechadas com telas para impedir a entrada de insetos pragas, mas também é um grande obstáculo aos insetos polinizadores. Existem muitos trabalhos que mostram o benefício dos insetos polinizadores em outras espécies da família Solanaceae (CAUICH et al., 2004; CRUZ et al., 2005; HOGENDOORN et al., 2006; SERRANO; GUERRA-SANZ, 2006; GEMMILHERREN E OCHIENG, 2008; BISPO DOS SANTOS et al., 2009).

As espécies do gênero *Capsicum* sp são conhecidas por serem autógamas e possuírem flores perfeitas, tendo as estruturas masculina e feminina na mesma flor, o que facilita a reprodução por autofecundação. Embora estas espécies sejam classificadas como autógamas, alguns genótipos possuem taxa de alogamia que varia de 2 a 90% (BOSLAND; VOTAVA, 2000) e existem relatos de aumento na fixação e maior tamanho dos frutos com a presença de insetos polinizadores (RUIJTER et al., 1991; SHIPP et al., 1994; JARLAN et al., 1997; MEISELS; CHIASSON, 1997; DAG; KAMMER, 2001).

Em pimentão, Cruz et al. (2005) relataram a influência de abelhas *Melipona subnitida* no processo de polinização, contribuindo para produção de frutos mais pesados e com maior diâmetro, maior número de sementes e baixo percentual de frutos deformados quando comparada com a cultura autopolinizada. Esta contribuição por parte das abelhas leva a crer uma suplementação no fornecimento de pólen, aumentando o número de óvulos fecundados, favorecendo o desenvolvimento do fruto.

Cruz e Campos (2007) concluíram que a abelha *Apis mellifera* mostrou-se capaz de aumentar a fixação inicial e a persistência dos frutos em pimenta 'Malagueta'. Em pimenta doce (*C. annuum*), Nascimento et al. (2012) também obtiveram aumento no peso de fruto de pimenta doce na presença de insetos polinizadores. No entanto, Costa et al. (2008) relataram que pimentas da espécie *C. chinensis* apresentam pequena dependência aos insetos polinizadores.

Com o objetivo de promover efeito semelhante ao das abelhas, alguns autores efetuaram estudos de vibração manual na tentativa de aumentar a produção. Satti (1986) e Ilbi e Boztok, (1994), ao vibrarem ramos de tomate, verificaram aumento na produção comparada com a testemunha sem vibração. Aumentos na produtividade também foram encontrados por Higuti et al. (2010) em tomate com a vibração das plantas. No entanto, Cardoso (2007), em pimentão, não obteve aumento de produção com a vibração das plantas em ambiente sem a presença de insetos polinizadores. Palma et al.



(2008), estudando diferentes polinizadores e a vibração mecânica em tomate, verificaram que há aumento da produção de frutos na presença dos insetos, sendo superior ao tratamento da vibração.

Não foram encontradas pesquisas com pimenteiros onde se tenha estudado a vibração manual das plantas. Portanto, este trabalho teve como objetivo verificar o efeito da vibração das plantas na produção de frutos e sementes de pimenta americana e ‘Malagueta’, conduzidas em cultivo protegido com laterais aberta e fechada.

## 4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 4.1 Origem e disseminação das pimentas

As pimentas do gênero *Capsicum* pertencem à família Solanaceae e são originárias de diversas partes das Américas, tanto do Sul quanto Central e Antilhas (SANTOS et al., 2012). Estas não tem nenhuma relação botânica com a pimenta-do-reino (*Piper nigrum*) de origem asiática, pertencente à família Zingiberaceae. Foram as primeiras especiarias americanas que invadiram e conquistaram os pratos e solos europeus, africanos e asiáticos (BRACHT et al., 2011).

Tudo indica que a domesticação não ocorreu em um único local, para depois terem se dispersado. Ao contrário, é mais provável que a grande variedade de cultivares seja produto, justamente, do fato de as várias espécies terem surgido, em sua forma silvestre, dispersas por diversos lugares do continente americano. Ainda hoje subsistem espécies selvagens ou semidomesticadas na região andina e na porção sudeste do litoral brasileiro. Sobre estes dois casos, estudos morfológicos indicaram resultados que sugerem origens distintas para as pimentas brasileiras e andinas (BARBIERI; NEITZKE, 2008).

Os registros arqueológicos mais antigos dos *Capsicum* foram feitos no México e datam de aproximadamente nove mil anos. Possivelmente, as pimentas também eram cultivadas nos Andes peruanos por volta de 2500 anos a.C. Sua distribuição, à época da chegada dos primeiros europeus, compreendia, portanto, não apenas ampla dispersão latitudinal, como também uma variação nas altitudes de suas áreas de incidência

que iam do nível do mar até três mil metros. O fato das plantas do gênero *Capsicum* haverem se desenvolvido e evoluído sob um amplo espectro de condições climáticas e biogeográficas conferiu a elas uma grande variabilidade. Para tal, foram determinantes os índices pluviiais, médias de temperaturas, tipos de solo e tempo de incidência solar, que contribuíram para produzir diferentes variedades que se adaptaram relativamente bem em várias partes do globo (FERRÃO, 1993; ANDREW, 1999; BARBIERI; NEITZKE, 2008).

#### 4.2 Biodiversidade e importância das pimentas

Existem três tipos de pimentas conhecidas do gênero *Capsicum*: as silvestres, semidomesticadas e as domesticadas, sobressaindo-se esta última. As domesticadas são compostas pelas seguintes espécies: *C. annum*, *C. frutescens*, *C. chinense*, *C. baccatum* e *C. pubescens*. Além dessa divisão, estas espécies são agrupadas conforme a capacidade de cruzamento entre si. Como exemplo tem-se o denominado “complexo *C. annum*” ou “complexo das flores brancas”, composto pelo *C. annum*, *C. frutescens* e *C. chinense* (ESHBAUGH, 1993).

A seguir encontram-se as duas espécies que serão retratadas neste estudo, que conterão as respectivas descrição de sua distribuição geográfica nas Américas e breves referências sobre suas características morfológicas, segundo Casali e Couto (1984), Reifshneider (2000) e Moreira et al. (2006):

1 – *C. annum* var. *annuum* L.: mais cultivada e, possivelmente, a que apresenta maior variabilidade. Inclui, entre outros, os pimentões e as pimentas doces para páprica. Algumas são ornamentais. Embora a denominação *annuum* signifique anual, a planta é perene. O centro de diversidade da espécie é o México e a América Central. Características morfológicas: geralmente apresenta uma flor por nó. Na antese, os pedicelos podem ser eretos ou pendentes (maioria dos casos). A corola é branca, sem manchas na base dos lobos das pétalas. Os cálices dos frutos maduros são pouco dentados e não possuem constrição anelar na junção do pedicelo. Os frutos são pendentes e podem exibir várias cores, tamanhos e formas.

Dentre alguns exemplos de pimenta doce do tipo americana têm-se as cultivares:

- ‘Dirce’: cultivar híbrida; pesando em média 110-130 gramas; comprimento 20-22 cm; recomendada para cultivo em estufa e campo aberto iniciando a colheita em torno de 110 a 130 dias;

- ‘Dínamo’: cultivar híbrida; formato alongado;

- ‘Doce Comprida’: cultivar de polinização aberta; formato cônico; 12 cm de comprimento e 4 cm de diâmetro; início da colheita em torno de 110 a 120 dias após sementeira.

2 – *C. frutescens* L.: no Brasil esta espécie recebe os nomes ‘Malagueta’, ‘Malaguetinha’ e ‘Malaguetão’. Por frutescens entende-se arbusto. Seus frutos são bastante pungentes. A espécie apresenta variabilidade bem menor que as demais cultivadas. Alguns autores indicam a bacia amazônica como provável centro de origem, onde a espécie é encontrada na forma silvestre. Acredita-se que sua domesticação se deu no Panamá e de lá se dispersou ao México e ao Caribe (DEWITT; BOSLAND, 1996). Características morfológicas: cada nó pode apresentar de uma a três flores. Na antese, os pedicelos são tipicamente eretos. A corola é branca esverdeada, sem manchas. Os lobos, de modo geral, dobram-se para trás. As anteras são comumente azuis, roxas ou violetas. Os cálices dos frutos maduros apresentam-se pouco ou não dentados e não exibem constrição anelar à junção com o pedicelo. Os frutos são geralmente vermelhos, cônicos e eretos. A exemplo desta espécie, a pimenta ‘Malagueta’ é a mais popular, a qual possui fruto em formato cônico alongado, com comprimento de 2-5 cm e diâmetro de 0,5-1,0 cm, iniciando a colheita em torno de 110 a 120 dias após a sementeira.

*C. annuum* é a espécie mais conhecida, sendo as pimentas doces e os pimentões seus representantes importantes na indústria alimentícia. Domesticada em terras altas do México também inclui a maioria das pimentas picantes de vários países da África e da Ásia. Um dos motivos de sua ampla dispersão global é por terem sido as primeiras a serem descobertas pelos exploradores a serviço da Coroa Espanhola, no final do século XVI. Deste modo, sua área de expansão chegou à Europa e a outras partes do mundo. Entretanto, no caso da Índia, há informações de sua chegada através de exploradores portugueses (ESHBAUGH, 1993; NUEZ et al., 1996; FERRÃO, 1999).

A segunda espécie mais difundida é a *C. frutescens*. Bastante consumida na América Central e em áreas de baixas altitudes da América do Sul, é também cultivada na Ásia, na África e nas Ilhas do Pacífico. Além de consumida *in natura*, podem ser processadas e utilizadas em diversas formas, tais como: conservas, molho,

pimenta desidratada e pimenta calabresa, páprica, oleorresinas (proporciona pungência, cor e sabor padronizados, e aumenta estabilidade oxidativa de lipídeos), e em adição a outros produtos alimentícios (OHARA; PINTO, 2012).

Com uma concentração seis vezes maior de vitamina C que uma laranja, estes frutos ainda possuem a vantagem de também serem ricos em vitaminas A, B1, B2 e E, além de terem propriedades anti-inflamatórias, analgésicas, antibacterianas e energéticas (TALBOT; HUGHES, 2008).

A capsaicina é a substância presente na maioria das pimentas, a qual funciona como um eficaz remédio contra dores. Além disso, combate eficazmente a psoríase, doença autoimune de manifestação cutânea que pode estar associada a uma grande gama de fatores, desde a artrite, até a elevada carga de estresse. Além desses benefícios, na ingestão excessiva de gorduras e pobre em fibras, a capsaicina auxilia na motilidade gastrointestinal, auxiliando a digestão e reduzindo o desconforto causado pela prisão de ventre (TALBOT; HUGHES, 2008).

### **4.3 Cenário do mercado de pimentas e sementes**

Além das vantagens mencionadas no item anterior, as pimentas tem elevada importância no aspecto socioeconômico, pois contribui para a geração de renda na pequena propriedade e para fixação de pessoas na área rural. As grandes agroindústrias do ramo de pimentas possuem extensas áreas de cultivo (próprias ou em parceria) empregando um número significativo de pessoas, principalmente na época da colheita. O mercado é bastante diversificado, indo desde a comercialização de pimentas para consumo *in natura* e conservas caseiras até a exportação de produtos processados e industrializados (FURTADO et al., 2006).

O setor do agronegócio de sementes de pimentas ainda é incipiente, pois segundo a Associação Brasileira de Comércio de Sementes e Mudanças (ABCSEM, 2009), no último levantamento de dados, predominavam-se cultivares de polinização aberta, representando 90% para as pimentas doces, e 99,6% para as pimentas ardidas. Além do mais, o mercado é reduzido, e os produtores tem o costume de produzirem suas

próprias sementes, sobretudo por serem assegurados pela lei de sementes e mudas de 2004 (FREITAS et al., 2008).

As pimentas e pimentões do gênero *Capsicum* são cultivadas praticamente no mundo todo, sendo grandes produtores China, Tailândia, Coréia do Sul, Índia, Japão, México, Estados Unidos, Brasil, Argentina, Espanha, Romênia, Bulgária, Hungria, Grécia, Ucrânia, Turquia, a antiga Iugoslávia, Gana, Nigéria, Egito, Tunísia e Argélia (HENZ, 2004). No Brasil as principais áreas de cultivo estão localizadas nas regiões Sudeste, Centro-Oeste e Nordeste. O seu cultivo é realizado por pequenos, médios e grandes produtores individuais ou integrados a agroindústrias (FURTADO et al., 2006).

O mercado para as pimentas pode ser dividido de acordo com o objetivo da produção (consumo interno ou exportação) e forma de apresentação do produto (*in natura* ou processado). A maioria da produção exportada é na forma processada, enquanto para o mercado interno tanto esta como em *in natura* (pimentas sem processamento) são importantes (HENZ, 2004).

O mercado para as pimentas *in natura* é fortemente influenciado pelos hábitos alimentares de cada região do Brasil, como os estados da região Sul são os que menos consomem pimentas *in natura* no País, há preferência pelas formas processadas, como molhos, conservas e pimentas desidratadas. Na região Sudeste consome-se principalmente a pimenta doce do tipo americana, pimenta ‘Cambuci’, ‘Malagueta’ e ‘Cumari Vermelha’. Já na região Nordeste, predominam as pimentas ‘Malagueta’ e ‘De Cheiro’. Na região Norte, as pimentas mais apreciadas são a ‘Murupi’, ‘Cumari do Pará’ e a ‘De Cheiro’. Na região Centro-Oeste, tradicionalmente são cultivadas e consumidas as pimentas ‘Bode’, ‘Malagueta’, ‘Cumari do Pará’, ‘Dedo de Moça’ e, mais recentemente, a ‘De Cheiro’, anteriormente importada do Pará e atualmente já cultivada em Goiás (LOPES et al., 2007).

A Ceasa Minas, em 2012, comercializou em todas as suas unidades aproximadamente 960 toneladas de pimenta fresca, no valor de R\$ 1.231.434,84. Do total comercializado, 97,8% foram procedentes de Minas Gerais, que é o maior estado produtor, e o restante, de Goiás e São Paulo. A área cultivada no Brasil atinge anualmente cerca de cinco mil hectares, com uma produção de 75 mil toneladas (CAETANO, 2013).

#### 4.4 Qualidade fisiológica de sementes

A utilização de sementes com qualidade fisiológica é primordial para obtenção de estande uniforme e garantia de produção. Entretanto, Freitas et al. (2008) afirmam que sementes de pimentas mesmo sob condições ótimas de umidade, temperatura e oxigênio, a germinação é lenta e desuniforme, em razão do estado de dormência que varia entre espécies e cultivares, e que normalmente essas sementes são de baixo vigor, sendo estes um dos principais problemas enfrentados pelos produtores. Já Rivas et al. (1984) e Edwards e Sundstrom (1987) afirmam que a germinação e velocidade de emergência em sementes de pimenta-malagueta são menores do que em outros tipos.

Segundo Queiroz et al. (2001) relatam que a uniformidade de germinação de sementes de pimenta-malagueta (*Capsicum frutescens*) é um dos principais problemas enfrentados pelos produtores. Estes autores testaram tratamentos para superação de dormência, onde encontraram resultados para solução deste obstáculo. Os autores utilizaram dois lotes de sementes, e um fato interessante foi o desempenho das testemunhas, resultado de germinação de 59,5% do lote A, e 86% do lote B, uma vez que a qualidade foi avaliada após um e dois meses após a colheita, respectivamente. Possivelmente existe efeito do tempo sobre a superação desta dormência, ou seja, quanto maior o tempo após a colheita, menores são os problemas com desuniformidade de emergência.

Segundo Nascimento et al. (2006) afirmam que sementes recém-colhidas de espécies do gênero *Capsicum*, incluindo o pimentão e as pimentas, podem apresentar dormência. Alguns autores já recomendaram alguns tratamentos para superação da dormência para espécies desse gênero (RIVAS et al., 1984; SUNDSTROM et al., 1987; FREITAS et al., 2008). Nascimento et al. (2006) destacam que as sementes deste gênero devem ser armazenadas por pelo menos seis semanas, a qual tem curta duração, em torno de três meses no máximo para superar esta dormência. Desta forma, não recomendam utilizar tratamentos específicos, desde que não utilizem sementes recém-colhidas.

#### 4.5 Cultivo protegido

O cultivo em ambiente protegido desempenha a função de abrigo contra chuvas excessivas e adversidades climáticas. Assim, possibilita a produção de produtos com melhor aparência e qualidade, alcançando melhores preços de mercado e encorajando os produtores a investir em cultivo protegido (JOVICICH et al., 2004). Além dessas vantagens, ocorre maior otimização do uso de insumos, e, por controlar as oscilações térmicas, provocando menor estresse à planta, normalmente resulta em maior produção por área, comparada à produção em campo aberto, conforme relatado por Santos et al. (2003) em pimentão, e por Rebelo et al. (1994) em tomate. Propicia cultivos fora de sua época normal e colheitas precoces, permitindo um abastecimento mais regular do mercado (SANTOS et al., 2003).

As espécies do gênero *Capsicum* sp são cultivados em pequenas hortas ou em grandes áreas, em campo aberto ou em ambiente protegido. Não toleram frio e geadas. A faixa de temperatura ideal está entre 20 a 30°C (REIFSCHNEIDER et al., 2000; PINTO et al., 2006). A utilização de casas de vegetação é uma maneira de maximizar o uso da radiação solar através do acúmulo de energia durante o dia para o aquecimento do ambiente no período noturno, possibilitando o cultivo dessas espécies intolerantes a baixas temperaturas (BOLIGON, 2007). Estas estruturas podem ser completamente fechadas, ou com as laterais abertas. Normalmente as laterais são fechadas com telas para impedir a entrada de insetos pragas, mas também é um obstáculo aos insetos polinizadores, bem como ao vento que pode favorecer a polinização.

A polinização insuficiente ou inadequada é um dos principais problemas da implantação de culturas em casas de vegetação de algumas espécies olerícolas devido às condições de confinamento, resultando em baixa produção (KWON; SAEED, 2003). É importante destacar que cada flor não fecundada significa um fruto perdido e menor será a produção. Além disso, frutos mal formados por deficiência de polinização são descartados.

As espécies do gênero *Capsicum* sp são conhecidas por serem plantas autógamas e possuem flores perfeitas, tendo a presença da estrutura masculina e feminina na mesma flor, o que facilita a reprodução por autofecundação. Embora esta espécie seja classificada como autógama, alguns genótipos possuem taxa de alogamia que varia de 2 a 90% (BOSLAND; VOTAVA, 2000) e existem relatos de aumento na fixação e



maior tamanho dos frutos com a presença de insetos polinizadores (RUIJTER et al., 1991; SHIPP et al., 1994; JARLAN et al., 1997; MEISELS; CHIASSON, 1997; DAG; KAMMER, 2001).

#### 4.6 Polinização e vibração

De acordo com Slaa et al. (2006), diversas culturas dependem da polinização para frutificarem e produzirem frutos, sendo que para muitas destas culturas, os insetos são os principais agentes polinizadores. Este processo consiste na transferência do grão de pólen ao estigma da flor, finalizando com o desenvolvimento do fruto.

Mesmo sendo classificadas como plantas autógamias, vários são os trabalhos que descrevem o benefício da presença de insetos polinizadores em espécies da família das solanáceas (CAUICH et al., 2004; CRUZ et al., 2005; HOGENDOORN et al., 2006; SERRANO; GUERRA-SANZ, 2006; GEMMIL-HERREN; OCHIENG, 2008; BISPO DOS SANTOS et al., 2009; MONTEMOR; SOUZA, 2009; NASCIMENTO et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2012). O comprimento do estilo e a posição relativa do estigma em relação às anteras caracteriza o sistema reprodutivo, podendo o estigma se sobressair acima das anteras, sobretudo nas espécies não domesticadas, bem como nas domesticadas de frutos pequenos (CARDOSO, 2007), características compatíveis à pimenta ‘Malagueta’. Além disso, Freitas et al. (2008) relatam que algumas cultivares de pimentas ardidas possuem um estilete mais comprido apresentando portanto, uma maior taxa de polinização cruzada. Cruz (2009) em sua tese de doutorado registrou fotos da flor de pimenta ‘Malagueta’ constatando os relatos anteriores.

Em tomateiro, as anteras formam um perfeito cone ao redor do estigma e o pólen é liberado dentro deste cone e a polinização ocorre quando há crescimento do estilo/estigma (NUEZ, 2001). Já em pimentão, não há a formação deste perfeito cone de anteras (BOSLAND & VOTAVA, 2000; WIEN, 2000).

Em pimentão, Cruz et al. (2005) relataram a influência de abelhas *Melipona subnitida* no processo de polinização, contribuindo para produção de frutos mais pesados e com maior diâmetro, maior número de sementes e baixo percentual de frutos deformados quando comparada com a cultura autopolinizada. Esta contribuição por parte

das abelhas leva a crer uma suplementação no fornecimento de pólen, aumentando o número de óvulos fecundados e favorecendo o desenvolvimento do fruto.

Cruz e Campos (2007) verificaram aumento no número de frutos colhidos em pimenta ‘Malagueta’ quando insetos polinizadores (abelhas) estavam presentes.

De acordo com Nunes-Silva et al. (2010), a polinização por parte dos insetos ocorre pela vibração das flores. As abelhas pousam sobre as anteras, curvam-se, agarram-se fortemente, contraem a musculatura torácica, promovendo vibrações, causando ressonância dentro das anteras e liberando o pólen. Esse modo de liberar o pólen resultando em polinização é chamado “buzz pollination”. Raw (2000) enfatiza que a vibração por parte das abelhas é muito importante para espécies da família das solanáceas, como o tomate, a berinjela, o jiló, as pimentas e os pimentões.

A vibração é o movimento oscilatório em torno de uma posição de referência. A movimentação das flores pelo vento ou por vibração das plantas é recomendada, principalmente em cultivo protegido (PICKEN, 1984; KINET; PEET, 2002). Desta forma, a fim de reproduzir o mesmo efeito é que alguns autores tiveram intuito de aplicar a técnica manual.

Em tomate, Satti (1986), aplicando a vibração manual nas flores de quatro cultivares de tomateiro, obtiveram aumento de 10 a 17% no pegamento de frutos, comparando-se à testemunha sem vibração em todas as cultivares. Ilbi e Boztok (1994) constataram que a vibração aumenta o fornecimento de pólen para o estigma, aumentando o pegamento de frutos e qualidade em tomateiro cultivado em ambiente protegido, enquanto Stripari (1999) relatou aumento no diâmetro e massa dos frutos de tomate, híbrido Momotaro, com a aplicação de vibração nas flores, atribuindo o resultado ao aumento no número de sementes dos frutos.

Verificada a eficiência da vibração nos ramos do tomateiro, outros autores testaram a vibração de plantas, principalmente por ser prática mais simples. Desta forma, Higuti et al. (2010), ao avaliarem cinco híbridos de tomateiro, verificaram que a vibração das plantas favoreceu a liberação de grão de pólen, e, portanto, maior fixação de frutos e maior número de sementes por fruto, com maior porcentagem de frutos comerciais em todos os híbridos avaliados. Palma et al. (2008), estudando diferentes polinizadores e a vibração mecânica em tomate, verificaram que há aumento da produção de frutos na presença dos insetos, sendo superior ao tratamento da vibração.

Diferentemente destes resultados, Cardoso (2007), em pimentão, verificou que a vibração das plantas não afetou o número e a massa de frutos por planta, massa média de frutos e número de sementes por fruto, constatando elevada taxa de autogamia natural nos híbridos avaliados, e, como consequência, a vibração não interferiu na produção de frutos e sementes, mesmo na ausência de insetos polinizadores e vento para movimentar as plantas.

Na revisão de literatura não foram encontradas informações a respeito da aplicação da vibração manual ou artificial de plantas na cultura da pimenta.

## 5 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABCSEM,2009. Pesquisa de Mercado de Sementes de Hortaliças. Disponível em: <<http://www.abcsem.com.br/dadosdosegmento.php>>. Acesso: 23 de maio de 2014.

ANDREW, J. **The Pepper Trail**: History and recipes around the world. Denton: University of North Texas Press, 1999. 256p.

BARBIERI, R.L.; NEITZKE, R.S. Pimentas do gênero *Capsicum* – cor, fogo e sabor. In: BARBIERI, R.L.; STUMPF, E.R.T. **Origem e evolução de plantas cultivadas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 727-745.

BISPO DOS SANTOS, S.A.; ROSELINO, A.C.; HRNCIR, M.; BEGO, L.R. Pollination of tomatoes by the stingless bee *Melipona quadrifasciata* and the honey bee *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae). **Genetics and Molecular Research**, v. 8, n. 2, p. 751-757. 2009.

BOLIGON, A.A. **Variabilidade espacial do ponto de colheita e de crescimento de frutos de pimentão em estufa plástica**. (Dissertação de mestrado) – Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria. 2007. 75p.

BOSLAND, P. W.; VOTAVA, E. J. **Peppers: vegetable and spice capsicums**. Wallingford: CABI, 2000. 204 p.

BRACHT, F.; CONCEIÇÃO, G.C.; SANTOS, C.F.M. A América conquista o mundo: uma história da disseminação das especiarias americanas a partir das viagens marítimas do século XVI. **Revista Brasileira de Pesquisa em Alimentos**, Campo Mourão (PR), v.2, n.1, p.11-16, 2011.

CAETANO, M.L. Potencial da produção de pimenta no Brasil. **Revista Campo & Negócios HF**, p. 44-55, setembro. 2013.

CARDOSO, A.I.I. Efeito da vibração das plantas na produção de pimentão. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.4, p. 1061-1066. 2007.

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

CASALI, V.W.D.; COUTO, F.A.A. Origem e botânica de *Capsicum*. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 10, n. 113, p. 8-10, 1984.

CAUICH, O.; QUEZADA-EUÁN, J.J.G.; MACIAS-MACIAS, J.O.; REYES-OREGEL, V.; MEDINA-PERALTA, S.; PARRA-TABLA, V. Behavior and pollination efficiency of *Nannotrigona perilampoides* (Hymenoptera: Meliponini) on greenhouse tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) in subtropical México. **Journal of Economic Entomology**, v. 97, n. 2, p. 172-179. 2004.

COSTA, L.V.; LOPES, M.T.G.; LOPES, R; ALVES, S.R.M. Polinização e fixação de frutos em *Capsicum chinense* Jacq. **Acta Amazônica**, v. 38, n. 2, p. 361-364. 2008.

CRUZ, D.O.; FREITAS, B.M.; SILVA, L.A.; SILVA, E.M.S.; BOMFIM, I.G.A. Pollination efficiency of the stingless bee *Melipona subnitida* on greenhouse sweet pepper. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.12, p. 1197-1201. 2005.

CRUZ, D.O.; CAMPOS, L.A.O. Biologia floral e polinização de pimenta malagueta (*Capsicum frutescens* L., Solanaceae): um estudo de caso. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 29, n. 4, p. 375-379, 2007.

CRUZ, D.O. **Biologia floral e eficiência polinizadora das abelhas *Apis mellifera* L. (campo aberto) e *Melipona quadrisfasciata* Lep. (ambiente protegido) na cultura da pimenta malagueta (*Capsicum frutescens* L.) em Minas Gerais, Brasil.** 2009. 102p. Tese (Doutorado em Entomologia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2009.

DAG, A; KAMMER, Y. Comparison between the effectiveness of honey bee (*Apis mellifera*) and bumble bee (*Bombus terrestris*) as pollinators of greenhouse sweet pepper (*Capsicum annuum*). **American Bee Journal**, v. 141, p. 447-448. 2001.

DEWITT, D.; BOSLAND, P.W. **Peppers of the world: an identification guide**. Berkeley: Ten Speed. 1996. 219 p.

EDWARDS, R.L.; SUNDSTROM, F.J. Afterripening and harvesting effects on tabasco pepper seed germination performance. **HortScience**, Alexandria, v.22, n.3, p.473-475, 1987.

ESHBAUGH, W.H. Peppers: history and exploitation of a serendipitous new crop discovery. In: JANICK, J.; SIMON, J. E. (Eds.). **New Crops**. New York: John Wiley, p. 132-139. 1993.

FERRÃO, J.E.M. **A aventura das plantas e os descobrimentos portugueses**. Lisboa: Instituto de Investigação Científica Tropical, 1993. 287p.

FREITAS, R.A.; NASCIMENTO, W.M.; CARVALHO, S.I.C. Produção de sementes. In: RIBEIRO, C.S.C.; LOPES, C.A.; CARVALHO, S.I.C.; HENZ, G.P.; REIFSCHNEIDER, F.J.B. **Pimentas *Capsicum***. Brasília, Embrapa Hortaliças: Athalaia Gráfica e Editora Ltda. 2008. p. 173-176.

FURTADO, A.A.L.; DUTRA, A.S.; DELIZA, R. Procesamento de “Pimenta Dedo-de-Moça” (*Capsicum baccatum* Var, *pendulum*) em conserva. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. ISSN 0103-5231 Dezembro, 2006. Rio de Janeiro, RJ.

GEMMILL-HERREN, B.; OCHIENG, A.O. Role of native bees and natural habitats in eggplant (*Solanum melongena*) pollination in Kenya. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 127, n. 1-2, p. 31-36. 2008.

HENZ, G.P. Perspectivas e potencialidades do mercado para pimentas. In: Encontro do agronegócio pimentas (*capsicum* spp.), 1.; Mostra nacional de pimentas e produtos derivados, 1., 2004, Brasília. **Anais...** Brasília: Embrapa Hortaliças, 2004. 1 CD-ROM.

HIGUTI, A.R.O.; GODOY, A.R.; SALATA, A.D.C.; CARDOSO, A.I.I. Produção de tomate em função da “vibração” das plantas. **Bragantia**, v.69, n.1, p. 87-92. 2010.

HOGENDOORN, K.; GROSS, C.L.; SEDGLEY, M.; KELLER, M.A. Increased tomato yield through pollination by native Australian *Amegilla chlorocyanea* (Hymenoptera: Anthophoridae). **Journal of Economic Entomology**, v. 99, n. 3, p. 829-833. 2006.

ILBI, H.; BOZTOK, K. The effects of different truss-vibration durations on pollination and fruit set of greenhouse grown tomatoes. **Acta Horticulturae**, n.366, p.73-78, 1994.

JARLAN, A.; OLIVEIRA, D.; GINGRAS, J. Pollination of sweet pepper in greenhouse by the syrphid fly *Eristalis tenax*. **Acta Horticulturae**, n. 437, p. 425-429, 1997.

KINET, J.M.; PEET, M.M. Tomato. In: WIEN, H.C. **The physiology of vegetable crops**. Wallingford: CABI Publishing, 2002; chap. 6, p.207-258.

JOVICICH, E.; CANTLIFFE, D.J.; SARGENT, S.A., OSBORNE, L.S. **Production of greenhouse-grown peppers in Florida**. HS979. University of Florida – IFAS Extension. 2004.

KWON, Y.J.; SAEED, S. Effect of temperature on the foraging activity of *Bombus terrestris* L. (Hymenoptera: Apidae) on greenhouse hot pepper (*Capsicum annuum* L.). **Applied Entomology and Zoology**, Tokyo, v.38, p.275-280, 2003.

LOPES, C. A.; RIBEIRO, C. S. C.; CRUZ, D. M. R.; FRANÇA, F. H.; REIFSCHNEIDER, F. J. B.; HENZ, G. P.; SILVA, H. R.; PESSOA, H. S.; BIANETTI, L. B.; JUNQUEIRA N. V.; MAKISHIMA, N.; FONTES, R.R.; CARVALHO, S.I.C.; MAROUELLI, W.A.; PEREIRA, W. **Sistema de produção de pimentas (*Capsicum spp*): Botânica, importância econômica, colheita, consumo e comercialização**. Embrapa Hortaliças, Sistema de Produção, 4 ISSN 1678. Versão eletrônica. Novembro 2007. Disponível em:<<http://www.cnph.embrapa.br/sistprod/pimenta/botanica.htm>>. Acesso em 06 de outubro de 2013.

MEISELS, S.; CHIASSON, H. Effectiveness of *Bombus impatiens* Cr. as pollinators of greenhouse sweet pepper. **Acta Horticulturae**, n.437, p.425-429, 1997.

MONTEMOR, K.A.; SOUZA, D.T.M. Biodiversidade de polinizadores e biologia floral em cultura de berinjela (*Solanum melongena*). **Zootecnia Tropical**. v. 27, n. 1, p. 97-103, 2009.

MOREIRA, G.R.; CALIMAN, F.R.B.; SILVA, D.J.H.; RIBEIRO, C.S.C. Espécies e variedades de pimentas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 27, n. 235, p. 16-29, 2006.

NASCIMENTO, W.M.; GOMES, E.M.L.; BATISTA, E.A.; FREITAS, R.A. Utilização de agentes polinizadores na produção de sementes de cenoura e pimenta doce em cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 3, p. 494-498., 2012.

NUEZ, F.; ORTEGA, R.G.; COSTA, J. **El cultivo de pimientos, chiles y ajies**. Madri: Mundi-Prensa, 1996. 607 p.

NUEZ, F. **El cultivo del tomate**. Madrid: Mundi Prensa, 2001. 793 p.

NUNES-SILVA, P.; HNRCIR, M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. A polinização por vibração. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 1, p. 140-151. 2010.

OHARA, R.; PINTO, C.M.F. Mercado de pimentas processadas. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 33, n. 267, p. 7-13, 2012.

OLIVEIRA, J.L.E.A., FIGUEIREDO, R.A., SALA, F.C. Qualidade de frutos e sementes na polinização natural de três cultivares de pimenta (*Capsicum* spp.). **Revista Verde**, v. 7, n. 3, p. 143-148, 2012.

PALMA, G.; QUEZADA-EUÁN, J.J.G.; REYES-OREGELI, V.; MELÉNDEZ, V.; MOO-VALLE, H. Production of greenhouse tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) using *Nannotrigona perilampoides*, *Bombus impatiens* and mechanical vibration (Hym.: Apoidea). **Journal of Applied Entomology**, v.132, p. 79-85, 2008.

PICKEN, A.J.F. A review of pollination and fruit set in the tomato. **Journal of Horticultural Science**, v.59, p.1-13, 1984.

PINTO, C.M.F. 2006. **Produção de pimenta malagueta (*Capsicum frutescens*) em Minas Gerais**. In: II Encontro Nacional do Agronegócio Pimenta (*Capsicum* spp.). Embrapa Hortaliças. Disponível em: <[http://www.cnph.embrapa.br/paginas/encontro\\_pimenta\\_pimentao/index.html](http://www.cnph.embrapa.br/paginas/encontro_pimenta_pimentao/index.html)> Acesso em: 09/09/2013.

QUEIROZ, T.F.N.; FREITAS, R.A.; DIAS, D.C.F.S.; ALVARENGA, E.M. Superação da dormência em sementes de pimenta-malagueta. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 23, n. 2, p. 309-312, 2001.

RAW, A. Foraging Behaviour of Wild Bees at Hot Pepper Flowers (*Capsicum annuum*) and its Possible Influence on Cross Pollination. **Annals of Botany**, 85: 487-492, 2000.

REIFSCHNEIDER, F.J.B. (Org.). ***Capsicum: pimentas e pimentões no Brasil***. Brasília, DF: EMBRAPA Hortaliças, 2000. 113 p.

RIVAS, M.; SUNDSTROM, F.J.; EDWARDS, R.L. Germination and crop development of hot pepper after seed priming. **HortScience**, Alexandria, v.19, n.2, p.279-281, 1984.

RODRIGUES, I.N.; LOPES, M.T.G.; LOPES, R.; GAMA, A.S.; RODRIGUES, M.R.L. Produção e qualidade de frutos de híbridos de pimentão (*Capsicum annuum*) em ambiente protegido em Manaus-AM. **Acta Amazônica**, v.37, n.4, p. 491-495, 2007.

RUIJTER, A.; EIJNDE, J. van den; STEEN, J. van den. Pollination of sweet pepper in greenhouses by honeybees. **Acta Horticulturae**, n.288, p.270-274, 1991.

SANTOS, R.F.; KLAR, A.E.; FRIGO, E.P. Crescimento da cultura do pimentão cultivado na estufa plástica e no campo sob diferentes doses de nitrogênio e potássio. **Irriga**, v. 8, n. 3, p. 250-264. 2003.



SANTOS, C.F.M.; BRACHT, F.; CONCEIÇÃO, G.C. A carreira da malagueta: uso e disseminação das plantas do gênero *Capsicum* nos séculos XVI e XVII. **Revista Ideas**, v. 6, n. 2, p. 134-169, 2012.

SATTI, S.M.E. Artificial vibration for increasing fruit set of tomato under arid conditions. **Acta Horticulturae**, n.190, p. 455-457. 1986.

SERRANO, A.R.; GUERRA-SANZ, J.M. Quality fruit improvement in sweet pepper culture by bumble bee pollination. **Scientia Horticulturae**, v.110, p.160-166, 2006.

SHIPP, J.L.; WHITFIELD, G.H.; PAPADOPOULOS, A.P. Effectiveness of the bumble bee, *Bombus impatiens* Cr. (Hymenoptera: Apidae), as a pollinator of greenhouse sweet pepper. **Scientia Horticulturae**, v. 57, p. 29-39, 1994.

SLAA, E.J., SÁNCHEZ CHAVES, L.A., MALAGODI BRAGA, K.S.; HOFSTEDDE, F.E. Stingless bees in applied pollination: practice and perspectives. **Apidologie**, v. 37, p. 293-315. 2006.

STRIPARI, P.C. **Vibração e fitorregulador na frutificação do tomateiro híbrido House Momotaro em ambiente protegido**. 1999. 60p. Dissertação (Mestrado em Horticultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1999.

TALBOT, S.; HUGHES, K. **Suplementos Dietéticos para Profissionais de Saúde**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 248p.

WIEN, H. C. Peppers. In: Wien, H.C. The physiology of vegetable crops. Wallingford: CABI, 2000. cap. 7, p. 259-294.

## **6 CAPÍTULO 1: Vibração de plantas de pimenta americana para produção de frutos em ambiente protegido**

### **6.1 Resumo**

Os insetos polinizadores realizam a vibração das flores para liberação do pólen atuando na fecundação dos óvulos para formação de sementes e desenvolvimento dos frutos. Neste sentido, objetivou-se verificar o efeito da vibração de plantas na produção de frutos e sementes de pimenta americana em cultivo protegido com laterais aberta e fechada. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental da Unesp/FCA localizada no município de São Manuel-SP. Foram seis tratamentos, em esquema de parcelas subdivididas, sendo as duas parcelas a vibração ou não das plantas e as subparcelas três cultivares de pimenta (Dirce, Dínamo e Doce Comprida). As plantas eram vibradas balançando-se o arame onde se prendia o tutor de bambu com a mão por cerca de 5 segundos, duas vezes por dia. O delineamento foi em blocos ao acaso, com três repetições. O mesmo experimento foi realizado em dois ambientes: com e sem fechamento das laterais com tela. As características avaliadas foram: massa e número de frutos totais e comerciais (sem defeitos aparentes) por planta; porcentagem de frutos comerciais; massa, diâmetro e comprimento de fruto; massa e número de sementes por fruto; e altura de planta. A produção de frutos foi maior no ambiente com as laterais fechadas, com 24 frutos comerciais por planta enquanto no ambiente aberto foram sete. A vibração de plantas de pimentas americanas não afetou a produção, comprimento, diâmetro e massa média de frutos. Apenas para a cultivar Doce Comprida obteve-se maior produção de sementes por fruto no ambiente aberto em relação ao ambiente fechado, na ausência de vibração das plantas, com média de 259 e 126 sementes por fruto, respectivamente. A vibração em ambiente fechado beneficiou a cultivar Doce Comprida.

**Palavras-chave:** *Capsicum*, polinização, inseto polinizador, movimentação de plantas.

## Vibration of american pepper plants for fruit production in greenhouse

### 6.2 Abstract

The pollinators produce the vibration of flowers to release pollen to fertilize the eggs cells for seed formation and fruit development. In this sense, it is aimed to verify the effect of the vibration of plants in the production of american pepper protected with open and closed sides cultivation. The experiment was conducted at the Experimental Farm of UNESP/FCA located in the city of São Manuel-SP. There were six treatments in a split plot design, with two instalments, one with vibration and other without vibration of the plants in subplots the three cultivars (Dirce, Dínamo and Doce Comprida). The plants were vibrated shaking on the wire where it attaches the tutor (bamboo cane) by hand for about 5 seconds, twice a day. The design was a randomized block design with three replications. The same experiment was conducted in two environments: with and without closing the sides. The characteristics were evaluated: weight and number of total and marketable fruit (no visible defects) per plant, percentage of marketable fruits; mass, diameter and fruit length, weight and number of seeds per fruit, and plant height. Fruit production was much higher in the environment with closed sides with 24 marketable fruits per plant while in open areas there were seven. The vibration of plants of american peppers did not affect yield, length, diameter and average fruit weight. Just cultivating Doce Comprida gave higher seed production per fruit in the open environment in relation to confinement, in the absence of plant vibration, averaging 259 and 126 seeds per fruit, respectively. The vibration indoors benefited cultivar Doce Comprida.

**Keywords:** *Capsicum annum*, pollination, pollinator insect, moving plants.

### 6.3 Introdução

As pimenteiras (*Capsicum* spp.) pertencem à família Solanaceae e englobam diversas espécies. Seus frutos podem ser comercializados nas mais diversas formas, como molhos, em conservas, geléias, ornamentais ou na forma *in natura*. Dentre elas, têm-se a pimenta americana, pertencente à espécie *C. annuum*, a mesma do pimentão.

A espécie é adaptada a clima tropical, não tolera baixas temperaturas, muito menos geadas e excesso de chuvas. Com a evolução do setor olerícola, o cultivo tem expandido sob ambiente protegido, que, por proteger das adversidades climáticas, favorece maior rendimento por área, permitindo oferta estável. Este ambiente é caracterizado por uma estrutura metálica, ou de madeira, recoberta por filmes plásticos de polietileno de baixa densidade (RODRIGUES et al., 2007), podendo ser completamente fechada, ou com as laterais abertas. Normalmente as laterais são fechadas com telas para impedir a entrada de insetos pragas, mas também é um grande obstáculo aos insetos polinizadores. Existem muitos trabalhos que mostram o benefício dos insetos polinizadores em outras espécies da família Solanaceae (CAUICH et al., 2004; CRUZ et al., 2005; HOGENDOORN et al., 2006; SERRANO; GUERRA-SANZ, 2006; GEMMIL-HERREN; OCHIENG, 2008; BISPO DOS SANTOS et al., 2009).

As espécies do gênero *Capsicum* sp são autógamas e possuem flores perfeitas, tendo as estruturas masculina e feminina na mesma flor, o que facilita a reprodução por autofecundação. Embora estas espécies sejam classificadas como autógamas, alguns genótipos possuem taxa de alogamia que varia de 2 a 90% (BOSLAND; VOTAVA, 2000) e existem relatos de aumento na fixação e maior tamanho dos frutos com a presença de insetos polinizadores (RUIJTER et al., 1991; SHIPP et al., 1994; JARLAN et al., 1997; MEISELS; CHIASSON, 1997; DAG; KAMMER, 2001).

Em pimentão, Cruz et al. (2005) relataram a influência de abelhas *Melipona subnitida* no processo de polinização da cultura, contribuindo para produção de frutos mais pesados e com maior diâmetro, maior número de sementes e baixo porcentual de frutos deformados quando comparada com a cultura autopolinizada. Esta contribuição por parte das abelhas leva a crer a existência de uma suplementação no fornecimento de pólen, aumentando o número de óvulos fecundados, e favorecendo o desenvolvimento do fruto.

A polinização por vibração de abelhas foi descrita por Nunes-Silva et al. (2010). As abelhas pousam sobre as anteras, curvam-se, agarram-se fortemente, contraem a musculatura torácica, promovendo vibrações, causando ressonância dentro das anteras e liberando o pólen. Esse modo de liberar o pólen resultando em polinização é chamado “buzz pollination”. Raw (2000) enfatiza que a vibração por parte das abelhas é muito importante para espécies da família das solanáceas, como o tomate, a berinjela, o jiló, as pimentas e os pimentões.

Com o objetivo de promover efeito semelhante ao das abelhas, alguns autores efetuaram estudos de vibração manual na tentativa de aumentar a produção. Satti (1986) e Ilbi e Boztok, (1994), ao vibrarem ramos de tomate, verificaram aumento na produção comparada com a testemunha sem vibração. Aumentos na produtividade também foram encontrados por Higuti et al. (2010) em tomate com a vibração das plantas. No entanto, Cardoso (2007), em pimentão, não obteve aumento de produção com a vibração das plantas em ambiente sem a presença de insetos polinizadores. Palma et al. (2008), estudando diferentes polinizadores e a vibração mecânica em tomate, verificaram que há aumento da produção de frutos na presença dos insetos, sendo superior ao tratamento da vibração.

Não foram encontradas pesquisas com pimenteiros onde se tenha estudado a vibração das plantas. Portanto, este trabalho teve como objetivo verificar o efeito da vibração de plantas na produção de frutos e sementes de pimenta americana em cultivo protegido com laterais aberta e fechada.

#### **6.4 Material e Métodos**

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental São Manuel, pertencente à Faculdade de Ciências Agronômicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu, localizada no município de São Manuel-SP. As coordenadas geográficas do local são 22°44' de latitude sul, 48°34' de longitude oeste de Greenwich e altitude média de 750 metros. O clima predominante do município de São Manuel, segundo a classificação de Köppen, é tipo Cfa, temperado quente (mesotérmico) úmido e a temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C, com precipitação média anual de 1377 mm (CUNHA; MARTINS, 2009).

Foram utilizadas duas estufas do tipo arco, com dimensões de 7x20m e pé direito de 2,5m, recobertas com filme de polietileno transparente de baixa densidade (PEBD) de 150  $\mu\text{m}$  de espessura, sendo que uma ficou com as laterais abertas e a outra com as laterais fechadas com tela anti-afídeos durante todo o ciclo (Figura 1), não permitindo a entrada dos insetos polinizadores.



Figura 1. Ambiente protegido com as laterais abertas e fechadas. São Manuel-SP, UNESP, 2012.

As mudas foram produzidas em bandejas de polipropileno de 162 células. A semeadura ocorreu em 16 de agosto, e as mudas foram transplantadas em 5 de outubro de 2011 quando estavam com cinco folhas definitivas, em canteiros de 0,3 m de largura, com espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,5 m entre plantas.

O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho Distrófico (ESPÍNDOLA et al., 1974) e apresentava as seguintes características:  $\text{pH}_{(\text{CaCl}_2)}=5,3$ ;

Presina=146 mg.dm<sup>-3</sup>; matéria orgânica=23 g.dm<sup>-3</sup>; V=75%; e os valores de H+Al; K; Ca; Mg; SB e CTC, expressos em mmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>, de 32; 3,8; 79; 8; 91 e 123, respectivamente. Não foi necessária a realização de calagem, e os teores de K e P foram considerados altos. A adubação de plantio e cobertura foram realizadas de acordo com a recomendação do Boletim 100 (RAIJ et al., 1996).

Foram seis tratamentos, em esquema de parcelas subdivididas, sendo as duas parcelas a vibração ou não das plantas e as subparcelas as três cultivares (Dirce, Dínamo e Doce Comprida). Dirce: cultivar híbrida; pimenta doce do tipo americana; pesando em média 110-130 gramas; possui 20-22 cm de comprimento e paredes grossas; recomendada para cultivo em estufa e campo aberto iniciando a colheita em torno de 110 a 130 dias. Dínamo: cultivar híbrida; pimenta doce do tipo americana; formato alongado. Doce Comprida: cultivar de polinização aberta; pimenta doce do tipo americana; formato cônico; 12 cm de comprimento e 4 cm de diâmetro. Início da colheita em torno de 110 a 120 dias após semeadura.

O delineamento foi em blocos ao acaso, com três repetições. Cada subparcela foi constituída por cinco plantas, sendo as três centrais consideradas úteis. O mesmo experimento foi realizado nos dois ambientes descritos: com e sem fechamento das laterais com tela.

O tutoramento foi realizado com auxílio de tutores de bambu (Figura 2), individualmente e independente por parcela, para que não houvesse interferência de uma parcela com vibração sobre outra sem vibração.



Figura 2. Tutoramento das plantas. São Manuel-SP, UNESP, 2012.

O tratamento de vibração das plantas iniciou-se logo após a abertura das primeiras flores, no dia 28 de novembro de 2011, vibrando-se manualmente o fio de arame por onde foi prendido o tutor de bambu, por cinco segundos, duas vezes ao dia, no início da manhã (às 7 horas) e ao final da tarde (às 17 horas), até o dia 17 de fevereiro de 2012, totalizando 12 semanas com este tratamento. Esta vibração visa a maior liberação de pólen, e foi adotada de acordo com a metodologia proposta por Cardoso (2007) para pimentão e por Higuti et al. (2010) para tomate.

Os tratos culturais realizados foram: desbrota até o surgimento da primeira flor, localizada na primeira bifurcação da planta; remoção desta primeira flor; capinas manuais, quando necessário; tutoramento das plantas; irrigação por gotejamento, e aplicação de fungicidas para controle de oídio (*Oidiopsis taurica*).

As colheitas foram realizadas semanalmente a partir do dia 3 de janeiro de 2012, totalizando dez colheitas, sendo encerradas no dia 27 de fevereiro de 2012. O ponto de colheita foi quando os frutos iniciavam a mudança de cor do verde para o vermelho.

As características avaliadas foram: produção em massa (g) e número de frutos por planta total e comercial (tamanho padrão da cultivar e frutos retos) (Figura 3); porcentagem de frutos comerciais (obtida pela relação entre a quantidade de frutos comerciais e o total produzido por planta); massa média por fruto; diâmetro e comprimento de frutos comerciais (medição obtida com paquímetro digital, de todos os frutos comerciais, de todas as colheitas, com posterior cálculo da média); número e massa de sementes por fruto e altura de planta (obtida ao final do ciclo, com fita métrica). Para a obtenção do número e massa de sementes, foi amostrado um fruto comercial por colheita por subparcela, o qual permaneceu em repouso por uma semana antes de se extrair as sementes. Depois estas permaneceram em câmara seca (20°C e 40%UR) a fim de uniformizar o teor de água em aproximadamente 8%.





Figura 3. (A) Frutos comerciais e (B) frutos não comerciais de pimenta americana. São Manuel-SP, UNESP, 2012.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para comparação entre os ambientes foi realizada análise conjunta, considerando-se cada ambiente como um experimento, segundo normas descritas por Banzatto e Kronka (2006).

### 6.5 Resultados e Discussão

Não se verificou efeito significativo para a vibração das plantas e para as interações envolvendo a vibração, as cultivares e os ambientes em todas as características, exceto para número de sementes por fruto e porcentagem de frutos comerciais, permitindo a comparação e discussão das cultivares e ambientes isolada e independentemente para as outras características (Tabela 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15).

Obteve-se maior número de frutos totais e comerciais para a cultivar Doce Comprida, embora sem diferença significativa para o total de frutos em relação a 'Dirce' (Tabela 1). Normalmente as cultivares híbridas são reconhecidas pelo alto potencial produtivo, precocidade, vigor de planta, uniformidade de produção e resistência a doenças (MALUF, 2001). Porém, nem sempre os híbridos são superiores, principalmente quando são cultivados em locais e/ou ambientes diferentes daquele para os quais foram selecionados.

Tabela 1. Número de frutos comerciais (NFC) e total (NFT) por planta, diâmetro (DFC) e comprimento (CFC) de fruto comercial, massa de fruto comercial (MFCP) e total (MFTP) por planta, e altura de planta (AP), nas cultivares de pimentas americanas. São Manuel-SP, UNESP, 2012.

Cultivar	NFC	NFT	DFC (mm)	CFC (mm)	MFCP (g)	MFTP (g)	AP (cm)
Dirce	14,2 b*	16,5 ab	41 b	204 a	1358 a	1539 a	112,4 a
Dínamo	14,6 b	16,4 b	49 a	205 a	1372 a	1526 a	94,0 a
Doce Comprida	18,9 a	20,2 a	48 a	164 b	1620 a	1696 a	105,8 a
CV (%)	18,4	14,2	5,9	4,7	18,9	16,5	15,0

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Quanto às características de fruto, o diâmetro foi maior nas cultivares Doce Comprida e Dínamo, ao passo que o maior comprimento de fruto foi observado para a ‘Dínamo’ e ‘Dirce’ (Tabela 1). Provavelmente essas características são inerentes de cada cultivar. Pela descrição das empresas detentoras, ‘Dirce’ apresenta comprimento de 200-220 mm e ‘Doce Comprida’ comprimento de 120mm e diâmetro de 40mm. Portanto, nesta última foram obtidos frutos com dimensões superiores aos descritos para a mesma, indicando bom desempenho nestes ambientes. Em relação à massa de fruto, não houve diferença significativa para nenhuma fonte de variação, com média geral de 90,2g por fruto (valores não constam em tabela), assim como para as características de produção comercial e total por planta e altura de planta (Tabela 1), caracterizando potencial semelhante dos materiais avaliados.

Foram obtidos valores superiores para número e massa de frutos comerciais e total por planta no ambiente fechado (Tabela 2). Nota-se que a produção neste ambiente foi aproximadamente três vezes maior do que no ambiente com as laterais abertas. Essa menor produção se justifica, provavelmente, por dois motivos: pelas chuvas e pela maior ocorrência de doença. Devido à abertura das laterais, a água das chuvas entrava no ambiente sem tela, mesmo quando com pouco vento, resultando em encharcamento do solo, molhamento das plantas e, com o vento, ocorreu maior dispersão de esporos do oídio (*O. taurica*), o qual se instalou ao longo do ciclo, prejudicando o desenvolvimento das plantas no ambiente aberto.

Tabela 2. Número de frutos comercial (NFC) e total (NFT) por planta, massa de fruto comercial (MFCP) e total (MFTP) de frutos por planta e altura de planta (AP), de pimenta americana nos ambientes com as laterais abertas e fechadas. São Manuel-SP, UNESP, 2012.

Laterais	NFC	NFT	MFCP (g/planta)	MFTP (g/planta)	AP (cm)
Aberta	7,3 b*	8,3 b	658 b	720 b	84,4 b
Fechada	24,5 a	27,2 a	2242 a	2454 a	123,8 a
CV (%)	24,8	24,7	41,6	42,3	14,0

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Este patógeno é um fungo que tem sido considerado a doença mais problemática sob cultivo protegido no Brasil (BLAT et al., 2005). Temperaturas mais amenas, juntamente com a maior umidade no ambiente, são favoráveis ao desenvolvimento da doença. No ambiente com as laterais abertas ocorreu temperatura mínima e máxima de 17 e 34°C, ao passo que na fechada foram de 20 e 40°C, em média, respectivamente (Figura 4). O sintoma inicia-se por esporulação pulverulenta branca na parte inferior da folha, com posterior manchas cloróticas e amarelecimento, seguindo de desfolha (KUROZAWA et al., 2005). Portanto, além do menor porte de planta do ambiente aberto (Tabela 2), houve também a desfolha, causando efeitos diretos na produção.

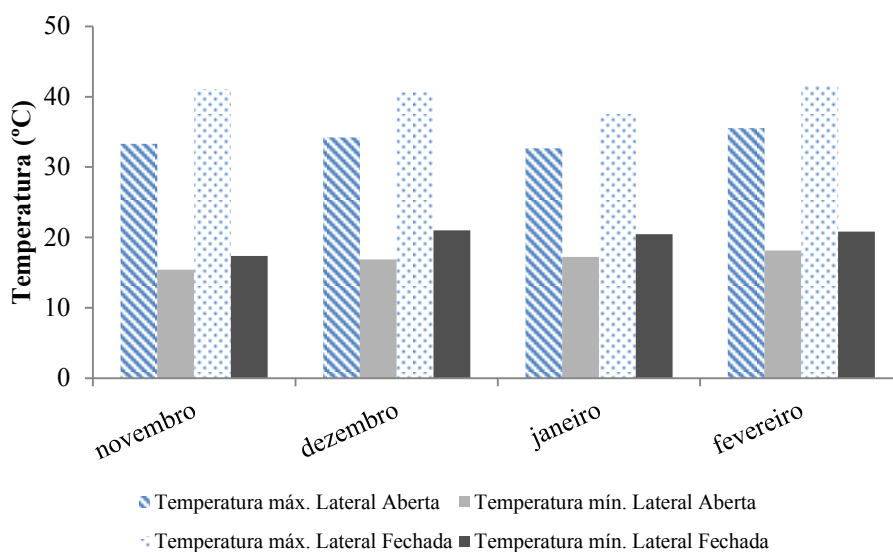


Figura 4. Temperaturas máxima e mínima em ambiente protegido com as laterais aberta e fechada. São Manuel-SP, UNESP, 2012.

A produção neste experimento foi satisfatória, verificando-se valores altos tanto em número quanto na produção em massa de frutos, principalmente no ambiente com as laterais fechadas (Tabela 2). Não foram encontrados trabalhos com este tipo de pimenta. Comparando com outros trabalhos com pimentão em ambiente protegido, a produção não foi diferente. Cardoso (2007) obteve produção média de 13 frutos e massa de 2.726 g por planta, ao passo que neste experimento para pimenta doce foram 24 frutos e massa de 2.242 g por planta. Já Araújo et al. (2009) relataram número máximo de frutos comerciais por planta de 12,8, com massa média de 80g, enquanto Furlan et al. (2002) obtiveram cerca de 3 frutos e 593 g por planta. Rodrigues et al. (2007) relataram até 37 frutos por planta. Embora todos trabalhos citados tenham sido em ambiente protegido, os locais/condições climáticas e cultivares foram diferentes, além do tempo de colheita. Na presente pesquisa, apesar do fruto de pimenta americana possuir menor massa comparado com a maioria dos pimentões, as plantas apresentaram elevada capacidade produtiva, ainda mais se for considerado que a colheita foi de frutos maduros, quando há redução no pagamento de frutos por planta por ser este um dreno mais exigente que o fruto imaturo (TIVELLI, 1998; BOSLAND; VOTAVA, 2000).

Obteve-se maior número de sementes por fruto na cultivar Doce Comprida em relação à Dínamo apenas no ambiente aberto na ausência de vibração das plantas (Tabela 3). Para a cultivar Doce Comprida observou-se maior número e massa de

sementes por fruto no ambiente aberto em comparação ao com as laterais fechadas, enquanto que para ‘Dirce’ e ‘Dínamo’ não foram observadas diferenças entre os ambientes. A possível explicação para este fato é a presença de insetos polinizadores no ambiente com as laterais abertas. Diversos autores já relataram a importância de insetos na polinização em solanáceas (CAUICH et al., 2004; CRUZ et al., 2005; HOGENDOORN et al., 2006; SERRANO; GUERRA-SANZ, 2006; GEMMIL-HERREN; OCHIENG, 2008; BISPO DOS SANTOS et al., 2009; MONTEMOR; MALERBO-SOUZA, 2009). Especificamente em pimenta/pimentão, alguns autores já relataram a influência positiva dos insetos polinizadores nas características de fruto, quanto ao tamanho e a massa (SHIPP et al., 1994; JARLAN et al., 1997; DAG; KAMMER, 2001; NASCIMENTO et al., 2012). O fato das cultivares Dínamo e Dirce não terem sido afetadas pelo ambiente para o número de sementes por fruto pode estar relacionado ao fato de serem híbridos, enquanto a Doce Comprida é uma cultivar de polinização aberta. Segundo Cardoso (2007), geralmente o melhoramento genético para obtenção de híbridos apresentam algumas etapas realizadas em ambiente protegido totalmente fechado, onde são favorecidos os genótipos com elevada autogamia natural que não necessitam de insetos polinizadores para a produção de elevado número de frutos e sementes. Em cultivo protegido, a taxa de polinização cruzada nas pimenteiras é praticamente nula, mas pode ser significativa em cultivo em campo aberto (RIBEIRO; REIFSCHNEIDER, 2008).

A massa de sementes da ‘Doce Comprida’ produzida no ambiente aberto e sem vibração corresponde a 18 g por quilo de massa de fruto. Esse valor está dentro do intervalo de 5 a 50g como relatou George (1985) para as pimentas doces.

Tabela 3. Número (NSF) e massa (MSF) de sementes por fruto e porcentagem de frutos comerciais (FC) de cultivares de pimenta americana em função do cultivo em ambiente com as laterais abertas e fechadas e da vibração de plantas. São Manuel-SP, UNESP, 2012.

Cultivares	NSF		MSF (g)		FC (%)	
	Ambiente com lateral		Ambiente com lateral		Ambiente com lateral	
	Aberta	Fechada	Aberta	Fechada	Aberta	Fechada
Com vibração das plantas						
Dirce	150 Aa	151 Aa	1,18 Aa	1,07 Aa	74,3 Bb	89,0 Aa
Dínamo	166 Aa	111 Aa	1,28 Aa	0,81 Aa	88,0 Aab	92,2 Aa
Doce Comprida	244 Aa	191 Aa	1,53 Aa	1,15 Aa	92,9 Aa	95,9 Aa
Sem vibração das plantas						
Dirce	177 Aab	164 Aa	1,23 Aa	1,03 Aa	91,3 Aa	84,6 Aa
Dínamo	125 Ab	107 Aa	0,93 Aa	0,79 Aa	92,6 Aa	85,7 Aa
Doce Comprida	259 Aa	126 Ba	1,55 Aa	0,80 Ba	87,5 Aa	90,8 Aa
CV (%)	35,8		35,9		8,4	

\*Médias seguidas pela mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

No entanto, quando se realizou a vibração das plantas, as diferenças observadas entre cultivares e entre ambientes para o número de sementes por fruto deixaram de ser significativas (Tabela 3). Talvez a vibração possa favorecer, em pequena quantidade, a liberação de pólen, principalmente na cultivar Doce Comprida, e a maior formação de sementes igualando os tratamentos que haviam produzido menos sementes comparado com os tratamentos que produziram maior quantidade de sementes na ausência de vibração. Palma et al. (2008) relataram aumento na produção de frutos em tomate tanto com a vibração como com a presença de insetos polinizadores, com efeito mais pronunciado para a presença de insetos. Além desses fatores, no ambiente com as laterais abertas, as plantas também podem ter se beneficiado pela ação do vento.

Segundo Nunes-Silva (2010), os insetos polinizadores se curvam sobre as flores contraindo sua musculatura torácica promovendo vibrações ocasionando

maior liberação de pólen. Por isso é que se esperava que o tratamento da vibração manual de plantas pudesse favorecer a maior produção em pimentas americanas, como já verificado em tomate (SATTI, 1986; ILBI; BOSTOK, 1994; HIGUTI et al., 2010). É bem provável que o perfeito cone de anteras, no tomateiro (NUEZ, 2001), tenha favorecido o efeito da vibração e ocorrido maior fecundação de óvulos, o qual não ocorreu em pimentão (CARDOSO, 2007). Vale ressaltar que as pimentas doces são desta mesma última espécie.

Apesar da diferença no número de sementes observado, com maior valor na 'Doce Comprida' no ambiente aberto sem vibração em relação à 'Dínamo', não foi observada diferença para a massa média de fruto, com média geral de 90,2g. Em tomate e pimentão o tamanho do fruto foi relatado como positivamente correlacionado com número de sementes (DEMPSEY; BOYTON, 1965; KHAH; PASSAM, 1992; RYLSKI, 1973; NUEZ, 2001; KINET; PEET, 2002; HIGUTI et al., 2010). Talvez o motivo seja o fato de apenas os frutos comerciais, maiores e sem deformações, terem sido avaliados para comprimento e diâmetro, desconsiderando-se os frutos pequenos e defeituosos. Além deste motivo, segundo Marcelis e Hofman-Eijer (1997), o efeito do número de sementes sobre o tamanho e a massa de fruto, em pimentão, só se manifesta quando o número de sementes for pequeno. Quando for elevado (mais de 100 sementes) este efeito não se manifesta. Deste modo, uma polinização suplementar a mais só terá efeito se o número de sementes formadas sem esta complementação for pequeno (menos que 100 sementes por fruto), o que não foi o caso neste experimento.

Observou-se maior valor de porcentagem de frutos comerciais para a 'Doce Comprida' que para a 'Dirce' apenas com a vibração das plantas no ambiente com as laterais abertas (Tabela 3). Acredita-se que o maior valor de número de sementes por fruto na cultivar Doce Comprida tenha contribuído para menor taxa de frutos defeituosos. Kinet e Peet (2002) relataram que a formação de frutos pequenos e defeituosos pode ocorrer por falhas na polinização, e, devido as laterais abertas, os insetos polinizadores puderam ingressar complementando a polinização e formação das sementes na cultivar de polinização aberta (Doce Comprida). Em hortaliças de fruto, geralmente, para que ocorra o desenvolvimento dos frutos é necessário que ocorra a polinização e a fecundação dos óvulos, com conseqüente formação das sementes e maior produção das auxinas, favorecendo o desenvolvimento dos frutos sem defeitos (KINET; PEET, 2002). No entanto, mesmo no pior tratamento, a porcentagem de frutos comerciais foi elevada (74,3%) (Tabela 3) provavelmente pela elevada quantidade de sementes por fruto em todos

os tratamentos, em todas as cultivares e manejos de vibração, refletindo em frutos grandes e bem formados, às vezes com dimensões superiores ao descrito nos catálogos das empresas que as comercializam. Marcelis e Hofman-Eijer (1997) e Rylski (1973) relataram que quanto maior o número de sementes, em pimentão, maior o tamanho do fruto e menor a ocorrência de frutos defeituosos, destacando a importância de uma grande eficiência na polinização. No entanto, estes relatos de aumento no tamanho e qualidade do fruto em função do número de sementes ocorrem com grandes diferenças no número de sementes, o que, geralmente, não ocorreu nesta pesquisa.

## **6.6 Conclusão**

A produção de frutos por planta foi maior no ambiente com as laterais fechadas.

A vibração de plantas de pimentas americanas não afetou a produção, comprimento, diâmetro e massa média de frutos comerciais.

A cultivar Doce Comprida obteve maior produção de sementes por fruto no ambiente aberto, na ausência de vibração das plantas.

A vibração em ambiente fechado beneficiou a cultivar Doce Comprida.



## 6.7 Referência Bibliográfica

- ARAÚJO, J.S.; ANDRADE, A.P.; RAMALHO, C.I.; AZEVEDO, A.A.V. Cultivo do pimentão em condições protegidas sob diferentes doses de nitrogênio via fertirrigação. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, n.5, p.559-565, 2009.
- BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação Agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237 p.
- BISPO DOS SANTOS, S.A.; ROSELINO, A.C.; HRNCIR, M.; BEGO, L.R. Pollination of tomatoes by the stingless bee *Melipona quadrifasciata* and the honey bee *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae). **Genetics and Molecular Research**, v. 8, n. 2, p. 751-757. 2009.
- BLAT, S.F.; COSTA, C.P.; VENCOVSKY, R.; SALA, F.C. Reação de acessos de pimentão e pimentas ao oídio (*Oidiopsis taurica*). **Horticultura Brasileira**, v.23, n.1, p.72-75. 2005.
- BOSLAND, P. W.; VOTAVA, E. J. **Peppers: vegetable and spice capsicums**. Wallingford: CABI, 2000. 204 p.
- CARDOSO, A.I.I. Efeito da vibração das plantas na produção de pimentão. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.4, p. 1061-1066. 2007.
- CARVALHO, S.I.C.; BIANCHETTI, L.B.; BUSTAMANTE, P.G.; SILVA, D.B. **Catálogo de germoplasma de pimentas e pimentões ( *Capsicum* spp .) da Embrapa Hortaliças** . Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2003. 49 p.
- CAUICH, O.; QUEZADA-EUÁN, J.J.G.; MACIAS-MACIAS, J.O.; REYES-OREGEL, V.; MEDINA-PERALTA, S.; PARRA-TABLA, V. Behavior and pollination efficiency of *Nannotrigona perilampoides* (Hymenoptera: Meliponini) on greenhouse tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) in subtropical México. **Journal of Economic Entomology**, v. 97, n. 2, p. 172-179. 2004.
- CRUZ, D.O.; FREITAS, B.M.; SILVA, L.A.; SILVA, E.M.S.; BOMFIM, I.G.A. Pollination efficiency of the stingless bee *Melipona subnitida* on greenhouse sweet pepper. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.12, p. 1197-1201. 2005.
- CUNHA, A.R.; MARTINS D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, v.14, n.1, p. 1-11. 2009.

DAG, A.; KAMMER, Y. Comparison between the effectiveness of honey bee (*Apis mellifera*) and bumble bee (*Bombus terrestris*) as pollinators of greenhouse sweet pepper (*Capsicum annuum*). **American Bee Journal**, v. 141, p. 447-448. 2001.

DEMPSEY, W.H.; BOYTON, J.E. Effect of seed number on tomato fruit size and maturity. **Journal of American Society for Horticultural Science**, v. 86, p. 575-581, 1965.

ESPÍNDOLA, C.R.; TOSIN, W.A.C.; PACCOLA, A.A. Levantamento pedológico da Fazenda Experimental São Manuel. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 14, 1974, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 1974. p.650-654.

FURLAN, R.A.; REZENDE, F.C.; ALVES, D.R.B.; FOLEATTI, M.V. Lâmina de irrigação e aplicação de CO<sub>2</sub> na produção de pimentão cv. Mayata, em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.20, n.4, p.547-550, 2002.

GEMMILL-HERREN, B.; OCHIENG, A.O. Role of native bees and natural habitats in eggplant (*Solanum melongena*) pollination in Kenya. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 127, n. 1-2, p. 31-36. 2008.

GEORGE, R.A.T. **Vegetable seed production**. New York: Longman, 1985. 318p.

HIGUTI, A.R.O.; GODOY, A.R.; SALATA, A.D.C.; CARDOSO, A.I.I. Produção de tomate em função da “vibração” das plantas . **Bragantia**, v.69, n.1, p. 87-92. 2010.

HOGENDOORN, K.; GROSS, C.L.; SEDGLEY, M.; KELLER, M.A. Increased tomato yield through pollination by native Australian *Amegilla chlorocyanea* (Hymenoptera: Anthophoridae). **Journal of Economic Entomology**, v. 99, n. 3, p. 829-833. 2006.

ILBI, H.; BOZTOK, K. The effects of different truss-vibration durations on pollination and fruit set of greenhouse grown tomatoes. **Acta Horticulturae**, n.366, p.73-78. 1994.

JARLAN, A.; OLIVEIRA, D.; GINGRAS, J. Pollination of sweet pepper in greenhouse by the syrphid fly *Eristalis tenax*. **Acta Horticulturae**, n. 437, p. 425-429, 1997.

KHAH, E.M.; PASSAM, H.C. Flowering, fruit set and development of the fruit and seed of sweet pepper cultivated under conditions of high ambient temperature. **Journal of Horticultural Science**, v. 67, p. 251-258, 1992.

KINET, J.M.; PEET, M.M. Tomato. In: WIEN, H.C. (Ed.). **The physiology of vegetable crops**. Wallingford: CABI Publishing, 2002. chap. 6, p.207-258.

KUROZAWA, C.; PAVAN, M.A.; KRAUSE-SAKATE, R. **Doenças das Solanáceas**. In: KIMATI, H.; AMORIN, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. Manual de Fitopatologia : Doenças das Plantas Cultivadas. v. 2, 4ed. Ceres : São Paulo, 2005, p. 594-595.

LEONARDO, M.; BROETO, F.; VILLAS BOAS, R.L.; MARCHESE, J.A.; TONIN, F.B.; REGINA, M. Estado nutricional e componentes da produção de plantas de pimentão conduzidas em sistema de fertirrigação durante indução de estresse salino em cultivo protegido. **Bragantia**, v.67, n.4, p.883-889, 2008.

MALUF, WR. **Heterose e emprego de híbridos F<sub>1</sub> em hortaliças**. In: NASS, LL; VALOIS, ACC; MELO, IS; VALADARES, MC. (eds). Recursos genéticos e melhoramento: plantas. Rondonópolis: Fundação MT. p. 327-356. 2001.

MARCELIS, L.F.M.; HOFMAN-EIJER, L.R.B. Effects of seed number on competition and dominance among fruits in *Capsicum annuum* L. **Annals of Botany**, v.79, p. 687–693. 1997.

MEISELS, S.; CHIASSON, H. Effectiveness of *Bombus impatiens* Cr. as pollinators of greenhouse sweet pepper. **Acta Horticulturae**, n.437, p.425-429, 1997.

MONTEMOR, K.A.; SOUZA, D.T.M. Biodiversidade de polinizadores e biologia floral em cultura de berinjela (*Solanum melongena*). **Zootecnia Tropical**. v. 27, n. 1, p. 97-103, 2009.

NASCIMENTO, W.M.; GOMES, E.M.L.; BATISTA, E.A.; FREITAS, R.A. Utilização de agentes polinizadores na produção de sementes de cenoura e pimenta doce em cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 3, p. 494-498. 2012.

NUEZ, F. **El cultivo del tomate**. Madrid: Mundi Prensa, 2001. 793 p.

NUNES-SILVA, P.; HNRCIR, M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. A polinização por vibração. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 1, p. 140-151. 2010.

PALMA, G.; QUEZADA-EUÁN, J.J.G.; REYES-OREGELI, V.; MELÉNDEZ, V.; MOO-VALLE, H. Production of greenhouse tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) using *Nannotrigona perilampoides*, *Bombus impatiens* and mechanical vibration (Hym.: Apoidea). **Journal of Applied Entomology**, v.132, p. 79-85. 2008.

RAIJ, B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. Campinas: Instituto Agrônomo & Fundação IAC. 285 p. 1996.

RAW, A. Foraging Behaviour of Wild Bees at Hot Pepper Flowers (*Capsicum annuum*) and its Possible Influence on Cross Pollination. **Annals of Botany**, 85: 487-492. 2000.

RIBEIRO, C. S. C.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. Genética e melhoramento. In: RIBEIRO, C. S. C.; LOPES, C. A.; CARVALHO, S. I. C.; HENZ, G. P.; REIFSCHNEIDER, F. J. B. **Pimentas *Capsicum***. Brasília: Embrapa Hortaliças. p.55 – 69, 2008.

RYLSKI, I. Effect of night temperature on shape and size of sweet pepper. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v. 98, p. 149-152, 1973.

RODRIGUES, I.N.; LOPES, M.T.G.; LOPES, R.; GAMA, A.S.; RODRIGUES, M.R.L. Produção e qualidade de frutos de híbridos de pimentão (*Capsicum annuum*) em ambiente protegido em Manaus-AM. **Acta Amazônica**, v.37, n.4, p. 491-495. 2007.

RUIJTER, A.; EIJNDE, J. van den; STEEN, J. van den. Pollination of sweet pepper in greenhouses by honeybees. **Acta Horticulturae**, n.288, p.270-274, 1991.

SATTI, S.M.E. Artificial vibration for increasing fruit set of tomato under arid conditions. **Acta Horticulturae**, n.190, p. 455-457. 1986.

SERRANO, A.R.; GUERRA-SANZ, J.M. Quality fruit improvement in sweet pepper culture by bumble bee pollination. **Scientia Horticulturae**, v.110, p.160-166, 2006.

SHIPP, J.L.; WHITFIELD, G.H.; PAPADOPOULOS, A.P. Effectiveness of the bumble bee, *Bombus impatiens* Cr. (Hymenoptera: Apidae), as a pollinator of greenhouse sweet pepper. **Scientia Horticulturae**, v. 57, p. 29-39, 1994.

TIVELLI, S. W. A cultura de pimentão. In: TIVELLI, S. W.; GOTO, R. **Produção de hortaliças em ambiente protegido: condições subtropicais**. São Paulo: UNESP, 1998. p. 225-256.

## **7- CAPÍTULO 2 Vibração de plantas de pimenta ‘Malagueta’ para produção de frutos e sementes em ambiente protegido**

### **7.1 Resumo**

Os insetos polinizadores realizam a vibração das flores promovendo a liberação do pólen atuando na fecundação dos óvulos para formação de sementes e desenvolvimento dos frutos. Neste sentido, objetivou-se verificar o efeito da vibração de plantas na produção de frutos e na qualidade fisiológica de sementes de pimenta ‘Malagueta’ em cultivo protegido com laterais aberta e fechada. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental da Unesp/FCA localizada no município de São Manuel-SP. Foram dois tratamentos, que consistiram de plantas com e sem vibração. As plantas eram vibradas balançando-se o arame onde se prendia o tutor de bambu, com a mão, por cerca de 5 segundos, duas vezes por dia. O delineamento foi em blocos ao acaso com seis repetições. O mesmo experimento foi realizado em dois ambientes protegidos, com e sem tela antiafídeos nas laterais, cultivados na mesma época. As características avaliadas foram: massa e número de frutos por planta; massa, diâmetro e comprimento de fruto; massa e número de sementes por fruto; e altura de planta. Para análise da qualidade das sementes foram avaliadas: porcentagem de germinação; primeira contagem de germinação; matéria seca de plântula; emergência de plântulas em bandeja; e índice de velocidade de emergência de plântulas. A vibração de plantas de pimenta ‘Malagueta’ prejudica a produção de frutos e sementes em ambiente protegido com as laterais fechadas. Independente do ambiente, a vibração prejudica a qualidade fisiológica das sementes. A presença de insetos polinizadores beneficia a produção e a qualidade de sementes de pimenta ‘Malagueta’ e aumenta a massa de fruto.

**Palavras-chave:** *Capsicum*, polinização, inseto polinizador, movimentação de plantas, qualidade fisiológica de sementes.

## **Vibration of pepper plants ‘Malagueta’ for the production of fruits and seeds in greenhouse**

### **7.2 Abstract**

The pollinators carry the vibration of flowers to release pollen to fertilize the egg cells for formation of seeds and fruit development. In this sense, it is aimed to verify the effect of the vibration of the plants in the production of fruits and physiological quality of seeds of the ‘Malagueta’ in a protected cultivated area with open and closed sides. The experiment was conducted at the Experimental Farm of UNESP/FCA located in the city of São Manuel-SP. Were two treatments consisted of plants with and without vibration. The plants were shaken on the wire where it is attached to the tutor (bamboo cane) by hand for about 5 seconds, twice a day. The design was a randomized block with six repetitions. The same experiment was conducted in two protected environments, with and without antiafídeos screen on the sides, cultivated in the same season. The characteristics evaluated were: The design was a randomized block with six repetitions. The same experiment was conducted in two protected environments, differing in the side opening (with and without antiafídeos screen on the sides), cultivated in the same season. The characteristics evaluated were: mass and number of fruits per plant; mass, diameter and fruit length; mass and amount of seeds per fruit, and plant height. For analysis of seed quality were evaluated: percentage of germination, first count of germination, seedling dry matter; seedlings emergency in tray; and the index of speed of seedlings emergency. The vibration of pepper ‘Malagueta’ plants hinders the production of fruits and seeds protected with closed sides setting, and independent of the environment, the vibration affect the physiological quality of seeds. The presence of insect pollinators benefited the production and quality of pepper seeds ‘Malagueta’ and increases the fruit mass.

**Keywords:** *Capsicum frutescens*, pollination, pollinator insect, moving plants, seed physiological quality.

### 7.3 Introdução

O cultivo de pimenta (*Capsicum* sp.) é de grande importância por causa das suas características de rentabilidade, principalmente quando se agrega valor ao produto, a exemplo do processamento de pimentas (conservas, em pó, geléias), como também por sua importância social, pois requer grande quantidade de mão-de-obra, especialmente durante a colheita (RUFINO; PENTEADO, 2006).

O setor sementeiro de pimentas ainda é incipiente devido às características específicas da produção de sementes, como baixo rendimento, dificuldade de extração devido ao ardume, problemas relacionados com qualidade fisiológica devido a presença de dormência de sementes recém-colhidas (NASCIMENTO et al., 2006), a exemplo das sementes de pimenta ‘Malagueta’ (RIVAS et al. (1984); EDWARDS; SUNDSTROM , 1987). Este ardume é ocasionado pela pungência atribuída à presença de capsaicinóides, que são alcalóides os quais acumulam-se na superfície da placenta e são liberados quando o fruto sofre qualquer dano físico (CARVALHO et al., 2003).

Além disso, o mercado de sementes de cultivares de polinização aberta de pimenta pode ser limitado, pois produtores costumam produzir sua própria semente, e o manejo e as características de um campo de produção de sementes não diferem muito daquele destinado à produção comercial (NASCIMENTO et al., 2006).

A cultura é adaptada a clima tropical, não tolera baixas temperaturas, muito menos geadas e excesso de chuvas. Com a evolução do setor olerícola, o cultivo tem expandido sob ambiente protegido, que, por proteger das adversidades climáticas, favorece maior rendimento por área, permitindo oferta estável. Este ambiente é caracterizado por uma estrutura metálica, ou de madeira, recoberta por filmes plásticos de polietileno de baixa densidade (RODRIGUES et al., 2007), podendo ser completamente fechada, ou com as laterais abertas. Normalmente as laterais são fechadas com telas para impedir a entrada de insetos pragas, mas também é um grande obstáculo aos insetos polinizadores.

As espécies do gênero *Capsicum* sp reproduzem-se preferencialmente por autofecundação. Estudos têm mostrado que a polinização cruzada pode ocorrer em uma faixa de 2 a 90%, e esse cruzamento está associado à presença de insetos polinizadores (BOSLAND; VOTAVA, 2000; NASCIMENTO et al., 2006).

O comprimento do estilo e a posição relativa do estigma em relação às anteras, caracteriza o sistema reprodutivo, podendo o estigma se sobressair acima das anteras, sobretudo nas espécies não domesticadas, bem como nas domesticadas de frutos pequenos (CARDOSO, 2007), características compatíveis à pimenta ‘Malagueta’. Além disso, Freitas et al. (2008) relatam que algumas cultivares de pimentas ardidas possuem um estilete mais comprido apresentando portanto, uma maior taxa de polinização cruzada.

Em pimentão, Cruz et al. (2005) relataram a influência de abelhas *Melipona subnitida* no processo de polinização, contribuindo para produção de frutos mais pesados e com maior diâmetro, maior número de sementes e baixo percentual de frutos deformados quando comparada com a cultura autopolinizada. Esta contribuição por parte das abelhas leva a crer uma suplementação no fornecimento de pólen, aumentando o número de óvulos fecundados, favorecendo o desenvolvimento do fruto.

Cruz e Campos (2007) concluíram que a abelha *Apis mellifera* mostrou-se capaz de aumentar o vingamento inicial e a persistência dos frutos em pimenta ‘Malagueta’. Em pimenta doce (*C. annuum*), Nascimento et al. (2012) também obtiveram aumento de produção na presença de insetos polinizadores. No entanto, Costa et al. (2008) relataram que pimentas da espécie *C. chinensis* apresentam pequena dependência aos insetos polinizadores.

A polinização por vibração de abelhas foi descrita por Nunes-Silva et al. (2010). As abelhas pousam sobre as anteras, curvam-se, agarram-se fortemente, contraem a musculatura torácica, promovendo vibrações, causando ressonância dentro das anteras, liberando o pólen. Esse modo de liberar o pólen resultando em polinização é chamado de “buzz pollination” ou polinização por vibração (BUCHMANN, 1983). Raw (2000) enfatiza que a vibração por parte das abelhas é muito importante para espécies da família Solanaceae, como o tomate, a berinjela, o jiló, as pimentas e os pimentões. Existem muitos trabalhos que mostram o benefício dos insetos polinizadores em espécies desta família (CAUICH et al., 2004; CRUZ et al., 2005; HOGENDOORN et al., 2006; SERRANO; GUERRA-SANZ, 2006; GEMMIL-HERREN; OCHIENG, 2008; BISPO DOS SANTOS et al., 2009).

Com o objetivo de promover efeito semelhante ao das abelhas, alguns autores efetuaram estudos de vibração manual das flores e/ou plantas na tentativa de aumentar a liberação de pólen em solanáceas. Satti (1986) e Ilbi e Boztok, (1994), ao vibrarem ráceros de tomate, verificaram aumento na produção comparada com a



testemunha sem vibração. Resultados favoráveis também foram encontrados por Higuti et al. (2010) em tomate com vibração das plantas. No entanto, Cardoso (2007), em pimentão, não obteve aumento de produção com a vibração das plantas em ambiente sem a presença de insetos polinizadores.

Palma et al. (2008), estudando diferentes polinizadores e a vibração mecânica em tomate, verificaram que há aumento da produção na presença dos insetos, sendo superior ao tratamento com vibração mecânica.

Não foram encontradas pesquisas com pimenteiras onde se tenha estudado a vibração manual ou artificial das plantas. Portanto, este trabalho teve como objetivo verificar o efeito da vibração de plantas na produção de frutos, e na produção e qualidade fisiológica de sementes de pimenta `Malagueta` em cultivo protegido com laterais aberta e fechada.

#### **7.4 Material e Métodos**

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental São Manuel, pertencente à Faculdade de Ciências Agrônomicas (FCA) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Botucatu, localizada no município de São Manuel-SP. As coordenadas geográficas do local são 22°44' de latitude sul, 48°34' de longitude oeste de Greenwich e altitude média de 750 metros. O clima predominante do município de São Manuel, segundo a classificação de Köppen, é tipo Cfa, temperado quente (mesotérmico) úmido e a temperatura média do mês mais quente é superior a 22°C, com precipitação média anual de 1377 mm (CUNHA; MARTINS, 2009).

Foram utilizadas duas estufas do tipo arco, com dimensões de 7x20 m e pé direito de 2,5 m, recobertas com filme de polietileno transparente de baixa densidade (PEBD) de 150 µm de espessura, sendo que uma ficou com as laterais abertas e a outra com as laterais fechadas com tela anti-afídeos durante todo o ciclo, não permitindo a entrada dos insetos polinizadores.

No experimento foi utilizado a cultivar pimenta Malagueta, a qual possui fruto em formato cônico alongado, com comprimento de 2-5 cm e diâmetro de 0,5-1,0 cm, iniciando a colheita em torno de 110 a 120 dias após a semeadura.

As mudas foram produzidas em bandejas de polipropileno de 162 células. A semeadura foi realizada em 16 de agosto, e as mudas foram transplantadas em 5 de outubro de 2011, em canteiros com 0,3 m de largura, com espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,5 m entre plantas.

O solo da área experimental é um Latossolo Vermelho Distrófico (ESPÍNDOLA et al., 1974) e apresentava as seguintes características:  $\text{pH}_{(\text{CaCl}_2)} = 5,3$ ;  $\text{P}_{\text{resina}} = 146 \text{ mg. dm}^{-3}$ ; matéria orgânica =  $23 \text{ g. dm}^{-3}$ ;  $\text{V}\% = 75$ ; e os valores de H+Al; K; Ca; Mg; SB e CTC, expressos em  $\text{mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ , de 32; 3,8; 79; 8; 91 e 123, respectivamente. Não foi necessária a realização de calagem e os teores de K e P são considerados altos. A adubação de plantio e cobertura foram realizadas de acordo com a recomendação do Boletim 100 (RAIJ et al., 1996).

Foram dois tratamentos, que consistiram de plantas com e sem vibração. O delineamento foi em blocos ao acaso com seis repetições. Cada parcela experimental foi composta de cinco plantas, das quais três foram consideradas úteis. O mesmo experimento foi realizado em dois ambientes protegidos, diferindo quanto à abertura das laterais, cultivados na mesma época.

O tutoramento foi realizado com auxílio de tutor de bambu, individualmente e independente por parcela, para que não houvesse interferência de uma parcela com vibração sobre outra sem vibração.

O tratamento da vibração das plantas iniciou-se logo após a abertura das primeiras flores, em 3 de janeiro de 2012, vibrando-se manualmente o fio de arame no qual foi prendido o tutor de bambu, por cinco segundos, duas vezes ao dia, no início da manhã (às 7 horas) e ao final da tarde (às 17 horas), até o dia 16 de março de 2012, totalizando 11 semanas com este tratamento. Esta vibração visa a maior liberação de pólen, e foi adotada de acordo com a metodologia proposta por Cardoso (2007), em pimentão, e por Higuti et al. (2010), em tomate.

Os tratos culturais realizados foram: desbrota até o surgimento da primeira flor, localizada na primeira bifurcação da planta, capinas manuais, quando necessário, tutoramento das plantas, irrigação por gotejamento, e aplicação de fungicidas para controle de oídio (*Oidiopsis taurica*).

As colheitas foram realizadas semanalmente a partir do dia 30 de janeiro de 2012, totalizando dez colheitas, sendo encerradas no dia 23 de março de 2012. O ponto de colheita foi quando os frutos apresentavam-se vermelho.

As características avaliadas foram: massa e número de frutos por planta; massa, comprimento e diâmetro dos frutos, obtidos com paquímetro digital, de todos os frutos comerciais (tamanho padrão da cultivar e frutos retos), de todas as colheitas, com posterior cálculo da média; número e massa de sementes por fruto; e altura da planta ao final do ciclo, com fita métrica; e a produtividade, expresso em t. ha<sup>-1</sup>. Para a obtenção do massa e número de sementes, foram amostrados dez frutos comerciais por colheita por subparcela, os quais permaneceram em repouso por uma semana antes de se extrair as sementes. Depois estas permaneceram em câmara seca (20°C e 40%UR) por cerca de 30 dias a fim de uniformizar o teor de água em aproximadamente 8%. Apenas após este período na câmara seca foi realizada a pesagem das sementes em balança com precisão de quatro casas decimais (0,0001g). Posteriormente estas sementes permaneceram na mesma câmara seca por mais cinco meses, antes da realização dos testes de qualidade fisiológica.

Foi realizada homogeneização das sementes referentes a três colheitas, e deste montante amostraram-se sementes para montagem dos seguintes testes para avaliação da qualidade fisiológica: germinação (caixa gerbox com quatro repetições de 50 sementes em cada, com duas folhas de papel mata borrão) sob temperatura de 20-30°C, segundo metodologia das Regras de Análise de Sementes (BRASIL, 2009), realizando a contagem no 14º dia após a semeadura (DAS), expresso em porcentagem; primeira contagem de germinação (realizada no mesmo teste de germinação, porém avaliado no 7º DAS), mantendo-se as plântulas após a contagem, expresso em porcentagem (BRASIL, 2009); matéria seca de plântula (as plântulas contabilizadas como normais no teste de germinação aos 14 DAS foram colocadas em estufa de circulação de ar forçado sob temperatura de 40°C, até atingirem massa constante, com posterior pesagem da matéria seca total, após dois dias, em balança de precisão com quatro casas decimais, expresso em miligramas por plântula); teste de emergência em bandeja de polipropileno de 162 células com substrato da marca comercial Tropstrato<sup>®</sup> com quatro repetições de 50 sementes cada uma, realizando contagem única no 14º DAS, expresso em porcentagem; e o índice de velocidade de emergência (avaliado no mesmo teste de emergência, porém a contagem foi diária, a partir da emergência da primeira plântula, até a estabilização, e calculado o índice de acordo com Maguire, 1962).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Para comparação entre os

ambientes foi realizada análise conjunta, considerando-se cada ambiente como um experimento, segundo normas estabelecidas por Banzatto e Kronka (2006).

### 7.5 Resultados e Discussão

A interação ambiente x vibração das plantas foi significativa apenas para as características massa e número de frutos e sementes por planta, e para o índice de velocidade de emergência. Para as demais características, esta interação não foi significativa, permitindo a comparação/discussão dos fatores “ambiente” e “vibração” separadamente.

A massa e o número de frutos por planta no ambiente com as laterais fechadas foram maiores do que com as laterais abertas (Tabela 4), assim como o vigor de planta, caracterizado pela altura das mesmas (Tabela 5). Essa menor produção se justifica por dois motivos: pelas chuvas e por doença. Devido à abertura das laterais, a água das chuvas, entrava no ambiente sem tela, mesmo quando com pouco vento, resultando em encharcamento do solo, molhamento das plantas e, com o vento, ocorreu maior dispersão de esporos do oídio (*O. taurica*), o qual se instalou ao longo do ciclo prejudicando o desenvolvimento das plantas no ambiente com as laterais abertas.

Tabela 4. Número (NFP) e produção (MFP) de frutos por planta, massa (MSP) e número (NSP) de sementes por planta e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de pimenta ‘Malagueta’ produzidas em ambiente protegido com as laterais aberta e fechada, com e sem vibração das plantas. São Manuel-SP, UNESP, 2012.

Vibração das plantas	NFP		MFP (g.planta <sup>-1</sup> )		MSP (g.planta <sup>-1</sup> )		NSP		IVE	
	Aberta	Fechada	Aberta	Fechada	Aberta	Fechada	Aberta	Fechada	Aberta	Fechada
Com	642 Ba	1268 Ab	332 Ba	607 Ab	61 Aa	97 Ab	15167 Ba	25334 Ab	21,6 Ab	18,2 Ba
Sem	614 Ba	2238 Aa	320 Ba	1020 Aa	59 Ba	168 Aa	15171 Ba	44713 Aa	26,7 Aa	17,5 Ba
CV (%)	34,8		30,5		31,4		31,9		5,5	

\*Médias seguidas pela mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Este patógeno é um fungo que tem sido considerado a doença mais problemática sob cultivo protegido no Brasil nas culturas do pimentão e pimenta (BLAT et al., 2005). Temperaturas mais amenas, juntamente com a maior umidade do ambiente, são favoráveis ao desenvolvimento da doença. No ambiente com as laterais abertas ocorreu temperatura mínima e máxima de 17 e 34°C, ao passo que na fechada as temperaturas foram 20 e 40°C, em média, respectivamente (Figura 5). O sintoma inicia-se por esporulação pulverulenta branca na parte inferior da folha, com posterior manchas cloróticas e amarelecimento, seguida de desfolha (KUROZAWA et al., 2005). Portanto, além do menor porte de planta no ambiente aberto (Tabela 5), houve também a desfolha, causando efeitos diretos na produção.

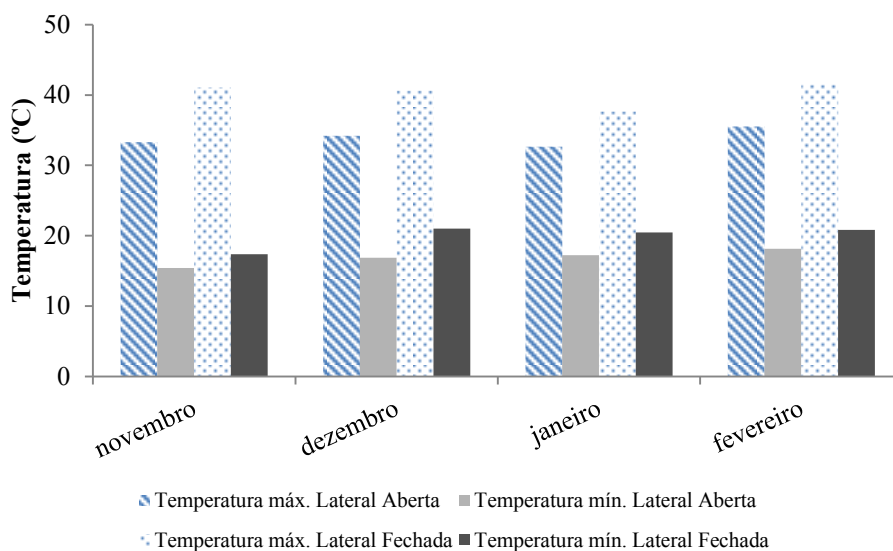


Figura 5. Temperaturas máxima e mínima em ambiente protegido com as laterais aberta e fechada. São Manuel-SP, UNESP, 2012.

Tabela 5. Massa de fruto (MF), comprimento de fruto (CF), massa de sementes por fruto (MSF), número de sementes por fruto (NSF), altura de planta (AP) e produtividade (PDT) de pimenta ‘Malagueta’ produzidas em ambiente protegido com as laterais aberta e fechada. São Manuel-SP, UNESP, 2012.

Ambiente protegido com lateral	MF (g)	CF (cm)	MSF (g)	NSF	AP (cm)	PDT (t.ha <sup>-1</sup> )
Aberta	0,58 a*	2,9 a	0,097 a	24 a	90 b	7,4 b
Fechada	0,51 b	2,7 b	0,076 b	20 b	139 a	14,0 a
CV (%)	7,1	4,5	9,5	9,6	14,9	49,5

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A produtividade de frutos no ambiente com as laterais fechadas, das plantas sem vibração foi equivalente a 14,0 t.ha<sup>-1</sup> (Tabela 5), sendo superior ao descrito pela Embrapa Hortaliças (2013), de 4,0 t.ha<sup>-1</sup>. Provavelmente, esta produtividade descrita seja em campo aberto, por isso valores inferiores comparados ao deste estudo, pois as plantas sob ambiente protegido estão menos expostas às adversidades climáticas. Alguns autores pesquisaram a respeito da produção comparando o ambiente protegido com o campo aberto para as culturas do pimentão (SANTOS et al., 2003) e tomate (REBELO et al., 1994) e chegaram à conclusão de que o ambiente protegido proporciona melhores condições para o desenvolvimento das plantas, e a produtividade pode ser muito superior.

Os valores de número de sementes por planta seguiram a mesma tendência da produção de frutos, sendo superiores no ambiente com as laterais fechadas (Tabela 4). A maior produção de sementes no ambiente com as laterais fechadas se deve basicamente à grande diferença no número de frutos produzidos por planta nos dois ambientes.

Quanto à vibração das plantas, observou-se diferença significativa apenas nas plantas do ambiente com as laterais fechadas, sendo que a vibração prejudicou a produção (massa e número) de frutos e de sementes por planta (Tabela 4). Acredita-se que o resultado insatisfatório da vibração de plantas de pimenta ‘Malagueta’ no ambiente fechado se deva a uma desordem durante o desenvolvimento do tubo polínico. A fertilização dos óvulos ocorre 24 horas após a germinação dos grãos de pólen (CRUZ; CAMPOS, 2007). Durante este período, a planta recebeu duas vibrações, pois esta foi realizada duas vezes ao dia, podendo resultar dano no tubo polínico e em menor

fecundação dos óvulos, reduzindo o número de sementes por fruto (Tabela 5) e, até mesmo, no abortamento de flores por falha na polinização ou no desenvolvimento do tubo polínico, refletindo no número de frutos por planta (Tabela 4). Por outro lado, no ambiente aberto a vibração de plantas também pode ter afetado o desenvolvimento de alguns tubos polínicos, entretanto, com a suplementação de polinização por insetos, havia maior número de pólenes que pode ter compensado o efeito negativo da vibração, resultando em ausência de diferença de produção de frutos e sementes por planta.

Além disso, um fato observado foi quanto à posição da flor. A pimenta ‘Malagueta’ tem a abertura da flor voltada para cima, desta maneira pode ter dificultado a queda do grão de pólen sobre o estigma, liberado com a vibração. Vale ressaltar que Cardoso (2007) já havia relatado sobre a posição do estigma acima das anteras em espécies não domesticadas, e nas domesticadas de frutos pequenos, bem como Freitas et al. (2008) afirmou sobre o estilete comprido em algumas pimentas ardidas, o que também deve ter contribuído para ausência de efeito da vibração.

Segundo Marcelis e Hofman-Eijer (1997), o efeito do número de sementes no fruto sobre o desenvolvimento, só se manifesta quando se compara frutos com número muito diferente de sementes. Deste modo, com o excesso de grãos de pólen possibilitado com a autofecundação natural, mais a polinização por insetos no ambiente aberto, mesmo com dano no desenvolvimento de alguns tubos polínicos devido à vibração, ainda sobram vários para permitir a formação de sementes suficientes para manter uma boa produção de frutos. Além disto, o efeito negativo do ambiente com maior incidência de oídio, pode ter sido mais importante na redução de fixação de frutos e sementes que o efeito da vibração.

Algumas espécies do gênero *Capsicum* sp são favorecidas pela visita às flores pelos insetos polinizadores. Segundo Nunes-Silva et al. (2010), os insetos tem por finalidade a coleta de grãos de pólen, atuando com movimentos vibratórios. Desta forma vários pesquisadores, na tentativa de promover o mesmo efeito, realizaram vibração manual das flores ou das plantas, e obtiveram aumento de produção em tomate (SATTI, 1986; ILBI; BOZTOK, 1994; HIGUTI et al., 2010), mas em pimentão não afetou a produção (CARDOSO, 2007). Na presente pesquisa, a vibração ainda foi prejudicial no ambiente sem insetos polinizadores.

Foram obtidos maiores massa média e comprimento de fruto no ambiente com as laterais abertas comparado com as laterais fechadas (Tabela 5), assim

como para a massa e o número de sementes por fruto, evidenciando uma provável correlação positiva entre essas características. O número de sementes formadas depende do número de óvulos fecundados, ou seja, do número de grãos-de-pólen viáveis que alcançam o estigma, germinam e fecundam os óvulos. Dempsey e Boyton (1965) e Higuti et al. (2010), em tomate, e Marcelis e Hofman-Eijer (1997), em pimentão, relataram maior massa e tamanho dos frutos quanto maior o número de sementes. Com o desenvolvimento de maior quantidade de sementes, há maior formação e liberação do fitohormônio auxina, que auxilia o desenvolvimento do fruto (TAIZ; ZEIGER, 2004).

De acordo com a massa de sementes do ambiente com as laterais abertas, verifica-se valor superior ao relatado por George (1985). Este autor cita quantidade ideal de sementes de pimenta ardida em torno de 25 a 100 g de sementes por quilo de frutos, no entanto nesta pesquisa foram obtidos 167 g de sementes por quilo em massa de frutos.

Supõe-se que a presença de insetos polinizadores proporcionou maior quantidade de grãos de pólen ao estigma no ambiente protegido com as laterais abertas, o qual contribuiu para o desenvolvimento das sementes e dos frutos. No entanto, não afetou o diâmetro do fruto (média de 0,6cm). Segundo Pinto (2006), as dimensões de fruto da pimenta 'Malagueta' variam de 1,5 a 3,0 cm de comprimento e 0,4 a 0,5 cm de diâmetro. Desta maneira, verifica-se que o comprimento obtido (Tabela 5) foi próximo do limite citado. Quanto ao diâmetro (média de 0,6cm, sem diferença significativa), foi ligeiramente superior ao valor citado. Os insetos, ao realizarem várias visitas às flores, disponibilizaram maior quantidade de grãos de pólen, permitindo a fecundação de mais óvulos e formação maior quantidade de sementes e maior desenvolvimento dos frutos.

Existem vários trabalhos em solanáceas em que se relatam várias espécies de insetos, principalmente abelhas, adaptados à polinização (CAUICH et al., 2004; CRUZ et al., 2005; HOGENDOORN et al., 2006; SERRANO; GUERRA-SANZ, 2006; GEMMIL-HERREN; OCHIENG, 2008; BISPO DOS SANTOS et al., 2009). Em pimentão, existem relatos de aumento na fixação e maior tamanho dos frutos com a presença de insetos polinizadores (RUIJTER et al., 1991; SHIPP et al., 1994; JARLAN et al., 1997; MEISELS; CHIASSON, 1997; DAG; KAMMER, 2001). Nuez et al. (1996) relataram que cultivares de pimentão de frutos grandes são as que apresentam, geralmente, maior taxa de autofecundação e, portanto, menor necessidade de insetos polinizadores. A



pimenta ‘Malagueta’ apresenta frutos pequenos e, talvez, sejam mais dependentes dos insetos polinizadores para a formação de maior número de sementes por fruto.

Nascimento et al. (2012), por sua vez, estudaram o efeito de insetos polinizadores em pimenta doce para produção de sementes e não obtiveram incremento significativo no número de sementes. No entanto, os frutos apresentavam-se com maior massa. Há também outros autores que detectaram correlação positiva entre massa e número de sementes por fruto para a cultura do tomate (PALMA et al., 2008; HIGUTI et al., 2010).

Conforme já descrito, as espécies do gênero *Capsicum* sp se comportam de maneira distinta diante da presença dos insetos polinizadores, ora se beneficiam, como no caso da pimenta ‘Malagueta’ (*C. frutescens*) (CRUZ; CAMPOS (2007), e em pimenta doce (*C. annuum*) (NASCIMENTO et al., 2012), ora apresentam pequena dependência como no caso de *C. chinensis* (COSTA et al., 2008). Apesar do aumento no número de sementes por fruto no ambiente aberto (Tabela 5), observou-se que os frutos do ambiente com as laterais fechadas também apresentavam elevado número de sementes por fruto, ou seja, a taxa de autofecundação foi suficiente para proporcionar elevada quantidade de frutos (Tabela 4), sobretudo nas plantas sem vibração, e todos com tamanho e formato aptos para comercialização.

Quanto à qualidade fisiológica das sementes, não houve diferença significativa para as características de matéria seca de plântula (média: 2,9 mg) e emergência de plântulas em bandeja (média: 77%). Foi observada maior porcentagem de germinação nas sementes produzidas no ambiente com as laterais abertas (Tabela 6).

Tabela 6. Germinação de sementes de pimenta ‘Malagueta’ produzidas em ambiente protegido com as laterais aberta e fechada. São Manuel-SP, UNESP, 2012.

Ambiente protegido com lateral	Germinação (%)
Aberta	94 a*
Fechada	87 b
CV (%)	5,1

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Também foram observados maior germinação e vigor (primeira contagem de germinação) das sementes em plantas sem vibração (Tabela 7). Resultados semelhantes de produção e número de frutos e sementes por planta (Tabela 4) foram

observados neste mesmo experimento, em que a vibração prejudicou a produção nas plantas do ambiente com as laterais fechadas. Assim, enquadra-se a mesma justificativa, ou seja, é bem provável que os dois períodos realizados de vibração, durante o período de desenvolvimento do tubo polínico (aproximadamente 24 horas, segundo Cruz e Campos (2007)) tenham também afetado a qualidade dessas sementes. Isto pode ter ocorrido tanto pela não fecundação de alguns óvulos, resultando em menor quantidade de sementes por fruto, como pelo abortamento de flores, refletido no número de frutos por planta, como também há a possibilidade do tubo polínico ter sofrido algum dano durante seu desenvolvimento e isto ter proporcionado sementes com menor vigor, como o observado.

A porcentagem de germinação deste trabalho foi semelhante aos encontrados por Mengarda e Lopes (2012), que ao avaliarem a qualidade fisiológica de sementes de pimenta ‘Malagueta’ em diversas posições da planta, detectaram 98% de germinação de sementes da porção basal. Por outro lado Rivas et al. (1984), Edwards e Sundstrom (1987) afirmam que a germinação e a velocidade de emergência desta espécie são menores comparadas a outros tipos de pimentas devido a existência de dormência em sementes recém colhidas. Segundo Nascimento et al. (2006) esta dormência pode ter efeito no máximo até três meses após a colheita, talvez seja este o motivo dos valores elevados de germinação de acordo com as Tabelas 6 e 7, pois os testes foram realizados seis meses depois da colheita.

Tabela 7. Germinação e primeira contagem de germinação de sementes de pimenta ‘Malagueta’ produzidas em plantas com e sem vibração. São Manuel-SP, UNESP, 2012.

Vibração	Germinação (%)	Primeira Contagem (%)
Com	86 b*	32 b
Sem	96 a	49 a
CV (%)	5,1	13,4

\*Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

É válido ressaltar que esses valores de germinação são superiores aos valores encontrados por Dias et al., 2008, até mesmo comparados aos menores valores.

Com relação à outra característica de vigor, índice de velocidade de emergência (Tabela 4), observa-se maior velocidade no processo germinativo nas sementes provindas do ambiente com as laterais abertas e das plantas sem vibração. Como havia

maior quantidade de grãos de pólen depositados sobre os estigmas das flores no ambiente aberto devido a polinização realizada pelos insetos, os pólenes com maior vigor devem ter fecundado os óvulos mais rapidamente proporcionando sementes de mais alto vigor. Resultados de Winsor et al. (2000) corroboram estes resultados. Ao verificarem o vigor das sementes da espécie *Cucurbita foetidissima* provindas de frutos produzidos a partir de uma única visita do inseto polinizador à flor feminina, comparada as de polinização aberta, estes autores também verificaram maior velocidade de emergência das sementes naquelas em que haviam maior quantidade de pólen.

Também Quesada et al. (1996) observaram, em abobrinha (*C. pepo*), relação direta entre a quantidade de pólen, a velocidade de germinação das sementes obtidas e o vigor das progênes resultantes. No entanto, Cardoso (2005) observou relação da quantidade de pólen apenas com a produção de sementes, não com a qualidade (germinação e vigor) das mesmas em *C. moschata*.

Segundo Mulcahy (1979), evidências sugerem que o gametófito de plantas superiores é independente e expressa sua informação genética. Geralmente, a seleção natural é a única a atuar sobre a geração gametofítica, podendo influenciar na constituição genética e vigor da geração esporofítica resultante. Desta maneira, a menor quantidade de pólenes e tubos polínicos não danificados pela vibração resulta em menor competição entre eles e os óvulos são fecundados também por gametas masculinos com menor qualidade (vigor). Portanto, quanto maior a quantidade de pólenes/tubos polínicos normais, maior a competição entre eles, ganhando a competição os de maior vigor, gerando sementes mais vigorosas. Deste modo, uma grande quantidade de pólen depositado sobre o estigma pode ser favorável à produtividade e à qualidade das sementes produzidas, verificado pelo maior número de sementes por fruto produzido no ambiente aberto (Tabela 5), bem como, quanto a maior qualidade fisiológica (Tabelas 4 e 6), conforme observado.

Alguns trabalhos demonstram o efeito benéfico da maior quantidade de grãos de pólen na fecundação dos óvulos, resultando em sementes de maior qualidade fisiológica, tais como em abobrinha (DAVIS et al., 1987; LIMA, 2000) e abóbora (NASCIMENTO et al., 2011).

## 7.6 Conclusão

A vibração de plantas de pimenta ‘Malagueta’ prejudica a produção de frutos e sementes em ambiente protegido com as laterais fechadas.

A vibração de plantas prejudica a qualidade fisiológica das sementes de pimenta ‘Malagueta’ independentemente do ambiente.

É bem provável que insetos polinizadores beneficiam a produção e a qualidade de sementes de pimenta ‘Malagueta’ e aumentam a massa de fruto.

## 7.7 Referência Bibliográfica

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação Agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006. 237p.

BISPO DOS SANTOS, S.A.; ROSELINO, A.C.; HRNCIR, M.; BEGO, L.R. Pollination of tomatoes by the stingless bee *Melipona quadrifasciata* and the honey bee *Apis mellifera* (Hymenoptera, Apidae). **Genetics and Molecular Research**, v. 8, n. 2, p. 751-757. 2009.

BLAT, S.F.; COSTA, C.P.; VENCOVSKY, R.; SALA, F.C. Reação de acessos de pimentão e pimentas ao oídio (*Oidiopsis taurica*). **Horticultura Brasileira**, v.23, n.1, p.72-75. 2005.

BOSLAND, P. W.; VOTAVA, E. J. **Peppers: vegetable and spice capsicums**. Wallingford: CABI, 2000. 204 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.

BUCHMANN, S.L. **Buzz pollination in Angiosperm**. In JONES, C.E.; LITTLE, R.J. (eds.) Handbook of experimental pollination biology. Van Nostrand Reinhold, New York. 1983. p.294-309.

CARDOSO, A.I.I. Polinização manual em abobrinha: efeitos nas produções de frutos e de sementes. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.3, p.731-734, 2005.

CARDOSO, A.I.I. Efeito da vibração das plantas na produção de pimentão. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.4, p. 1061-1066. 2007.

CAUICH, O.; QUEZADA-EUÁN, J.J.G.; MACIAS-MACIAS, J.O.; REYES-OREGEL, V.; MEDINA-PERALTA, S.; PARRA-TABLA, V. Behavior and pollination efficiency of *Nannotrigona perilampoides* (Hymenoptera: Meliponini) on greenhouse tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) in subtropical México. **Journal of Economic Entomology**, v. 97, n. 2, p. 172-179. 2004.

COSTA, L.V.; LOPES, M.T.G.; LOPES, R; ALVES, S.R.M. Polinização e fixação de frutos em *Capsicum chinense* Jacq. **Acta Amazônica**, v. 38, n. 2, p. 361-364. 2008.

CRUZ, D.O.; CAMPOS, L.A. O. Biologia floral e polinização de pimenta malagueta (*Capsicum frutescens* L., Solanaceae): um estudo de caso. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v.29, n.4, p. 375-379. 2007.

CRUZ, D.P.; FREITAS, B.M.; SILVA, L.A.; SILVA, E.M.S.; BOMFIM, I.G.A. Pollination efficiency of the stingless bee *Melipona subnitida* on greenhouse sweet pepper. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 1197-1201, 2005.

CUNHA, A.R.; MARTINS, D. Classificação climática para os municípios de Botucatu e São Manuel, SP. **Irriga**, v.14, n.1, p.1-11, 2009.

DAG, A.; KAMMER, Y. Comparison between the effectiveness of honey bee (*Apis mellifera*) and bumble bee (*Bombus terrestris*) as pollinators of greenhouse sweet pepper. **American Bee Journal**, p. 447-448, 2001.

DAVIS, L.E.; STEPHENSON, A.G.; WINSOR, J.A. Pollen competition improves performance and reproductive output of the common zucchini squash under field conditions. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, New York, v.112, n.4, p.712-716, 1987.

DIAS, M.A.; LOPES, J.C.; CORRÊA, N.B.; DIAS, D.C.F.S Germinação de sementes e desenvolvimento de plantas de pimenta malagueta em função do substrato e da lâmina de água. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.3, p.115-121, 2008.

EDWARDS, R.L.; SUNDSTROM, F.J. Afterripening and harvesting effects on tabasco pepper seed germination performance. **Hortscience**, Alexandria, v.22, n.3, p.473-475, 1987.

EMBRAPA HORTALIÇAS. Coeficientes técnicos, custos, rendimentos e rentabilidade. Disponível em: <  
[http://www.cnph.embrapa.br/paginas/sistemas\\_producao/cultivo\\_da\\_pimenta/coeficientes\\_tecnicos.htm](http://www.cnph.embrapa.br/paginas/sistemas_producao/cultivo_da_pimenta/coeficientes_tecnicos.htm)>. Acesso em: 19 de agosto de 2013.

ESPÍNDOLA, C.R.; TOSIN, W.A.C.; PACCOLA, A.A. Levantamento pedológico da Fazenda Experimental São Manuel. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 14, 1974, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 1974. p.650-654.

FREITAS, R.A.; NASCIMENTO, W.M.; CARVALHO, S.I.C. Produção de sementes. In: RIBEIRO, C.S.C.; LOPES, C.A.; CARVALHO, S.I.C.; HENZ, G.P.; REIFSCHNEIDER, F.J.B. **Pimentas Capsicum**. Brasília, Embrapa Hortaliças: Athalaia Gráfica e Editora Ltda. 2008. p. 173-176.

GEMMILL-HERREN, B.; OCHIENG, A.O. Role of native bees and natural habitats in eggplant (*Solanum melongena*) pollination in Kenya. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 127, n. 1-2, p. 31-36. 2008.

GEORGE, R.A.T. **Vegetable seed production**. New York: Longman, 1985. 318p.

HIGUTI, A.R.O.; GODOY, A.R.; SALATA, A.D.C.; CARDOSO, A.I.I. Produção de tomate em função da “vibração” das plantas. **Bragantia**, v.69, n.1, p. 87-92. 2010.

HOGENDOORN, K.; GROSS, C.L.; SEDGLEY, M.; KELLER, M.A. Increased tomato yield through pollination by native Australian *Amegilla chlorocyanea* (Hymenoptera: Anthophoridae). **Journal of Economic Entomology**, v. 99, n. 3, p. 829-833. 2006.

ILBI, H.; BOZTOK, K. The effects of different truss-vibration durations on pollination and fruit set of greenhouse grown tomatoes. **Acta Horticulturae**, v.366, p.73-78. 1994.

JARLAN, A.; OLIVEIRA, D.; GINGRAS, J. Pollination of sweet pepper in greenhouse by the syrphid fly *Eristalis tenax*. **Acta Horticulturae**, n.437, p.425-429, 1997.

KUROZAWA, C.; PAVAN, M.A.; KRAUSE-SAKATE, R. **Doenças das Solanáceas**. In: KIMATI, H.; AMORIN, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. Manual de Fitopatologia : Doenças das Plantas Cultivadas. v. 2, 4ed. São Paulo, Ceres , 2005. p. 594-595.

LIMA, M.S. Espaçamento entre plantas e quantidade de pólen na produção e qualidade de sementes de abobrinha (*Cucurbita pepo*). 2000. 75f. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu. MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, p.176-177. 1962.

MARCELIS, L.F.M.; HOFMAN-EIJER, L.R.B. Effects of seed number on competition and dominance among fruits in *Capsicum annuum* L. **Annals of Botany**, v.79, p. 687–693. 1997.

MEISELS, S.; CHIASSON, H. Effectiveness of *Bombus impatiens* Cr. as pollinators of greenhouse sweet pepper. **Acta Horticulturae**, n.437, p.425-429, 1997.

MENGARDA, L.H. G.; LOPES, J.C. Qualidade de sementes e desenvolvimento inicial de plântulas de pimenta malagueta e sua relação com a posição de coleta de frutos. **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, n.4, p. 644-650. 2012.

MULCAHY, D.L. The rise of the angiosperms: a genecological factor. **Science**, v.206, p.20-23, 1979.

NASCIMENTO, W.M.; DIAS, D.C.F.S.; FREITAS, R.A. Produção de sementes de pimentas. **Informe Agropecuário**, v. 27, p. 30-39, 2006.

NASCIMENTO, W.M.; LIMA, G.P.; CARMONA, R. Influência da quantidade de pólen na produção e qualidade de sementes híbridas de abóbora. **Horticultura Brasileira**, v.29, p. 21-25, 2011.

NASCIMENTO, W.M.; GOMES, E.M.L.; BATISTA, E.A.; FREITAS, R.A. Utilização de agentes polinizadores na produção de sementes de cenoura e pimenta doce em cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 3, p. 494-498. 2012.

NUEZ, F.; ORTEGA, R. G.; COSTA, J. **El cultivo de pimientos, chiles y ajies**. Madri: Mundi-Prensa, 1996. 607 p.

NUNES-SILVA, P.; HNRCIR, M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. A polinização por vibração. **Oecologia Australis**, v. 14, n. 1, p. 140-151. 2010.

PALMA, G.; QUEZADA-EUÁN, J.J.G.; REYES-OREGELI, V.; MELÉNDEZ, V.; MOO-VALLE, H. Production of greenhouse tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) using *Nannotrigona perilampoides*, *Bombus impatiens* and mechanical vibration (Hym.: Apoidea). **Journal of Applied Entomology**, v.132, p. 79-85. 2008.

PINTO, C.M.F. II Encontro Nacional do Agronegócio Pimentas (*Capsicum* spp.). Produção de Pimenta Malagueta (*Capsicum frutescens*) em Minas Gerais. Embrapa Hortaliças. Brasília-DF. 2006.

QUESADA, M.; WINSOR, J.A.; STEPHENSON, A.G. Effects of pollen selection on progeny vigor in *Cucurbita pepo* x *C. texana* hybrid. **Theoretical and Applied Genetics**, v.92, n.7, p.885-890, 1996.

RAIJ, B. van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J.A.; FURLANI, A.M.C. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2 ed. Campinas: IAC, 1996. 285p.

RAW, A. Foraging behaviour of wild bees at hot pepper flowers (*Capsicum annuum*) and its possible influence on cross pollination. **Annals of Botany**, v.85, p.487-492, 2000.



- REBELO, J.A.; EBERHARDT, D.; STUKER, H. A plasticultura como fator de controle integrado de doenças de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.12, n.1, p.97, 1994.
- RIVAS, M.; SUNDSTROM, F.J.; EDWARDS, R.L. Germination and crop development of hot pepper after seed priming. **Hortscience**, Alexandria, v.19, n.2, p. 279-281, 1984.
- RODRIGUES, I.N.; LOPES, M.T.G.; LOPES, R.; GAMA, A.S.; RODRIGUES, M.R.L. Produção e qualidade de frutos de híbridos de pimentão (*Capsicum annuum*) em ambiente protegido em Manaus-AM. **Acta Amazônica**, v.37, n.4, p. 491-495. 2007.
- RUFINO, J.L.S.; PENTEADO, D.C.S. Importância econômica, perspectivas e potencialidades do mercado para pimenta. **Informe Agropecuário**, v.27, p.7-15, 2006.
- RUIJTER, A.; EIJNDE, J. van den; STEEN, J. van den. Pollination of sweet pepper in greenhouses by honeybees. **Acta Horticulturae**, n.288, p.270-274, 1991.
- SANTOS, R.F.; KLAR, A.E.; FRIGO, E.P. Crescimento da cultura do pimentão cultivado na estufa plástica e no campo sob diferentes doses de nitrogênio e potássio. **Irriga**, v. 8, n. 3, p. 250-264. 2003.
- SATTI, S.M.E. Artificial vibration for increasing fruit set of tomato under arid conditions. **Acta Horticulturae**, n.190, p. 455-457. 1986.
- SERRANO, A.R.; GUERRA-SANZ, J.M. Quality fruit improvement in sweet pepper culture by bumble bee pollination. **Scientia Horticulturae**, n.110, p.160-166, 2006.
- SHIPP, J.L.; WHITFIELD, G.H.; PAPADOPOULOS, A.P. Effectiveness of the bumble bee, *Bombus impatiens* Cr. (Hymenoptera: Apidae), as a pollinator of greenhouse sweet pepper. **Scientia Horticulturae**, v.57, p.29-39, 1994.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 720p.
- WINSOR, J.A.; PERETZ, S.; STEPHENSON, A.G. Pollen competition in a natural population of *Cucurbita foetidissima* (Cucurbitaceae). **American Journal of Botany**, v.87, n.4, p.527-532. 2000.

## 8. APÊNDICE

### 8.1 Descrição das cultivares

#### 8.1.1) Dirce

Híbrido F1 comercializado pela empresa de sementes Sakata, pimenta doce do tipo americana, espécie *Capsicum annum*, possui resistência à PVY (estirpe P 1-2) e ToMV, com alta produtividade. Recomendada para cultivo em estufa e campo aberto, pesando em média 110-130 gramas, possui 20-22 cm de comprimento e paredes grossas, coloração verde. Início da colheita em torno de 110 a 130 dias.



Foto: Sakata

### 8.1.2) Dínamo

Híbrido F1 comercializado pela empresa de sementes Clause, pimenta doce do tipo americana, espécie *Capsicum annum*. Formato alongado e resistência à TMV e PVY.



Foto: Pâmela G. Nakada

### 8.1.3) Doce Comprida

Comercializada pela empresa Feltrin Sementes, pimenta doce do tipo americana, espécie *Capsicum annum*, cultivar OP (Polinização Aberta). Apresenta formato cônico, 12 cm de comprimento e 4 cm de diâmetro, e coloração verde claro. Início da colheita em torno de 110 a 120 dias após sementeira.



Foto: Feltrin Sementes

#### 8.1.4) Malagueta

Fruto apresenta formato cônico alongado, com comprimento de 2-5 cm e diâmetro de 0,5-1,0 cm. Início da colheita em torno de 110 a 120 dias após a semeadura.



Foto: Feltrin Sementes

## 8.2 Quadros de análise de variância

### 8.2.1 Quadros de análise de variância do capítulo 1

Tabela 8. Resumo da análise de variância para número de frutos comercial (NFC) e total (NFT) por planta e diâmetro (DFC), de pimentas americanas produzidas em ambiente protegido com laterais aberta e fechada, com e sem vibração de plantas. São Manuel-SP, UNESP, 2012.

FV	GL	NFC		NFT		DFC (mm)	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Bloco	2	8,9	0,7915 <sup>ns</sup>	24,7	0,6093 <sup>ns</sup>	16,4	0,1888 <sup>ns</sup>
Vibração	1	1,6	0,8468 <sup>ns</sup>	0,4	0,9273 <sup>ns</sup>	41,5	0,0811 <sup>ns</sup>
erro 1	2	33,9	-	38,5	-	3,8	-
Cultivar	2	79,6	0,0308*	56,6	0,0344*	257,2	0,003*
Cultivar*vibração	2	0,02	0,9967 <sup>ns</sup>	2,0	0,7460 <sup>ns</sup>	4,1	0,6131 <sup>ns</sup>
erro 2	4	8,4	-	6,4	-	7,4	-
Ambiente Protegido	1	2633,4	0,0059*	3206,2	0,0060*	4,1	0,6497 <sup>ns</sup>
AP*vibração	1	0,9	0,8246 <sup>ns</sup>	15,9	0,4599 <sup>ns</sup>	7,5	0,5476 <sup>ns</sup>
erro 3	2	15,6	-	19,3	-	14,7	-
AP*cultivar	2	39,4	0,3348 <sup>ns</sup>	28,6	0,4815 <sup>ns</sup>	1,1	0,8337 <sup>ns</sup>
AP*cultivar*vibração	2	7,2	0,8065 <sup>ns</sup>	8,4	0,7993 <sup>ns</sup>	3,9	0,5535 <sup>ns</sup>
erro 4	14	33,3	-	37,2	-	6,4	-
CV 1 (%)			36,6		34,9		4,2
CV 2 (%)			18,3		14,2		5,9
CV 3 (%)			24,8		24,7		8,3
CV 4 (%)			36,3		34,3		5,5

\* Significância a 5% de probabilidade./ ns: não significativo a 5% de probabilidade.

\*\*CV: coeficiente de variação/ AP: Ambiente Protegido.

Tabela 9. Resumo da análise de variância para comprimento de fruto (CFC) e massa de fruto (MFC), de pimentas americanas produzidas em ambiente protegido com laterais aberta e fechada, com e sem vibração de plantas. São Manuel-SP, UNESP, 2012.

FV	GL	CFC (mm)		MFC (g)	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Bloco	2	396,0	0,4328 <sup>ns</sup>	9,1	0,8528 <sup>ns</sup>
Vibração	1	150,0	0,5540 <sup>ns</sup>	455,3	0,099 <sup>ns</sup>
erro 1	2	302,2	-	52,7	-
Cultivar	2	6533,0	0,0006*	131,0	0,3238 <sup>ns</sup>
Cultivar*vibração	2	154,8	0,2668 <sup>ns</sup>	111,2	0,3704 <sup>ns</sup>
erro 2	4	82,7	-	86,5	-
Ambiente Protegido	1	832,5	0,0806 <sup>ns</sup>	72,9	0,5973 <sup>ns</sup>
AP*vibração	1	106,7	0,3581 <sup>ns</sup>	1,0	0,9473 <sup>ns</sup>
erro 3	2	76,1	-	188,4	-
AP*cultivar	2	316,6	0,2524 <sup>ns</sup>	138,3	0,2193 <sup>ns</sup>
AP*cultivar*vibração	2	323,9	0,2453 <sup>ns</sup>	80,5	0,3974 <sup>ns</sup>
erro 4	14	208,1	-	81,6	-
CV 1 (%)			9,1		8,0
CV 2 (%)			4,7		10,3
CV 3 (%)			4,5		15,2
CV 4 (%)			7,5		10

\* Significância a 5% de probabilidade./ ns: não significativo a 5% de probabilidade.

\*\*CV: coeficiente de variação/ AP: Ambiente Protegido.

Tabela 10. Resumo da análise de variância para massa de fruto comercial (MFCP) e total (MFTP) por planta e altura de planta (AP), de pimentas americanas produzidas em ambiente protegido com laterais aberta e fechada, com e sem vibração de plantas. São Manuel-SP, UNESP, 2012.

FV	GL	MFCP (g)		MFTP (g)		AP (cm)	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Bloco	2	49747,5	0,9051 <sup>ns</sup>	176461,9	0,7561 <sup>ns</sup>	102,3	0,8642 <sup>ns</sup>
Vibração	1	147525,1	0,6332 <sup>ns</sup>	76070,2	0,7450 <sup>ns</sup>	1416,3	0,2782 <sup>ns</sup>
erro 1	2	474402,4	-	547072,6	-	651,0	-
Cultivar	2	260543,4	0,1349 <sup>ns</sup>	107419,2	0,3162 <sup>ns</sup>	1039,9	0,1024 <sup>ns</sup>
Cultivar*vibração	2	20025,9	0,7798 <sup>ns</sup>	54847,9	0,5121 <sup>ns</sup>	159,0	0,5695 <sup>ns</sup>
erro 2	4	75619,2	-	69014,5	-	244,6	-
Ambiente Protegido	1	22613163,4	0,0157*	27064185,4	0,0163*	13976,3	0,0150*
AP*vibração	1	3165,1	0,9343 <sup>ns</sup>	39021,3	0,7967 <sup>ns</sup>	33,4	0,7312 <sup>ns</sup>
erro 3	2	364652,0	-	452534,3	-	214,5	-
AP*cultivar	2	109246,8	0,7387 <sup>ns</sup>	52012,6	0,8763 <sup>ns</sup>	373,2	0,2466 <sup>ns</sup>
AP*cultivar*vibração	2	125859,9	0,7063 <sup>ns</sup>	162354,4	0,6675 <sup>ns</sup>	295,6	0,3227 <sup>ns</sup>
erro 4	14	353041,5	-	390166,3	-	240,8	-
CV 1 (%)		47,5		46,6		24,5	
CV 2 (%)		18,9		16,5		15,0	
CV 3 (%)		41,6		42,3		14,0	
CV 4 (%)		40,9		39,3		14,9	

\* Significância a 5% de probabilidade./ ns: não significativo a 5% de probabilidade.

\*\*CV: coeficiente de variação/ AP: Ambiente Protegido.

Tabela 11. Resumo da análise de variância para número de sementes por fruto (NSF), massa de sementes por fruto (MSF) e porcentagem de fruto comercial (FC), de pimentas americanas produzidas em ambiente protegido com laterais aberta e fechada, com e sem vibração de plantas. São Manuel-SP, UNESP, 2012.

FV	GL	NSF		MSF (g)		FC (%)	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Bloco	2	90,8	0,8077 <sup>ns</sup>	0,001	0,9700 <sup>ns</sup>	10,7	0,7746 <sup>ns</sup>
Vibração	1	708,3	0,3062 <sup>ns</sup>	0,115	0,2324 <sup>ns</sup>	0,0	0,9953 <sup>ns</sup>
erro 1	2	381,5	-	0,040	-	36,9	-
Cultivar	2	18228,0	0,0536*	0,280	0,2658 <sup>ns</sup>	152,4	0,0588 <sup>ns</sup>
Cultivar*vibração	2	1906,9	0,5508 <sup>ns</sup>	0,030	0,8222 <sup>ns</sup>	102,7	0,1037 <sup>ns</sup>
erro 2	4	2744,7	-	0,149	-	24,4	-
Ambiente Protegido	1	18294,3	0,0264*	1,054	0,0042*	33,7	0,5224 <sup>ns</sup>
AP*vibração	1	811,4	0,3318 <sup>ns</sup>	0,004	0,4212 <sup>ns</sup>	256,5	0,1680 <sup>ns</sup>
erro 3	2	502,8	-	0,008	-	57,0	-
AP*cultivar	2	5872,9	0,2198 <sup>ns</sup>	0,256	0,4692 <sup>ns</sup>	24,4	0,6580 <sup>ns</sup>
AP*cultivar*vibração	2	2509,4	0,5027 <sup>ns</sup>	0,186	0,5722 <sup>ns</sup>	89,5	0,2409 <sup>ns</sup>
erro 4	14	3472,5		0,245	-	56,7	-
CV 1 (%)			11,8		18,0		6,8
CV 2 (%)			31,8		34,6		5,5
CV 3 (%)			13,6		5,9		8,5
CV 4 (%)			35,8		35,9		8,4

\* Significância a 5% de probabilidade./ ns: não significativo a 5% de probabilidade.

\*\*CV: coeficiente de variação/ AP: Ambiente Protegido.



Tabela 12. Resumo da análise de variância do desdobramento do ambiente protegido com lateral aberta e fechada dentro de cada nível de cultivar e vibração de plantas de pimentas americanas para a característica de número de sementes por fruto (NSF). São Manuel-SP, UNESP, 2012.

	FV		GL	NSF	
				QM	Pr>Fc
Ambiente Protegido	Dínamo	Sem vibração	1	474,5	0,7172 <sup>ns</sup>
Ambiente Protegido	Dínamo	Com vibração	1	4475,0	0,2754 <sup>ns</sup>
Ambiente Protegido	Dirce	Sem vibração	1	274,4	0,7827 <sup>ns</sup>
Ambiente Protegido	Dirce	Com vibração	1	3,9	0,9737 <sup>ns</sup>
Ambiente Protegido	Doce Comprida	Sem vibração	1	26306,5	0,0156*
Ambiente Protegido	Doce Comprida	Com vibração	1	4336,2	0,2826 <sup>ns</sup>
Resíduo			14	3472,5	
DMS**				103,1	

\* Significância a 5% de probabilidade./ ns: não significativo a 5% de probabilidade.

\*\*DMS: diferença mínima significativa.

Tabela 13. Resumo da análise de variância do desdobramento do ambiente protegido com lateral aberta e fechada dentro de cada nível de cultivar e vibração de plantas de pimentas americanas para a característica de massa de sementes por fruto (MSF). São Manuel-SP, UNESP, 2012.

	FV		GL	MSF (g)	
				QM	Pr>Fc
Ambiente Protegido	Dínamo	Sem vibração	1	0,02	0,6751 <sup>ns</sup>
Ambiente Protegido	Dínamo	Com vibração	1	0,33	0,1726 <sup>ns</sup>
Ambiente Protegido	Dirce	Sem vibração	1	0,06	0,544 <sup>ns</sup>
Ambiente Protegido	Dirce	Com vibração	1	0,01	0,7416 <sup>ns</sup>
Ambiente Protegido	Doce Comprida	Sem vibração	1	0,84	0,0378*
Ambiente Protegido	Doce Comprida	Com vibração	1	0,21	0,2646 <sup>ns</sup>
Resíduo			14	0,16	
DMS**				0,7	

\* Significância a 5% de probabilidade./ ns: não significativo a 5% de probabilidade.

\*\*DMS: diferença mínima significativa.

Tabela 14. Resumo da análise de variância do desdobramento do ambiente protegido com lateral aberta e fechada dentro de cada nível de cultivar e vibração de plantas de pimentas americanas para a característica de fruto comercial (FC%). São Manuel-SP, UNESP, 2012.

	FV		GL	FC (%)	
				QM	Pr>Fc
Ambiente Protegido	Dínamo	Sem vibração	1	26,2	0,5072 <sup>ns</sup>
Ambiente Protegido	Dínamo	Com vibração	1	70,1	0,2851 <sup>ns</sup>
Ambiente Protegido	Dirce	Sem vibração	1	324,7	0,0313*
Ambiente Protegido	Dirce	Com vibração	1	67,6	0,2933 <sup>ns</sup>
Ambiente Protegido	Doce Comprida	Sem vibração	1	12,8	0,6419 <sup>ns</sup>
Ambiente Protegido	Doce Comprida	Com vibração	1	16,7	0,5953 <sup>ns</sup>
Resíduo			14	56,7	
DMS**				13,1	

\* Significância a 5% de probabilidade./ ns: não significativo a 5% de probabilidade.

\*\*DMS: diferença mínima significativa.

Tabela 15. Resumo da análise de variância do desdobramento de cultivar dentro de cada nível do ambiente protegido com lateral aberta e fechada e vibração de plantas de pimentas americanas para as características número de sementes por fruto (NSF), massa de sementes por fruto (MSF) e fruto comercial (FC%). São Manuel-SP, UNESP, 2012.

FV			GL	NSF		MSF (g)		FC (%)	
				QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Cultivar	AP Aberto	Sem vibração	2	13618,8	0,0428*	0,28	0,2006 <sup>ns</sup>	21,1	0,6936 <sup>ns</sup>
Cultivar	AP Aberto	Com vibração	2	7699,7	0,1420 <sup>ns</sup>	0,09	0,5526 <sup>ns</sup>	280,0	0,0229*
Cultivar	AP Fechado	Sem vibração	2	2469,6	0,5036 <sup>ns</sup>	0,05	0,7223 <sup>ns</sup>	32,8	0,5697 <sup>ns</sup>
Cultivar	AP Fechado	Com vibração	2	4729,2	0,2833 <sup>ns</sup>	0,09	0,5565 <sup>ns</sup>	35,2	0,5472 <sup>ns</sup>
Resíduo				3472,5		0,16		56,7	
DMS**				125,9		0,85		16,1	

\* Significância a 5% de probabilidade./ AP: ambiente protegido./ ns: não significativo a 5% de probabilidade.

\*\*DMS: diferença mínima significativa.

## 8.2.2 Quadros de análise de variância do capítulo 2

Tabela 16. Resumo da análise de variância para massa (MF), diâmetro (DF) e comprimento (CF) de fruto, massa (MSF) e número de sementes por fruto (NSF) de pimenta ‘Malagueta’ produzido em ambiente protegida com laterais aberta e fechada, com e sem vibração de plantas. São Manuel-SP, UNESP, 2012.

FV	GL	MF		DF		CF		MSF		NSF	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Bloco	5	0,0020	0,3039 <sup>ns</sup>	0,09035	0,0661 <sup>ns</sup>	2,73	0,2050 <sup>ns</sup>	0,000136	0,1396 <sup>ns</sup>	9,2	0,1300 <sup>ns</sup>
Vibração	1	0,2204	0,2465 <sup>ns</sup>	0,06100	0,2016 <sup>ns</sup>	1,30	0,3876 <sup>ns</sup>	0,000007	0,7568 <sup>ns</sup>	0,7	0,7020 <sup>ns</sup>
AP	1	0,0273	0,0007*	0,02600	0,3969 <sup>ns</sup>	30,96	0,0006*	0,002517	0,0000*	108,4	0,0002*
AP*vibração	1	0,0002	0,7187 <sup>ns</sup>	0,00004	0,974 <sup>ns</sup>	1,66	0,3312 <sup>ns</sup>	0,000005	0,7826 <sup>ns</sup>	1,2	0,6112 <sup>ns</sup>
erro	15	0,0015	-	0,03419	-	1,65	-	0,000069	-	4,5	-
CV (%)**		7,1		3,0		4,5		9,5		9,5	

\* Significância a 5% de probabilidade./ ns: não significativo a 5% de probabilidade.

\*\*CV: coeficiente de variação/ AP: Ambiente Protegido.

Tabela 17. Resumo da análise de variância para altura de planta (AP), número de frutos (NF), produção de frutos por planta (PFP), produção (PSP) e número (NSP) de semente por planta de pimenta ‘Malagueta’ produzida em ambiente protegido com laterais aberta e fechada, com e sem vibração de plantas. São Manuel-SP, UNESP, 2012.

FV	GL	AP		NF		PFP		PSP		NSP	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Bloco	5	302,5	0,4389 <sup>ns</sup>	140969,8	0,5545 <sup>ns</sup>	40129,3	0,3071 <sup>ns</sup>	1079,4	0,3704 <sup>ns</sup>	75050764,2	0,3693 <sup>ns</sup>
Vibração	1	1010,9	0,0843 <sup>ns</sup>	1331102,5	0,0140*	240244,0	0,0131*	7147,7	0,014*	2,3	0,0000*
AP	1	14123,9	0,0000*	7592085,0	0,0000*	1424436,3	0,0000*	31624,5	0,0000*	563494339,6	0,0097*
AP*vibração	1	875,1	0,1060 <sup>ns</sup>	1493267,5	0,0100*	272035,1	0,0091*	8044,6	0,0100*	563052903,6	0,0097*
erro	15	295,7	-	172027,7	-	30337,6	-	925,4	-	64219272,9	-
CV (%)**		14,9		34,8		30,5		31,4		31,9	

\* Significância a 5% de probabilidade./ ns: não significativo a 5% de probabilidade.

\*\*CV: coeficiente de variação/ AP: Ambiente Protegido.

Tabela 18. Resumo da análise de variância para germinação (G), primeira contagem de germinação (PCG), matéria seca de plântula (MSP), emergência (E) e índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de pimenta ‘Malagueta’ produzida em ambiente protegido com laterais aberta e fechada, com e sem vibração de plantas. São Manuel-SP, UNESP, 2012.

FV	GL	G (%)		PCG (%)		MSPL		E (%)		IVE	
		QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc	QM	Pr>Fc
Vibração	1	420,2	0,0009*	1156,0	0,0000*	7,7	0,1398 <sup>ns</sup>	181,2	0,1614 <sup>ns</sup>	19,4	0,0027*
AP	1	210,2	0,0094*	25,0	0,3770 <sup>ns</sup>	6,8	0,6467 <sup>ns</sup>	14,7	0,6777 <sup>ns</sup>	157,6	0,0000*
AP*vibração	1	30,2	0,2646 <sup>ns</sup>	90,2	0,1069 <sup>ns</sup>	3,9	0,2824 <sup>ns</sup>	236,7	0,1138 <sup>ns</sup>	33,0	0,0004*
erro	12	22,0	-	29,7	-	3,0	-	81,3	-	1,3	-
CV (%)**		5,1		13,4		6,0		11,6		5,5	

\* Significância a 5% de probabilidade./ ns: não significativo a 5% de probabilidade.

\*\*CV: coeficiente de variação/ AP: Ambiente Protegido.