



Vibração de plantas de pimenta “malagueta” para produção de frutos e sementes em ambiente protegido

Vibration of “malagueta” pepper plants for the production of fruits and seeds in greenhouse

Pâmela Gomes Nakada Freitas^{1*}, Felipe Oliveira Magro², Marina de Toledo Rodrigues Claudio³, Ana Emília Barbosa Tavares⁴, Antonio Ismael Inácio Cardoso⁴, Gabriel Henrique Germino⁴

Resumo: Objetivou-se verificar o efeito da vibração de plantas na produção de frutos e sementes e na qualidade fisiológica de sementes de pimenta “Malagueta”, em cultivo protegido, com laterais abertas e fechadas. O experimento foi realizado na Fazenda Experimental da Faculdade de Ciências Agrônômicas da Universidade Estadual Paulista (FCA/UNESP), município de São Manuel (SP). Foram dois tratamentos, que consistiram em plantas com e sem vibração. As plantas foram vibradas manualmente, balançando-se o arame onde se prendia a taquara por cerca de 5 segundos, duas vezes por dia, durante 11 semanas. O delineamento foi em blocos, ao acaso, com seis repetições. O mesmo experimento foi realizado em dois ambientes protegidos, com e sem tela antiáfideos nas laterais, cultivados na mesma época. Para comparar os ambientes, realizou-se análise conjunta, considerando cada ambiente como um experimento. 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 de qualidade das sementes, determinou-se: porcentagem de germinação; primeira contagem de germinação; matéria seca de plântula; emergência de plântulas em substrato; e índice de velocidade de emergência de plântulas. Independentemente do ambiente de cultivo, 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 do fruto.

Palavras-chave: *Capsicum frutescens*. Inseto polinizador. Movimentação de plantas. Polinização. Qualidade fisiológica de sementes.

Abstract: This study aimed to verify the effect of vibration of plants in the production of fruits and seeds and in the physiological quality of the seeds of the “Malagueta” pepper in a protected cultivated area with open and closed sides. The experiment was conducted at the Experimental Farm of the School of Agronomic Sciences of Universidade Estadual Paulista (FCA/UNESP), located in the city of São Manuel (SP). Two treatments were carried out, which consisted of plants that did and did not undergo vibration. Plants were vibrated manually by swinging the wire attached to the supporting bamboo for about 5 seconds, twice a day for 11 weeks. The design was a randomized block with six repetitions. The same experiment was conducted in two protected environments, with and without anti-aphids screens on the sides, cultivated in the same season. For the comparison of environments, a combined analysis was performed considering each environment as a separate experiment. The characteristics evaluated were: weight and number of fruits per plant; weight, diameter and length of fruit; weight and amount of seeds per fruit; and plant height. For the analysis of seed quality, the characteristics evaluated were: germination percentage; first count of germination; dry matter of seedlings; seedling emergence in substrate; and seedling emergence speed index. Regardless of the environment, vibration affects the physiological quality of seeds. The presence of pollinator insects benefited the production and quality of “Malagueta” pepper seeds and increases the fruit weight.

Key words: *Capsicum frutescens*. Pollinator insect. Moving plants. Pollination. Seed physiological quality.

*Autor para correspondência

Enviado para publicação em 24/09/2014 e aprovado em 22/12/2014

¹Professora Doutora das Faculdades Gammon, Paraguaçu Paulista, SP, Brasil, pamnakada@yahoo.com.br

²Agrônomo Doutor, Prefeitura de Jundiá, Jundiá, SP, Brasil, felipe_magro@yahoo.com.br.

³Agrônoma Mestre, Sakata Seed Sudamerica, Bragança Paulista, SP, Brasil, marinatro@hotmail.com.

⁴Departamento de Horticultura, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, Brasil, anaemiliatavares@yahoo.com.br, ismaeldh@fca.unesp.br; gabegermino@hotmail.com.

Parte do projeto de pesquisa de doutorado da primeira autora (Universidade Estadual Paulista)

INTRODUÇÃO

O setor sementeiro de pimentas (dentre elas, a “Malagueta”) ainda é incipiente, em razão do baixo rendimento, dificuldade de extração devido ao ardume, problemas com qualidade fisiológica em virtude da dormência de sementes recém-colhidas, além dos entraves relacionados aos produtores de pimenta, que obtêm as suas próprias sementes (NASCIMENTO *et al.*, 2006).

Adaptada a clima tropical, a pimenta *Capsicum frutescens* não tolera baixas temperaturas, geadas e chuvas em excesso. O cultivo sob ambiente protegido tem se expandido, pois eleva a produtividade e o rendimento por área, além de permitir oferta estável (RODRIGUES *et al.*, 2007). No entanto, quando as laterais são fechadas, as telas se tornam obstáculos aos insetos polinizadores, que desempenham importante papel, especialmente nessa cultura (NASCIMENTO *et al.*, 2006).

As espécies do gênero *Capsicum* sp reproduzem-se preferencialmente por autofecundação, podendo apresentar polinização cruzada na faixa de 2 a 90%, que está associada à presença de insetos polinizadores (NASCIMENTO *et al.*, 2006).

O comprimento do estilo e a posição do estigma em relação às anteras caracteriza o aparelho reprodutivo, podendo o estigma se sobressair às anteras, sobretudo nas espécies não domesticadas, bem como nas domesticadas de frutos pequenos (CARDOSO, 2007), como é o caso da pimenta “Malagueta”. Além disso, Freitas *et al.* (2008) relatam que algumas cultivares de pimentas ardidas possuem um estilete mais comprido, apresentando, portanto, maior taxa de polinização cruzada.

Em solanáceas, 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 e contraem a musculatura torácica, promovendo vibrações que causam ressonância dentro das anteras, liberando o pólen. Raw (2000) enfatiza que a vibração por parte das abelhas é muito importante para espécies desta família, como o tomate, a berinjela, o jiló, as pimentas e os pimentões, sendo que existem poucos trabalhos que mostram esse benefício (CRUZ *et al.*, 2005; SERRANO; GUERRA-SANZ, 2006; PALMA *et al.*, 2008).

Em pimentão, Cruz *et al.* (2005) relataram a contribuição de abelhas *Melipona subnitida* para a produção de frutos mais pesados, com maior diâmetro e número de sementes, e baixo porcentual de frutos deformados comparativamente à cultura autopolinizada. Esta colaboração leva a crer que uma suplementação no fornecimento de pólen e aumento do número de óvulos fecundados favoreça 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 com esta abelha.

Na tentativa de promover efeito semelhante ao das abelhas, alguns pesquisadores efetuaram a vibração manual das flores e/ou plantas com o intuito de aumentar a liberação de pólen em solanáceas. Satti (1986) e Ilbi e Boztok (1994), ao vibrarem ramos de tomate, verificaram aumento na produção em relação à testemunha sem vibração. Resultados favoráveis também foram encontrados por Higuti *et al.* (2010) em cultivo de tomate com vibração de plantas. No entanto, Cardoso (2007) não obteve aumento de produção em pimentão com a vibração das plantas, em ambiente com ausência de insetos polinizadores. Palma *et al.* (2008), ao estudar diferentes polinizadores e a vibração mecânica em tomate, verificaram que há aumento na produção de frutos com a presença desses insetos, sendo os resultados superiores ao tratamento com uso de vibração mecânica.

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

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 no município, 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 1.377 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 antiafídeos durante todo o ciclo, não permitindo a entrada de insetos polinizadores.

No experimento, utilizou-se a pimenta cultivar Malagueta. 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 para canteiros com 0,3 m de largura e espaçamento de 1,0 m entre linhas e 0,5 m entre plantas.

O solo da área experimental apresentava as seguintes características: $\text{pH}(\text{CaCl}_2) = 5,3$; Presina = 146 mg dm^{-3} ; matéria orgânica = 23 g dm^{-3} ; $V (\%) = 75$; e os valores de H+Al; K; Ca; Mg; SB e CTC, expressos em mmolc. dm^{-3} , foram de 32; 3,8; 79; 8; 91 e 123, respectivamente. Não foi necessária a realização de calagem, e os teores de potássio (K) e fósforo (P) são considerados altos, não sendo aplicados na adubação de plantio. Foi aplicado apenas o nitrogênio, e realizada a cobertura com nitrogênio e potássio, aplicando-se a quantidade recomendada pelo Boletim 100 para o estado de São Paulo (RAIJ et al., 1996).

Foram estudados dois tratamentos, que consistiram em 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, totalizando 24 parcelas experimentais.

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

O tratamento de 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. Esta vibração visou à 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, sendo encerradas no dia 23 de março de 2012. O ponto de colheita foi quando os frutos apresentavam-se vermelhos.

As características avaliadas foram: massa e número de frutos por planta; massa, comprimento e diâmetro dos frutos, obtidos pela medição de todos os frutos com características comerciais (retos e maduros), em todas as colheitas, com posterior cálculo da média; número e massa de sementes por fruto; altura da planta ao final do ciclo, com auxílio de fita métrica; e produtividade, expressa em t ha^{-1} . Para a obtenção da massa e número de sementes, foram amostrados dez frutos comerciais por colheita por parcela, os quais permaneceram em repouso (sob sombra e temperatura média de 25°C) por uma semana antes da

extração das sementes. Posteriormente a essa etapa, as sementes permaneceram em câmara seca (20°C e $40\% \text{UR}$) por cerca de 30 dias, a fim de uniformizar o teor de água em aproximadamente 8%. Após esse período, realizou-se a pesagem das sementes em balança com precisão de quatro casas decimais ($0,0001 \text{g}$). Em seguida, estas sementes permaneceram na mesma câmara seca por mais cinco meses antes da realização dos seguintes testes de qualidade fisiológica: germinação (caixa gerbox com 4 repetições de 50 sementes em cada, com duas folhas de papel mata borrão) sob temperatura de $20\text{-}30^\circ\text{C}$, segundo metodologia das Regras de Análise de Sementes (Brasil, 2009), realizando a contagem no 14º dia após a semeadura (DAS), expressa 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 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®, com 4 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), calculado 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).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação ambiente versus vibração das plantas foi significativa apenas para as características de massa, número de frutos e sementes por planta, e para o índice de velocidade de emergência. Para as demais características, procedeu-se à 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 1), assim como o vigor de planta, caracterizado por sua altura (Tabela 2). Essa menor produção no ambiente com laterais abertas se justifica por dois motivos: chuvas e doença. Com a lateral aberta, a água das chuvas entrava mesmo com pouco vento, resultando em

Tabela 1 - Número (NFP) e massa (MFP) de frutos por planta de pimenta “Malagueta” produzidas em ambiente protegido com as laterais abertas e fechadas, com e sem vibração das plantas. São Manuel (SP), UNESP, 2012

Table 1 - Number (NFP) and weight (WFP) of fruits per plant of “Malagueta” pepper produced in a protected environment, with open and closed sides, with and without plant vibration. São Manuel (SP), UNESP, 2012

Vibração das plantas	NFP		MFP (g planta ⁻¹)	
	Aberta	Fechada	Aberta	Fechada
Com	642 Ba*	1.268 Ab	332 Ba	607 Ab
Sem	614 Ba	2.238 Aa	320 Ba	1.020 Aa
CV (%)	34,8		30,5	

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

*Means followed by the same letter, lowercase in the column and uppercase on the line, do not differ by Tukey test at 5% probability.

Tabela 2 - Altura de planta (AP), massa de fruto (MF), comprimento de fruto (CF), massa de sementes por fruto (MSF), número de sementes por fruto (NSF), produtividade (PDT) e germinação de sementes de pimenta “Malagueta” produzidas em ambiente protegido, com as laterais abertas e fechadas. São Manuel (SP), UNESP, 2012

Table 2 - Plant height (PH), fruit weight (FW), fruit length (FL), seed weight per fruit (SWF), number of seeds per fruit (NSF), productivity (PDT) and germination of “Malagueta” pepper plants produced in a protected environment, with open or closed sides. São Manuel (SP), UNESP, 2012

Ambiente protegido com lateral	AP (cm)	MF (g)	CF (cm)	MSF (g)	NSF	PDT (t ha ⁻¹)	Germinação (%)
Aberta	90 b*	0,58 a	2,9 a	0,097 a	24 a	7,4 b	94 a
Fechada	139 a	0,51 b	2,7 b	0,076 b	20 b	14,0 a	87 b
CV (%)	14,9	7,1	4,5	9,5	9,6	49,5	5,1

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

*Means followed by the same letter in the column do not differ by Tukey test at 5% probability.

encharcamento do solo, molhamento das plantas e 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, especialmente em períodos de ventos fortes.

Esse 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 dessa doença. No ambiente com as laterais abertas, ocorreram temperaturas mínima e máxima de 17 e 34°C, respectivamente, ao passo que, sob ambiente fechado, estas temperaturas foram de 20 e 40°C, em média, respectivamente. O sintoma da doença inicia-se por esporulação pulverulenta branca na parte inferior da folha, com posteriores manchas cloróticas e amarelecimento, seguida de desfolha (KUROZAWA *et al.*, 2005). Portanto, além do menor porte de planta no ambiente aberto (Tabela 2), houve também a desfolha, causando efeitos diretos na produção.

A produtividade de frutos no ambiente com as laterais fechadas foi de 14,0 t ha⁻¹, duas vezes superior aos

resultados obtidos sob ambiente com as laterais abertas (Tabela 2), sendo superiores ao descrito pela Embrapa Hortaliças (2013), 4,0 t ha⁻¹. Provavelmente, esta produtividade descrita é obtida em campo aberto, por isso os valores inferiores em comparação aos deste estudo, pois as plantas sob ambiente protegido estão menos expostas às adversidades climáticas, o que pode proporcionar melhores condições para o desenvolvimento das plantas de pimenta, aumentando significativamente a produtividade em comparação ao campo aberto.

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 3). 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 (Tabela 1).

Quanto à vibração das plantas, observou-se diferença significativa apenas naquelas cultivadas sob ambiente com as laterais fechadas. A vibração prejudicou a produção (massa e número) de frutos (Tabela 1) e de sementes por planta (Tabela 3). Acredita-se que o resultado insatisfatório obtido com a vibração de plantas de pimenta “Malagueta” no ambiente fechado se deve a alguma desordem durante

Tabela 3 - 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

Table 3 - Weight (WSP) and number (NSP) of seeds per plant and emergence rate index (ERI) of "Malagueta" pepper seeds produced in a protected environment with open and closed sides, with and without plant vibration

Vibração das plantas	MSP (g planta ⁻¹)		NSP		IVE	
	Aberta	Fechada	Aberta	Fechada	Aberta	Fechada
Com	61 Aa*	97 Ab	15.167 Ba	25.334 Ab	21,6 Ab	18,2 Ba
Sem	59 Ba	168 Aa	15.171 Ba	44.713 Aa	26,7 Aa	17,5 Ba
CV (%)	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.

*Means followed by the same letter, lowercase in the column and uppercase on the line, do not differ by Tukey test at 5% probability.

o desenvolvimento do tubo polínico. De acordo com Cruz e Campos (2007), a fertilização dos óvulos ocorre 24 horas após a germinação dos grãos de pólen. Durante este período, a planta recebeu duas vibrações, pois esta foi realizada duas vezes ao dia, podendo resultar em dano no tubo polínico e em menor fecundação dos óvulos, reduzindo o número de sementes por fruto (Tabela 2), 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 1). 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 grãos de pólen, o que pode ter compensado o efeito negativo da vibração, resultando em ausência de diferença de produção de frutos e sementes por planta.

Observou-se que a pimenta "Malagueta" tem a abertura da flor voltada para cima, o que pode ter dificultado a queda do grão de pólen liberado com a vibração sobre o estigma. Além disto, Cardoso (2007) destaca que é comum o estigma ficar acima das anteras em espécies não domesticadas e nas domesticadas de frutos pequenos, o que também dificulta a deposição do pólen liberado com a vibração. Freitas *et al.* (2008) também relataram este posicionamento do estigma em algumas pimentas ardidas.

Segundo Marcelis e Hofman-Eijer (1997), o efeito do número de sementes sobre o desenvolvimento do fruto só se manifesta quando se comparam frutos com número significativamente diferente de sementes. Deste modo, com o excesso de grãos de pólen, proporcionado pela autofecundação natural e pela polinização por insetos no ambiente aberto, sobram vários tubos viáveis para permitir a formação de sementes suficientes para manter uma boa produção de frutos, mesmo com dano no desenvolvimento de alguns tubos polínicos devido à vibração. 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 com visita às flores pelos insetos polinizadores. Segundo Nunes-Silva *et al.* (2010), os insetos podem favorecer a polinização em solanáceas com os movimentos vibratórios do corpo, que facilitam a liberação do pólen. 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 o mesmo processo realizado em pimentão não afetou a produção (CARDOSO, 2007). Na presente pesquisa, a vibração ainda foi prejudicial no ambiente sem insetos polinizadores. Palma *et al.* (2008) relataram que a ação dos insetos é mais importante que a vibração das plantas na formação de frutos e sementes em tomate.

Foram obtidos maiores massa média e comprimento de fruto no ambiente com as laterais abertas em comparação às laterais fechadas, assim como para a massa e o número de sementes por fruto (Tabela 2), 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. 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).

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 que favoreceu a maior produção de frutos (Tabela 1) e sementes (Tabela 2). 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, média de

2,8 cm (Tabela 3), foi próximo do limite citado. Quanto ao diâmetro (média de 0,6 cm, 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, aumento na 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 (CRUZ *et al.*, 2005; SERRANO; GUERRA-SANZ, 2006), inclusive em pimenta “Malagueta” (CRUZ; CAMPOS, 2007). Em pimentão, existe relato de aumento na fixação e maior tamanho dos frutos com a presença de insetos polinizadores (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, que 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 entanto, os frutos apresentavam 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).

Apesar do aumento no número de sementes por fruto no ambiente aberto (Tabela 2), 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 expressiva quantidade de frutos (Tabela 1), sobretudo nas plantas sem vibração, todos com tamanho e formato aptos para comercialização.

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

Também foram observados maior germinação e vigor (primeira contagem de germinação) das sementes em plantas sem vibração (Tabela 4). Resultados semelhantes de produção e número de frutos (Tabela 1) e sementes por planta (Tabela 3) 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 de vibração realizados durante o desenvolvimento do tubo polínico 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 pela possibilidade do tubo polínico ter sofrido algum dano durante seu desenvolvimento, proporcionando sementes com menor vigor, conforme observado.

A porcentagem de germinação deste trabalho foi superior à encontrada por Dias *et al.* (2008), média de 74%, e semelhante à encontrada 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, Edwards e Sundstrom (1987) afirmam que a germinação e a velocidade de emergência desta espécie são menores comparadas a outros tipos de pimentas, devido à existência de dormência em sementes recém colhidas. Segundo Nascimento *et al.* (2006), esta dormência pode ter efeito por no máximo até três meses após a colheita, e os testes foram realizados seis meses depois da colheita, o que pode explicar os valores elevados de germinação (Tabela 4).

Com relação ao índice de velocidade de emergência (Tabela 3), observa-se maior valor nas sementes colhidas no ambiente com as laterais abertas e das plantas sem vibração apenas neste ambiente. Como havia maior quantidade de grãos de pólen depositados sobre os estigmas das flores no ambiente aberto devido à polinização realizada pelos insetos, os grãos de pólen com maior vigor devem ter fecundado os óvulos mais rapidamente, proporcionando sementes com maior vigor. Esta relação entre quantidade de pólen e vigor foi relatada em diferentes espécies de abóbora (NASCIMENTO *et al.*, 2011).

Portanto, percebe-se que a vibração de plantas pode ter efeito diferente de acordo com a espécie e, muitas vezes, conforme a cultivar e o ambiente, mostrando a importância de se estudar o efeito deste manejo para cada caso, principalmente porque o cultivo protegido tem aumentado em área no Brasil a cada ano.

Tabela 4 - Germinação e primeira contagem de germinação de sementes de pimenta “Malagueta” produzidas em plantas com e sem vibração. São Manuel (SP), UNESP, 2012

Table 4 - Germination and first count of germination of “Malagueta” pepper seeds produced in plants that did and did not undergo vibration

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

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

*Means followed by the same letter in the column do not differ by Tukey test at 5% probability.

CONCLUSÕES

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.

O ambiente aberto, com insetos polinizadores, favorece o aumento na massa de fruto e na produção, e a qualidade de sementes de pimenta "Malagueta".

LITERATURA CIENTÍFICA CITADA

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

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.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/2946_regras_analise_sementes.pdf>. Acesso em: 30 Jul. 2014.

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

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, 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, n.6, p. 447-448, 2001.

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. After ripening and harvesting effects on Tabasco pepper seed germination performance. **HortScience**, v.22, n.3, p.473-475, 1987.

EMBRAPA HORTALIÇAS. Coeficientes técnicos, custos, rendimentos e rentabilidade. Disponível em: <http://www.cnpq.br/paginas/sistemas_producao/cultivo_da_pimenta/coeficientes_tecnicos.htm>. Acesso em: 19 Ago. 2013.

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.

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.

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. Disponível em: <http://www.actahort.org/books/366/366_6.htm>. Acesso em: 30 Jul. 2014.

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, 4. ed. São Paulo, Agronômica Ceres, 2005. p.594-595.

MAGUIRE, J. D. Speed of germination Aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, n.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, n.6, p.687-693, 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.
- NASCIMENTO, W. M.; DIAS, D. C. F. S.; FREITAS, R. A. Produção de sementes de pimentas. **Informe Agropecuário: cultivo da pimenta**, Belo Horizonte, v.27, n.235, 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, n.1, 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. 607p.
- NUNES-SILVA, P.; HRNCIR, 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-OREGEL, V.; MELÉNDEZ, V.; MOO-VALLE, H. Production of green house tomatoes (*Lycopersicon esculentum*) using *Nannotrigona perilampoides*, *Bombus impatiens* and mechanical vibration. **Journal of Applied Entomology**, v.132, n.1, 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, 2006. isponível em: <<http://www.emater.go.gov.br/intra/wp-content/uploads/downloads/2011/07/Produ%C3%A7%C3%A3o-de-Pimentas-Malagueta.pdf>>. Acesso em: 30 Jul.2014.
- 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: Instituto Agrônômico, 1997. 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, n.4, p.487-492, 2000.
- 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.
- SATTI, S.M.E. Artificial vibration for increasing fruit set of tomato under arid conditions. **Acta Horticulturae**, n.190, p.455-457, 1986. Disponível em: <http://www.actahort.org/books/190/190_51.htm>. Acesso em: 30 Jul. 2014.
- SERRANO, A. R.; GUERRA-SANZ, J. M. Quality fruit improvement in sweet pepper culture by bumble bee pollination. **Scientia Hor**