

# Interferência *in vitro* de pesticidas e condições ideais para a germinação e crescimento do tubo polínico do mamoeiro (*Carica papaya* L.)

Márcio Dionízio Moreira<sup>1</sup>, Marcelo Coutinho Picanço<sup>1\*</sup>, Leandro Skolwronski<sup>1</sup>, Flávio Alencar D'Araújo Couto<sup>2</sup>, Jander Fagundes Rosado<sup>1</sup> e Elisângela Gomes Fidelis<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Biologia Animal, Universidade Federal de Viçosa, 36571-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. <sup>2</sup>Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, 36571-000, Viçosa, Minas Gerais, Brasil. \*Autor para correspondência. e-mail: picanco@ufv.br

**RESUMO.** Este trabalho objetivou estudar interferência *in vitro* de pesticidas e as condições ideais para a germinação e crescimento do tubo polínico do mamoeiro (*Carica papaya* L.). Para a realização deste trabalho, foram conduzidos quatro experimentos na Universidade Federal de Viçosa, Estado de Minas Gerais, de março de 1995 a março de 1997. Verificou-se que os grãos-de-pólen do mamoeiro possuem um tempo de germinação menor que 12 horas. A maior porcentagem de germinação foi obtida com a coleta de pólen até a antese e com o meio de cultura contendo 1% de ágar, 8% de sacarose e 0,002% de 2,4-D. O metamidofós, dimetoato, tiofanato metílico, benomil e permetrina não apresentaram toxicidade aos grãos-de-pólen. O pirimicarb, a abamectina e o espalhante adesivo nonil fenoxi poli (etilenoxi) etanol reduziram a germinação dos grãos-de-pólen. O enxofre reduziu tanto a germinação quanto o comprimento do tubo polínico. O clorotalonil, dicofol, mancozeb, naled, captan e oxiclureto de cobre inibiram completamente a germinação dos grãos-de-pólen.

**Palavras-chave:** fitotoxicidade, inseticidas, fungicidas, acaricidas, espalhante adesivo.

**ABSTRACT.** *In vitro* interference of pesticides and ideal conditions for papaya (*Carica papaya* L.) pollen tube germination and growth. This work aimed to study *in vitro* interference of pesticides and ideal conditions for the germination and growth of papaya (*Carica papaya* L.) pollen tube. Four experiments were carried out in the Universidade Federal de Viçosa, State of Minas Gerais, Brazil, from March 1995 to March 1997. The largest pollen grain germination was obtained with pollen collection at the anthesis, with culture media contents of: agar 1%, sucrose 8% and 2.4-D 0.002%. Methamidophos, dimethoate, methyl thiophanate, benomyl, and permethrin did not present toxicity to the pollen grains. Pirimicarb, abamectin, and the spreader-sticker nonil fenoxi poli (etilenoxi) ethanol reduced the germination of the pollen grains. Sulfur reduced germination and pollen tube length. Chlorothalonil, dicofol, mancozeb, naled, captan, and copper oxychloride inhibited completely the pollen grain germination.

**Key words:** phytotoxicity, insecticides, fungicides, acaricides, spreader-sticker.

## Introdução

A cultura do mamoeiro pode ser atacada por diversas pragas e doenças, necessitando de controle nas diversas fases do desenvolvimento no campo e em frutos, após a colheita (Marin *et al.*, 1995). As pulverizações periódicas, para o controle de pragas e doenças, juntamente com a sensibilidade do mamoeiro a diversos produtos podem causar problemas de fitotoxicidade, ocasionando injúrias às folhas e aos frutos, redução da polinização e, em casos extremos, a morte da planta (Vieira *et al.*, 2001). A fitotoxicidade dos pesticidas à polinização pode ocasionar decréscimo da longevidade do óvulo e tamanho do ovário (Williams *et al.*, 1987), danos à

superfície do estigma (Bristow e Shawa, 1981; Wetzstein, 1990) e, principalmente, a inibição ou a redução da porcentagem de germinação e comprimento do tubo polínico (Gentile *et al.*, 1973; Abbott *et al.*, 1991). Assim, além da eficácia no controle das pragas, da seletividade em favor dos inimigos naturais e da viabilidade econômica, a fitotoxicidade do pesticida também deve compor os critérios de escolha dos defensivos a serem utilizados na cultura do mamoeiro.

Para realização de estudos de fitotoxicidade de pesticidas aos grãos-de-pólen, é necessária a determinação da composição do meio de cultura para a germinação desses grãos, e as condições adequadas

à realização desses estudos. Entre os componentes dos meios de cultura usados na germinação estão os reguladores do potencial osmótico durante essa germinação (como a sacarose), o ágar e hormônios (como a auxina sintética 2,4-D). Entre as principais condições para a germinação dos grãos-de-pólen estão o estágio da flor e o tempo de avaliação da germinação. Entretanto, até o momento não se conhece o meio de cultura, e as condições ideais para essa germinação dos grãos-de-pólen do mamoeiro e o grau de fitotoxicidade de pesticidas a esses grãos. Assim, este trabalho objetivou estudar interferência *in vitro* de pesticidas e as condições ideais para a germinação e crescimento do tubo polínico do mamoeiro (*Carica papaya* L.).

### Material e Métodos

Este trabalho foi conduzido no Laboratório de Cultura de Tecidos da Universidade Federal de Viçosa (UFV), Estado de Minas Gerais, no período de março de 1995 a março de 1997. Foram conduzidos quatro experimentos em delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições, sendo que cada unidade experimental foi constituída por uma placa de Petri contendo grãos-de-pólen. Os grãos-de-pólen utilizados foram coletados de plantas de mamoeiro (cv. Formosa) de 2 anos de idade, cultivadas no campus da UFV sem o uso de pesticidas e conduzidas de acordo com Maranca (1992).

No primeiro experimento, avaliou-se a porcentagem de germinação dos grãos-de-pólen em função do tempo de incubação. O meio de cultura utilizado foi o meio 2, constituído de 1% de ágar, 5% de sacarose e 0,001% de 2,4-D. O pH do meio de cultura foi ajustado para 6,5. O meio de cultura foi autoclavado a 121°C por 20 minutos e as manipulações *in vitro* foram realizadas no interior de câmara de fluxo translaminar à temperatura ambiente ( $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ).

Os grãos-de-pólen foram diluídos em água deionizada contendo 5% de sacarose, sendo que 2 mL dessa suspensão contendo tais grãos foram aplicados ao meio de cultura com auxílio de seringa. As placas de Petri foram incubadas a  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $75 \pm 5\%$  de umidade relativa e sob luz fluorescente de 40 W a 40 cm de distância. Os tratamentos foram os tempos de incubação de 12, 24 e 48 horas. A germinação dos grãos-de-pólen foi avaliada sob microscópio estereoscópio com aumento de 40 vezes observando-se três campos por placa de Petri. Os grãos foram considerados germinados quando o tubo polínico apresentou comprimento maior do que o seu diâmetro (He e Wetzstein, 1994).

No segundo experimento foi estudada a germinação dos grãos-de-pólen em função do estágio da flor (imediatamente antes, durante e após a

antese). Este experimento foi conduzido e avaliado de forma semelhante ao experimento anterior. O tempo de avaliação da germinação foi aquele determinado como ideal no experimento anterior.

No terceiro experimento, avaliou-se a composição ideal do meio de cultura, sendo que para tanto variaram-se os teores de ágar, sacarose e 2,4-D. Este experimento foi conduzido e avaliado nas condições determinadas como ideais nos experimentos anteriores.

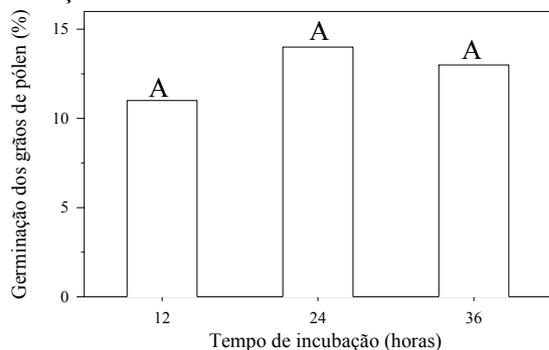
No quarto experimento, avaliou-se a interferência de pesticidas na germinação dos grãos-de-pólen e no crescimento do tubo polínico *in vitro*. Os pesticidas e as concentrações (em mg de i.a./mL de calda) empregados foram: abamectina 18 CE (0,018), benomil 500 PM (0,50), captan 500 PM (1,20), clorotalonil 750 PM (1,50), dicofol 185 CE (0,37), dimetoato 400 CE (0,40), enxofre 800 PM (3,20), mancozeb 800 PM (1,60), metamidofós 600 CE (0,60), naled 860 CE (0,86), oxicloreto de cobre 588 PM (2,35), permetrina 500 CE (0,10), pirimicarb 500 PM (0,50), tiofanato metílico 700 PM (0,70) e o espalhante adesivo nonil fenoxi poli (etilenoxi) etanol 200 CE (0,06). Esses produtos foram selecionados por representarem os principais acaricidas, fungicidas e inseticidas usados na cultura do mamoeiro. A testemunha foi tratada apenas de água deionizada, utilizada para a diluição dos produtos testados. Foram utilizadas as condições experimentais dos três experimentos anteriores. Os pesticidas foram diluídos em água desionizada. Foi acrescentada a cada placa de Petri 2 mL de calda contendo cada agrotóxico de forma a obter-se a concentração desejada no meio de cultura. A germinação dos grãos-de-pólen e o comprimento do tubo polínico foram avaliados em microscópio estereoscópio contendo ocular micrométrica graduada utilizando aumento de 40 vezes. Foram observados três campos por placa.

Os dados de porcentagem de germinação dos grãos-de-pólen e do crescimento do tubo polínico foram submetidos à análise de variância e suas médias comparadas pelo teste Scott-Knott a  $p < 0,05$ .

### Resultados e discussão

Os resultados mostraram que não existiram diferenças significativas nas taxas de germinação dos grãos-de-pólen para os tempos de 12, 24 e 36 horas de incubação com 11, 14 e 13% de germinação, respectivamente (Figura 1). Tal fato demonstra que esses grãos de mamoeiro possuem um tempo de germinação menor que 12 horas. Ruggiero *et al.* (1976), relataram que grãos-de-pólen do maracujazeiro germinam a partir de 30 minutos e até 6 horas para atingirem seu máximo desenvolvimento. Resultados semelhantes foram encontrados por Lacerda *et al.* (1994), que não observaram diferenças

significativas na germinação de grãos-de-pólen do tomateiro nos tempos de 12, 24 e 36 horas de incubação.

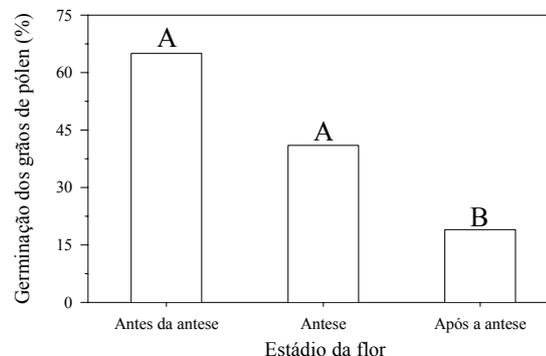


**Figura 1.** Germinação dos grãos-de-pólen (%) provenientes de flores de mamoeiro durante a antese em meio de ágar (1%), sacarose (5%) e 2,4-D (0,001%) em função do tempo de incubação sob condições de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $75 \pm 5\%$  de umidade de relativa e luz fluorescente de 40 W (Histogramas seguidos pela mesma letra não diferem, entre si, pelo teste de Scott-Knott a  $p < 0,05$ ).

As flores coletadas imediatamente antes e durante a antese propiciaram as maiores porcentagens de germinação (65% e 41%, respectivamente) do que após a antese (19%) (Figura 2). Isso ocorreu, possivelmente, devido ao androceu já estar totalmente exposto e funcional, com grãos-de-pólen em seu máximo potencial de germinação e de fertilização, e ao fato do estigma já estar receptivo quando as flores se encontram em antese (Lacerda *et al.*, 1995). Assim, os grãos-de-pólen coletados em flores nesse estágio apresentam a máxima porcentagem de germinação.

O meio 5 foi o que proporcionou maior porcentagem de germinação (67,25%), seguido pelos meios 4 (48,78%) e 6 (40,28), 1 (29,67%) e 3 (25,75%) e, 2 (7,93%) (Tabela 1). Analisando-se o efeito da composição dos meios testados sobre a germinação dos grãos-de-pólen, verificou-se que, com a elevação do teor de sacarose até cerca de 8% ocorreu aumento da germinação, sendo que a partir dessa concentração ocorreu redução na germinação (Tabela 1). A redução na germinação dos grãos-de-pólen em elevadas concentrações de sacarose no meio de cultura deve ter ocorrido devido ao desequilíbrio osmótico entre o meio e o interior do grão-de-pólen (Galletta, 1983). Também verificou-se que a elevação do teor da auxina sintética 2,4-D até 0,002% no meio de cultura resultou em aumento da germinação (Tabela 1). Alguns trabalhos têm relatado o efeito de outras auxinas na germinação de grãos-de-pólen em outras espécies de plantas. Já se observou aumento da germinação desses grãos de uma palmácea *Phoenix dactylifera* com a elevação da concentração da auxina natural ácido indol acético até 100 ppm no meio de cultura (Asif *et al.*, 1983). Da mesma forma, já se observou aumento da germinação de abricó com a

elevação da concentração da auxina ácido indol acético no meio de cultura até 0,5 ppm, sendo que em concentrações maiores ocorreu redução da germinação (Bolat e Pirlak, 1997).



**Figura 2.** Germinação dos grãos-de-pólen (%) provenientes de flores de mamoeiro em meio de ágar (1%), sacarose (5%) e 2,4-D (0,001%) em função do estágio da flor sob condições de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $75 \pm 5\%$  de umidade relativa e luz fluorescente de 40 W. (Histogramas seguidos pela mesma letra não diferem, entre si, pelo teste de Scott-Knott a  $p < 0,05$ ).

**Tabela 1.** Germinação dos grãos-de-pólen (%) do mamoeiro em função da composição do meio de cultura sob condições de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $75 \pm 5\%$  de umidade relativa e luz fluorescente de 40 W.

Meio	Composição do meio de cultura (%)			Germinação dos* grãos-de-pólen (%)
	Ágar	Sacarose	2,4-D	
1	1	5	0,000	29,67 C
2	1	5	0,001	7,93 D
3	1	5	0,002	25,75 C
4	1	8	0,001	48,78 B
5	1	8	0,002	67,25 A
6	1	10	0,002	40,28 B

\* As médias seguidas pela mesma letra não diferem, entre si, pelo teste Scott-Knott a  $p < 0,05$ .

O metamidofós (65,25%), dimetoato (61,33%), tiofanato metílico (60,55%), benomil (59,56) e pirimetrina (60,39%) não interferiram na porcentagem de germinação dos grãos-de-pólen. Já o pirimicarb (55,83%), abamectina (55,58%), o espalhante adesivo nonil fenoxi poli (etilenoxi), etanol (50,68%) e o enxofre (48,14%) reduziram a germinação desses grãos. O enxofre também reduziu o comprimento do tubo polínico (84,75  $\mu\text{m}$ ) em relação à testemunha (259,58  $\mu\text{m}$ ). Houve inibição completa da germinação dos grãos-de-pólen com a aplicação de oxicleto de cobre, mancozeb, clorotalonil, naled, captan e dicofol (Tabela 2).

Observando-se a toxicidade dos produtos aos grãos-de-pólen do mamoeiro e o grupo químico a que eles pertencem, verifica-se que não houve relação entre essas características (Tabela 2). Gentile e Gallagher (1972), testando 37 produtos, também não verificaram relação entre o grupo químico do pesticida e sua toxicidade aos grãos-de-pólen da petúnia. Tal fato sugere que o mecanismo de toxicidade dos produtos aos grãos-de-pólen não é o mesmo com que eles exercem suas ações tóxicas

sobre os artrópodes e patógenos.

Analisando-se a relação entre a toxicidade dos produtos a esses grãos e suas características químicas, verifica-se que o inseticida organofosforado Naled de menor solubilidade em água e conseqüente maior lipofilicidade do que o metamidofós e dimetoato foi o mais tóxico aos grãos-de-pólen do mamoeiro (Tabela 2). Segundo Salisbury e Ross (1992), tal relação foi observada, possivelmente devido à maior lipofilicidade propiciar maior taxa de penetração do pesticida nos tecidos vegetais.

A toxicidade do acaricida organoclorado dicofol aos grãos-de-pólen se deve, provavelmente, ao fato dele interferir na formação dos microtúbulos que participam da mitose da célula generativa e atuar na migração da célula espermática ao longo do tubo polínico (Njagi e Gopalan, 1981; Taiz e Zeiger, 1991; Raudaskoski *et al.*, 2001). Gentile e Gallagher (1972) e Gentile *et al.* (1971) também observaram alta toxicidade do dicofol aos grãos-de-pólen de *Petunia hybrida* e do tomateiro.

A inibição da germinação dos grãos-de-pólen pelo clorotalonil ocorreu, possivelmente, devido sua interferência no processo respiratório através de inibição da glutatona (Cox, 1997). Abbott *et al.* (1991) e Lacerda *et al.* (1994) também relataram grande toxicidade clorotalonil aos grãos-de-pólen do

melão e do tomateiro.

A toxicidade do mancozeb aos grãos-de-pólen ocorreu, provavelmente, devido sua interferência no processo respiratório, uma vez que os fungicidas desse grupo (os ditiocarbamatos) interferem nesse processo fisiológico (Braga, 1993). Lacerda *et al.* (1994) e Shu *et al.* (2000) também verificaram toxicidade do mancozeb aos grãos-de-pólen do tomateiro e da mangueira.

A inibição da germinação dos grãos-de-pólen captan foi devido, possivelmente, à inibição que esse fungicida exerce sobre as ATPases na superfície externa da membrana celular, inativando os grupos SH essenciais para funcionamento das ATPases (Wilkison e Duncan, 1991; Liu *et al.*, 1994). Shawa *et al.* (1966) e Gentile e Gallagher (1972) também observaram inibição completa da germinação dos grãos-de-pólen do oxícoco e da petúnia pelo uso do captan.

A inibição completa da germinação dos grãos-de-pólen pelo enxofre e pelo oxiclureto de cobre (Tabela 2) se deve, provavelmente, ao efeito que esses produtos exercem sobre o transporte de elétrons nos citocromos e na inativação de proteínas, respectivamente. Church *et al.* (1983) também constataram inibição na germinação de grãos-de-pólen da macieira pelo enxofre.

**Tabela 2.** Interferência de pesticidas na germinação *in vitro* dos grãos-de-pólen do mamoeiro sob condições de  $25 \pm 1^\circ\text{C}$ ,  $75 \pm 5\%$  de umidade relativa e luz fluorescente de 40 W.

Nome químico	Característica do pesticida			Germinação dos* grãos-de-pólen (%)	Comprimento do* tubo polínico (µm)
	Solubilidade em água (mg/L)	Peso molecular	Grupo químico		
Testemunha (água deionizada)	-	-	-	60,39 A	259,58 A
Metamidofós 600 CE <sup>(2)(3)</sup>	10 <sup>6</sup>	141,13	Organofosforados	65,25 A	213,23 A
Dimetoato 400 CE <sup>(2)(3)</sup>	4 x 10 <sup>4</sup>	229,28	Organofosforados	61,33 A	262,77 A
Tiofanato metílico 700 PM <sup>(1)</sup>	3,50	342,4	Benzimidazois	60,55 A	212,80 A
Benomil 500 PM <sup>(1)</sup>	2,00	290,3	Benzimidazois	60,14 A	173,29 A
Permetrina 500 CE <sup>(2)</sup>	6 x 10 <sup>-3</sup>	391,3	Piretróides	59,56 A	220,43 A
Pirimicarb 500 PM <sup>(2)</sup>	2700	238,3	Carbamatos	55,83 B	207,73 A
Abamectina 18 CE <sup>(2)(3)</sup>	10 <sup>-5</sup>	873,1 e 860,1 <sup>(5)</sup>	Avermectinas	55,58 B	226,65 A
Nonil fenoxi poli (etilenoxi) etanol 200 CE (4)	total	498	Fenóis etoxilados	50,68 B	191,27 A
Enxofre 800 PM <sup>(1)(3)</sup>	0,00	32,1	Minerais	48,14 B	84,75 B
Clorotalonil 750 PM <sup>(1)</sup>	0,60	265,92	Ftalonitrilas	0,00 C	-
Dicofol 185 CE <sup>(3)</sup>	0,80	370,5	Organoclorados	0,00 C	-
Mancozeb 800 PM <sup>(1)</sup>	6,00	-	Ditiocarbamatos	0,00 C	-
Naled 860 CE <sup>(2)</sup>	2000	381	Organofosforados	0,00 C	-
Captan 500 PM <sup>(1)</sup>	5,10	300,61	Ftalimidias	0,00 C	-
Oxicloreto de cobre 588 PM <sup>(1)</sup>	10 <sup>-5</sup>	213,6	Alaninatos + ditiocarbamatos	0,00 C	-
Coeficiente de Variação	-	-	-	13,92	17,73%

<sup>(1)</sup> Fungicida; <sup>(2)</sup> Inseticida; <sup>(3)</sup> Acaricida; <sup>(4)</sup> Espalhante adesivo e <sup>(5)</sup> Ivermectina B1A e B1B, respectivamente. \* As médias numa coluna seguidas pela mesma letra não diferem, entre si, pelo teste Scott-Knott a  $p < 0,05$ .

Semelhantemente a este trabalho (Tabela 2), Lacerda *et al.* (1994) e Silva *et al.* (1999) não observaram toxicidade da abamectina aos grãos-de-pólen do tomateiro e do maracujazeiro. Nare *et al.* (1996) e Church *et al.* (1983) também verificaram que o benomil e o tiofanato metílico apresentaram baixa interferência na germinação dos grãos-de-pólen da macieira. Gentile e Gallagher (1972) observaram inibição completa da germinação de grãos de *Petunia hybrida* devido o uso do naled. Também Gentile e

Gallagher (1972) relataram toxicidade de um espalhante adesivo nonilfenol aos grãos de pólen de *Petunia hybrida*.

## Conclusão

Os grãos-de-pólen do mamoeiro possuem um tempo de germinação menor que 12 horas.

A maior porcentagem de germinação é obtida com a coleta de pólen até a antese e com o meio de cultura contendo 1% de ágar, 8% de sacarose e 0,002% de

2,4-D.

O metamidofós, dimetoato, tiofanato metílico, benomil e permetrina não apresentam toxicidade à germinação dos grãos-de-pólen do mamoeiro.

O pirimicarb, a abamectina e o espalhante adesivo nonil fenoxi poli (etilenoxi) etanol reduzem significativamente a germinação dos grãos-de-pólen do mamoeiro.

O enxofre reduz tanto a germinação quanto o comprimento do tubo polínico dos grãos-de-pólen do mamoeiro.

O clorotalonil, dicofol, mancozeb, naled, captan e oxiclreto de cobre inibem completamente a germinação dos grãos-de-pólen do mamoeiro.

### Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Geras (Fapemig) pelos auxílios financeiros e bolsas concedidas.

### Referências

- ABBOTT, J.D. *et al.* Fungicidal inhibition of pollen germination and germ-tube elongation muskmelon. *HortScience*, Alexandria, v.26, n.5, p.529-530, 1991.
- ASIF, M.I., A.A. *et al.* The effects of some chemicals and growth substances on pollen germination and tube growth of date palm. *HortScience*, Alexandria, v.18, n.3, p.479-480, 1983.
- BOLAT, I.; PIRLAK, L. Effects of some chemical substances on pollen germination and tube growth in apricot. *Acta Horticult.*, Wageningen, v.1, n.488, p.341-344, 1997.
- BRAGA, J.R. Fungicidas ditiocarbamatos no controle de doenças das plantas. *Rev. An. Patol. Plantas*, Passo Fundo, v.1, p.349-368, 1993.
- BRISTOW, P.R.; SHAWA, A.Y. The influence of fungicides on pollen germination and yield of cranberry. *J. Amer. Soc. Hortic. Sci.*, St. Joseph, v.106, n.3, p.290-292, 1981.
- CHURCH, R.M *et al.* Testing the toxicity of fungicides to apple pollen. *J. Horticult. Sci.*, Ashford, v.58, n.1, p.161-163, 1983.
- COX, C. Chlorothalonil. *J. Pestic. Reform*, Eugene, v.17, n.1, p.14-20, 1997.
- GALLETTA, G.J. 1983. Pollen and seed management. In: MOORE, J.N.; JANICK, J. (Ed.). *Methods in fruits breeding*. Indiana: Purdue University, 1983. p.23-47.
- GENTILE, A.G.; GALLAGHER, K.J. Pollen germination and tube elongation in petunia inhibited or reduced by commercial formulations of pesticide in vitro. *J. Econ. Entomol.*, Lanham, v.65, n.2, p.488-491, 1972.
- GENTILE, A.G. *et al.* Effect of some formulated insecticides on pollen germination in tomato and petunia. *J. Econ. Entomol.*, Lanham, v.64, n.4, p.916-919, 1971.
- GENTILE, A.G. *et al.* Corn pollen germination and tube elongation inhibited or reduced by commercial and experimental formulations of pesticides and adjuvants. *Environ. Entomol.*, College Park, v.2, n.3, p.473-476, 1973.
- HE, Y.; WETZSTEIN, H.Y. Pollen degeneration and retarded leaf development from fungicidal sprays applied during microspore development and shoot expansion. *J. Hortic. Sci.*, Ashford, v.69, n.6, p.975-983, 1994.
- LACERDA, C.A. *et al.* Interferência *in vitro* de agrotóxicos na germinação e no desenvolvimento do tubo polínico do tomateiro, cultivar Santa Cruz Kada. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v.29, n.2, p.1651-1656, 1994.
- LACERDA, C.A. *et al.* Meio de cultura e condições ideais para germinar o grão de pólen de *Lycopersicon esculentum* Mill. cv. Santa Cruz Kada. *Rev. Ceres*, Viçosa, v.42, n.241, p.308-312, 1995.
- LIU, A. *et al.* Growth characteristics and root calcium absorption of watermelon seedlings as influenced by the fungicides captan and thiran. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, Griffin, v.119, n.2, p.202-208, 1994.
- MARANCA, G. *Cultura do mamão: clima e solo, variedades e formação do pomar, enfermidades, colheita, comercialização e industrialização*. São Paulo: Nobel, 1992.
- MARIN, S.L.D. *et al.* *Recomendações para a cultura do mamoeiro dos grupos Solo e Formosa no Estado do Espírito Santo*. 4.ed. Vitória: Emcapa, 1995.
- NARE, B. *et al.* p-azizidosalicil-5-amino-6-phenoxybenzimidazole photolabels the N-terminal 63-103 amino acids of *Haemonchus contortus*  $\beta$ -tubulin I. *J. Biol. Chem.*, Quebec, v.271, n.15, p.8575-8581, 1996.
- NJAGI, G.D.E.; GOPALAN, H.N.B. Mutagenicity testing of herbicides, fungicides and insecticides I. Chromosome aberrations in *Vicia faba*. *Cytologia*, Tokyo, v.46, n.1/2, 1981.
- RAUDASKOSKI, M. *et al.* Pollen tube cytoskeleton: structure and function. *J. Plant Growth Reg.*, Helsinki, v.20, n.2, p.113-130, 2001.
- RUGGIERO, C. *et al.* Estudos sobre fertilidade de grãos de pólen de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Deg.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 3., 1975, Rio de Janeiro. *Anais...* Campinas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1976. v.2, p.515-519.
- SALISBURY, F.B.; ROSS, C.W. *Plant physiology*. 4 ed. Wadsworth: Belmon. 1992.
- SHAWA, A.Y. *et al.* Effect of fungicides on Mcfarlin cranberry pollen germination and fruit set. *Proc. Amer. Soc. Hort. Sci.*, St. Joseph, v.89, p.255-258, 1966.
- SHU, Z.H. *et al.* Toxicity of pesticides to pollen germination of 'Haden' mango. *Acta Hort.*, Pingtung, v.2, n.509, p.841-846, 2000.
- SILVA, M.M. *et al.* Fatores que afetam a germinação do grão de pólen do maracujá: meios de cultura e tipos de agrotóxicos. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v.34, n.3, p.47-352, 1999.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Plant physiology*. Redwood: The Benjamin/Cumming, 1991.
- VIEIRA, A. *et al.* Fitotoxicidade de fungicidas, acaricidas e inseticidas, sobre o mamoeiro (*Carica papaya* L.) Cultivar Sunrise Solo Improved Line 72/12 em condições de campo.

*Rev. Bras. Frutic.*, Cruz das Almas, v.23, n.2, 315-319, 2001.

WETZSTEIN, H.Y. Stigmatic surface degeneration and inhibition of pollen germination with selected pesticidal sprays during receptivity in pecan. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.*, Athens, v.115, n.4, p.656-661, 1990.

WILKINSON, R.E.; DUNCUN, R.R. Sorghum cultivar variation in Ca<sup>2+</sup> and aluminum influence on root curvature.

*J. Plant Nutr.*, Griffin, v.14, n.7, p.741-749, 1991.

WILLIAMS, R.R. *et al.* The mechanism of yield suppression by a triadimefon fungicide programme on the apple cv. Cox's orange pippin. *J. Hortic. Sci.*, Ashford, v.62, n.3, p.291-294, 1987.

*Received on June 08, 2004.*

*Accepted on February 22, 2005.*