

MAIRON MOURA DA SILVA

INFLUÊNCIA DE ABELHAS NA POLINIZAÇÃO E DE AGROTÓXICOS
NA GERMINAÇÃO DO PÓLEN DO MARACUJAZEIRO
(*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.)

INFLUÊNCIA DE ABELHAS NA POLINIZAÇÃO E DE AGROTÓXICOS
NA GERMINAÇÃO DO PÓLEN DO MARACUJAZEIRO

(*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.)

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Curso de Fitotecnia, para
obtenção do título de "Magister
Scientiae".

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
JULHO - 1996

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV

T

S586i
1996

Silva, Mairon Moura da, 1970-
Influência de abelhas na polinização e de agrotóxicos na ger-
minação do pólen do maracujazeiro (*Passiflora edulis* f.
flavicarpa Deg.) / Mairon Moura da Silva. - Viçosa : UFV,
1996.
59p. : il.

Orientador: Claudio Horst Bruckner
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa

1. Maracujá - Cultivo. 2. Maracujá - Polinização natural. 3.
Maracujá - Pólen - Germinação. 4. Maracujá - Pólen - Germi-
nação - Efeito de pesticidas. 5. Abelha - Polinização. I. Univer-
sidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD.19.ed. 634.4255

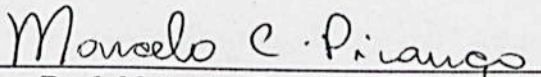
CDD.20.ed. 634.4255

MAIRON MOURA DA SILVA

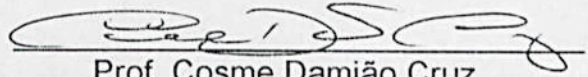
INFLUÊNCIA DE ABELHAS NA POLINIZAÇÃO E DE AGROTÓXICOS
NA GERMINAÇÃO DO PÓLEN DO MARACUJAZEIRO
(*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.)

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das
exigências do Curso de Fitotecnia,
para obtenção do título de *Magister
Scientiae*.

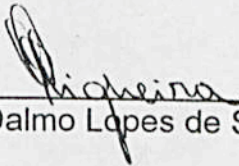
APROVADA: 23 de fevereiro de 1996



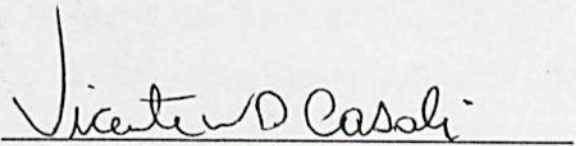
Prof. Marcelo Coutinho Picanço
(Conselheiro)



Prof. Cosme Damião Cruz
(Conselheiro)



Prof. Dalmo Lopes de Siqueira



Prof. Vicente Wagner Dias Casali



Prof. Claudio Horst Bruckner
(Orientador)

AGRADECIMENTO

A Deus, pela capacidade de vencer mais esta etapa na minha vida.

Aos meus pais, Joel e Célia.

A Universidade Federal de Lavras, Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de realização do Curso.

Aos meus irmãos, Marconi e Brena.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro.

Ao professor Claudio Horst Bruchner, pela orientação, pelo apoio e pela amizade.

Aos professores Marcelo Coutinho Piccini e Cosme Damiano Cruz, pelo aconselhamento e apoio técnico.

Aos professores Érico Cruz de Almeida, Patrão Lopes de Siqueira e Vicente Wagner Dias Cesar, pelas sugestões.

Aos professores do Curso, pelos ensinamentos transmitidos.

Aos estagiários do Departamento de Entomologia e Setor de Fruticultura.

Aos colegas Ana Fabiana, Maria Aparecida e Celine, aos funcionários do pátio e aos demais funcionários do Departamento de Fitotecnia, pela colaboração.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para realização deste trabalho.

AGRADECIMENTO

A Deus, pela capacidade que me deu para vencer mais esta etapa na minha vida.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de realização do Curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro.

Ao professor Claudio Horst Bruckner, pela orientação, pelo apoio e pela amizade

Aos professores Marcelo Coutinho Picanço e Cosme Damião Cruz, pelo aconselhamento e apoio técnico.

Aos professores Élcio Cruz de Almeida, Dalmo Lopes de Siqueira e Vicente Wagner Dias Casali, pelas sugestões.

Aos professores do Curso, pelos ensinamentos transmitidos.

Aos estagiários do Departamento de Entomologia e Setor de Fruticultura.

Aos colegas Ana Fabíola, Maria Aparecida e Cenira, aos funcionários do pomar e aos demais funcionários do Departamento de Fitotecnia, pela colaboração.

A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

MAIRON MOURA DA SILVA, filho de Joel Moura da Silva e Célia Maria Oliveira da Silva, nasceu em 28 de fevereiro de 1970, em Recife-PE.

Em 1988, iniciou o Curso de Engenharia Agrônômica, na Universidade Federal Rural de Pernambuco, graduando-se em outubro de 1992.

Em agosto de 1993, iniciou o Curso de Mestrado em Fitotecnia, na Universidade Federal de Viçosa-MG.

EXTRA	.....	4
1. INTRODUÇÃO	.....	4
2. MATERIAL E MÉTODOS	.....	11
2.1. Número de visitas de <i>Xylocopa</i> spp. às flores de maracujazeiro	.....	11
2.2. Número de Abelhas <i>Xylocopa</i> spp. no pólen de maracujazeiro	.....	13
2.3. Interferência de <i>Trigona spinipes</i> na polinização de maracujazeiro	.....	13
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	.....	16
3.1. Número de visitas de <i>Xylocopa</i> spp. às flores de maracujazeiro	.....	16
3.2. Número de Abelhas <i>Xylocopa</i> spp. no pólen de maracujazeiro	.....	19
3.3. Interferência de <i>Trigona spinipes</i> na polinização de maracujazeiro	.....	22

CAPÍTULO 2	32
Influência de Agrotóxicos na Germinação <i>In vitro</i> de Grãos de Pólen do Maracujazeiro (<i>Passiflora edulis f. flavicarpa</i> Deg.)	32
1. INTRODUÇÃO	37
2. MATERIAL E MÉTODOS	36
2.1. Seleção das condições para germinação dos grãos de pólen	37
2.1.1. Temperatura	37
2.1.2. Meio de cultura	37
2.1.3. pH	39
2.2. Interferência de agrotóxicos na germinação dos grãos de pólen <i>in vitro</i>	39
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
EXTRATO	vii
ABSTRACT	ix
INTRODUÇÃO	1
CAPÍTULO 1	4
Influência de Abelhas na Polinização do Maracujazeiro (<i>Passiflora edulis f. flavicarpa</i> Deg.)	4
1. INTRODUÇÃO	4
2. MATERIAL E MÉTODOS	11
2.1. Número de visitas de <i>Xylocopa</i> spp. às flores de maracujazeiro	11
2.2. Número de Abelhas <i>Xylocopa</i> spp. no pomar de maracujazeiro	13
2.3. Interferência de <i>Trigona spinipes</i> na polinização do maracujazeiro ..	13
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
3.1. Número de visitas de <i>Xylocopa</i> spp. às flores de maracujazeiro	15
3.2. Número de Abelhas <i>Xylocopa</i> spp. no pomar de maracujazeiro	19
3.3. Interferência de <i>Trigona spinipes</i> na polinização do maracujazeiro ..	22

CAPÍTULO 2	32
Influência de Agrotóxicos na Germinação <i>in vitro</i> de Grãos de Pólen do Maracujazeiro (<i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> Deg.)	32
1. INTRODUÇÃO	32
2. MATERIAL E MÉTODOS	36
2.1. Seleção das condições para germinação dos grãos de pólen	37
2.1.1. Temperatura	37
2.1.2. Meios de cultura	37
2.1.3. pH	39
2.2. Interferência de agrotóxicos na germinação dos grãos de pólen <i>in vitro</i>	39
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
3.1. Seleção das condições para germinação dos grãos de pólen	41
3.2. Interferência de agrotóxicos na germinação dos grãos de pólen <i>in vitro</i>	49
RESUMO E CONCLUSÕES	52
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

EXTRATO

SILVA, Mairon Moura da, M.S., Universidade Federal de Viçosa, julho de 1996.

Influência de abelhas na polinização e de agrotóxicos na germinação do pólen do maracujazeiro (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.). Professor Orientador: Claudio Horst Bruckner. Professores Conselheiros: Marcelo Coutinho Picanço e Cosme Damião Cruz.

Nesta pesquisa, estudou-se a influência de abelhas na polinização e de agrotóxicos na germinação *in vitro* do grão de pólen do maracujazeiro. Desenvolveram-se bioensaios para avaliar o efeito de visitas de *Xylocopa* spp. (Hymenoptera: Anthophoridae) às flores e do número de flores em antese no seu vingamento; e verificar a interferência de *Trigona spinipes* Fabr. (Hymenoptera: Apidae) na polinização e frutificação do maracujazeiro. Quando havia menos de 0,8 flor/m linear de espaldeira, a porcentagem de vingamento das flores não se alterou. Quando o número de flor/m linear de espaldeira foi de 0,8 a 1,2, ocorreu aumento do vingamento com a elevação do número de visitas de *Xylocopa* spp. por flor. Com mais de 1,2 flor/m linear de espaldeira, ocorreu um aumento linear do vingamento com a elevação do número de visitas. Observou-se que flores com injúrias de *T. spinipes* apresentaram maior vingamento e originaram frutos com menor peso de polpa e sementes. Verificou-se que em dias mais ensolarados e quentes ocorreu aumento do

número de *Xylocopa* spp. no pomar, e com o aumento da precipitação pluvial diária e umidade da tarde houve redução. Em horas mais ensolaradas, houve maior presença destas abelhas. Para avaliação do efeito dos agrotóxicos, foram conduzidos experimentos para seleção da temperatura, do meio de cultura, do tempo de incubação e do pH, ideais para germinação *in vitro* de grãos de pólen do maracujazeiro. A temperatura de $28 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$, obtida em estufa incubadora para B.O.D., com fotoperíodo constante de 24 horas, e o meio constituído 50 g/L de sacarose 0,2 g/L de ácido bórico e 1,0 g/L de nitrato de cálcio e pH de 6,5 apresentaram as melhores condições para germinação. Não se detectou efeito do tempo de incubação (17 e 48 horas) na germinação do grão de pólen. A porcentagem de germinação obtida com os agrotóxicos Dicofol + Tetradifon, Cartap, Fenpropathrin e Abamectin não diferiram estatisticamente ($P < 0,05$) da testemunha. Os agrotóxicos Malathion, Fenthion, Trichlorfon, Vamidotion, Deltamethrine, Parathion Methyl e o espalhante adesivo N - dodecil benzeno de sulfato de sódio reduziram a germinação dos grãos de pólen. O Ethion e o Lambdacyhalothrin proporcionaram as menores porcentagens, não diferindo estatisticamente entre si.

setting and gave rise to fruits with lower pulp and seeds weight. Aiming at studying the influence of pesticides on *in vitro* pollen germination, initial experiments were done to optimize cultural conditions such as temperature, medium, incubation time and pH. The best condition for pollen germination was under B.O.D. environment (temperature of $25 \pm 0.5^\circ\text{C}$; continuous light), culture medium supplemented by 50g/L sucrose, 0.02 g/L boric acid, 1.0 g/L calcium nitrate and pH 6.5. There was no effect of the incubation time (17 and 48 hours) on germination. Besides, there was no statistically difference ($P < 0.05$) of the various germination percentages obtained from pesticides treatments, namely Dicofol + Tetradifon, Imidacloprid and Abamectin as compared to the control. On the other hand, pesticides like Malathion, Fenitrothion, Trichlorfon, Vermidothion, Cyflumetofenil, Permethrin and the adjuvant N-metacil sodium benzeno sulphate reduced the pollen grains

ABSTRACT

the various germination percentages obtained from pesticides treatments, namely Dicofol + Tetradifon, Imidacloprid and Abamectin as compared to the control. On the other hand, pesticides like Malathion, Fenitrothion, Trichlorfon, Vermidothion, Cyflumetofenil, Permethrin and the adjuvant N-metacil sodium benzeno sulphate reduced the pollen grains

SILVA, Mairon Moura da, M.S., Federal University of Viçosa, July, 1996. **The Influence of Bees on Pollination and Pesticides on Pollen Germination of Passion Fruit (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deg.)**. Adviser: Professor Claudio Horst Bruckner. Committee Members: Professors Marcelo Coutinho Picanço and Cosme Damião Cruz.

The influence of bees on pollination and of pesticides on *in vitro* pollen germination in passion fruit was studied. Bioassays were developed in order to assess the effect of visit frequency of *Xylocopa* spp. (Hymenoptera: Anthophoridae) to the flowers and the numbers of flowers in anthesis in fruit set. The fruit set was not influenced by the visit frequency if the number of open flowers was less than 0.8 per linear meter of row. Fruit setting increase was observed with the increase of number of *Xylocopa* spp. per flower when 0.8 to 1.2 flowers per row meter were found. Therefore, number of flowers superior to 1.2 provided a linear increase in fruit setting with the increase of the frequency of *Xylocopa* spp. visits. The occurrence of *Xylocopa* spp. in the orchard was positively affected by sunny and hot days, and negatively affected by increasing daily pluvial precipitation and afternoon air humidity. The influence of *Trigona spinipes* Fabr. (Hymenoptera: Apidae) on pollination and fruit setting were also evaluated. Flowers injured by *T. spinipes* presented a higher fruit

setting and gave rise to fruits with lower pulp and seeds weight. Aiming at studying the influence of pesticides on *in vitro* pollen germination, initial experiments were done to optimize cultural conditions such as temperature, medium, incubation time and pH. The best condition for pollen germination was under B.O.D. environment (temperature of $28 \pm 0.5^{\circ}\text{C}$; continuous light), culture medium supplemented by 50g/L sucrose, 0.02 g/L boric acid, 1.0 g/L calcium nitrate and pH 6.5. There was no effect of the incubation time (17 and 48 hours) on germination. Besides, there was no statistically difference ($P < 0.05$) of the various germination percentages obtained from pesticides treatments, namely Dicofol + Tetradifon, Cartap, Fenpropathrin and Abamectin as compared to the control. On the other hand, pesticides like Malathion, Fenthion, Trichlorfon, Vamidotion, Deltamethrine, Parathion Methyl and the adjuvant N-dodecil sodium benzen sulphate reduced the pollen grains germination. The Ethion and Lambdacyhalothrin drastically reduced pollen germination.

INTRODUÇÃO

A família Passifloraceae é composta de 12 gêneros, com 600 espécies distribuídas marcadamente em áreas tropicais, principalmente nas Américas e na África (JOLY, 1985). Dentre essas espécies, o maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) é o de maior interesse comercial. O maracujazeiro-roxo (*Passiflora edulis* Sims.) é cultivado em menor escala, no Brasil, em regiões mais frias e de maiores altitudes.

O Brasil é um dos principais produtores mundiais de maracujá, com produtividade média, em 1992, em torno de 10 t/ha. A produção concentra-se no Pará (1.668 t), na Bahia (472 t), em São Paulo (443 t.), no Sergipe (346 t), no Rio de Janeiro (216 t), no Ceará (164 t) e em Minas Gerais (85 t) (ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL, 1994). As áreas plantadas com maracujazeiro variam de acordo com a procura e o preço pago pela fruta, pois sendo uma cultura de ciclo curto, estas variações são imediatas (LANDGRAF, 1991).

O consumo de suco de maracujá cresceu de zero para 30.000 t em 20 anos, nos países europeus, onde este produto tem boa aceitação no mercado. Outros países como os Estados Unidos e o Canadá também importam o suco de maracujá do Brasil (LANDGRAF, 1991). No Brasil, quase toda fruta fresca é destinada ao mercado interno e consumida principalmente na forma *in natura*. Do volume de frutas processadas, principalmente na forma de suco, menos da

metade é consumido internamente. Os principais consumidores são: São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Bahia, Pernambuco e Rio Grande do Sul (BLISKA et al., 1994).

Segundo AKAMINE e GIROLAMI (1959), a flor do maracujazeiro, embora perfeita, é auto-incompatível, havendo a necessidade de polinização cruzada para produção de frutos. O principal agente polinizador é a abelha-mamangava (*Xylocopa* spp.), em virtude de seu grande porte (NISHIDA, 1963; RUGGIERO et al., 1976a). O clima interfere no número de *Xylocopa* spp. no pomar, como também na abertura da flor e deiscência das anteras (RUGGIERO et al., 1976a; COBERT e WILLMER, 1980).

Outras abelhas como a cachorro ou irapuá (*Trigona spinipes*) são observadas visitando as flores do maracujazeiro. Desvantajosa para certas culturas, esta abelha foi observada no maracujazeiro realizando polinização, como também prejudicando-a, além de interferir na freqüência das visitas de *Xylocopa* spp. (NISHIDA, 1963; JOHNSON e HUBBELL, 1974; SÁZIMA e SÁZIMA, 1989; LEONE, 1990).

A cultura do maracujazeiro possui problemas fitossanitários que são limitantes, causando freqüente deslocamento para novas áreas (BRANDÃO et al., 1991). O uso de agrotóxicos pode ser prejudicial à abelha *Xylocopa* spp. e, como tem sido constatado em muitas culturas, interfere na germinação do grão de pólen (GENTILE et al., 1973; SOUNDARAJAN, 1984; SOUTHERLAND et al., 1984; PHILOMENA e DAVID, 1985; WETZSTEIN, 1989; LACERDA et al., 1994).

Não foram encontrados trabalhos nos quais foi verificada a interferência de agrotóxicos na germinação de grãos de pólen no maracujazeiro-amarelo, tornando-se de grande importância estudos com este objetivo, já que a falta de fecundação é limitante para a produção nesta cultura.

O presente trabalho foi realizado em duas etapas, com os seguintes objetivos: avaliação da interferência de abelhas *Xylocopa* spp. e *T spinipes* na polinização do maracujazeiro-amarelo; e de agrotóxicos recomendados e

recomendáveis na germinação *in vitro* de grãos de pólen do maracujazeiro-amarelo.

CAPÍTULO 1

Influência de Abelhas na Polinização do Maracujazeiro (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Desg.)

1- INTRODUÇÃO

As flores do maracujazeiro são perfuradas e apresentam em cada tubo de prolongamento, o canal tubuloso e construído de duas células alongadas e a parede formada pelas células triclinares sobre o tubo central. A coroa e o conjunto de tubo é rodeado por células de membrana coriada e alveolada, formando um tubo anelar de onde saem cinco estômatos para glandas secretoras e um óvulo glandoso, se houver a fertilização, para o caso de ser um estilete triclínico. Os estômatos são capitados e o pólen é levado para a coroa (LEITÃO FILHO e ARANHA, 1974; JOLY, 1983).

VALLINI et al. (1976) observaram que o florescimento do maracujazeiro se iniciou nos nove meses após o plantio, em Jaboticabal-SP. O período de floração se estendeu por nove meses durante o ano, e o maior número de flores foi observado de outubro a março, com pico em dezembro.

CAPÍTULO 1

Influência de Abelhas na Polinização do Maracujazeiro (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deg.)

1. INTRODUÇÃO

As flores do maracujazeiro são perfeitas e localizadas em cada nó de brotações novas. O cálice tubuloso é constituído de cinco sépalas oblongas e a corola de cinco pétalas inseridas sobre o tubo calicinal. A corona é composta de um a cinco verticilos de filamentos coloridos e atraentes. Apresenta um tubo andrógino de onde saem cinco estames com grandes anteras e um ovário globoso, unilocular e multiovulado, sobre o qual se acha um estilete tripartido. Os estigmas são capitados e o pólen é denso, com coloração creme (LEITÃO FILHO e ARANHA, 1974; JOLY, 1985).

VALLINI et al. (1976) observaram que o florescimento do maracujazeiro se iniciou aos nove meses após o plantio, em Jaboticabal-SP. O período de floração se estendeu por nove meses durante o ano, e o maior número de flores foi observado de outubro a março, com pico em dezembro.

Segundo RUGGIERO (1973), as flores apresentam três tipos de curvatura dos estiletes: totalmente curvos, parcialmente curvos e sem curvatura, os quais ocorrem numa frequência de 70,79; 23,28 e 5,92%, respectivamente. Os três tipos de curvatura podem estar presentes numa mesma planta. Foi verificado, também nessa pesquisa, que não houve abertura de flores antes das 12 horas e que as flores permaneciam abertas até as 20 horas. Nos dias de maior número de horas de brilho solar, houve abertura de todas as flores até as 13 horas. Uma vez fechada, esta não mais se abre.

O período efetivo de polinização é aquele compreendido entre a completa curvatura dos estiletes e o fechamento das flores. AKAMINE e GIROLAMI (1959) observaram 60 minutos desde a abertura da flor até a curvatura dos estiletes, no Havaí-EUA. CEREDA e URASHIMA (1989), em Botucatu-SP, constataram 86,15 minutos e RUGGIERO et al. (1978) observaram 71,24 minutos em flores totalmente curvas, com insolação de 9,1 horas. Tais diferenças podem ser atribuídas a variações climáticas de um local para outro. Quanto mais tarde a flor se abrir e quanto maior for o tempo para a curvatura dos estiletes, menor será o período efetivo de polinização, uma vez que o estigma é receptivo somente no dia de abertura da flor. Os estigmas recurvados estão em posição de serem tocados pelos insetos, facilitando a retenção dos grãos de pólen (AKAMINE e GIROLAMI, 1959). Segundo COBERT e WILLMER (1980), a deiscência das anteras ocorre antes da total abertura da flor.

A floração e a abertura das flores são afetadas pela luminosidade. Watson e Bowers (1965), citados por MATSUMOTO e SÃO JOSÉ (1991), observaram que plantas submetidas a 12 horas de luz floresciam abundantemente. VALLINI et al. (1976) observaram que não houve floração em plantas submetidas a comprimento do dia menor que 11 horas e que o número de flores está correlacionado com o comprimento do dia.

A flor do maracujazeiro é considerada auto-estéril, ou seja, auto-incompatível, logo, há necessidade de polinização cruzada para frutificação. AKAMINE e GIROLAMI (1959) realizaram diferentes cruzamentos recíprocos, no Havaí-EUA, e encontraram diferenças na compatibilidade em alguns destes cruzamentos, levantando a possibilidade da presença de esterilidade masculina.

Diferenças em cruzamentos recíprocos foram também encontradas por KNIGHT e WINTERS (1962) e por CHANG (1974). RUGGIERO (1973) estudou a incompatibilidade das flores em relação à curvatura do estilete, não detectando diferenças entre as porcentagens de pólen férteis nos três tipos de curvaturas, e verificou que flores autofecundadas não frutificaram, demonstrando a existência da auto-incompatibilidade.

As flores sem curvatura não dão origem a frutos, mesmo quando polinizadas por qualquer dos três tipos de flores. RUGGIERO et al. (1976b) afirmam que isso ocorre porque estas flores apresentam menor número de núcleos em divisão em cortes do ovário, o que indica que a esterilidade destas flores está diretamente relacionada com a viabilidade dos óvulos. As flores parcialmente curvas têm a polinização prejudicada, porque a mamangava nem sempre consegue tocar os estigmas.

BRUCKNER et al. (1995) estudaram a auto-incompatibilidade dentro de progênies, em duas gerações, e verificaram que a incompatibilidade do maracujazeiro é do tipo homomórfica e esporofítica. Segundo os autores, é improvável que a diferença em cruzamentos recíprocos, verificada por AKAMINE e GIROLAMI (1959), seja devida à esterilidade masculina, uma vez que a viabilidade do pólen não foi verificada e porque diferenças em cruzamentos recíprocos são esperadas no sistema esporofítico.

A auto-incompatibilidade é um mecanismo que garante a polinização cruzada em muitas plantas, sendo homomórfica quando não existem diferenças na morfologia floral e esporofítica quando é controlada pelo genótipo das plantas que produzem o pólen e o óvulo, ou seja, a ação gênica se manifesta na fase esporofítica da planta. Este sistema se diferencia do gametofítico, cuja reação de incompatibilidade depende do genótipo do gameta, por possibilitar diferenças de compatibilidade entre cruzamentos recíprocos e possibilitar reação incompatível em retrocruzamentos em relação ao progenitor feminino, entre outras diferenças.

BRUCKNER et al. (1995) também realizaram autopolinizações na antese, não obtendo frutificação; porém, autopolinizações realizadas no estágio de botão resultaram em 14,8% de frutificação. O mesmo procedimento é utilizado nas

Brássicas, que também têm auto-incompatibilidade esporofítica, para obtenção de linhagens destinadas à produção de híbridos (KAKIZAKI e KASAI, 1933).

Segundo LEITÃO FILHO e ARANHA (1974), o maracujazeiro apresenta características que estimulam a presença de insetos, como flores grandes, atraentes, coloridas e aromáticas; grãos de pólen muito pesados; e existência de néctar abundante localizado na base da corona.

A polinização cruzada do maracujazeiro é conseguida com agentes polinizadores como as mamangavas, *Xylocopa* spp. (Hymenoptera: Anthophoridae). O vento tem pequena importância como agente polinizador, em virtude do peso do grão de pólen (RUGGIERO et al., 1976a).

RUGGIERO et al. (1976a) observaram que, em polinizações controladas, as abelhas melíferas (*Apis mellifera adansonii*) proporcionaram baixa frutificação e que as mamangavas (*Xylocopa* spp.) foram mais eficientes, até mesmo que em polinização não-controlada.

NISHIDA (1963) observou, no Havaí-EUA, que aumentando o número de abelhas melíferas, *A. mellifera*, houve tendência de redução da frutificação. Também verificou uma correlação positiva entre o aumento da população de *Xylocopa* e a frutificação, concluindo, assim, que *Xylocopa* foi mais eficiente que *A. mellifera* como polinizador.

Segundo Hurd e Moure (1963), citados por CAMILLO et al. (1986), existem aproximadamente 700 espécies do gênero *Xylocopa*, das quais apenas 50 são conhecidas no Brasil. Pouco se sabe sobre a biologia dessas abelhas. São abelhas robustas, com mais de 2 cm de comprimento e com o dorso do abdome desprovido de pêlos (BORROR e DeLONG, 1969). Segundo CAMILLO et al. (1986), estas abelhas possuem apenas duas gerações por ano e o número de indivíduos produzidos por fêmea varia de dois a oito.

A eficiência das mamangavas pode ser atribuída ao seu grande tamanho, pois ao coletarem néctar são capazes de tocar os estigmas e as anteras, que estão em planos mais elevados, enquanto insetos menores coletam néctar sem obrigatoriamente polinizar a flor (AKAMINE e GIROLAMI, 1959; AMARAL, 1979).

O sucesso da polinização realizada pelas mamangavas é muito variável. Isto se deve a variações nas condições climáticas e número de abelhas

melíferas, irapuá e outros visitantes, que reduzem a disponibilidade de pólen (RUGGIERO, 1973; COBERT e WILLMER, 1980; SÁZIMA e SÁZIMA, 1989; LEONE, 1990).

Em Cordeirópolis-SP, foi verificado que as abelhas *A. mellifera* retiravam praticamente todo o pólen dos botões florais semi-abertos, antes da chegada das mamangavas, sem, contudo, realizarem a polinização. Nas plantas que receberam polinização artificial, a eficiência foi superior (85,7%) à natural (3,6%) (CARVALHO e TEÓFILO SOBRINHO, 1973). LEONE (1990) também observou esse comportamento nocivo das abelhas melíferas. RUGGIERO (1973) verificou que em flores onde havia abelhas *A. mellifera*, as mamangavas não pousavam, dificultando ainda mais o trabalho de polinização.

A abelha-cachorro ou irapuá, *Trigona spinipes* Fabr., 1773 (Hymenoptera: Apidae), também é observada visitando as flores do maracujazeiro. O adulto é de coloração preta, com cerca de 5 a 6,5 mm de comprimento e 2,5 mm de largura. Essa abelha constrói ninhos livres, envolvendo os ramos mais altos das árvores (GALLO et al., 1988).

A abelha *T. spinipes* é considerada prejudicial a certas culturas, em especial aos citros, danificando brotos para obtenção de fibras utilizadas na construção dos seus ninhos. Dentre os meliponídeos, ela é tida como uma das espécies mais agressivas (GALLO et al., 1988; SÁZIMA e SÁZIMA, 1989). Entretanto NISHIDA (1963) cita o relato de Berry, que afirma que, em El Salvador, espécies de *Trigona* realizaram polinização no maracujazeiro.

Segundo SÁZIMA e SÁZIMA (1989) e LEONE (1990), as flores perfuradas na câmara nectarífera pelas abelhas *T. spinipes*, usando as mandíbulas para a retirada de néctar, deixam de ser atrativas à *Xylocopa* spp., reduzindo, assim, o tempo e a freqüência de visita deste polinizador ao maracujazeiro. Também foram observadas interações agonísticas entre estas duas abelhas, em que as abelhas *Xylocopa* spp. passavam a evitar as flores nas quais as abelhas *T. spinipes* estavam presentes, diminuindo, assim, o número de visitas às flores do maracujazeiro.

Muitas espécies de *Trigona* são consideradas visitantes aparentemente nocivos para diversas culturas, em virtude do seu comportamento forrageador, da

defesa de recursos alimentares contra outras espécies de abelhas e da sua ação pilhadora (JOHNSON e HUBBELL, 1974).

LORENZON (1992) relata que *T. spinipes* foi o segundo inseto mais freqüente em flores de cebola (*Allium cepa* L.) e garantiu a possibilidade de cruzamentos satisfatórios.

Com isto, observa-se que a função de *T. spinipes* como polinizador efetivo do maracujazeiro precisa ser mais bem estabelecida, como também até que ponto as injúrias causadas por eles às flores interferem no processo de frutificação, dada à escassez de informações. AKAMINE e GIROLAMI (1959) relatam que alguns insetos que freqüentam as flores de maracujazeiro têm sido destruidores de pólen, porém, os danos causados são insignificantes, em virtude da possibilidade de serem polinizadores potenciais.

A principal causa da queda excessiva de flores do maracujazeiro e, conseqüentemente, da redução na produção é a falta de polinização. Com isto, tem sido recomendado o uso da polinização artificial. Esta prática proporcionou, em trabalhos realizados por GRISI JR. (1973a), eficiência de 78,96% em comparação à natural, que foi de 12%.

GRISI JR. (1973b) descreve um método de polinização artificial em que a flor é tocada com os dedos enluvados, obtendo eficiência de 54,19% em comparação à polinização natural de 7,52%.

YAMASHIRO (1981) comparou dois métodos de polinização artificial: a polinização cuidadosa da maioria das flores abertas e a polinização de aproximadamente 50% das flores. Foi verificado que o caminhar demorado e a procura cuidadosa de flores correspondem a ter nos dedos predominância de pólen da planta que está recebendo tal polinização, reduzindo a frutificação, o que evidencia, assim, a auto-incompatibilidade no maracujazeiro. Quando menor número de flores foi trabalhado por planta, obteve-se maior pegamento de frutos. O autor recomenda o rápido caminhar do operador e a repetição da operação por diversas vezes na plantação.

Segundo AKAMINE e GIROLAMI (1959), o vingamento do fruto proveniente da polinização natural é usualmente baixo, quando comparado com o da polinização manual.

A polinização artificial é de grande importância para plantações de maracujazeiro, principalmente em áreas onde há baixo número de insetos polinizadores e em plantações muito extensas, as quais, por causa de suas dimensões, dificultam o trabalho desses insetos na sua área central, principalmente nos surtos de grande florada. Porém, as condições de floração do pomar, da população de *Xylocopa* spp., e a interferência dos elementos climáticos não estão bem esclarecidas, para que esta prática seja empregada.

Por causa da presença cada vez menor nos campos do principal polinizador do maracujazeiro-amarelo, ou seja, da abelha *Xylocopa* spp., tornam-se necessários estudos para observação de fatores que prejudicam a polinização e posterior fecundação da flor, como também a quantidade de mamangavas necessárias para uma boa frutificação.

Assim, o presente trabalho teve como objetivos avaliar o efeito do número de flores no pomar e de visitas de mamangava, *Xylocopa* spp., por flor, na frutificação do maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.); verificar o efeito das condições climáticas na freqüência de mamangavas no pomar; e, também, avaliar a interferência de abelhas-cachorro, *T. spinipes*, na polinização e frutificação do maracujazeiro-amarelo.

Foram realizados três ensaios no período de fevereiro a julho de 1966. O pomar do maracujazeiro (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) possuía área de 4.728 m² e espaçamento de 3 x 3 m.

Foram realizados três ensaios no período de fevereiro a julho de 1966. O pomar do maracujazeiro (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) possuía área de 4.728 m² e espaçamento de 3 x 3 m.

2.1. Número de visitas de *Xylocopa* spp. às flores de maracujazeiro

Este ensaio foi montado para verificar o efeito do número de visitas de abelhas *Xylocopa* spp. por flor e do número de flores do maracujazeiro em antesa no seu rendimento. Foi utilizado o delineamento fatorialmente casualizado, com um número variável de repetição para cada tratamento.

Foram feitas contagens do número de flores por metro linear de espaldara, o qual foi dividido em três classes:

« classe 1: < 0,8

« classe 2: 0,8 - 1,2 »

« classe 3: > 1,2

Os tratamentos foram baseados no número de visitas de abelhas *Xylocopa* spp. por flor: zero, uma, duas, três, quatro, cinco, seis, sete e oito visitas.

Na classe 1, ocorreram zero, uma, duas, três, quatro, cinco, seis, sete e oito visitas de *Xylocopa* spp. por flor; na classe 2, ocorreram zero, uma, duas, três, quatro e oito; enquanto na classe 3 ocorreram zero, uma, duas, três, quatro, cinco, seis, sete e oito visitas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As flores foram etiquetadas pela manhã no dia da antese e anovadas com sacos feitos de tecido orgânico branco. Em torno das 13h30, as flores foram coletadas e avaliadas de acordo com o número de visitas de abelhas *Xylocopa* spp.

O estudo foi conduzido no pomar do Setor de Fruticultura do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG. A região apresenta clima tipo Cwa, segundo a classificação de Köppen, tendo como coordenadas geográficas 20°45' de latitude sul, 42°51' de longitude oeste e altitude média de 651 m, com médias anuais de 80% de umidade relativa, temperatura de 19°C, com mínima de 14°C e máxima de 26°C.

Foram realizados três ensaios no período de fevereiro a julho de 1995. O pomar de maracujazeiro (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) possuía área de 1.728 m² e espaçamento de 3 x 3 m.

2.1. Número de visitas de *Xylocopa* spp. às flores de maracujazeiro

Este ensaio foi montado para verificar o efeito do número de visitas de abelhas *Xylocopa* spp. por flor e do número de flores do maracujazeiro em antese no seu vingamento. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado, com um número variável de repetição para cada tratamento.

Foram feitas contagens do número de flores por metro linear de espaldeira, o qual foi dividido em três classes:

- classe 1: $< 0,8$;
- classe 2: $0,8 - 1,2$; e
- classe 3: $> 1,2$.

Os tratamentos foram baseados no número de visitas de abelha *Xylocopa* spp. por flor: zero, uma, duas, três, quatro, cinco, seis, sete e oito visitas.

Na classe 1, ocorreram zero, uma, duas, três, quatro, cinco, seis, sete e oito visitas de *Xylocopa* spp. por flor; na classe 2, ocorreram zero, uma, duas, três, quatro e oito; enquanto na classe 3 ocorreram zero, uma, duas, três, quatro, cinco, seis, sete e oito visitas.

As flores foram etiquetadas pela manhã do dia da antese e envolvidas com sacos feitos do tecido organza, branco. Em torno das 13h30, as flores foram descobertas e observou-se o número de visitas de abelhas *Xylocopa* spp. Após completado o número de visitas relativos a cada tratamento, as flores foram novamente protegidas.

O vingamento das flores foi observado cerca de uma semana após a realização dos tratamentos. A porcentagem de vingamento foi calculada em função do número total de flores do tratamento. Os frutos foram colhidos maduros, quando se destacavam da planta. As características avaliadas para comparação entre os tratamentos foram os pesos dos frutos, da polpa mais sementes e o teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ brix). Os pesos foram obtidos com auxílio de uma balança digital e o brix, por meio de três leituras por fruto em um refratômetro manual. O peso da polpa mais sementes foi transformado para porcentagem em relação ao peso do fruto. Para avaliação das características dos frutos, foram utilizadas duas classes de flores: $< 0,8$ e $> 0,8$ flor/m linear de espaldeira.

Foram feitas análises de variância para avaliação de diferenças significativas entre a frequência de visitas sobre o vingamento das flores e para avaliação das características dos frutos. Realizou-se, também, análise de regressão polinomial do vingamento das flores em função do número de visitas de *Xylocopa* spp. por flor.

2.2. Número de abelhas *Xylocopa* spp. no pomar de maracujazeiro

Para quantificar a população de *Xylocopa* spp., foram feitas contagens no pomar de maracujazeiro em intervalos de meia hora, sempre por, no mínimo, três pessoas, situadas em pontos diferentes do pomar, e de flores em antese. O vingamento das flores foi observado uma semana após as contagens. Foram calculadas as correlações de Pearson ($P < 0,05$) entre estas três observações.

Também foram coletados os elementos climáticos: temperatura ($^{\circ}\text{C}$), umidade relativa (%), precipitação pluvial (mm) e insolação (horas), diários e do período da tarde do dia das contagens. Foram calculadas as correlações de Pearson ($P < 0,05$) entre estes elementos climáticos e o número de *Xylocopa* spp. no pomar.

2.3. Interferência de *Trigona spinipes* na polinização do maracujazeiro

Este ensaio foi montado para avaliar o efeito das injúrias causadas por abelhas *T. spinipes* no vingamento das flores e nas características dos frutos.

Em flores com e sem injúrias destas abelhas, foram realizados os seguintes tratamentos, em delineamento inteiramente casualizado, com 19 repetições:

- polinização natural;
- polinização artificial; e
- polinização natural + artificial.

As flores que receberam polinização natural ou natural mais artificial foram etiquetadas na parte da manhã do dia da antese, quanto à presença ou não de injúrias, no nectário e nas pétalas, causadas por abelhas *T. spinipes*, e deixadas descobertas durante todo o dia. As flores que receberam polinização artificial foram etiquetadas e envolvidas, com o auxílio de sacos feitos do tecido organza, branco, na parte da manhã do dia da antese. Em torno das 13h30, estas foram descobertas e polinizadas artificialmente, com auxílio de dedeiras de flanela, as quais foram passadas em várias flores de plantas

diferentes, para que fossem carregadas de grãos de pólen. Em seguida, as flores foram protegidas novamente. As flores polinizadas naturalmente e artificialmente permaneceram descobertas após a polinização artificial.

Os dados foram obtidos de frutos maduros, de maneira semelhante aos do primeiro ensaio, foram eles: porcentagem de vingamento das flores, porcentagem do peso da polpa mais sementes e grau brix.

As médias da porcentagem de vingamento das flores e das características dos frutos foram comparadas por meio do teste t de Student.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Número de visitas de *Xylocopa* spp. às flores de maracujá-amarelo

No Quadro 1, são mostrados os resultados das análises de variância para a porcentagem de vingamento das flores de maracujá-amarelo em função do número de visitas de *Xylocopa* spp. por flor, de acordo com as classes referentes ao número de flores em antese por planta linear no pomar. Foi observado efeito significativo do número de visitas apenas quando havia mais de 0,8 flor/m linear de espaldreira no pomar.

As equações de regressão da porcentagem de vingamento das flores em função do número de visitas, juntamente com os coeficientes de determinação, são apresentadas no Quadro 2. As curvas dessas equações estão representadas na Figura 1. Foi observado que na classe 1 (menos que 0,8 flor/m linear de espaldreira), na qual se tinha o menor número de flor/m linear de espaldreira, a porcentagem de vingamento foi baixa, ou seja, 14,03%, também não se detectou o efeito do número de visitas de *Xylocopa* spp. Como o número de flores em antese no pomar foi muito baixo, provavelmente ocorreu maior competição por pólen entre os visitantes das flores, principalmente *Apis mellifera*, não permitindo, assim, que *Xylocopa* spp. realizasse a deposição de pólen nos estigmas ao visitar as flores para coletar néctar, pois não as tinha

Quadro 1 - Análises de variância para a porcentagem de vingamento das flores em função do número de visitas de *Xylocopa* spp., de acordo com as três classes de flor/m linear de espaldeira, Viçosa - MG, 1995.

Fonças de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	F
		Classe 1 - < 0,8	
Visita de <i>Xylocopa</i> spp.	2	1.025,053	0,812
Resíduo	73	1.261,009	

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Visita de <i>Xylocopa</i> spp.	2	14.378,26	24,177*
Resíduo	30	594,004	

3.1. Número de visitas de *Xylocopa* spp. às flores de maracujazeiro

Visita de <i>Xylocopa</i> spp.	2	2.197,792	2,297*
--------------------------------	---	-----------	--------

No Quadro 1, são mostrados os resultados das análises de variância para a porcentagem de vingamento das flores de maracujazeiro em função do número de visitas de *Xylocopa* spp. por flor, de acordo com as classes referentes ao número de flores em antese por metro linear no pomar. Foi observado efeito significativo do número de visitas apenas quando existia mais de 0,8 flor/m linear de espaldeira no pomar.

As equações de regressão da porcentagem de vingamento das flores em função do número de visita, juntamente com os coeficientes de determinação, são mostradas no Quadro 2. As curvas destas equações estão representadas na Figura 1. Foi observado que na classe 1 (menos que 0,8 flor/m linear de espaldeira), na qual se tinha o menor número de flor/m linear de espaldeira, a porcentagem de vingamento foi baixa, ou seja 14,03%; também não se detectou o efeito do número de visita de *Xylocopa* spp. Como o número de flores em antese no pomar foi muito baixo, possivelmente ocorreu maior competição por pólen entre os visitantes das flores, principalmente *Apis mellifera*, não permitindo, assim, que *Xylocopa* spp. realizasse a deposição de pólen nos estigmas ao visitar as flores para coletar néctar, pois não os tinha

Quadro 1 - Análises de variância para a porcentagem de vingamento das flores em função do número de visitas de *Xylocopa* spp., de acordo com as três classes de flor/m linear de espaldeira. Viçosa - MG, 1995

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios	F
Classe 1: < 0,8			
Visita de <i>Xylocopa</i> spp.	8	1.025,063	0,812 ^{N.S.}
Resíduo	48	1.261,905	
Classe 2: 0,8 - 1,2			
Visita de <i>Xylocopa</i> spp.	5	14.376,26	24,177 *
Resíduo	30	594,6964	
Classe 3: > 1,2			
Visita de <i>Xylocopa</i> spp.	8	6.197,782	5,297 *
Resíduo	38	1.170,008	

* Significativo pelo teste de F, a $P < 0,05$.

^{N.S.} Não-significativo pelo teste F, a $P < 0,05$.

Quadro 2 - Coeficientes de determinação das equações de regressão da porcentagem de vingamento de flores de maracujazeiro (Y') em função da intensidade de visitas de *Xylocopa* spp. (X), de acordo com as classes de flor/m linear de espaldeira. Viçosa - MG, 1995

Classes	Equações	R ²
1: < 0,8 flor/m linear de espaldeira	Y' = 14,03%	-
2: 0,8 - 1,2 flor/m linear de espaldeira	Y' = -15,7622 + 28,2184X - 1,82589X ²	0,6928
3: > 1,2 flor/m linear de espaldeira	Y' = -2,12313 + 9,6537X	0,5785

adando ao seu corpo. Na classe 2 (0,8 - 1,2 flor/m linear de espaldeira), detectou-se aumento da porcentagem de vingamento em virtude do maior número de flores em antese no pomar, tendo-se, assim, maior disponibilidade de pólen, o que possivelmente permitiu a *Xylocopa* spp. realizar a polinização ao visitar a flor para coleta de néctar. Já na classe 3 (mais de 1,2 flor/m linear de espaldeira), observou-se aumento linear da porcentagem de vingamento em função da intensidade de visita de *Xylocopa* spp. por flor. A classe 3 foi a de maior número de flores em antese no pomar, logo, houve grande oferta de néctar e pólen. Observou-se que, com maior número de flores, o tempo gasto por visita pela abelha *Xylocopa* spp. foi menor. Provavelmente, neste caso, haveria necessidade de maior número de visitas desta abelha, para que a polinização fosse mais efetiva.

Não houve vingamento das flores visitadas apenas por *A. mellifera* e *T. spiripes*. Vários autores consideram *A. mellifera* ineficiente à polinização

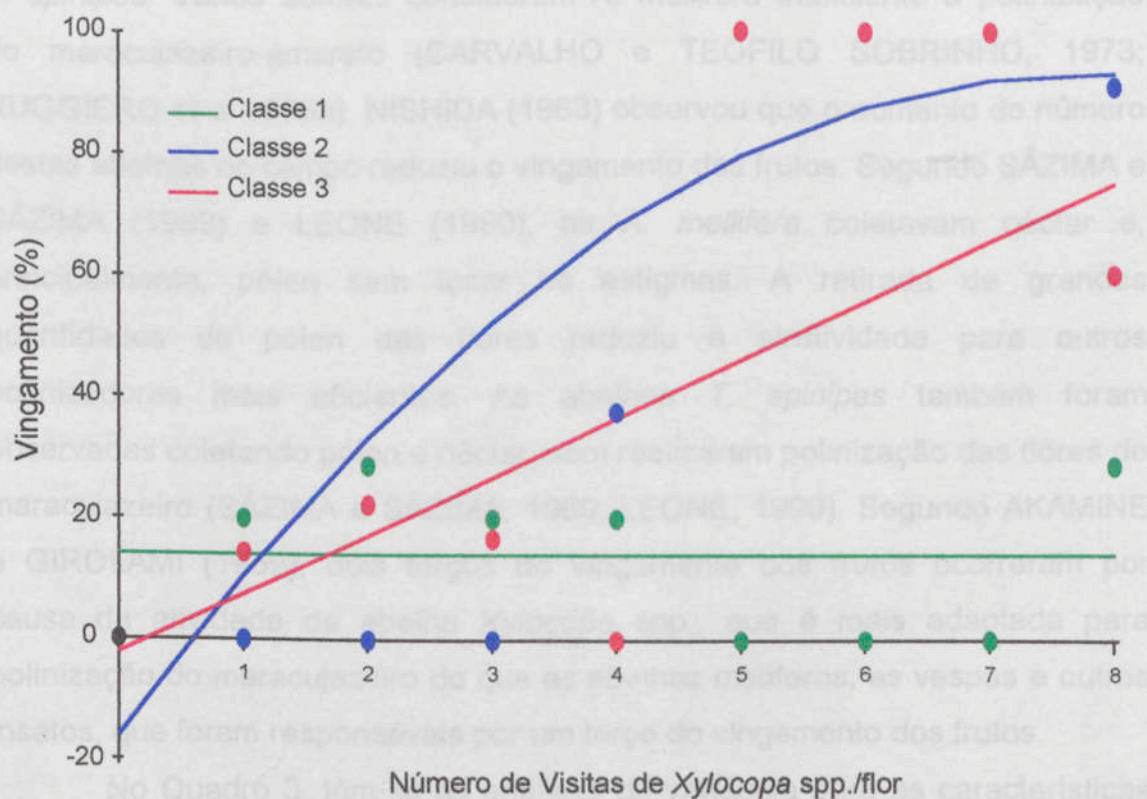


Figura 1 - Porcentagem de vingamento das flores de maracujazeiro em função do número de visitas de *Xylocopa* spp. por flor, dentro das quatro classes de flores em antese no pomar: classe 1: <0,8; classe 2: 0,8 - 1,2; e classe 3: >1,2 flor/m linear de espaldeira.

aderido ao seu corpo. Na classe 2 (0,8 - 1,2 flor/m linear de espaldeira), detectou-se aumento da porcentagem de vingamento em virtude do maior número de flores em antese no pomar, tendo-se, assim, maior disponibilidade de pólen, o que possivelmente permitiu a *Xylocopa* spp. realizar a polinização ao visitar a flor para coleta de néctar. Já na classe 3 (mais de 1,2 flor/m linear de espaldeira), observou-se aumento linear da porcentagem de vingamento em função da intensidade de visita da *Xylocopa* spp. por flor. A classe 3 foi a de maior número de flores em antese no pomar, logo, houve grande oferta de néctar e pólen. Observou-se que, com maior número de flores, o tempo gasto por visita pela abelha *Xylocopa* spp. foi menor. Provavelmente, neste caso, haveria necessidade de maior número de visitas desta abelha, para que a polinização fosse mais efetiva.

Não houve vingamento das flores visitadas apenas por *A. mellifera* e *T. spinipes*. Vários autores consideram *A. mellifera* ineficiente à polinização do maracujazeiro-amarelo (CARVALHO e TEÓFILO SOBRINHO, 1973; RUGGIERO et al 1976a). NISHIDA (1963) observou que o aumento do número destas abelhas no campo reduziu o vingamento dos frutos. Segundo SÁZIMA e SÁZIMA (1989) e LEONE (1990), as *A. mellifera* coletavam néctar e, principalmente, pólen sem tocar os estigmas. A retirada de grandes quantidades de pólen das flores reduziu a atratividade para outros polinizadores mais eficientes. As abelhas *T. spinipes* também foram observadas coletando pólen e néctar, sem realizarem polinização das flores de maracujazeiro (SÁZIMA e SÁZIMA, 1989; LEONE, 1990). Segundo AKAMINE e GIROLAMI (1959), dois terços do vingamento dos frutos ocorreram por causa da atividade da abelha *Xylocopa* spp., que é mais adaptada para polinização do maracujazeiro do que as abelhas melíferas, as vespas e outros insetos, que foram responsáveis por um terço do vingamento dos frutos.

No Quadro 3, têm-se as análises de variância para as características dos frutos de maracujazeiro em função do número de visita de *Xylocopa* spp. por flor, na classe 2 (> 0,8 flor/m linear de espaldeira). Verificou-se que não houve efeito do número de visitas de *Xylocopa* spp. por flor nas características

Quadro 3 - Análises de variância para as características dos frutos: peso dos frutos (PF), porcentagem do peso da polpa + sementes (PS) e brix, em função do número de visitas da *Xylocopa* spp. em flores de maracujazeiro. Viçosa - MG, 1995

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios		
		PF (g)	PS (%)	° Brix
Visita de <i>Xylocopa</i> spp.	4	1.068,722 ^{N.S.}	53,01326 ^{N.S.}	3,872001*
Resíduo	5	1.566,726	24,01783	0,717600

* Significativo pelo teste de F, a $P < 0,05$.

^{N.S.} Não-significativo pelo teste de F, a $P < 0,05$.

dos frutos. Para a classe 1 ($< 0,8$ flor/m linear de espaldeira), não foi possível realizar as análises de variância para as características dos frutos, pois não houve graus de liberdade para o resíduo. Não foi possível analisar as características dos frutos com todos os tratamentos, apenas com dois, três, quatro, sete e oito visitas por flor, por causa do alto ataque da broca dos frutos (Lepidoptera). Esta broca tem sido observada recentemente atacando os frutos de maracujazeiro, sendo necessários estudos posteriores para sua identificação e métodos de controle, uma vez que não foram encontrados, até o momento, relatos da ocorrência de lepidópteros broqueadores de frutos de maracujazeiro.

3.2. Número de abelhas *Xylocopa* spp. no pomar de maracujazeiro

No Quadro 4, estão as correlações de Pearson entre o número de flores em antese de maracujazeiro com o número de *Xylocopa* spp. no pomar e a porcentagem de vingamento. Foi verificada correlação significativa positiva entre o número de flores no pomar e estas características, ou seja, tendo-se

Quadro 4 - Correlações de Pearson entre o número de flores em antese no pomar com o número de *Xylocopa* spp. e a porcentagem de vingamento das flores. Viçosa - MG, 1995

Variável	r	t	Significância
Número de <i>Xylocopa</i> spp./hora	0,6674	13,8842	0,0001
Vingamento de Frutos (%)	0,1740	2,7943	0,0026

mais flores no pomar ocorreu maior presença de mamangavas, *Xylocopa* spp., evidenciando, assim, a atratividade das flores sobre estas abelhas. O coeficiente de correlação, neste caso, foi maior (0,6674). Embora a correlação entre o número de flores em antese e a porcentagem de vingamento também tenha sido significativa, o coeficiente de correlação foi baixo (0,1740), o que evidencia importância de outros fatores, além do número de flores em antese. NISHIDA (1963) obteve, também, correlação significativamente positiva ($P < 0,01$) entre a densidade de mamangavas no campo e o número de flores em antese. Com o aumento do número de mamangavas no campo, houve um aumento na polinização. AKAMINE e GIROLAMI (1959) verificaram que as mamangavas e melíferas tendem a concentrar suas atividades nas primeiras flores em antese. Logo, com o aumento do número de flores abertas de várias plantas na mesma hora, ocorreu o aumento na polinização cruzada. GRISI JR. (1973a) não obteve correlação significativa entre o número médio de flores por metro de rua e a porcentagem de pegamento em condições naturais.

O clima é considerado um fator natural importante que interfere na polinização e no vingamento das flores. No Quadro 5, têm-se as correlações de Pearson entre o número de *Xylocopa* spp. no pomar e os elementos climáticos. Das médias diárias, apenas a temperatura máxima, a insolação e a precipitação pluvial, como também das médias da tarde, a temperatura mínima e a umidade relativa, foram significativas ($P < 0,05$). Observou-se que em dias

Quadro 5 - Correlações de Pearson entre o número de *Xylocopa* spp. e os elementos climáticos. Viçosa - MG, 1995

Variável	r	t	Significância
Temperatura Média Diária (°C)	0,0627	1,0297	0,1516
Temperatura Mínima Diária (°C)	0,0693	1,1392	0,1273
Temperatura Máxima Diária (°C)	0,1830	3,0522	0,0011
Umidade Relativa Média Diária (%)	-0,0204	-0,3348	0,3689
Precipitação Pluvial Total Diária (mm)	0,1858	3,1011	0,0010
Insolação Total Diária (horas)	-0,1089	-1,7965	0,0362
Temperatura Média da Tarde (°C)	0,0347	-0,5687	0,2848
Temperatura Mínima da Tarde (°C)	-0,1954	-3,2673	0,0005
Temperatura Máxima da Tarde (°C)	0,0281	0,4615	0,3222
Umidade Relativa da Tarde (%)	-0,2480	-4,1981	0,0001
Insolação da Total da Tarde (horas)	0,0799	1,3152	0,0942

mais quentes e ensolarados houve maior número de *Xylocopa* spp. no pomar, enquanto em dias mais chuvosos e tardes mais úmidas a freqüência desta abelha no pomar reduziu. Nas horas de contagem de *Xylocopa* spp., apenas a correlação com a insolação foi significativa ($P < 0,05$) entre os elementos climáticos observados (Quadro 6). Em horas mais ensolaradas, houve maior presença de *Xylocopa* spp. no pomar. Estes resultados concordam com os obtidos por RUGGIERO (1973), que verificou que em dias mais chuvosos foi constatada pequena atividade de insetos polinizadores, em virtude de os nectários florais do maracujazeiro, após a chuva, estarem cheios de água e as mamangavas passarem a evitá-los. AKAMINE e GIROLAMI (1959) observaram que o tempo nublado e chuvoso reduziu a atividade dos insetos, reduzindo a polinização. O número de insetos polinizadores determinou a porcentagem de vingamento. Os coeficientes de correlação obtidos no presente estudo foram baixos, embora significativos, evidenciando novamente a existência de outros fatores interagindo com a densidade populacional desta abelha no pomar.

Quadro 6 - Correlações de Pearson entre o número de *Xylocopa* spp. no pomar e os elementos climáticos na hora da contagem. Viçosa - MG, 1995

Variável	r	t	Significância
Temperatura (°C)	0,2361	1,3309	0,0966
Umidade Relativa (%)	-0,2601	-1,4755	0,0752
Insolação	0,3818	2,2625	0,0155

3.3. Interferência de *Trigona spinipes* na polinização do maracujazeiro

No Quadro 7, têm-se as médias da porcentagem de vingamento das flores polinizadas naturalmente, artificialmente e naturalmente mais artificialmente, comparadas pelo teste t de Student, de acordo com a ausência ou presença de injúrias nas flores, causadas por *T. spinipes*. Verificou-se que nas flores sem injúrias a polinização natural proporcionou menor vingamento em relação às que receberam a polinização artificial ($P < 0,05$). Não se detectou diferença estatística entre a polinização artificial e natural mais artificial. Resultados semelhantes foram obtidos por LEONE (1990), trabalhando em Araguari-MG, onde flores polinizadas naturalmente apresentaram menor porcentagem de vingamento em relação à polinização artificial ou natural mais artificial, que foram semelhantes. NISHIDA (1958) observou que a eficiência dos polinizadores naturais variou com a localidade, pois a porcentagem de vingamento dos frutos obtidos das flores polinizadas naturalmente pouco diferiu das polinizadas artificialmente, em alguns dos locais onde foram realizados os experimentos.

Nas flores com injúrias de *T. spinipes*, não se detectou diferença significativa ($P < 0,05$) entre os três tipos de polinização. Portanto, a abelha *T. spinipes*, ao visitar a flor do maracujazeiro pela manhã, através das

Quadro 7 - Porcentagem de vingamento em função do tipo de polinização, em flores de maracujazeiro com ou sem injúrias causadas por *Trigona spinipes*. Viçosa - MG, 1995

Polinização	Flores	
	Sem injúrias de <i>T. spinipes</i>	Com injúrias de <i>T. spinipes</i>
Natural	32,50 b	64,29 a
Artificial	63,33 a	71,43 a
Natural + Artificial	60,71 a	81,25 a

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste t, a $P < 0,05$.

perfurações, depositava grãos de pólen de outras plantas nos estigmas, realizando, assim, a polinização. Observou-se apenas na polinização natural diferença ($P < 0,05$) na porcentagem de vingamento entre as flores sem ou com injúrias (Quadro 8). As flores que receberam polinização artificial ou natural mais artificial apresentaram porcentagem de vingamento semelhante. Nas flores sem injúrias de *T. spinipes*, o uso da polinização artificial suprimiu o efeito da polinização realizada por esta abelha.

Nos Quadros 9 e 10, são mostradas as médias das características dos frutos obtidos em função dos tipos de polinização em flores com e sem injúrias de *T. spinipes*. Nos Quadros 11, 12 e 13, são apresentadas as características dos frutos comparadas entre flores com ou sem injúrias de *T. spinipes*, em função do tipo de polinização. Não se detectaram diferenças significativas ($P < 0,05$) no peso dos frutos em função do tipo de polinização ou da presença ou não de injúrias causadas por *T. spinipes* nas flores. Porém, a porcentagem do peso da polpa mais sementes diferiu estatisticamente de acordo com o tipo de polinização em flores com e sem injúrias de *T. spinipes* (Quadros 9, 10 e 11).

Quadro 8 - Porcentagem de vingamento de flores de maracujazeiro em função das injúrias causadas por *T. spinipes*, em cada tipo de polinização. Viçosa - MG, 1995

Flores	Polinização		
	Natural	Artificial	Artificial + Natural
Sem Injúrias de <i>T. spinipes</i>	32,50 b	63,33 a	60,71 a
Com Injúrias de <i>T. spinipes</i>	64,29 a	71,43 a	81,25 a

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste t, a $P < 0,05$.

Quadro 9 - Peso (PF), porcentagens dos pesos da polpa mais sementes (PS) e brix dos frutos de maracujazeiro provenientes de flores sem injúrias causadas por *T. spinipes*, em função do tipo de polinização. Viçosa - MG, 1995

Polinização	Características dos Frutos		
	PF (g)	PS (%)	°Brix
Natural	129,93 a	44,66 b	17,13 a
Artificial	146,22 a	49,65 ab	14,86 b
Natural + Artificial	145,62 a	53,25 a	15,43 ab

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste t, a $P < 0,05$.

Quadro 10 - Peso (PF), porcentagens dos pesos da polpa mais sementes (PS) e brix dos frutos de maracujazeiro provenientes de flores com injúrias causadas por *T. spinipes*, em função do tipo de polinização. Viçosa - MG, 1995

Polinização	Características dos Frutos		
	PF (g)	PS (%)	° Brix
Natural	123,69 a	43,08 b	16,60 a
Artificial	162,81 a	50,75 a	15,85 a
Natural + Artificial	152,88 a	41,81 b	15,10 a

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste t, a $P < 0,05$.

Quadro 11 - Peso (g) dos frutos provenientes de flores de maracujazeiro com ou sem injúrias causadas por *T. spinipes*, em função do tipo de polinização. Viçosa - MG, 1995

Flores	Tipo de Polinização		
	Natural	Artificial	Artificial + Natural
Sem Injúrias de <i>T. spinipes</i>	129,33 a	146,22 a	145,62 a
Com Injúrias de <i>T. spinipes</i>	123,69 a	162,81 a	152,88 a

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste t, a $P < 0,05$.

Quadro 12 - Porcentagem da polpa mais sementes (%) dos frutos provenientes de flores de maracujazeiro com ou sem injúrias causadas por *T. spinipes*, em função do tipo de polinização. Viçosa - MG, 1995

Flores	Tipo de Polinização		
	Natural	Artificial	Artificial + Natural
Sem Injúrias de <i>T. spinipes</i>	44,66 a	49,65 a	53,25 a
Com Injúrias de <i>T. spinipes</i>	43,08 a	50,75 a	41,81 b

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste t, a $P < 0,05$.

Quadro 13 - Grau brix dos frutos provenientes de flores de maracujazeiro com ou sem injúrias causadas por *T. spinipes*, em função do tipo de polinização. Viçosa - MG, 1995

Flores	Tipo de Polinização		
	Natural	Artificial	Artificial + Natural
Sem Injúrias de <i>T. spinipes</i>	17,13 a	14,86 a	15,43 a
Com Injúrias de <i>T. spinipes</i>	16,60 a	15,85 a	15,10 a

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si, pelo teste t, a $P < 0,05$.

As flores sem injúrias de *T. spinipes* (Quadro 9) originaram frutos com menor porcentagem de polpa mais sementes, quando polinizadas naturalmente. Tal fato ocorreu, possivelmente, em virtude da baixa deposição de pólen nos estigmas quando as flores foram polinizadas por *Xylocopa* spp. Já nas flores que receberam polinização natural mais artificial, além da deposição manual, houve a presença da *Xylocopa* spp. também depositando pólen, pois as flores estando intactas continuavam atrativas para estas abelhas. Também verificou-se que a porcentagem do peso da polpa mais sementes, dos frutos provenientes de flores com injúria de *T. spinipes* (Quadro 10), foi maior com a polinização artificial. Isto ocorreu, possivelmente, em virtude de as flores que receberam polinização natural ou natural mais artificial estarem descobertas na parte da tarde, permitindo, assim, a visitaçã da *T. spinipes*, tanto no período da manhã como no da tarde, o que proporcionou polinização de baixa eficiência. A abelha *T. spinipes* foi observada retirando grãos de pólen nos estigmas após a antese, o que provavelmente reduziu a fecundação. Também a visitaçã das abelhas *Xylocopa* spp. foi reduzida nas flores que foram visitadas por *T. spinipes*, uma vez que estas flores foram pouco atrativas, por causa da baixa quantidade de pólen e néctar. Já as flores que receberam a polinização artificial estavam cobertas após a antese, não permitindo, assim, a visitaçã de *T. spinipes*.

Com relação à porcentagem do peso da polpa mais sementes em função das injúrias causadas por *T. spinipes* nas flores (Quadro 12), verificou-se que apenas as flores que receberam a polinização natural mais artificial diferiram ($P < 0,05$), tendo sido obtida a menor porcentagem de vingamento com as injúrias de *T. spinipes*. Supõe-se que o mesmo não ocorreu nas flores que receberam polinização natural, por causa da desuniformidade da presença de *T. spinipes* nas flores, uma vez que, segundo Inouye (1980), citado por LEONE (1990), as abelhas *T. spinipes* recolhem pólen, sem contudo realizarem polinização.

O grau brix dos frutos provenientes de flores sem injúrias diferiram estatisticamente ($P < 0,05$) em função do tipo de polinização (Quadro 9), sendo maior com a polinização natural e menor com a artificial. Poderia-se supor que

o maior teor de sólidos tenha sido em função de uma concentração maior de suco nos frutos com menor porcentagem de polpa mais sementes, como observado nos provenientes de flores sem injúrias. Entretanto, isto não estaria de acordo com o verificado por HAMMER (1987), que observou correlação positiva entre a concentração de açúcar e o número de sementes. Nas flores com injúrias de *T. spinipes*, não se detectou diferença significativa entre os tipos de polinização sobre o grau brix dos frutos obtidos (Quadro 10). Nos testes realizados entre frutos vindos de flores sem ou com injúrias de *T. spinipes*, não se detectou também diferença em relação a esta característica (Quadro 14).

Quadro 14 - Correlações de Pearson entre o peso dos frutos (g) e os elementos climáticos do dia da antese. Viçosa - MG, 1995

Variável	r	t	Significância
Temperatura Média Diária (°C)	0,3137	2,0635	0,0229
Temperatura Mínima Diária (°C)	0,2496	1,6096	0,0578
Temperatura Máxima Diária (°C)	0,2641	1,7098	0,0476
Umidade Relativa Média Diária (%)	0,0866	0,5431	0,2951
Insolação Total Diária (horas)	-0,0329	-0,2056	0,4191
Temperatura Média da Tarde (°C)	0,2027	1,2928	0,1019
Temperatura Mínima da Tarde (°C)	0,2773	1,8026	0,0396
Temperatura Máxima da Tarde (°C)	0,1510	0,9537	0,1731
Umidade Relativa da Tarde (%)	-0,0319	-0,1994	0,4215
Insolação da Total da Tarde (horas)	0,4465	3,1166	0,0017

AKAMINE e GIROLAMI (1959) verificaram que frutos provenientes de flores polinizadas manualmente são maiores e produzem mais suco do que aqueles vindos da polinização aberta. O vingamento das flores, o tamanho dos frutos, o número de sementes e a quantidade de suco variaram positivamente com o número de grãos de pólen nos estigmas. O número mínimo de grãos de pólen para garantir o vingamento dos frutos foi de aproximadamente 190, e a polinização manual depositou sete vezes mais pólen do que os insetos. Segundo HAMMER (1987), o peso do fruto, o conteúdo de suco e a concentração de açúcar foram correlacionados positiva e significativamente com o número de sementes por fruto. LEONE (1990) verificou que o peso médio dos frutos não diferiu estatisticamente com a polinização artificial, natural ou natural mais artificial. O peso médio da casca, a porcentagem média de polpa e o brix também não diferiram estatisticamente com estes tipos de polinização.

Os coeficientes de correlações de Pearson entre o peso do fruto e os elementos climáticos do dia da antese foram significativos ($P < 0,05$), apenas com a temperatura média e máxima do dia, temperatura mínima e insolação da tarde (Quadro 14). Com o aumento desses elementos, houve aumento no peso dos frutos. A insolação total da tarde (horas) foi um dos elementos climáticos que obteve o maior coeficiente de correlação (0,4465) com o peso dos frutos, seguida pela temperatura média diária (0,3137), mínima da tarde (0,2773) e máxima diária (0,2641); logo, a influência exercida pela insolação da tarde sobre o peso do fruto foi maior que a influência da temperatura. Os baixos coeficientes de correlação indicam que outros fatores influenciaram o peso dos frutos, além das condições climáticas no dia da polinização.

A porcentagem de peso da polpa mais sementes dos frutos (Quadro 15) teve correlações significativas ($P < 0,05$) com as médias diárias de temperatura mínima e máxima, umidade relativa e insolação, e com a média da tarde de umidade relativa, ou seja, com o aumento da temperatura mínima do dia e da umidade relativa do dia e da tarde, houve aumento da porcentagem do peso da polpa mais sementes. O aumento da temperatura máxima e da

Quadro 15 - Correlações de Pearson entre a porcentagem do peso da polpa mais sementes dos frutos (%) de maracujazeiro e os elementos climáticos. Viçosa - MG, 1995

Variável	r	t	Significância
Temperatura Média Diária (°C)	0,1536	0,9711	0,1687
Temperatura Mínima Diária (°C)	0,3931	2,6697	0,0055
Temperatura Máxima Diária (°C)	-0,2740	-1,7791	0,0415
Umidade Relativa Média Diária (%)	0,5336	3,9403	0,0002
Insolação Total Diária (horas)	-0,4240	-2,9239	0,0029
Temperatura Média da Tarde	-0,1536	-0,9709	0,1688
Temperatura Mínima da Tarde (°C)	-0,0174	-0,1086	0,4570
Temperatura Máxima da Tarde (°C)	-0,1666	-1,0550	0,1490
Umidade Relativa da Tarde (%)	0,4926	3,5352	0,0005
Insolação da Total da Tarde (horas)	-0,0552	-0,3450	0,3660

insolação do dia reduziu este peso. A umidade relativa do dia da polinização apresentou maior coeficiente de correlação (0,5336) dos elementos climáticos observados, mostrando que, provavelmente, houve outros fatores influenciando a porcentagem do peso da polpa mais sementes dos frutos.

O grau brix dos frutos (Quadro 16) foi correlacionado positivamente apenas com a média de insolação da tarde, tendo sido obtido coeficiente de correlação de 0,3724.

Quadro 16 - Correlações de Pearson entre o grau brix dos frutos de maracujazeiro e os elementos climáticos. Viçosa - MG, 1995

Variável	r	t	Significância
Temperatura Média Diária (°C)	-0,0169	-0,1059	0,4581
Temperatura Mínima Diária (°C)	0,0098	0,0615	0,4757
Temperatura Máxima Diária (°C)	0,0835	0,5230	0,3020
Umidade Relativa Média Diária (%)	0,0591	0,3697	0,3568
Insolação Total Diária (horas)	0,0512	0,3202	0,3753
Temperatura Média da Tarde (°C)	0,0901	0,5652	0,2876
Temperatura Mínima da Tarde (°C)	0,0471	0,2946	0,3849
Temperatura Máxima da Tarde (°C)	0,0985	0,6184	0,2700
Umidade Relativa da Tarde (%)	-0,0808	-0,5064	0,3077
Insolação da Total da Tarde (horas)	0,3724	2,5062	0,0082

1 INTRODUÇÃO

O maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* L. var. *flavicarpa* Deg.) é altamente dependente da polinização e fertilização, pois sem estas não ocorre a frutificação. Além disso, ocorre o fenômeno da auto-incompatibilidade nesta cultura, tornando a necessidade da polinização cruzada (AKASHINE e GIROLAMI, 1959; RUGGIERO, 1973).

RUGGIERO (1973) verificou que as flores do maracujazeiro-amarelo apresentam três tipos de curvatura das pétalas: curvas para cima, curvas para baixo e sem curvatura, com frequência de 72,79%, 31,23% e 1,98%, respectivamente. Segundo esse autor, a abertura das flores ocorre a partir das 12 horas, as quais permanecem abertas até as 20 horas.

CAPÍTULO 2

Influência de Agrotóxicos na Germinação *in vitro* de Grãos de Pólen do Maracujazeiro (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.)

1. INTRODUÇÃO

O maracujazeiro-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) é altamente dependente da polinização e fertilização, pois sem estas não ocorre a frutificação. Além disto, ocorre o fenômeno da auto-incompatibilidade nesta cultura, havendo a necessidade de polinização cruzada (AKAMINE e GIROLAMI, 1959; RUGGIERO, 1973).

RUGGIERO (1973) verificou que as flores do maracujazeiro-amarelo apresentam três tipos de curvatura dos estiletos e posições dos estigmas em relação às anteras, classificadas como: totalmente curvos, parcialmente curvos e sem curvatura, com freqüência de 70,79, 23,28 e 5,92%, respectivamente. Segundo esse autor, a abertura das flores ocorre a partir das 12 horas, as quais permanecem abertas até as 20 horas.

Segundo AKAMINE e GIROLAMI (1959), as flores sem curvatura não frutificam, mesmo quando polinizadas artificialmente. RUGGIERO et al. (1976c) observaram que não houve diferença entre as porcentagens de pólen férteis nos três tipos de flores, porém, RUGGIERO et al. (1976b) verificaram em cortes do ovário menor número de núcleos em divisão nas flores sem curvatura, em relação às parcialmente e totalmente curvas, sendo possivelmente estéreis como progenitor feminino. ISHIHATA (1991) também verificou, em maracujazeiro-roxo (*Passiflora edulis* Sims.), que o pólen das flores sem curvatura possuem alta porcentagem de germinação *in vitro*, podendo ser usado para polinização de flores parcialmente ou totalmente curvas. ISHIHATA (1983) sugeriu que alguma substância inibitória à germinação do pólen possa estar presente no estigma e no estilo das flores sem curvatura do maracujazeiro-roxo.

Gilmartin (1958), citado por RAUT DESAI e THORNE (1974), observou que os grãos de pólen de *P. edulis* f. *flavicarpa* possuem exina reticularmente esculpura, a qual é interrompida por três canais circulares, sendo que de um destes canais se inicia o crescimento do tubo polínico.

Segundo AKAMINE e GIROLAMI (1959), o grão de pólen se rompe ao entrar em contato com alta umidade. Isto ocorre por causa do aumento da pressão osmótica e da baixa resistência das paredes celulares, diminuindo, assim, a viabilidade do grão quando a abertura das anteras coincide com a presença de alta umidade.

A germinação de grãos de pólen *in vitro* permite verificar a sua fertilidade, sendo de grande importância em programas de melhoramento em fruteiras. O método geral consiste em germinar uma pequena amostra num meio apropriado e observar em um microscópio, após determinado período, o número de grãos que produzem tubo polínico. A porcentagem de germinação dos grãos de pólen é geralmente considerada como um índice da viabilidade. A maior parte dos tubos polínicos tem seu crescimento interrompido antes de obter o tamanho normalmente alcançado no estilo. Geralmente, considera-se que o tubo polínico foi formado quando seu comprimento é igual ou maior que o diâmetro do grão de pólen. A composição do meio e o pH estão entre os

fatores que afetam a sua germinação. Os pólen das angiospermas, invariavelmente, precisam de uma fonte de carbono, de boro e, freqüentemente, de outros nutrientes para promover a germinação (SINGH et al., 1961; GALLETTA, 1983). Loreta et al. (1981), citados por EGEA et al. (1992), relatam que a germinação *in vitro* e a capacidade de fertilização do pólen de amêndoa no campo estão correlacionadas.

Segundo Brink (1924), citado por SINGH et al. (1961), o açúcar adicionado ao meio artificial tem função puramente osmótica, favorecendo o crescimento do tubo polínico. ISHIHATA (1991) verificou, em maracujazeiro-roxo (*P. edulis* Sims), que a frutose e a glucose resultaram em baixa germinação do pólen *in vitro*, quando comparadas com a sacarose. KIM et al. (1985) observaram que o uso de sacarose no meio artificial proporcionou maior germinação dos grãos de pólen de avelã que o uso de glucose e frutose.

THOMPSON e BATJER (1950) verificaram que a adição de boro ao meio aumentou marcadamente a porcentagem de germinação e o comprimento do tubo polínico de várias fruteiras de clima temperado. BEYOUNG (1965) observou, em 46 espécies hortícolas, que a adição de Ca promoveu a germinação do pólen e o crescimento do tubo polínico, em todas as espécies estudadas.

BREWBAKER e KWACK (1963), trabalhando com 86 espécies de 39 famílias, mostraram que o íon Ca em adição ao B é um fator de controle primário da germinação do tubo polínico *in vitro*. A alta exigência em cálcio [300-500 mg/L, como $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$] e o seu baixo teor no pólen podem ter cooperado para dar a ele papel fundamental no crescimento dos tubos polínicos *in vitro* e *in vivo*.

Tem sido verificado que certos agrotóxicos reduzem a germinação, como também o crescimento do tubo polínico *in vitro* em milho-doce (GENTILLE et al., 1973), em tomateiro e petúnia (GENTILLE et al., 1971; GENTILLE e GALLANGHER, 1972; LACERDA et al., 1994), em coníferas (SOUTHERLAND et al. 1984), em pecan (WETZSTEIN, 1989) e em quiabeiro (SOUNDARAJAN, 1984; PHILOMENA e DAVID, 1985). Poucos trabalhos com germinação *in vitro* de grãos de pólen em maracujazeiro-amarelo foram

realizados, como também com outras fruteiras de clima tropical. Nenhum trabalho verificando o efeito de agrotóxicos na germinação do grão de pólen de maracujazeiro-amarelo *in vitro* e *in vivo* foi encontrado.

Esses resultados são de grande importância, pois o maracujazeiro-amarelo é hospedeiro de diversas espécies de insetos e ácaros, que danificam partes da planta como raízes, hastes, botões florais e frutos, acarretando queda de produção e até mesmo a morte da planta. O controle destas pragas tem sido feito de maneira aleatória, sem comprovação da eficiência e viabilidade, pois poucas pesquisas têm sido feitas (BRANDÃO et al., 1991; BOARETTO et al., 1994).

Como para o maracujazeiro-amarelo a polinização é essencial à frutificação, e não tendo sido encontrada nenhuma informação sobre a interferência de agrotóxicos na germinação do grão de pólen, tornam-se necessários estudos para determinar este efeito *in vitro*, viabilizando o controle de pragas e garantindo uma produção satisfatória.

Este capítulo teve como objetivos selecionar um meio de cultura e condições ideais para germinação do grão de pólen *in vitro* e, também, verificar a interferência de inseticidas recomendados e recomendáveis para o controle de pragas do maracujazeiro-amarelo neste processo.

Os grãos de pólen foram coletados de flores de maracujazeiro-amarelo intactas após a anthera, em torno das 14 horas. As flores foram envolvidas com auxílio de saco de tecido orgânico branco, na manhã do dia de coleta.

Em seguida, os grãos foram transferidos para o meio artificial na Câmara de Fluxo Laminar, com auxílio de um bastão de vidro. Para cada placa foi utilizado uma anthera. Logo após, as placas foram transferidas para a Câmara Incubadora para B.O.D., com temperatura constante de 24 horas e luz fluorescente (três lâmpadas de 20 W).

As avaliações foram feitas após determinado período de incubação, em duplicatas triplicatas, com número de 30 vezes. Contou-se o número de grãos germinados e não, sempre em três campos de microscópio por placa, obtendo-se a porcentagem de germinação. O grão de pólen foi considerado

germinado quando o comprimento do tubo polínico foi maior que o seu diâmetro. Cada placa foi considerada uma repetição, e os campos para avaliação foram tomadas ao acaso.

2.1. Seleção das condições para germinação dos grãos de pólen

Para selecionar as melhores condições para germinação dos grãos de pólen, foram conduzidos vários experimentos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1.1. Temperatura

Para seleção da melhor temperatura de germinação, foram utilizados seis meios artificiais com pH ajustado para 6,5 (Cavalari, 1983). Temperaturas

Os experimentos foram conduzidos no Laboratório de Cultura de Tecidos, Setor de Fruticultura do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, no período de abril a junho de 1995.

Na preparação dos meios artificiais para germinação dos grãos de pólen, foi utilizada água desionizada. Os meios foram autoclavados a 121°C, por 15 minutos, e vertidos para placas de Petri, com 9 cm de diâmetro e 2 cm de altura, em Câmara de Fluxo Laminar, aproximadamente 20 mL. As placas de Petri foram previamente lavadas e autoclavadas a 121°C, por 30 minutos.

Os grãos de pólen foram coletados de flores de maracujazeiro-amarelo intactas após a antese, em torno das 14 horas. As flores foram envolvidas, com auxílio de sacos do tecido organza, branco, na manhã do dia da antese. Em seguida, os grãos foram transferidos para o meio artificial na Câmara de Fluxo Laminar, com auxílio de um bastão de vidro. Para cada placa, foi utilizada uma antera. Logo após, as placas foram transferidas para a Estufa Incubadora para B.O.D., com fotoperíodo constante de 24 horas e luz fluorescente (três lâmpadas de 20 W).

As avaliações foram feitas, após determinado período de incubação, em microscópio óptico, com aumento de 40 vezes. Contou-se o número de grãos germinados e não, sempre em três campos do microscópio por placa, obtendo-se a porcentagem de germinação. O grão de pólen foi considerado

germinado quando o comprimento do tubo polínico foi maior que o seu diâmetro. Cada placa foi considerada uma repetição, e os campos para avaliação foram tomados ao acaso.

2.1. Seleção das condições para germinação dos grãos de pólen

Para selecionar as melhores condições para germinação dos grãos de pólen, foram conduzidos vários experimentos.

2.1.1. Temperatura

Para seleção da melhor temperatura de germinação, foram utilizados seis meios diferentes, com pH ajustado para 6,5 (Quadro 1). Testaram-se as temperaturas de 20, 24, 28 \pm 0,5°C e ambiente (25°C), obtidas em Estufa Incubadora para B.O.D., previamente ajustada. Após 17 e 48 horas de incubação, foram feitas avaliações da porcentagem de germinação ao microscópio óptico, em três campos ao acaso, por placa.

Como em três dos seis meios o grão de pólen não apresentou germinação, apenas os outros três meios foram utilizados na análise.

Utilizou-se um esquema fatorial 3 x 4 x 2 (três tipos de meios; quatro níveis de temperaturas: 20, 24, 28°C e ambiente; e dois tempos de incubação: 17 e 48 horas), em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Os dados foram submetidos a análise de variância, regressão polinomial e teste de Tukey, para comparação ($P < 0,05$).

2.1.2. Meios de cultura

Com os resultados obtidos da temperatura mais adequada, realizaram-se variações nos componentes e nas concentrações dos meios (2, 3 e 5). Foram testados 17 meios (Quadro 2), para seleção do mais adequado à germinação dos grãos de pólen do maracujazeiro. O pH dos meios foi ajustado

Quadro 1 - Meios de cultura testados na germinação dos grãos de pólen do maracujazeiro. Viçosa - MG, 1995

Meios	Composição (g/L)						
	Ágar	H ₃ BO ₃	Sacarose	Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	CaCl ₂	MgSO ₄ .7H ₂ O	KNO ₃
1 (a)	5,0	0,05	100,0	0,0	0,00	0,0	0,0
2 (a)	10,0	0,06	200,0	0,0	0,03	0,0	0,0
3 (b)	20,0	0,20	300,0	1,0	0,00	0,0	0,0
4 (c)	10,0	0,10	20,0	0,0	0,00	0,0	0,0
5 (d)	0,0	0,10	50,0	0,3	0,00	0,2	0,1
6	20,0	0,10	50,0	0,3	0,00	0,2	0,1

(a) - LACERDA (1991)

(b) - ISHIIHATA (1983)

(c) - STANLEY e LINSKENS (1974)

(d) - BREWBAKER e KWACK (1963)

Quadro 2 - Meios de cultura testados para a germinação dos grãos de pólen do maracujazeiro. Viçosa - MG, 1995

Meios	Composição (%)						
	Ágar	H ₃ BO ₃	Sacarose	Ca(NO ₃) ₂ .4H ₂ O	CaCl ₂	MgSO ₄ .7H ₂ O	KNO ₃
1 (a)	5,0	0,05	100,0	0,0	0,00	0,0	0,0
2 (a)	10,0	0,06	200,0	0,0	0,03	0,0	0,0
3 (b)	20,0	0,20	300,0	1,0	0,00	0,0	0,0
4 (c)	10,0	0,10	20,0	0,0	0,00	0,0	0,0
5 (d)	0,0	0,10	50,0	0,3	0,00	0,2	0,1
6	20,0	0,10	50,0	0,3	0,00	0,2	0,1
7	0,0	0,10	25,0	0,3	0,00	0,2	0,1
8	0,0	0,10	12,5	0,3	0,00	0,2	0,1
9	20,0	0,20	300,0	0,1	0,00	0,2	0,1
10	0,0	0,20	50,0	1,0	0,00	0,0	0,0
11	10,0	0,20	300,0	0,0	0,03	0,0	0,0
12	0,0	0,30	50,0	1,0	0,00	0,0	0,0
13	0,0	0,40	50,0	1,0	0,00	0,0	0,0
14	0,0	0,20	50,0	1,5	0,00	0,0	0,0
15	0,0	0,20	50,0	2,0	0,00	0,0	0,0
16	0,0	0,20	50,0	1,0	0,00	0,1	0,1
17	0,0	0,20	80,0	1,0	0,00	0,0	0,0

(a) - LACERDA (1991)

(b) - ISHIIHATA (1983)

(c) - STANLEY e LINSKENS (1974)

(d) - BREWBAKER e KWACK (1963)

para 6,5. Os meios foram incubados em Estufa Incubadora para B.O.D., com fotoperíodo constante de 24 horas e temperatura de $28 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ (melhor temperatura para germinação), por 17 e 48 horas.

Foi utilizado um esquema fatorial 17×2 (17 tipos de meio e 2 tempos de incubação: 17 e 48 horas), em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de média Scott-Knott, a $P < 0,05$.

2.1.3. pH

Tendo-se o melhor meio e temperatura para germinação, variaram-se os níveis de pH para este meio. Foram testados os pHs de 4,0; 4,5; 5,0; 5,5; 6,0; 6,5; e 7,0 no meio 10 (0,2 g/L ácido bórico; 50,0 g/L sacarose e 1,0 g/L de nitrato de cálcio). As avaliações de germinação foram realizadas 17 horas após a colocação dos grãos nos meios artificiais.

Utilizaram-se como tratamentos os diferentes níveis de pH, em delineamento inteiramente casualizado, com três repetições, sendo cada placa de Petri uma repetição. Foram feitas análises de variância e regressão, a $P < 0,05$.

2.2. Interferência de agrotóxicos na germinação dos grãos de pólen *in vitro*

Avaliou-se a interferência de 12 agrotóxicos e um espalhante adesivo (Quadro 3) na germinação dos grãos de pólen do maracujazeiro-amarelo. Foram selecionados inseticidas recomendados e recomendáveis ao combate das pragas desta cultura, como também um acaricida (Abamectin) e um espalhante adesivo (N-dodecil benzeno de sulfato de sódio), nas concentrações indicadas para o campo (ANDREI, 1993; BOARETTO et al., 1994). Os agrotóxicos, após diluição em água desionizada, foram acrescentados ao meio com 0,2 g/L de ácido bórico (H_3BO_3), 50,0 g/L de

Quadro 3 - Inseticidas, acaricida e espalhante adesivo testados quanto à interferência na germinação dos grãos de pólen *in vitro* de maracujazeiro. Viçosa - MG, 1995

Nome Técnico	Formulação	Concentração (mg/ml)	
		Prod. Comercial	Ingrediente Ativo
Dicofol + Tetradifon	160 + 60 CE	6,25	1,0000
Cartap(*)	500 PS	2,00	0,6000
Fenpropathrin	300 CE	3,33	0,1200
Deltamethrine	25 CE	40,00	0,0125
Triclorfon	500 CE	2,00	1,5000
Ethion	500 CE	2,00	0,7500
Parathion Methyl	600 CE	1,67	0,6000
Lambdacyhalothrin	50 CE	20,00	0,3200
Vamidotion	300 CE	3,33	0,2400
Fenthion (*)	500 CE	2,00	0,5000
Malathion	500 CE	2,00	2,0000
Abamectin	18 CE	55,56	0,0054
N-dodecil benzeno de sulfato de sódio	320 CE	3,13	0,0640

* Inseticidas recomendados para cultura do maracujazeiro (ANDREI, 1993).

sacarose e 1,0 g/L de nitrato de cálcio $[Ca(NO_3)_2 \cdot 4 H_2O]$, na Câmara de Fluxo Laminar. Em seguida, colocaram-se os grãos de pólen no meio, e as placas foram transferidas para a Estufa Incubadora para B.O.D., com fotoperíodo constante de 24 horas e temperatura de $28 \pm 0,5^\circ C$. A testemunha recebeu apenas a mesma proporção de água desionizada. Após o período de 24 e 48 horas de incubação, foram feitas as avaliações da porcentagem de germinação dos grãos.

Foi utilizado um esquema fatorial 14×2 (14 tipos de substâncias: 12 agrotóxicos, 1 espalhante adesivo e 1 testemunha; e dois tempos de incubação: 24 e 48 horas), no delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições.

Os dados foram submetidos à análise de variância e comparados pelo teste de média de Scott-Knott, a $P < 0,05$.

Quadro 4 - Análise de variância de porcentagem de germinação dos grãos de pólen de marandajazeiro em função dos meios (2, 3 e 5), das temperaturas (20, 24, 26 e 28°C) e dos tempos de incubação (17 e 48 horas). Viçosa - MG, 1956

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios
Meios (M)	2	766,36 *
Temperatura (T)	3	875,56 *
Tempo de Incubação (TI)	1	5,68 **
M x T	6	212,31 *
M x TI	2	2,35 **
T x TI	3	52,57 **
Resíduo	48	27,51

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Seleção das condições para germinação dos grãos de pólen

A análise de variância para as temperaturas de incubação dos meios é mostrada no Quadro 4. Observou-se que houve diferença significativa entre os meios 2, 3 e 5 e entre as temperaturas estudadas. Não houve efeito para os tempos de incubação. Os meios 1, 4 e 6 não proporcionaram germinação de grãos de pólen.

Observou-se que os meios 3 e 5 proporcionaram as maiores porcentagens de germinação, não diferindo estatisticamente entre si, porém, diferindo do meio 2 (Quadro 5), que não proporcionou mudança na porcentagem de germinação com o aumento da temperatura, permanecendo constante a 3,97% de germinação (Quadros 5, 6 e 7 e Figura 1). Nos meios 3 e 5, detectou-se um aumento na germinação com a temperatura, atingindo a maior porcentagem de germinação na maior temperatura avaliada, 28°C (Figura 1). Observou-se que os meios 3 e 5 proporcionaram maiores porcentagens de germinação, diferindo estatisticamente do meio 2 na temperatura de 28°C, na qual foram observadas as maiores médias em relação às demais (Quadro 8).

Quadro 4 - Análise de variância da porcentagem de germinação dos grãos de pólen de maracujazeiro em função dos meios (2, 3 e 5), das temperaturas (20, 24, 25 e 28°C) e dos tempos de incubação (17 e 48 horas). Viçosa - MG, 1995

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios
Meios (M)	2	765,35 *
Temperatura (T)	3	875,56 *
Tempo de Incubação (TI)	1	5,88 ^{N.S.}
M x T	6	212,31 *
M x TI	2	2,35 ^{N.S.}
T x TI	3	52,57 ^{N.S.}
M x T x TI	6	21,34 ^{N.S.}
Resíduo	48	27,51

* Significativo pelo teste F, a $P < 0,05$.

^{N.S.} Não-significativo pelo teste F, a $P < 0,05$.

Quadro 5 - Médias da porcentagem de germinação dos grãos de pólen de maracujazeiro em função dos meios 2, 3 e 5. Viçosa - MG, 1995

Meios	Germinação (%)
5	15,11 a
3	11,16 a
2	3,97 b

As médias seguidas pela mesma letra não diferem, entre si pelo teste de Tukey, a $P < 0,05$.

Quadro 6 - Análise de variância da porcentagem de germinação dos grãos de pólen de maracujazeiro em função da temperatura da ar, de acordo com o meio. Viçosa - MG, 1995

Fontes de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios		
		Meio 2	Meio 3	Meio 5
Temperatura	3	7,12 ^{N.S.}	687,29 *	605,77 *
Resíduo	48	27,51	27,51	27,51

* Significativo pelo teste F, a $P < 0,05$.

^{N.S.} Não-significativo pelo teste F, a $P < 0,05$.

Quadro 7 - Equações de regressão da porcentagem de germinação dos grãos de pólen (Y') do maracujazeiro em função das temperaturas (X), de acordo com o meio. Viçosa - MG, 1995

Meios	Equações	R ²
2	$Y' = 3,9696$	-
3	$Y' = 253,073 - 23,5966 X + 0,553971 X^2$	99,93
5	$Y' = 339,18 - 30,0265 X + 0,676448 X^2$	92,99

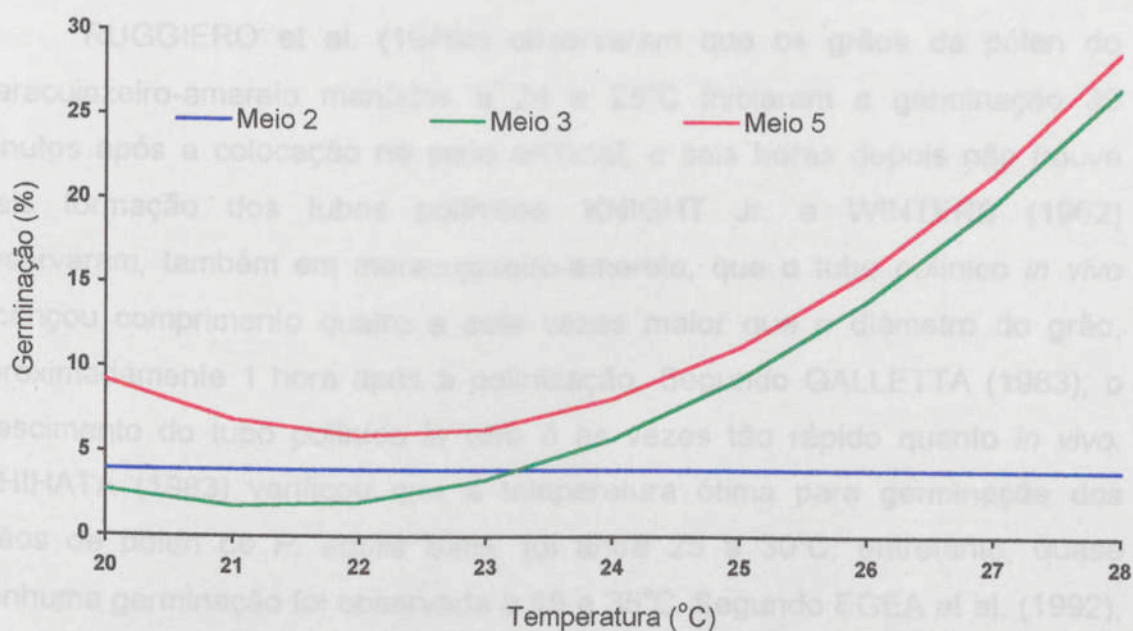


Figura 1 - Porcentagem de germinação dos grãos de pólen de maracujazeiro em função da temperatura, de acordo com o meio. Viçosa - MG, 1995.

Quadro 8 - Porcentagem de germinação dos grãos de pólen de maracujazeiro em função do meio, em cada temperatura do ar. Viçosa - MG, 1995

Meios	Temperaturas (°C)			
	20	24	25	28
5	9,66 a	12,04 a	8,70 a	30,03 a
3	4,20 a	5,50 ab	9,76 a	26,62 a
2	2,76 a	2,37 b	4,59 a	4,72 b

As médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a $P < 0,05$.

RUGGIERO et al. (1976c) observaram que os grãos de pólen do maracujazeiro-amarelo mantidos a 24 e 25°C iniciaram a germinação 30 minutos após a colocação no meio artificial, e seis horas depois não houve mais formação dos tubos polínicos. KNIGHT Jr. e WINTERS (1962) observaram, também em maracujazeiro-amarelo, que o tubo polínico *in vivo* alcançou comprimento quatro a sete vezes maior que o diâmetro do grão, aproximadamente 1 hora após a polinização. Segundo GALLETTA (1983), o crescimento do tubo polínico *in vitro* é as vezes tão rápido quanto *in vivo*. ISHIHATA (1983) verificou que a temperatura ótima para germinação dos grãos de pólen de *P. edulis* Sims. foi entre 25 e 30°C, entretanto, quase nenhuma germinação foi observada a 15 e 35°C. Segundo EGEA et al. (1992), a germinação dos grãos de pólen de damasco foi mais lenta a 5°C, em relação às temperaturas de 10, 15 e 20°C. A taxa de crescimento do tubo polínico após 48 horas foi menor a 5°C e não houve diferença significativa nas demais temperaturas. MELLENTHIN et al. (1972) relataram que o crescimento *in vivo* do tubo polínico em pêra é altamente dependente da temperatura, em que a 21°C o processo foi completado em 24 horas, enquanto a 15,5 e 10°C, em 72 e 120 horas, respectivamente.

No experimento em que se avaliaram o efeito de 17 meios e dois tempos de incubação, verificou-se efeito significativo apenas dos meios sobre a germinação dos grãos de pólen, não tendo sido detectado o efeito do tempo de incubação sobre tal característica (Quadro 9). O meio 10, obtido da combinação entre os meios 3 e 4, apresentou uma das maiores porcentagens de germinação e os grãos de pólen em melhores condições para avaliação (Quadro 10 e Figura 2). Os demais meios, que não diferiram estatisticamente do meio 10 (Quadro 10) e apresentaram elevado número de grãos de pólen rompidos, aderidos e, ou, com tubo polínico separado do grão, dificultaram as avaliações.

No experimento para seleção do pH, não se detectou efeito significativo deste pH na porcentagem de germinação (Quadro 11), embora numericamente o pH 6,5 tenha proporcionado a maior porcentagem de

Quadro 9 - Análise de variância da porcentagem de germinação dos grãos de pólen do maracujazeiro em 17 meios de cultura. Viçosa - MG, 1995

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios
Meios (M)	16	1982,59 *
Tempo de Incubação (TI)	1	78,57 ^{N.S.}
M x TI	16	35,09 ^{N.S.}
Resíduo	68	75,24

* Significativo pelo teste F, a $P < 0,05$.

^{N.S.} Não-significativo pelo teste F, a $P < 0,05$.

Quadro 10 - Porcentagem de germinação dos grãos de pólen do maracujazeiro em 17 meios de cultura. Viçosa - MG, 1995

Meios	Germinação dos Grãos de Pólen * (%)
14	46,48 a
12	44,41 a
15	43,98 a
16	42,39 a
10	42,27 a
17	38,60 a
13	35,05 b
5	30,03 b
3	26,62 b
7	15,73 c
9	12,55 c
8	9,36 c
2	4,72 d
11	3,75 d
1	0,00 d
4	0,00 d
6	0,00 d

* As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott - Knott, a $P < 0,05$.

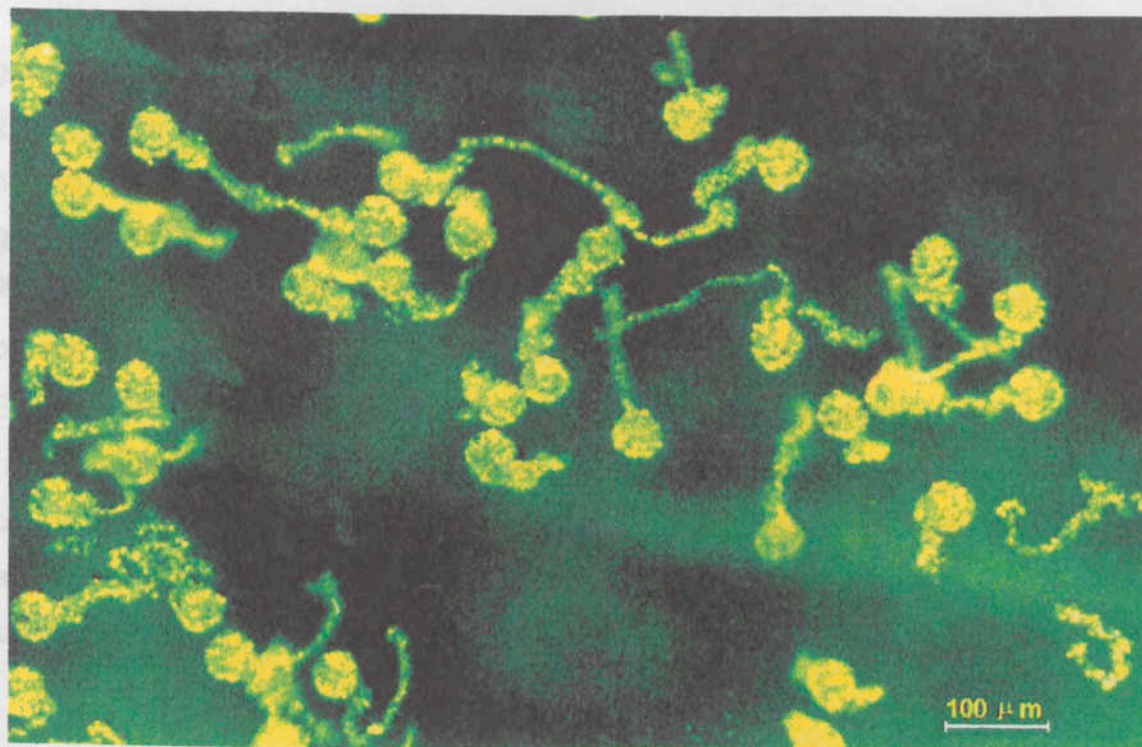


Figura 2 - Grãos de pólen de maracujazeiro-amarelo germinados, incubados em meio de cultura com 0,2 g/L de ácido bórico, 50g/L de sacarose e 1,0 g/L de nitrato de cálcio, à temperatura de $28 \pm 0,5$ °C, sob luz fluorescente.

Quadro 11 - Análise de variância da porcentagem de germinação dos grãos de pólen do maracujazeiro em função do pH. Viçosa - MG, 1995

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios
pH	6	8,27 ^{N.S.}
Resíduo	14	116,97
C.V. = 21,39		

N.S. Não-significativo pelo teste F, a $P < 0,05$.

germinação média (Quadro 12). ISHIHATA (1983) verificou que o meio com 20,0 g/L de ágar, 30,0 g/L de sacarose, 0,2 g/L de ácido bórico, 1,0 g/L de nitrato de cálcio e extrato do estigma obteve máxima porcentagem de germinação (45,01) dos grãos de pólen de *P. edulis* Sims. com pH de 6,2. Porém, ISHIHATA (1991), neste mesmo meio com extrato do estigma e pH 4,0, obteve alta porcentagem de germinação (71,1) dos grãos de pólen de *P. edulis* Sims., *in vitro*, enquanto o pH 3,0 proporcionou baixa germinação. Também houve redução gradativa da porcentagem de germinação com a variação do pH de 4,5 até 7,0. Segundo KIM et al. (1985), a germinação *in vitro* de pólen de avelã, em meio com B e, ou Ca, Mg e K, diminuiu com o pH maior que 5 e 6 e com o aumento da temperatura de 15 para 30°C.

Quadro 12 - Porcentagem de germinação dos grãos de pólen do maracujazeiro em função do pH, no meio constituído de 0,02% de ácido bórico, 5% de sacarose e 0,10% de nitrato de cálcio. Viçosa - MG, 1995

pH	Germinação do Grão de Pólen
4,0	51,74
4,5	51,98
5,0	49,73
5,5	49,22
6,0	50,16
6,5	52,80
7,0	48,23

3.2. Interferência de agrotóxicos na germinação dos grãos de pólen *in vitro*

No Quadro 13, está a análise de variância para a porcentagem de germinação dos grãos de pólen em função dos agrotóxicos e do tempo de incubação (24 e 48 horas). Foi verificado que houve efeito significativo apenas para os agrotóxicos testados. Os agrotóxicos Dicofol + Tetradifon (54,90%), Cartap (53,82%), Fenpropathrin (52,03%) e Abamectin (51,87%) não diferiram da testemunha (57,75%) quanto à interferência na porcentagem de germinação. O Ethion (18,74%) e o Lambdacyhalothrin (15,06%) proporcionaram as menores porcentagens de germinação, não diferindo estatisticamente entre si. Já os inseticidas Malathion (47,74%), Fenthion (46,15%), Trichlorfon (45,21%), Vamidotion (37,94%), Deltamethrine (33,93%), Parathion Methyl (28,28%) e o espalhante adesivo N - dodecil benzeno de sulfato de sódio (42,62%) proporcionaram interferência na germinação dos grãos de pólen (Quadro 14). LACERDA et al. (1994), trabalhando com tomateiro, verificaram que os agrotóxicos Cartap, Abamectin e Deltamethrine não interferiram na germinação dos grãos de pólen *in vitro*, não diferindo estatisticamente da testemunha. GENTILE et al. (1973) observaram que o inseticida Ethion, entre outros, reduziu a germinação *in vitro* dos grãos de pólen em milho-doce, porém o Trichlorfon e o Parathion não tiveram efeito deletério. Em petúnia, a germinação dos grãos de pólen *in vitro* foi severamente reduzida pelo Malathion e pouco afetada pelo Trichlorfon (GENTILE e GALLANGHER, 1972).

O espalhante adesivo (N - dodecil benzeno de sulfato de sódio) causou certa redução na porcentagem de germinação (Quadro 14). GENTILE e GALLAGHER (1972) verificaram que em petúnia a aplicação do Espalhante Adesivo Dupont (sulfatos de sódio de uma mistura de ésteres de ácido graxo e álcoois de cadeia longa, abietato de dietileno glicol), a 1000 ppm, inibiu completamente a germinação dos grãos de pólen e acentuou marcadamente a toxicidade dos inseticidas com os quais foi combinado. GENTILE et al. (1973)

Quadro 13 - Análise de variância da porcentagem de germinação dos grãos de pólen do maracujazeiro em função dos agrotóxicos. Viçosa - MG, 1995

Fonte de Variação	Graus de Liberdade	Quadrados Médios
Agrotóxicos (A)	13	2269,82 *
Tempo de Incubação (TI)	1	2,70 ^{N.S.}
A x TI	13	65,30 ^{N.S.}
Resíduo	141	161,56

* Significativo pelo teste F, a $P < 0,05$.

^{N.S.} Não-significativo pelo teste F, a $P < 0,05$.

Quadro 14 - Porcentagem de germinação dos grãos de pólen do maracujazeiro em função dos agrotóxicos. Viçosa - MG, 1995.

Agrotóxicos	Germinação do Grão de Pólen * (%)
Testemunha	57,75 a
Dicofol + Tetradifon	54,90 a
Cartap	53,82 a
Fenpropathrin	52,03 a
Abamectin	51,87 a
Malathion	47,74 b
Fenthion	46,15 b
Trichlorfon	45,21 b
N-dodecil benzeno de sulfato de sódio	42,62 b
Vamidotion	37,94 c
Deltamethrine	33,93 d
Parathion Methyl	28,28 d
Ethion	18,74e
Lambdacyhalothrin	15,06 e

* As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott - Knott, a $P < 0,05$.

testaram oito espalhantes adesivos em milho-doce e verificaram que sete inibiram ou reduziram a germinação dos grãos de pólen em meio artificial. O espalhante Triton B-1956 (resina alquídica modificada derivada do ácido ftálico e glicerol) não inibiu a germinação, enquanto forte inibição ocorreu quando Trichlorfon foi combinado com o Espalhante Adesivo Dupont (sulfatos de sódio de uma mistura de ésteres de ácido graxo e álcoois de cadeia longa, abietato de dietileno glicol), ou com o espalhante Mult-film X-77 (alquilarilpolioxietileno glicóis, ácidos graxos, isopropanol). Recomenda-se, em estudos posteriores, o uso do espalhante (N-dodecil benzeno de sulfato de sódio) e outros em combinação ou não com os inseticidas, para verificação do seu efeito sobre a germinação do grão de pólen *in vitro* e *in vivo*.

Os resultados indicam que alguns agrotóxicos e o espalhante adesivo podem reduzir a germinação dos grãos de pólen, podendo ser considerados fatores potenciais que interferem na fertilização, nas condições de campo. Os resíduos da pulverização dos agrotóxicos podem estar presentes na superfície da planta e, entrando em contato com os grãos de pólen e, ou, estigma, reduzir ou até mesmo inibir a germinação. O grau de interferência depende não apenas do agrotóxico e do espalhante adesivo, mas também do volume e da concentração do produto pulverizado, da pressão de pulverização, do grau de cobertura da superfície e, principalmente, do grau de repelência dos polinizadores, pois sem eles não há polinização natural (GENTILE et al., 1973).

São sugeridos estudos *in vivo*, para avaliar a interferência na germinação dos grãos de pólen, com agrotóxicos utilizados na cultura do maracujazeiro, combinados ou não com adjuvantes, especialmente com os agrotóxicos que afetaram a germinação dos grãos neste e em outros experimentos. Também devem ser consideradas as concentrações da calda pulverizada e a época de aplicação em relação às fases de floração.

RESUMO E CONCLUSÕES

Este trabalho foi conduzido no pomar e no Laboratório de Cultura de Tecidos do Setor de Fruticultura do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG.

Foram realizados bioensaios para verificar o efeito de visitas de *Xylocopa* spp. (Hymenoptera: Anthophoridae) em flores de maracujazeiro (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) e do número de flores em antese no seu vingamento. Também foram calculadas correlações entre a densidade populacional desta abelha no pomar e os elementos climáticos. Para avaliação da interferência de *Trigona spinipes* Fabr., (Hymenoptera: Apidae), foram realizadas polinizações natural, artificial ou natural mais artificial em flores com ou sem injúrias desta abelha.

No estudo para avaliação do efeito de agrotóxicos, foram realizados experimentos para seleção da temperatura, do meio de cultura, do tempo de incubação e do pH, ideais para germinação *in vitro* de grãos de pólen do maracujazeiro.

Com base nos estudos realizados e nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- A polinização não foi suficiente, quando havia menos que 0,8 flor de maracujazeiro-amarelo em antese por metro linear de espaldeira. Entre 0,8 e 1,2 flor por metro linear de espaldeira, a polinização natural proporcionou

elevação do vingamento das flores. Já com mais de 1,2 flor por metro linear de espaldeira, seria necessário maior número de mamangavas, *Xylocopa* spp. ou o uso da polinização artificial para garantir maior número de vingamento.

- Um maior número de mamangavas, *Xylocopa* spp., foi encontrado em dias mais ensolarados e quentes, no pomar de maracujazeiro. Com o aumento da precipitação pluvial diária e umidade relativa da tarde, houve redução deste número. Também em horas mais ensolaradas, ocorreu maior presença destas abelhas.

- As abelhas-cachorro, *Trigona spinipes*, presentes antes da antese, aumentaram o vingamento das flores de maracujazeiro-amarelo.

- A elevação da temperatura média e máxima do dia, como também da temperatura mínima e insolação da tarde, proporcionou aumento do peso do fruto. O peso da polpa mais sementes aumentou com a elevação da temperatura mínima do dia e umidade relativa do dia e da tarde, enquanto com o aumento da temperatura máxima e insolação do dia, houve redução neste peso. O aumento da insolação da tarde proporcionou maior teor de sólidos solúveis no suco do fruto de maracujazeiro-amarelo.

- O meio que proporcionou melhores condições para avaliação da porcentagem de germinação *in vitro* dos grãos de pólen de maracujazeiro-amarelo foi 0,2 g/L de ácido bórico (H_3BO_3), 50,0 g/L de sacarose e 1,0 g/L de nitrato de cálcio [$Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$], com pH de 6,5, e incubados a temperatura de $28 \pm 0,5^\circ C$. Os grãos de pólen germinaram até as 17 horas após a colocação no meio artificial.

- O Ethion e o Lambdacyhalothrin reduziram severamente a porcentagem de germinação *in vitro* dos grãos de pólen do maracujazeiro. Já o Dicofol + Tetradifon, Cartap, Fenprothrin e o Abamectin não interferiram na germinação dos grãos de pólen. O espalhante adesivo (N - dodecil benzeno de sulfato de sódio) proporcionou moderada redução na porcentagem de germinação.

BREWBAKER, J.L., KWACK, P.A. The essential role of calcium ion in pollen germination and pollen tube growth. *American Journal of Botany*, v.50, n.9, p. 359-365, out. 1963.

BRUCKNER, C.H., CASALI, V.W.O., MORAES, C.F. de et al. Self-incompatibility in passion fruit (*Passiflora edulis* Sims). *Acta Horticulturae*, v. 373, p.45-57, 1985.

CARILLO, E., GARGALLO, C.A., MUDILLO, G. On the bionomics of *Xylocopa suspecta* (pérez) in Southern Brazil: nest construction and biological cycle (Hymenoptera: Apidae). *Revista Brasileira de Biologia*, v.46, n.2, p. 363-372, maio 1996.

CARVALHO, A.M. de, TEIXEIRA, D., RODRIGUES, J. Efeito tóxico de *Agrotis perfracta* L. na produção de maracujá. *SO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA*, v. 1979, Vol. 1, No. 1, p. 421-426. Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1979, v.2, p. 421-426.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKAMINE, E.K. , GIROLAMI, G. **Pollination and fruit set in the yellow passion fruit**. Honolulu: Hawaii Agricultural Experiment Station, University of Hawaii, 1959. 44p. (Technical bulletin, 39).

AMARAL, E., ALVES, S.B. **Insetos úteis**. Piracicaba, Livroceres, 1979. 192p.

ANDREI, D. **Compêndio de defensivos agrícola: guia prático de produtos fitossanitários para uso agrícola**. 4. ed. São Paulo: Organização Andrei Editora. 1993. 488p.

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. 1994. Rio de Janeiro: IBGE, 1994. v.54.

BEYOUNG, H.K. The effect of calcium on pollen germination. **American Society for Horticultural Science**, v.86, p.818-823, 1965.

BLISKA, F.M.M., LEITE, R.S.S., GARCIA, A.E.B. Produção do maracujá no Brasil e sua comercialização nas principais centrais de abastecimento. In: SÃO JOSÉ, A.R. **Maracujá: produção e mercado**. Vitória da Conquista: UESB, 1994. p.206-222.

BOARETTO, M.C.A., BRANDÃO A.L.S., SÃO JOSÉ, A.R. Pragas do maracujazeiro. In: SÃO JOSÉ, A.R. **Maracujá: produção e mercado**. Vitória da Conquista: UESB, 1994. p. 99-107.

BORROR, D.J., DeLONG, D.M. **Introdução ao estudo dos insetos**. Rio de Janeiro: USAID - Aliança para o Progresso. 1969. 653p.

BRANDÃO, A.L.S., SÃO JOSÉ, A.R., BOARETTO, M.A.C. Pragas do maracujazeiro. In: SÃO JOSÉ, A.R. **A cultura do maracujá no Brasil**. Jaboticabal: UNESP, 1991. p. 139-168.

- BREWBAKER, J.L., KWACK, B.H. The essential role of calcium ion in pollen germination and pollen tube growth. **American Journal of Botany**, v.50, n.9, p. 859-865, out. 1963.
- BRUCKNER, C.H., CASALI, V.W.D., MORAES, C.F. de. et al. Self-incompatibility in passion fruit (*Passiflora edulis* Sims.). **Acta Horticulturae**, v. 370, p.45-57, 1995.
- CAMILLO, E., GAROFALO, C.A., MUCILLO, G. On the bionomics of *Xylocopa suspecta* (Moure) in Southern Brazil: nest construction and biological cycle (Hymenoptera, Anthophoridae). **Revista Brasileira de Biologia**, v.46, n.2, p. 383-393, maio. 1986.
- CARVALHO, A.M. de., TEÓFILO SOBRINHO, J. Efeito nocivo de *Apis mellifera* L. na produção do maracujazeiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2, 1973. Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1973. v.2, p. 421-425.
- CEREDA, E., URASHIMA, A.S. Estudo comparativo do florescimento em ramos podados e não podados no maracujazeiro *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 10. 1989. Fortaleza, CE: **Anais...** Fortaleza, CE. Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1989. p.379-385.
- CHANG, C.C. Studies of the cause of unfruitfulness of yellow passion fruit flowering in Taiwan. **Taiwan Agriculture Quartely (Tai-wan nung-yeh)**, v.10, n.2, p.78-79, 1974.
- COBERT, S.A., WILLMER, P.G. Pollination of the yellow passionfruit: néctar, pollen and carpenter bee. **Journal of Agriculture Science**, v. 95, n.3, p.655-666, 1980.
- EGEA, J., BURGOS, L., ZOROA, N., et al. Influence of temperature on the *in vitro* germination of pollen apricot (*Prunus americana*, L.). **Journal of Horticultural Science**, v.67, n.2, p. 247-250, 1992.
- GALLETTA, G.J. Pollen and seed management. In: MOORE, J.N., JANICK, J. **Methods in fruits breeding**. Indiana: Purdue University Press, 1983. p. 23-47.
- GALLO, D., NAKANO, O., SILVEIRA NETO et al. **Manual de entomologia agrícola**. 2 ed. São Paulo: Agronômica Ceres. 1988. 649p.
- GENTILE, A.G., GALLAGHER, K.J., SANTNER, Z. Effect of some formulated insecticides on pollen germination in tomato and petunia. **Journal of Economic Entomology**, v.64, n.4, p.916-919, 1971.

- GENTILE, A.G., GALLAGHER, K.J. Pollen germination and tube elongation in petunia inhibited or reduced by commercial formulation of pesticides in vitro. **Journal of Economic Entomology**, v.65, n.2, p. 488-491, 1972.
- GENTILE, A.G., VAUGHAN, A.W., RICHMAN, S.M. Corn pollen germination and tube elongation inhibited or reduced by commercial and experimental formulation of pesticides and adjuvants. **Environmental Entomology**, v.2, n.3, p.473-476, 1973.
- GRISI JR., C. Falta de polinização - a principal causa da queda excessiva de flores nos maracujazeiros (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) na região de Votuporanga - SP. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2, 1973. Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1973a, v.2, p.427-431.
- GRISI JR., C. Métodos de polinização artificial do maracujazeiro *Passiflora edulis*. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 2, 1973. Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1973b. v.2, p.433-436.
- HAMMER, L.H. The pollination of the yellow passionfruit - do they limit the success of *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* as a tropical crop? **Proceedings of the Florida State Horticultural Society**, v.100, p. 283-287, 1987.
- ISHIHATA, K. On the pollen germination of purple passion fruit, *Passiflora edulis* Sims. **The Bulletin of Faculty of Agriculture Kagoshima University**, v.33, n.2, p. 7-11, 1983.
- ISHIHATA, K. Studies on pollen germination and tube growth from normal and upright style flowers in purple passion fruit, *Passiflora edulis* Sims. using various artificial media. **Japanese Journal of Tropical Agriculture**, v.35, n.2, p.98-103, jun. 1991.
- JOLY, A.B. **Botânica**: introdução a taxonomia vegetal. 7. ed. São Paulo: Nacional, 1985. 777p.
- JOHNSON, L.K., HUBBELL, S.P. Aggression and competition among stingless bees: field studies. **Ecology**, v. 55, n. 1, p.120-127, 1974.
- KAKIZAKI, Y., KASAI, T. Bud pollination in cabbage and radish. **The Journal of Heredity**, v.24, n.9, p.359-360, 1933.
- KIM, S.K., LANGERSTEDT, H.B., DALEY, L.S. Germination responses of filbert pollen to pH, temperature, glucose, fructose and sucrose. **HortScience**, v.20, n.5, p.944-946, out. 1985.

- KNIGHT JR., R.J. , WINTERS, H.F. Pollination and fruit set of yellow passionfruit in Southern Florida. **Florida State Horticultural Society**, v.75, p. 412-418, 1962.
- LACERDA, C.A. de. **Interferência in vitro de agrotóxicos na germinação e no desenvolvimento do tubo polínico do tomateiro, *Lycopersicum esculentum* Mill., cv. Santa Cruz Kada.** Viçosa, MG. 52p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- LACERDA, C.A. de, LIMA, J.O.G. de, ALMEIDA, E.C. et al. de. Interferência *in vitro* de agrotóxicos na germinação e no desenvolvimento do tubo polínico do tomateiro, *Lycopersicum esculentum* Mill., cv. Santa Cruz Kada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.11, p.1651-1656, nov. 1994.
- LANDGRAF, H. A situação da cultura do maracujazeiro no Brasil e suas perspectivas com o mercado externo. In: SÃO JOSÉ, A.R. **A cultura do maracujá no Brasil.** Jaboticabal: UNESP, 1991. p. 01-17.
- LEITÃO FILHO, H.F., ARANHA, C. Botânica do maracujazeiro. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DO MARACUJÁ, 1, 1971, Campinas, SP: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1974. 13p. (Mimeo.)
- LEONE, N.R.F.M. de. **Polinização do maracujazeiro (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.) em Araguari-MG.** Viçosa, MG. 76p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, 1990.
- LORENZON, M.C.A. **Polinização entomófila em *Allium cepa* L. para produção de sementes híbridas.** Viçosa, MG. 92p. Dissertação (Mestrado em Entomologia) - Universidade Federal de Viçosa, 1992.
- MELLENTHIN, W.N., WANG, C.Y., WANG, S.Y. Influence of temperature on pollen tube growth and initial fruit development in 'd'anjou'pear. **HortScience**, v.7, n.6, p. 557-559, dez. 1972.
- MATSUMOTO, S.N., SÃO JOSÉ, A.R. Fatores que afetam a frutificação do maracujazeiro amarelo. In: SÃO JOSÉ, A.R. **A cultura do maracujá no Brasil.** Jaboticabal: UNESP, 1991. p. 109-123.
- NISHIDA, T. Pollination of the passion fruit in Hawaii. **Journal of Economic Entomology**, v.51, n.2, p. 146-149, abr. 1958.
- NISHIDA, T. **Ecology of the pollinators of passion fruit.** Honolulu: University of Hawaii, College of Tropical Agriculture, Hawaii Agricultural Experiment Station, 1963. 38p. (Technical bulletin, 55).
- PHILOMENA, P.A., DAVID, B.V. Effect of pesticides on in vitro pollen germination and growth and yield of okra. **Current Science**, v.54, n.18, p. 927-928, set. 1985.

- RAUT DESAI, N.P., THORNE, S.G. Pollen grains of *Passiflora edulis* Sims and *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener. **Journal of Palynology**, v.10, n.2, p.145-48, 1974.
- RUGGIERO, C. **Estudos sobre a floração e polinização do maracujá amarelo** (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.). Jaboticabal, SP. 86p. 1973. Tese (Doutorado em Ciências) - Faculdade de Medicina Veterinária e Agronomia de Jaboticabal, 1973.
- RUGGIERO, C., LAM SANCHEZ, A., BANZATTO, D.A. Estudo da polinização natural e controlada em maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 3, 1975. Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Campinas, SP: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1976a. v.2, p. 467-513.
- RUGGIERO, C., LAM SANCHEZ, A., LIPOLI, A.C. Estudo sobre autopolinização, desenvolvimento do ovário e curvatura dos estiletes em flores de maracujá amarelo *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* (Deg.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 4, 1977. Salvador, BA. **Anais...** Cruz da Almas, BA: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1978. p. 257-264.
- RUGGIERO, C., LAM SANCHEZ, A., MIGUEL, S. Estudos da incompatibilidade em flores de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 3, 1975. Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Campinas, SP: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1976b, v.2, p. 491-495.
- RUGGIERO, C., LAM SANCHEZ, A., MIGUEL, S. Estudo sobre a fertilidade de grãos de pólen de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 3, 1975. Rio de Janeiro, RJ. **Anais...** Campinas, SP: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1976c, v.2, p. 515-519.
- SÁZIMA, I., SÁZIMA, M. Mamangavas e irapuás (Hymenoptera, Apoidea): visitas, interações e consequências para polinização do maracujá (Passifloraceae). **Revista Brasileira de Entomologia**, v.33, n.1, p. 109-118, 1989.
- SINGH, R.N., RANDHAWA, G.S., SHARMA, D.K. Pollen storage and pollen germination in fruit crops - a review. **Indian Journal of Horticulture**, v.18, n.1, p. 85-96, 1961.
- SOUNDARAJAN, K. Effect of certain pesticides on pollen germination in egg plant and okra. **Pesticides**, v.18, n.3, p.27, mar. 1984.

- SOUTHERLAND, J.R., WOODS, T.A.D., MILLER, G.E. Effect of selected insecticides and fungicides on germination of Douglas-fir and white spruce pollen. **Tree Planter's Notes**, v.35, n.1, p.22-24, 1984.
- STANLEY, R.G., LINSKENS, H.F. **Pollen** - biology, biochemistry and management. New York: Springer - Verlag, 1974. 307p.
- THOMPSON, A.H., BATJER, L.P. The effect of boron in the germination medium on pollen germination and pollen tube growth for several deciduous tree fruits. **American Society for Horticultural Science**, v. 56, p. 227-230, 1950.
- VALLINI, P.C., RUGGIERO, C., LAM SANCHEZ, A. et al. Studies on the flowering period of yellow passion fruit *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. in the region of Jaboticabal, São Paulo. **Acta Horticulturae**, v. 57, p. 233-236, 1976.
- WETZSTEIN, H.Y. Loss of stigma and inhibition of pollen germination following fungicide and insecticide applications in pecan. **HortScience**, v.24, n.5, p.748, out. 1989.
- YAMASHIRO, T. Comparação de dois métodos de polinização artificial no maracujazeiro amarelo *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 6, 1981. Recife, PE. **Anais...** Recife, PE: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1981, v.3, p.990-994.