

DANOS À PRODUÇÃO E O CONTROLE QUÍMICO DA FERRUGEM
(*Puccinia psidii*) NA CULTURA DA GOIABEIRA

MARLON VAGNER VALENTIM MARTINS

Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de “*Doctor Scientiae*” em Produção
Vegetal

Orientador: Prof. Silvaldo Felipe da Silveira

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

JANEIRO – 2006

DANOS À PRODUÇÃO E O CONTROLE QUÍMICO DA FERRUGEM (*Puccinia psidii*) NA CULTURA DA GOIABEIRA

MARLON VAGNER VALENTIM MARTINS

Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de “*Doctor Scientiae*” em Produção Vegetal

Aprovada em 25 de janeiro de 2006

Comissão examinadora:

Hélcio Costa (D.Sc., Fitopatologia) – INCAPER

Juan Manuel Anda Rocabado (D.Sc., Produção Vegetal) - UENF

Prof. Luiz Antônio Maffia (Ph. D., Fitopatologia) – UFV

Prof. Silvaldo Felipe da Silveira (D.Sc., Fitopatologia) – UENF
(Orientador)

BIOGRAFIA

Marlon Vagner Valentim Martins, filho de Roberto Fabri Martins e Tomires de Melo Valentim Martins, nasceu em Varre-Sai, RJ, em 10 de abril de 1970.

Em dezembro de 1989, concluiu o curso técnico em Processamento de Dados, no Colégio Pio XII, na cidade de Juiz de Fora, MG.

Em 1993, como aluno da primeira turma, iniciou o curso de Agronomia pela Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, na cidade de Campos dos Goytacazes, RJ, graduando-se em dezembro de 1998.

Posteriormente, iniciou em março de 1999 o curso de mestrado na mesma universidade, obtendo em março de 2001, o título de mestre em Produção Vegetal, área de concentração em Fitossanidade.

No ano de 2001, ingressou no curso de doutorado em Produção Vegetal, área de concentração em Fitossanidade pela UENF, concluindo em janeiro de 2006. Através de concurso público, ingressou em abril de 2005, no Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural – INCAPER, como pesquisador em Fitopatologia.

Dedico

A Deus, pela força divina.

Aos meus pais, Roberto e Tomires, pelo apoio, carinho e por ter me dado condições para que eu caminhasse com minhas próprias pernas durante minha escalada profissional.

Aos meus irmãos, Marcu, Valéria, Márcio, cunhadas e aos meus sobrinhos.

À minha esposa, Daniela Gonçalves, e à nossa querida filha Julia Valentim que fortaleceram a minha vontade de vencer e seguir em frente.

Ao professor Silvaldo Felipe da Silveira que fortemente lutou e derrotou um grande obstáculo em sua vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus.

À Fundação Carlos Chagas de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro - Faperj pela concessão da bolsa de estudo.

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF e ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias pela oportunidade concedida para a realização do curso de doutorado em produção Vegetal.

Ao professor Silvaldo Felipe da Silveira pela orientação científica e profissional e pela amizade durante todo o decorrer do curso.

Aos amigos do laboratório, Alexandre Almeida, Arli de Fátima, Carlos Eduardo Terra (Dudu), Cláudia, Débora Coracini, Elaine Cristina de Ponte Melo, Inorbert de Melo Lima, Josil Barros, Juan M. A. Rocabado, Rodrigo, Rosa Andréia, Rosana, Vicente Mussi Dias, pelo convívio e amizade durante minha caminhada.

Aos amigos do dia-a-dia Raul Carrielo, José Carlos Mendonça, Paulo H. A. Catunda, Vitor G. Correia, prof. Déborah Barroso, Flávio Tardin, Darroça.

Aos professores José Oscar de Lima e Almy Cordeiro pelos ensinamentos e apoio ao trabalho.

Ao professor Ivo pela colaboração nas etapas iniciais da minha tese e pela disposição em ceder o laboratório de química do CCT.

Ao professor Luiz Antônio Maffia pelos preciosos ensinamentos para a vida científica.

Aos produtores Luiz Cláudio Macedo Ramos e Henrique pela grande colaboração desprendida aos trabalhos realizados durante o doutorado, pois sem o seu apoio não haveria possibilidade de realizar os experimentos.

Ao funcionário Moisés pela incansável participação e bom humor nas etapas mais importantes dos experimentos de campo realizado em Praça João Pessoa, município de São Francisco do Itabapoana-RJ.

Ao amigo Gilson pela amizade e pelo auxílio nas avaliações dos experimentos de campo.

Ao funcionário Ederaldo pela colaboração nos trabalhos de tese.

Ao ex-funcionário Itelvane Ferreira Porto (*in memoriam*) pela colaboração nos trabalhos da tese.

Aos motoristas João, Samuel e principalmente Vilarim pela amizade e pela paciência durante as viagens realizadas para o experimento.

Aos funcionários de campo, Gilberto, Antônio, Gordin, Oswaldo que colaboraram com o trabalho.

Aos funcionários da biblioteca do CCTA Jovana, Aparecida, Paloma e Vângela pela disposição nos empréstimos dos materiais bibliográficos.

Às funcionárias da secretaria de Coordenação de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Fátima, Patrícia.

À funcionária Rita da secretaria do Laboratório de Entomologia e Fitopatologia.

Ao amigo Cláudio Pagotto pela colaboração na redação dos abstracts dos capítulos da tese.

Ao Dr. César J. Fanton (Incaper) pela compreensão nos momentos finais da minha tese.

A todas as outras pessoas e funcionários do CCTA que me ajudaram de alguma maneira direta ou indiretamente.

CONTEÚDO

	Páginas
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	Xi
1.INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	5
3. TRABALHOS	11
3.1 EFEITO DE FUNGICIDAS SISTÊMICOS PULVERIZADOS EM FOLHAS DE GOIABA NO CONTROLE DA FERRUGEM (<i>Puccinia psidii</i>) FRUTOS.....	EM 11
RESUMO.....	11
ABSTRACT.....	12
INTRODUÇÃO	13
MATERIAL E MÉTODOS	14
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	16
CONCLUSÕES	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	19
3.2 CONTROLE QUÍMICO DA FERRUGEM (<i>Puccinia psidii</i>) EM CONDIÇÕES DE CAMPO, NA REGIÃO NORTE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO.....	22
RESUMO.....	22
ABSTRACT	23
INTRODUÇÃO.....	25
MATERIAL E MÉTODOS.....	28
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
CONCLUSÕES	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

3.3 DANOS CAUSADOS PELA FERRUGEM (<i>Puccinia psidii</i>) NA CULTURA DA GOIABEIRA NO NORTE FLUMINENSE	46
RESUMO.....	46
ABSTRACT.....	47
INTRODUÇÃO.....	49
MATERIAL E MÉTODOS	51
RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
CONCLUSÕES.....	65
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
3.4 EFEITO PROTETOR E CURATIVO DE FUNGICIDAS SISTÊMICOS NO CONTROLE DA FERRUGEM (<i>Puccinia psidii</i>) EM GOIABEIRA	68
RESUMO.....	68
ABSTRACT	69
INTRODUÇÃO.....	70
MATERIAL E MÉTODOS.....	72
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	74
CONCLUSÕES	80
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	80
4. RESUMO E CONCLUSÕES	84
5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	86

RESUMO

MARTINS, Marlon Vagner Valentim, Engenheiro Agrônomo, D. S. Produção Vegetal; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, janeiro de 2006; Danos à produção e o controle químico da ferrugem (*Puccinia psidii*) na cultura da goiabeira. Prof. Orientador: Silvaldo Felipe da Silveira. Conselheiros: Luiz Antônio Maffia, Hélcio Costa & Juan Manuel Anda Rocabado.

A ferrugem, causada por *Puccinia psidii*, é a principal doença da goiabeira no Norte Fluminense. O controle químico da doença é a principal medida empregada em lavouras comerciais. Esse trabalho objetivou avaliar a eficiência de fungicidas sistêmicos e protetores no controle da ferrugem-da-goiabeira e os danos à produção da fruta, decorrentes da doença. Em ensaios de campo e casa-de-vegetação, avaliaram-se os fungicidas sistêmicos azoxystrobin (100 mg/L), cyproconazole (150 mg/L), epoxiconazole (150 mg/L), oxycarboxyn (930 mg/L), pyraclostrobin (100 mg/L), tebuconazole (150 mg/L) e triadimenol (310 mg/L) pulverizados nas folhas para o controle da doença nos frutos jovens. Nenhum dos fungicidas pulverizados nas folhas foi eficiente no controle da doença nos frutos, tanto em campo como em casa-de-vegetação. Em 2003, testaram-se os fungicidas azoxystrobin (100 mg/L), cyproconazole (150 mg/L), mancozeb (1600 mg/L), pyraclostrobin (100 mg/L), tebuconazole (150 mg/L),

triadimenol (310 mg/L), no controle da ferrugem em condições de campo. Triadimenol teve maior produção média (81,34 kg/planta) e menor incidência de frutos doentes, mas foi estatisticamente igual ao azoxystrobin para área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), taxa de progresso, incidência máxima e final de frutos doentes. Na testemunha houve maior incidência de frutos doentes e baixa produção (61 frutos/plantas) e menor peso médio (10,25 kg de frutos/planta). Tebuconazole, nas condições avaliadas, não controlou a ferrugem neste primeiro ensaio. Em 2003 – 2004, empregaram-se os fungicidas azoxystrobin (100 mg/L), mancozeb (1600 mg/L) tebuconazole (150 mg/L), triadimenol (310 mg/L), e triadimenol foi o melhor fungicida no controle da doença em nível de campo. Com esse fungicida a redução foi superior ao tebuconazole, mas ambos não diferiram quanto à incidência final de botões doentes, AACPD, incidência máxima e final de frutos doentes e taxa de progresso da incidência de frutos doentes. Azoxystrobin e mancozeb foram inferiores aos tratamentos triadimenol e tebuconazole no controle da doença. Na testemunha, a produção foi baixa (17 frutos/planta) e incidência máxima de frutos doentes foi de 89%, e diferiu estatisticamente dos fungicidas. Com os dados obtidos em 2003 e 2003 – 2004, quantificaram-se as perdas decorrentes de *P. psidii*. Na safra de 2003 – 2004, o número de botões infectados relacionou-se às perdas de produção. Nos dois experimentos e para as variáveis incidências máxima e final de frutos doentes e AACPD, as equações de regressão explicaram a variação do dano à produção da goiabeira. Obteve-se correlação positiva do número de botões e frutos sadios da planta com a produção nos dois experimentos. Finalmente, tebuconazole (150 mg/L) e triadimenol (310 mg/L) foram avaliados quanto ao efeito protetor e curativo no controle da doença em frutos. Tanto triadimenol quanto tebuconazole tiveram efeito residual de 21 dias em condições favoráveis à doença. Quando se avaliou o efeito curativo, triadimenol D1 (187.5 mg/L), triadimenol D2 (310 mg/L) e tebuconazole (150 mg/L) foram eficientes no controle da doença em frutos aos três e sete dias após a inoculação do fungo. Triadimenol D1 suprimiu *P. psidii* em frutos jovens da goiabeira.

ABSTRACT

MARTINS, Marlon Vagner Valentim, Agronomist. Eng. Ph. D. Vegetal Production; Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, January 2006; Damages to the production and chemical control of the guava rust (*Puccinia psidii*). Professor Adviser: Silvaldo Felipe da Silveira. Committee Members: Luiz Antônio Maffia, Hécio Costa & Juan Manuel Anda Rocabado.

Puccinia psidii is the main disease of guava crops in the North Fluminense region. Chemical control is the main strategy of disease control in commercial guava farmings. However, this work had as objective to evaluate systemic fungicides and mancozeb efficiency in the control of guava rust and the disease effect on fruit production damage. On field and greenhouse experiments, the efficiency of azoxystrobin (100 mg/L), cyproconazole (150 mg/L), epoxiconazole (150 mg/L), oxycarboxyn (930 mg/L), pyraclostrobin (100 mg/L), tebuconazole (150 mg/L) and triadimenol (310 mg/L), sprayed in leaves to control disease in young fruits was evaluated. None of the fungicides sprayed in leaves was efficient in the control fruits disease, either in field and greenhouse conditions. In 2003, -azoxystrobin (100 mg/L), cyproconazole (150 mg/L), mancozeb (1600 mg/L), pyraclostrobin (100 mg/L), tebuconazole (150 mg/L), triadimenol (310

mg/L) were used for rust control in the field. Triadimenol was the best fungicide with higher average production (81,34 Kg/plant) and lower incidence of fruits disease. Triadimenol results were statistically equal to azoxystrobin for Area Under Disease Curve (AUCPD), rate, maximum and final incidence of diseased fruits. Control treatment (water) showed higher incidence of the disease, lower production (61 fruits/plant) and lower average weight (10,25 kg of fruits/plant). Tebuconazole, did not controlled rust in this first assay. In 2003 – 2004, using the fungicides azoxystrobin (100 mg/L), mancozeb (1600 mg/L) tebuconazole (150 mg/L), and triadimenol (310 mg/L) for the disease control in the field, it was demonstrated that triadimenol was the best treatment, however it did not differed statistically from tebuconazole in regard the final incidence of flower buds disease, AUCPD, maximum and final incidence of fruits disease, rate of progress of the fruits disease incidence, but it was the most productive of all treatments. Azoxystrobin and mancozeb were inferior to the triadimenol and tebuconazole treatment in the disease control. The control treatment showed low production (17 fruits/plant) and maximum incidence of fruits disease of 89%, differing statistically with the fungicide- treatments. Through the data obtained in first (2003) and second assay (2003 –2004), the damages to the production by *P. psidii* incidence were quantified. In 2003-2004, the number of infected flower buds was correlated with the crop damage. In the two experiments, through the maximum and final incidence of fruits disease and AUCPD, was demonstrated that the regression equations showed significant relation between the disease and crop damage. Positive correlation among number of healthy flower buds and fruits with the production was obtained. Finally, in field experiments the protective and therapeutic effect of tebuconazole (150 mg/L) and triadimenol (310 mg/L), for control of rust in fruits was verified. Either triadimenol and tebuconazole showed a 21 days residual effect under favorable conditions to the disease. On the other hand, when the therapeutic effect of triadimenol D1 (187.5 mg/L), triadimenol D2 (310 mg/L) and tebuconazole (150 mg/L) were evaluated, it was verified that all fungicides and doses were efficient for disease control at third and seventh days after inoculation. Triadimenol D1 suppressed *P. psidii* in young guava fruits.

1. INTRODUÇÃO

A ferrugem, causada pelo fungo *Puccinia psidii* Winter, é a principal doença da goiabeira na região de Campos dos Goytacazes-RJ (Silveira et al., 1997) e no Brasil (Campacci, 1983, Manica et al., 2000). O patógeno infecta diferentes espécies da família Myrtaceae e é também considerado de grande importância nos plantios de eucalipto (Coutinho et al., 1998, Ferreira, 1989, 1983). Na goiabeira, a ferrugem infecta órgãos novos e tenros, como folhas novas, botões florais e frutos novos.

No Norte Fluminense, os pomares de goiabeira são cultivados principalmente com a variedade Paluma, que embora seja muito produtiva, é suscetível à ferrugem. Nessa região, as condições climáticas são bastante favoráveis à ferrugem, à exceção dos períodos mais frios e secos do ano (abril - agosto) (Rocabado 2003). Essa doença causa danos em regiões onde o clima é úmido, com temperaturas amenas e presença constante de molhamento foliar na fase da emissão dos botões florais até frutos de aproximadamente 4 cm de diâmetro (Rocabado 2003, 1998). *P. psidii* causa perdas severas, seja pela redução da produtividade ou da qualidade dos frutos (Rocabado 2003,

1998, Silveira et al., 1997). Em épocas de grande incidência da doença pode haver perdas de até 100% na produção da planta, na ausência de controle (Rocabado, 1998).

Os efeitos das condições climáticas no desenvolvimento das epidemias de ferrugem nas culturas da goiabeira e eucalipto, foram estudados por diversos autores (Carvalho et al., 1994, Rocabado, 2003, 1998, Ruiz et al., 1989a, b). Silveira et al. (1997), constataram que em épocas de alta incidência da doença a produção da variedade Paluma declina acentuadamente. Os mesmos autores relataram, ainda, que a ferrugem ocasiona perda total da produção da goiabeira em condições de campo (Rocabado, 2003, 1998, Silveira et al., 1997).

As relações entre dano e doença causadas por ferrugens foram estudadas em vários patossistemas (Groth et al., 1983, Jesus Junior et al., 2001, Khan et al., 1997, Pataky, 1987, Pinho et al., 1999, Reis et al., 2000). A maioria dos trabalhos conhecidos versa sobre danos em cereais ocasionados por ferrugens foliares (Bowen et al., 1991, Groth et al., 1983, Khan et al., 1997, Reis et al., 2000). Porém, há deficiência de estudos de danos sobre ferrugens que incidem sobre frutos em geral, que é o caso de muitos patossistemas tropicais. Além disso, ainda não foram quantificados os danos causados pela ferrugem sobre o rendimento da goiabeira. As análises sobre danos causados por fitopatógenos podem ser informações úteis ao manejo de doenças de plantas.

Embora a ferrugem incida sobre brotações novas da goiabeira, os danos pela doença decorrem basicamente das lesões em botões e frutos novos, como abortamento, mumificação ou apodrecimento por fungos oportunistas. Dessa forma, o controle químico com fungicidas sistêmicos é recomendado após o início de epidemias, uma vez que esses fungicidas podem impedir a infecção e colonização de *P. psidii* nos tecidos novos da planta ou atuar sobre as pústulas já existentes. Epidemias de ferrugem ocorrem praticamente em todas as safras de goiaba, e demandam pulverizações freqüentes com fungicidas para o controle da doença a partir do estágio de botões.

Não obstante da sua importância, ainda não existem variedades comerciais resistentes à doença (Vasconcelos et al., 1998), mas épocas de

escape para a produção da fruta podem ser inseridas no manejo da doença, com base em estudos epidemiológicos regionais (Rocabado 2003, 1998). No entanto, ainda, a principal medida de controle da doença é a pulverização com fungicidas protetores e/ou sistêmicos.

Há poucos trabalhos relacionados ao controle químico de *P. psidii* em pomares de goiabeiras. O emprego de fungicidas foi avaliado no controle do fungo em folhas de mudas da goiabeira cultivadas em casa-de-vegetação (Ruiz et al., 1991) e raras vezes em experimentos de campo (Ferrari et al., 1997, Goes et al., 2004). Porém, a pesquisa visando a utilização de fungicidas no controle da doença no campo tem sido limitada a fungicidas protetores, à base de cobre e mancozeb. Entretanto, o controle da ferrugem com os fungicidas protetores pulverizados (Ferrari et al., 1997, Goes et al., 2004, Ruiz et al., 1991) podem não ser alcançados se não houver boa cobertura dos botões e frutos da planta. Por outro lado, fungicidas sistêmicos empregados no controle do fungo podem ser mais eficientes em vista da sua absorção e redistribuição pelos órgãos da planta e pelo seu maior período residual.

Existem dificuldades no controle da doença, quando as operações de poda do pomar de goiabeiras são executadas de forma contínua. Pomares com essas características necessitam constantemente de pulverizações, uma vez que a planta emite periodicamente brotações novas durante o seu ciclo de desenvolvimento. A translocação dos fungicidas sistêmicos das folhas para os frutos jovens nesse caso, provavelmente protegeria esses órgãos, mesmo com um número reduzido de aplicações dos produtos químicos durante o ciclo da planta. Ainda, resultados positivos de translocação de fungicidas sistêmicos para frutos podem ser úteis em pomares onde os frutos novos são protegidos por sacos de papel. Para isso, faltam evidências quanto à translocação de fungicidas sistêmicos das folhas para os frutos jovens da goiabeira.

Em vista da suscetibilidade ao fungo, da grande aceitação no mercado *in natura* e industrialização e por ocupar cerca de 90% das áreas plantadas com a variedade Paluma no Brasil (FrutiSéries 1, 2001), tornam-se necessários trabalhos visando otimizar e racionalizar o controle químico da ferrugem em goiabais comerciais. Em experimentos realizados em pomares de São Francisco do Itabapoana, RJ utilizaram-se fungicidas protetores e sistêmicos, e

se constatou que os fungicidas à base de triadimenol e tebuconazole, pulverizados a cada 15 dias foram os mais eficientes no controle sob condições favoráveis à doença (Capítulo 3.2). No entanto, ainda não existem informações sobre os efeitos residual e curativo de triadimenol e tebuconazole sobre a infecção do fungo em nível de campo, que podem gerar informações precisas sobre os intervalos e épocas de aplicação dos fungicidas. Ademais, não existem informações suficientes do controle químico da doença em condições de campo, utilizando-se fungicidas sistêmicos e protetores e, sobre os danos causados por *P. psidii* à produção da goiabeira, no Brasil e no mundo.

Esse trabalho objetivou avaliar: i – em condições de campo, a eficiência de mancozeb e de fungicidas sistêmicos dos grupos dos triazóis, estrobilurinas no controle da ferrugem, em pomares de goiabeiras (variedade Paluma), sob condições naturais de infecção de *P. psidii*; ii - a relação entre doença e dano através dos níveis de doença gerados com o controle químico da ferrugem em campo; iii - em condições de campo e casa-de-vegetação, a eficiência de fungicidas aplicados nas folhas no controle da ferrugem em frutos jovens da goiabeira; e iv - o efeito protetor e curativo de fungicidas sistêmicos mais eficientes no controle da ferrugem em nível de campo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Puccinia psidii Winter, foi relatado pela primeira vez no Brasil atacando a cultura da goiabeira (*Psidium guajava* L.) por Winter em 1884. O fungo que se caracteriza por afetar plantas da família Myrtaceae, tem sido relatado em vários gêneros, como o eucalipto (*Eucalyptus spp*), a jabuticabeira (*Myrciaria cauliflora* Berg.), o jameiro (*Syzygium jambos* L.), a goiabeira (*Psidium guajava* L.)(Alfenas et al., 1989, Coutinho et al., 1998, Ferreira, 1983). É considerada uma ferrugem de ciclo incompleto, da qual apenas se conhecem os estádios de écio (I), urédia (II), télia (III) e basídio (IV) (Ferreira, 1983). O estágio de pínio (0) nunca foi encontrado e o estágio de écio se confunde com o de urédia (Ferreira, 1989).

A ferrugem-da-goiabeira ataca folhas novas e hastes herbáceas de brotações, botões, flores e frutos novos. Os sinais da doença são de coloração amarelada, que correspondem aos soros urediniais do fungo (Piccinin e Pascholati, 1997). A infecção em flores resulta em abortamento e queda. Em frutos novos, a ferrugem causa queda, mumificação, lesões necróticas e deformações. Frutos com lesões necróticas de ferrugem tem seu valor depreciado para consumo *in natura* (Castilho et al., 1982). Além dos danos

diretos nas flores e nos frutos, a doença reduz o vigor das plantas ao incidir nos terminais de ramos, o que pode afetar as produções subseqüentes. Em viveiros, ao incidir em terminais de ramos, folhas e brotações novas, a ferrugem reduz o desenvolvimento e a qualidade das mudas (Vasconcelos et al., 1998).

A temperatura, a água livre e a luz afetam significativamente as etapas iniciais de infecção de plantas de eucalipto por uredíniosporos de *P. psidii* (Ruiz et al., 1989a, b). Por inibir a germinação de uredíniosporos, a luz impede a penetração do fungo e o processo inicial de colonização, durante o dia. Uredíniosporos germinam somente no escuro, na presença de água livre (entre 6 e 24 h de molhamento foliar), a temperatura de 10 a 30°C, com máximo de germinação entre 15 e 20°C. Após penetração e incubação, luz e temperaturas próximas a 20°C antecipam e estimulam a esporulação uredíniospórica de *P. psidii*. Em mudas de jambeiro, após inoculação artificial e incubação a 20°C, com 12 h de fotoperíodo, os sintomas iniciam-se a partir do segundo ao quarto dia e a esporulação pode ser observada a partir do quarto dia. Nestas condições, esporulação máxima ocorre entre 7 e 15 dias de incubação. Após este período, as lesões tornam-se necróticas e a esporulação reduz. Há indícios de que a luz estimule a produção de teliosporos, os quais ocorrem nas épocas mais quentes do ano, com médias de temperaturas próximas a 25°C. Temperaturas inferiores a 10 e superiores a 25°C são desfavoráveis à infecção, a colonização e a esporulação uredíniospórica de *P. psidii* em plantas de eucalipto (Carvalho et al., 1994, Ruiz et al., 1989a, b). Em condições de campo, o tempo de água livre na superfície foliar é fundamental para a infecção e o progresso da ferrugem em plantas de eucalipto. Umidade relativa maior ou igual a 90%, por no mínimo 8h diárias, sob temperaturas médias de 20 a 25°C, correspondeu a maiores incrementos na intensidade da doença (Carvalho et al., 1994, Ruiz et al., 1989a, b). Em goiabeira, variedade Paluma, as épocas do ano com maior intensidade da doença foram aquelas que coincidiram com UR mínima acima de 60%, temperatura mínima acima de 20°C e máxima ao redor de 30°C, dias consecutivos com pelo menos 6h/dia com temperatura próxima a

25°C e dias consecutivos com pelo menos 12 h com temperaturas entre 15 e 25°C, associados à UR maior ou igual a 90% (Rocabado, 2003).

Além dos fatores climáticos, deve-se levar em conta os aspectos fenológicos específicos de cada hospedeiro, tendo-se em vista a necessidade de órgãos aéreos tenros, os únicos suscetíveis à infecção por *P. psidii*. Quando brotações e frutos jovens são infectados, ocorre a esporulação do patógeno entre 7 e 15 dias e os uredíniosporos disseminados por ventos, chuvas e insetos, somente resultarão em novas infecções quando na disponibilidade de novas brotações e frutos jovens. Sob épocas do ano desfavoráveis à infecção e/ou à emissão de brotações e frutos, o patógeno necessita contar com mecanismos eficientes de sobrevivência, uma vez que ferrugens constituem organismos parasitas obrigatórios, ou seja, não se multiplicam na ausência de um hospedeiro suscetível. Assim, outras Mirtáceas poderiam estar relacionadas à sobrevivência da ferrugem em condições desfavoráveis à epidemia.

Plantios mais espaçados e podas de condução em épocas de escape da doença, que permitam aeração no interior da copa da planta, podem ser medidas auxiliares para o controle da ferrugem. Por outro lado, a utilização de variedades comerciais resistentes ainda não é uma medida explorada para a goiabeira (Piccinin e Pascholati, 1997, Vasconcelos et al., 1998). No entanto, Rocabado (2003), ao constatar que na variedade Rica, o período latente médio do fungo foi maior, concluiu que essa variedade pode ser promissora em programas de melhoramento genético vegetal para o desenvolvimento de plantas resistentes à ferrugem. De todo modo, a pulverização de fungicidas ainda é a principal medida de controle da doença, especialmente em plantações de variedades muito produtivas, as quais são mais suscetíveis à doença (Ferrari et al., 1997, Goes et al., 2004, Goes, 1997, Ruiz et al., 1991).

Dada a importância dos fungicidas triazóis, relata-se que os mesmos têm o seu principal uso no controle de doenças foliares. Muitos fungicidas desse grupo, são empregados no controle de diversas doenças de plantas, com destaque para as ferrugens dos cereais (Goulart e Paiva, 1993, Mercer e Ruddock, 2005, 2003), café (Garçon, et al., 2004, Chalfoun e Carvalho, 1999, Santos et al., 2002, Silva-Acuña et al., 1993), essências florestais (Demuner e

Alfenas, 1991, Ruiz e Alfenas, 1989), ornamentais (Bonde et al., 1995, Buck e Williams-Woodward, 2003, Ferreira e Nevill, 1989), óleos essenciais (Edwards e Bienvenu, 2000), oleaginosas (Godoy e Canteri, 2004) e fruteiras (Carvalho et al., 2002, Marchi et al., 2001a, 2001b, Nogueira, 1991, Ruiz et al., 1991).

Existem poucos trabalhos relatando o controle químico de *P. psidii* infectando botões e frutos de goiabeira. No entanto, existem relatos do emprego de fungicidas em experimento de casa-de-vegetação (Ruiz et al., 1991) e em experimento de campo, especialmente com fungicidas protetores (Ferrari et al., 1997, Goes et al., 2004). Porém, o uso de fungicidas sistêmicos no controle da doença tem sido limitado.

A grande maioria dos fungicidas foi pulverizada preventivamente com moléculas a base de cobre e mancozeb. Ferrari et al. (1997), empregaram chlorothalonil, mancozeb e oxicloreto de cobre, e concluíram que todos os produtos não foram estatisticamente diferentes entre si, mas que produtos a base de chlorothalonil foi mais eficiente no controle da doença. Por outro lado, Goes et al. (2004), em experimento realizado nos municípios de Monte Alto e Vista Alegre do Alto-SP, constataram que os fungicidas protetores foram iguais ao sistêmico tebuconazole no controle de *P. psidii*. Para os autores, oxicloreto de cobre, hidróxido de cobre, óxido cuproso isoladamente ou em associação com mancozeb e tebuconazole controlaram eficientemente a ferrugem. Entretanto o fungicida mancozeb, muito utilizado no controle da doença, não teve diferença significativa em relação à testemunha quanto à incidência de frutos com ferrugem (Goes et al., 2004).

Sob condições controladas de inoculação e incubação, demonstrou-se a eficiência de triadimenol, chlorothalonil, mancozeb, oxicloreto de cobre, oxycarboxin e triforine no controle da ferrugem em folhas da goiabeira e translocação ascendente e lateral de fungicidas sistêmicos, como triforine, triadimenol e oxycarboxin, em folhas das mudas no controle da doença (Ruiz et al., 1991). Tanto os fungicidas protetores como os sistêmicos apresentaram efeito protetor de até 10 dias após a pulverização das folhas da goiabeira. Quando se considerou o poder curativo dos fungicidas sistêmicos, concluiu-se que triadimenol a 0,75 g/L foi o mais eficiente em inibir a infecção de *P. psidii*, aos seis dias após a inoculação do fungo (Ruiz et al., 1991).

Além do controle químico com fungicidas protetores e sistêmicos ter se mostrado eficiente na cultura da goiaba em condições de casa-de-vegetação, os mesmos foram também promissores para a cultura do eucalipto (Demuner e Alfenas, 1991, Ruiz e Alfenas, 1989, Ruiz et al., 1987). Para o patossistema *P. psidii* e o eucalipto, Demuner e Alfenas (1991) empregaram os fungicidas oxicarboxin, diniconazole, triadimenol pó molhável (PM) e granulado no controle da doença. Esses autores concluíram que em mudas de eucalipto e sob condições controladas, triadimenol PM (400 e 800 ppm) protegeu as brotações das plantas por até 28 dias antes da inoculação com uredíniosporos do fungo (Demuner e Alfenas, 1991). Trabalhando com *Eucalyptus grandis*, Ruiz e Alfenas (1989) determinaram a absorção e translocação dos fungicidas sistêmicos triadimenol, triforine e oxicarboxin. Esses autores constataram que triadimenol e triforine foram absorvidos pela superfície foliar dentro de trinta minutos e que a translocação dos fungicidas nas folhas de plantas de eucalipto é eficiente no controle de *P. psidii* (Ruiz e Alfenas, 1989).

As epidemias de doenças de plantas podem ser determinadas quando se avalia a severidade ou a incidência da doença no tempo (Bergamin Filho, 1995, Campbell e Madden, 1990, Jesus Junior et al., 2004). Tanto a severidade como a incidência podem ser empregadas para correlacionar o efeito das doenças sobre a produção da cultura (Gaunt, 1995). Para algumas doenças como as ferrugens, a severidade pode ser mais difícil de se correlacionar com os danos, principalmente nos estádios finais da epidemia (Agrios, 1997). Os danos provocados pelas doenças de plantas podem ser medidos pela determinação da quantidade de doença em estágio específico ou em vários estádios de crescimento do hospedeiro. A área abaixo da curva de progresso da doença é também uma variável importante nas avaliações dos danos provocados por fitopatógenos (Agrios, 1997).

Na cultura da goiabeira, a quantidade de frutos infectados por *P. psidii* é determinante em reduzir a produção final da cultura (Rocabado, 2003, 1998). Frutos com presença de pústulas na sua superfície tornam-se inviáveis para a comercialização. Nesse caso a determinação da incidência seria mais importante do que a severidade da doença, porque a presença de uma única pústula da ferrugem condenaria o produto final. Finalmente, ainda não existem

trabalhos que retratem os danos provocados pela doença na goiabeira. A construção de modelos de danos causados pela ferrugem nos diferentes estádios de desenvolvimento fenológico do hospedeiro (botões e frutos), pode tornar-se importante em auxiliar os produtores na tomada de decisão quanto ao controle da doença. Como a ferrugem pode causar dano total à produção em épocas favoráveis ao surgimento de epidemias (Rocabado, 2003, 1998, Silveira et al., 1997), o controle químico poderá ser indicado no controle da doença com base no limiar de dano econômico. Segundo Reis (2004), o limiar de dano econômico (LDE) é aquele em que o benefício de controle da doença se iguala ao seu custo e, a partir desse limite os custos aumentam sem que haja retorno esperado. Portanto, os benefícios esperados no controle poderão ser alcançados desde que a doença não atinja o LDE. Ainda não existem trabalhos que estabeleçam funções de dano que possam ser empregados dentro do controle integrado da ferrugem.

3. TRABALHOS

3.1 EFEITO DE FUNGICIDAS SISTÊMICOS PULVERIZADOS EM FOLHAS DE GOIABA NO CONTROLE DA FERRUGEM (*Puccinia psidii*) EM FRUTOS

RESUMO

A ferrugem das Mirtáceas, causada por *Puccinia psidii*, tem grande importância econômica para a cultura da goiabeira na região Norte Fluminense, estado do Rio de Janeiro. Em experimento de campo e casa-de-vegetação, avaliou-se a eficiência de azoxystrobin (100 mg/L), cyproconazole (150 mg/L), epoxiconazole (150 mg/L), oxycarboxyn (930 mg/L), pyraclostrobin (100 mg/L), tebuconazole (150 mg/L) e triadimenol (310 mg/L) pulverizados nas folhas para o controle da doença nos frutos jovens. Empregaram-se os fungicidas e testemunha, pulverizada apenas com água. No campo, cada parcela constou de aproximadamente 90 frutos de 1 cm de diâmetro, os quais foram protegidos com sacos plásticos para evitar o contato direto com a calda fungicida. Pulverizaram-se os fungicidas no período da manhã e ao final do mesmo dia, inocularam-se os frutos com suspensão de 2×10^4 uredíniosporos/mL. Após 7 dias, avaliou-se a incidência de frutos com ferrugem. Em casa-de-vegetação, pulverizaram-se os mesmos fungicidas em plantas da variedade Paluma, de 1,5 anos de idade. Todos os frutos foram protegidos com sacos plásticos antes das pulverizações. Vinte e quatro horas após a pulverização dos fungicidas, inoculou-se suspensão de uredíniosporos. Nenhum dos fungicidas pulverizados nas folhas foi eficiente em reduzir a incidência da doença nos frutos, tanto em campo quanto em casa-de-vegetação. Não houve diferença significativa entre

os tratamentos, quanto à incidência de frutos doentes. Concluiu-se que todos os frutos jovens da planta deverão ser atingidos pela calda fungicida no momento da pulverização, mesmo quando se empregam fungicidas sistêmicos.

Palavras-chaves: Mirtáceas, *Puccinia psidii*, urediniosporos

ABSTRACT

EFFECT OF FOLIAR SYSTEMIC FUNGICIDE SPRAYING IN THE CONTROL OF GUAVA RUST (*Puccinia psidii*) IN THE FRUITS

Puccinia psidii, causal agent of Mirtaceas rust is considered of immense economic importance for the guava crop in the North Fluminense region, Rio de Janeiro. Under field and greenhouse experiments, the efficiency of azoxystrobin (100 mg/L), cyproconazole (150 mg/L), epoxiconazole (150 mg/L), oxycarboxyn (930 mg/L), pyraclostrobin (100 mg/L), tebuconazole (150 mg/L), and triadimenol (310 mg/L) sprayed in leaves to control disease in the young fruits was evaluated. Approximately 90 fruits/plot, with 1 cm diameter, were protected with plastic bags to prevent the direct fungicide contact. Then, the fungicides were sprayed in the early morning period before the fruits being inoculated with 2×10^4 urediniosporos/mL suspension at the same day on evening. The incidence of fruits disease was evaluated after seven days. In greenhouse, 1,5 year-old plants cv. Paluma were sprayed by the same fungicides used in the first experiment. Prior to the sprayings, all the fruits were protected by plastic bags. Twenty-four hours after the fungicides spraying, fruits were inoculated with urediniospore suspension. None of the fungicides sprayed in leaves was efficient in the control of fruits disease, either in field or greenhouse. There was no significant difference between the treatments, in regard incidence of rust in fruits. It was concluded that despite systemic fungicides use for the rust control, all the young fruits have to be target of fungicide spraying at the moment of application.

Key words: Mirtaceas, *Puccinia psidii*, urediniosporos

INTRODUÇÃO

Puccinia psidii Winter causa ferrugem em diversas espécies da família Myrtaceae. Esta doença é considerada um problema em cultivos de eucalipto (Coutinho et al., 1998, Ferreira, 1989, 1983) bem como em plantios de goiabeira (Rocabado, 2003, 1998). De ocorrência ampla, o fungo também ataca outras mirtáceas como a jaboticabeira (*Myrciaria jaboticaba*), araçazeiro (*Psidium cattleianum*), jameiro (*Syzygium jambos*) e etc. A ferrugem é nativa das Américas e ocorre do sul dos Estados Unidos a Argentina (Marlatt e Kimbrough, 1979).

O fungo infecta órgãos jovens como folíolos, inflorescência, terminais de ramos e frutos novos. Em eucalipto, a ferrugem causa deformações, redução de crescimento e morte de mudas e brotações da soqueira (Ferreira, 1989). Na goiabeira, embora o fungo ataque também folhas novas e brotações de mudas, é pouco relevante em prejudicar o desenvolvimento de plantas adultas. No campo, sua maior importância está relacionada à infecção em órgãos reprodutivos da planta, como botões e frutos novos (Rocabado, 2003, 1998). A ferrugem causa abortamento de botões e flores, prejudicando a produção final. Em frutos já formados, a ferrugem causa mumificação, deformação e queda prematura. Em condições favoráveis à ferrugem e na ausência de controle químico, pode haver perdas de até 100% na produção final (Rocabado, 2003, 1998).

Em condições ambientais favoráveis ao patógeno, os estádios fenológicos potenciais à infecção situam-se desde a emissão dos botões florais até os frutos atingirem o diâmetro aproximado de 4 cm. A partir desse tamanho, o número de frutos doentes não mais aumenta, ou mesmo a incidência da doença é reduzida devido à queda de frutos com ferrugem, atacados por pragas ou podridões (Rocabado, 2003).

O uso de fungicidas é o método mais eficaz para o controle do fungo. Fungicidas protetores e sistêmicos foram avaliados no controle de *P. psidii* na cultura do eucalipto (Alfenas et al., 1993, Demuner e Alfenas, 1991, Ruiz e Alfenas, 1989, Ruiz et al., 1987) e na goiabeira (Ferrari et al., 1997, Goes et al,

2004, Ruiz et al., 1991). Em condições de casa-de-vegetação, os fungicidas triadimenol, triforine e oxicarboxin controlaram a doença nas folhas opostas e superiores àquelas que receberam a calda fungicida (Ruiz et al., 1991). Em mudas de eucalipto, os fungicidas triadimenol, triforine e oxicarboxin controlaram a doença nas folhas próximas daquelas que receberam os fungicidas (Ruiz e Alfenas, 1989). Esses autores confirmaram que houve absorção pelas folhas das plantas pulverizadas e translocação dos fungicidas para àquelas que não receberam a calda fungicida.

O controle da ferrugem-da-goiabeira é feito principalmente com a pulverização de fungicidas protetores e/ou sistêmicos. Existe, no entanto, dificuldades no controle da doença, quando as operações de poda do pomar de goiabeiras são executadas de forma contínua. Pomares com essas características necessitam constantemente de pulverizações, uma vez que a planta emite periodicamente brotações novas. Nesse caso, a translocação dos fungicidas sistêmicos das folhas para os frutos jovens é uma desejável. Além disso, em pomares onde se pratica a proteção de frutos com sacos de papel, a translocação de fungicidas sistêmicos das folhas para frutos pode controlar a ferrugem em frutos anteriormente infectados.

Não existem informações que comprovem a translocação de fungicidas sistêmicos para frutos jovens de goiaba, principais alvos da infecção por *P. psidii*. Portanto, avaliou-se, em condições de campo e casa-de-vegetação, a eficiência de fungicidas aplicados nas folhas no controle da ferrugem em frutos jovens da goiabeira.

MATERIAL E MÉTODOS

Conduziram-se dois experimentos: em pomar comercial de goiabeiras, variedade Paluma, situado no distrito de Praça João Pessoa, município de São Francisco do Itabapoana, RJ e em casa-de-vegetação, situada na UENF, com plantas da mesma variedade, de 1,5 ano de idade, cultivadas em vasos de 11 L de solo.

1- Coleta, armazenamento e viabilidade do inóculo

De botões e frutos de goiabeira, variedade Paluma, coletaram-se uredíniosporos, os quais foram armazenados em tubos Eppendorf® abertos, colocados no interior de potes de vidro de fechamento hermético, contendo solução saturada salina de CaCl_2 sob 4°C (Suzuki e Silveira, 2003). Avaliou-se a viabilidade dos esporos utilizando-se uma suspensão de uredíniosporos preparada em água destilada contendo 0,05% (v/v) de Tween 80%. Semearam-se 300 μL da suspensão em meio de ágar, incubando-se em BOD e no escuro, a 20°C , por 48 h, (Ruiz et al, 1989a). Após a contagem dos uredíniosporos em câmara de Neubauer, ajustou-se a concentração da suspensão de inóculo para 2×10^4 esporos/mL (Ruiz et al, 1991).

2- Pulverização dos fungicidas e avaliação dos resultados

O experimento de campo (09/2002) foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com oito tratamentos (azoxystrobin (100 mg/L), cyproconazole (150 mg/L), epoxiconazole (150 mg/L), oxycarboxyn (930 mg/L), pyraclostrobin (100 mg/L), tebuconazole (150 mg/L), triadimenol (310 mg/L) e testemunha) e quatro repetições. Cada unidade experimental continha uma planta adulta. Em cada planta, marcaram-se de 90 a 100 frutos, com aproximadamente 1cm de diâmetro, os quais foram envoltos em saco plástico. Pulverizaram-se 3 L da calda fungicida/ planta pela manhã com pulverizador manual Trapp, com pressão variando de 150 a 180 libras.

O experimento em casa-de-vegetação (10/2002) foi conduzido em DIC, com oito tratamentos (azoxystrobin (100 mg/L), cyproconazole (150 mg/L), epoxiconazole (150 mg/L), oxycarboxyn (930 mg/L), pyraclostrobin (100 mg/L), tebuconazole (150 mg/L), triadimenol (310 mg/L) e testemunha) e quatro repetições. Cada parcela foi composta por quatro plantas em plena frutificação, com frutos de aproximadamente 1 cm de diâmetro. Protegeram-se todos os frutos com sacos plásticos e pulverizaram-se com 200 mL da calda fungicida/ planta durante à tarde com pulverizador manual (Guarani®).

Após 7 e 24 h da pulverização no experimento de campo e em casa-de-vegetação, respectivamente, retiraram-se os sacos plásticos dos frutos e inocularam-se com suspensão de 2×10^4 uredíniosporos/ mL (Ruiz et al, 1991).

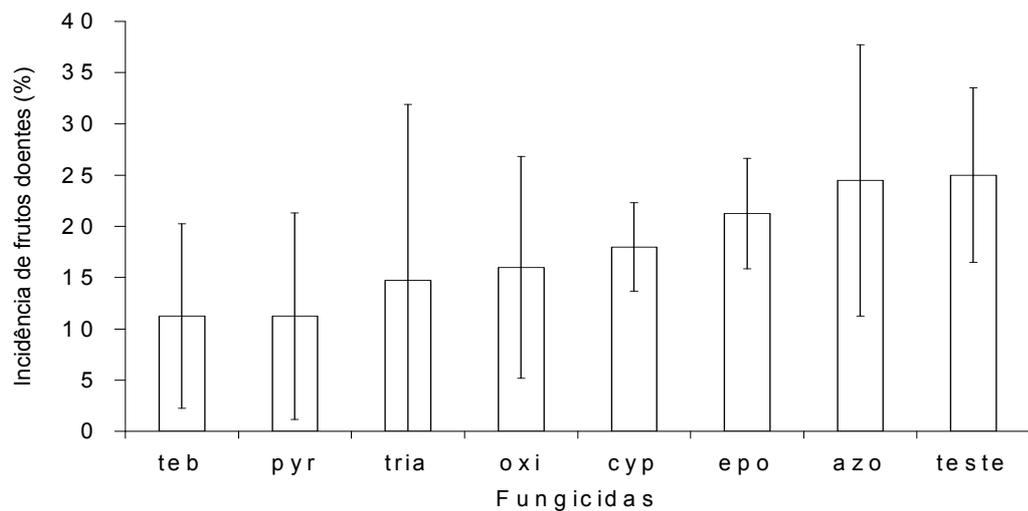
Avaliou-se, aos 7 dias, a incidência dos frutos com ferrugem. Efetuou-se análise de variância (ANOVA) e teste de média de Tukey da incidência de frutos com ferrugem, utilizando o programa SAEG 8.0 (Ribeiro Júnior, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa entre os tratamentos quanto à incidência de frutos jovens com ferrugem (Figura A). Assim, quando aplicado em folhas, nenhum fungicida sistêmico foi eficiente em controlar a doença nos frutos jovens. Em casa-de-vegetação, constatou-se que não houve controle da ferrugem nos frutos jovens quando todos os fungicidas foram aplicados sobre toda a planta. Isto foi comprovado pela ocorrência de pústulas de *P. psidii* na superfície dos frutos avaliados (Figura B). Não houve diferença estatística entre os tratamentos empregados quanto à incidência de frutos jovens com ferrugem, comprovando o ocorrido em condições de campo.

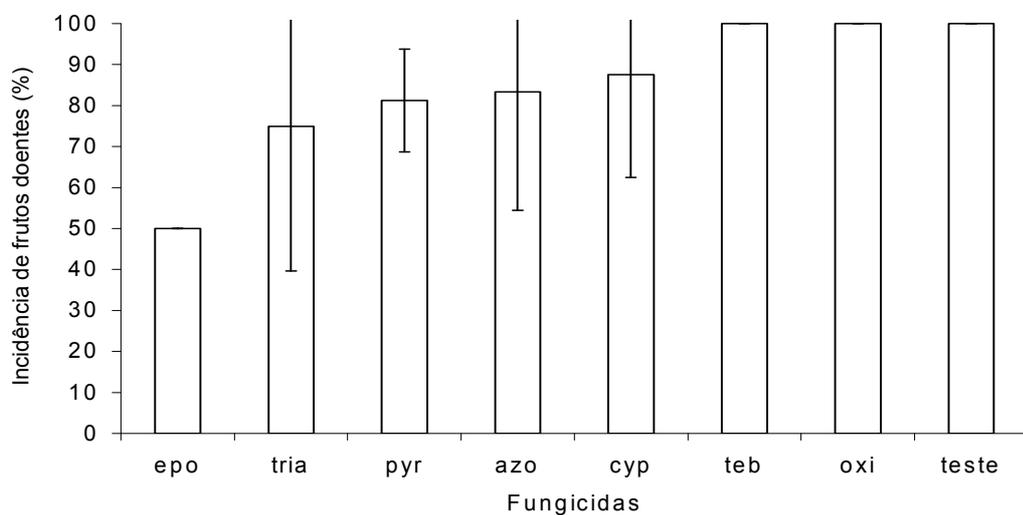
O efeito dos fungicidas sistêmicos pulverizados em toda a planta, provavelmente não inibiu a infecção do fungo nos frutos jovens da goiabeira. Caso tenha ocorrido a translocação dos fungicidas das folhas para os frutos, a concentração não foi efetiva e suficiente em inibir a infecção pela ferrugem.

A translocação de fungicidas sistêmicos já foi avaliada em folhas de mudas de goiabeiras da variedade Pirassununga, no controle da ferrugem (Ruiz, et al., 1991). Foi constatado que os fungicidas oxicarboxin (750 mg/L), triadimenol (375 mg/L e 750 mg/L) e triforine (280 mg/L) controlaram a doença no par de folhas superior àquelas pulverizadas. A ausência de soros também foi observada na folha oposta à pulverizada (Ruiz et al., 1991). Da mesma maneira e para os mesmos fungicidas utilizados em mudas de goiabeira, resposta semelhante foi obtida quando aplicados em mudas de eucalipto no controle da ferrugem causada por *P. psidii*. Houve total controle da doença no primeiro par de folhas superior ao pulverizado, ao passo que



CV. (%) = 30,12

B



C.V. (%) = 44,5

Figuras A e B. Incidência de frutos de goiaba com ferrugem (*P. psidii*), sob condições de campo (A) e casa-de-vegetação (B), após a pulverização dos fungicidas sistêmicos sobre as folhas para o controle da doença em frutos jovens da goiabeira, variedade Paluma. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% probabilidade do teste de Tukey. Legenda: teb – tebuconazole; pyr – pyraclostrobin; tria – triadimenol; oxi – oxicarboxin; cyp – cyproconazole; epo – epxiconazole; azo – azoxystrobin; teste – testemunha.

para a testemunha houve intensa esporulação do fungo (Ruiz e Alfenas, 1989). Trabalho similar foi realizado na cultura do cafeeiro com respostas significativas no controle de *Hemileia vastatrix* em folhas não pulverizadas adjacentes a que recebeu o fungicida triadimefon (Nunes, 1986).

A translocação dos fungicidas sistêmicos está associada ao movimento da seiva do xilema para as regiões de alta atividade transpiratória. Segundo Patrick, (1988), citado por Lichtner, (2000), órgãos reprodutivos como frutos apresentam baixa taxa de transpiração e estão conectados ao floema das plantas, os responsáveis quase exclusivamente pelo transporte de água e solutos para esses órgãos. Para a mobilidade via floema, os fungicidas devem ter acesso ao citoplasma da folha, e via simplasto e em concentração adequada, alcançar as regiões de dreno, como os frutos. Por outro lado, apenas substâncias de baixo peso molecular, como açúcares, amino ácidos, íons minerais e fitormônios atingem os órgãos de baixa taxa transpiratória (Lichtner, 2000).

Segundo Rocabado, (2003), foi constatada a presença de grande número de estômatos nos frutos da goiabeira (variedade Paluma), o que provavelmente possibilitaria haver fluxo transpiratório para esses órgãos. Nesse caso, se alguma conexão dos frutos com o xilema da planta existir, haveria alguma translocação dos fungicidas sistêmicos pulverizados nas folhas adjacentes para os frutos da planta a serem protegidos. No entanto, segundo os resultados aqui obtidos é pouco provável haver essa conexão e a dificuldade dos fungicidas em atingir o floema e translocarem-se para frutos de goiaba em quantidades suficientemente fungitóxicas ao fungo.

Nos experimentos de campo e casa-de-vegetação, inocularam-se os frutos após 7 e 24 h da pulverização, respectivamente. De acordo com Ruiz et al. (1991), em mudas de goiabeira cultivadas em casa-de-vegetação, períodos de 5 a 8 horas após a pulverização dos fungicidas nas folhas foram suficientes para haver translocação para as folhas adjacentes e impedir assim, a infecção da ferrugem. Nestes trabalhos, o tempo entre a pulverização dos fungicidas e inoculação dos frutos jovens com a suspensão de uredíniosporos da ferrugem, de no mínimo sete horas, foi considerado suficiente para que os fungicidas

translocassem das folhas para os frutos jovens da goiabeira, e mesmo assim, não houve inibição da infecção do fungo nos tecidos do hospedeiro.

Neste trabalho há de se considerar que a pulverização dos fungicidas deve ser feita com maior tecnologia, visando os frutos da planta. A qualidade das pulverizações é de fundamental importância para o controle da ferrugem em condições de campo.

CONCLUSÕES

Concluiu-se nestes experimentos que:

(i) Nenhum dos fungicidas sistêmicos testados no trabalho quando aplicado nas folhas foi eficiente em controlar a ferrugem em frutos jovens; (ii) Todos os frutos da goiabeira devem ser atingidos durante a pulverização dos fungicidas;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alfenas, A. C., Maffia, L. A., Macabeu, A. J., Sartório, R. C. (1993) Eficiência de triadimenol, oxicarboxin e diniconazole para o controle da ferrugem (*Puccinia psidii*) em brotações de *Eucalyptus cloeziana*, em condições de campo. *Revista Árvore* 17: 247 – 263.
- Coutinho, T. A., Wingfield, M. J., Alfenas, A. C., Crous, P. W. (1998) Eucalyptus rust: a disease with the potential for serious international implications. *Plant Disease* 82: 819 - 925.
- Demuner, N. L., Alfenas, A. C. (1991) Fungicidas sistêmicos para o controle da ferrugem, causada por *Puccinia psidii* em *Eucalyptus cloeziana*. *Fitopatologia Brasileira* 16: 174 – 177.
- Ferrari, J. T., Nogueira, E. M. de C., Santos, A. J. T. dos (1997) Control of rust (*Puccinia psidii*) in guava (*Psidium guajava*). *Acta Horticulturae* 452: 55 – 57.
- Ferreira, F. A. (1989) Ferrugem do Eucalipto. *Patologia Florestal*. Viçosa. p. 129-152.

- Ferreira, F. A. (1983) Ferrugem do eucalipto. *Revista Árvore* 7: 91-109.
- Goes, A. de, Martins, R. D., Reis, R. F. dos (2004) Efeito de fungicidas cúpricos, aplicados isoladamente ou em combinação com mancozeb, na expressão de sintomas de fitotoxicidade e controle da ferrugem causada por *Puccinia psidii* em goiabeira. *Revista Brasileira de Fruticultura* 26: 237 – 240.
- Lichtner, F. (2000) Phloem mobility of crop protection products. *Australian Journal Plant Physiology* 27: 609-614.
- Marlatt, R. B., Kimbrough, J. W. (1979) *Puccinia psidii* on pimenta dióica in south Florida. *Plant Disease Reporter* 63: 510-512.
- Nunes, A. M. L. (1986) Tempo de absorção, efeito protetor, curativo e de translocação de fungicidas no controle da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk, et Br.). Tese (Mestrado). Viçosa, MG. UFV, 91 p.
- Ribeiro Júnior, J. I. (2001) Análises estatísticas no SAEG. Viçosa, UFV, 301 p.
- Rocabado, J. M. A. (2003) Epidemiologia e Patogênese da ferrugem-da-goiabeira, causada por *Puccinia psidii*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Campos, RJ. Universidade Estadual Darcy Ribeiro, 119 p.
- Rocabado, J. M. A. (1998) Progresso da ferrugem-da-goiabeira, causada por *Puccinia psidii*, em São Francisco do Itabapoana, RJ. Tese (Mestrado em Produção Vegetal). Campos, RJ. Universidade Estadual Darcy Ribeiro, 39 p.
- Ruiz, R. A., Alfenas, A. C., Demuner, N. L. (1991) Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem (*Puccinia psidii*) em goiabeira (*Psidium guajava*). *Summa Phytopathologica* 17: 147-153.
- Ruiz, R. A., Alfenas, A. C. (1989) Absorção e translocação de fungicidas sistêmicos em *Eucalyptus grandis* para o controle da ferrugem do eucalipto, causada por *Puccinia psidii*. *Fitopatologia Brasileira* 14: 47-50.
- Ruiz, R. A., Alfenas, A. C., Ferreira, F. A., Vale, F. X. (1989a) Influência da temperatura, do tempo de molhamento foliar, fotoperíodo e da intensidade de luz sobre a infecção de *Puccinia psidii* em eucalipto. *Fitopatologia Brasileira* 14: 55-61.
- Ruiz, R. A. R., Alfenas, A. C., Ferreira, F. A., Zambolim, L. (1987) Fungicidas protetores e sistêmicos para o controle da ferrugem do eucalipto, causada por *Puccinia psidii*. *Revista Árvore* 11: 56 – 65.

Suzuki, M. S., Silveira, S. F. (2003) Germinação in vitro de uredíniosporos de *Puccinia psidii* armazenados sob diferentes combinações de umidade relativa e temperatura. *Summa Phytopathologica* 29: 188 – 192.

3.2 CONTROLE QUÍMICO DA FERRUGEM (*Puccinia psidii*) EM CONDIÇÕES DE CAMPO, NA REGIÃO NORTE DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

RESUMO

Puccinia psidii é a principal doença da goiabeira no Norte Fluminense. A pulverização de fungicidas é a principal medida utilizada no controle da doença. Objetivou-se avaliar a eficiência de fungicidas sistêmicos e protetores (mancozeb) no controle da ferrugem em condições de campo. Em 2003, azoxystrobin (100 mg/L), cyproconazole (150 mg/L), mancozeb (1600 mg/L), pyraclostrobin (100 mg/L), tebuconazole (150 mg/L) e triadimenol (310 mg/L) e água (testemunha) foram aplicados a 3 L de calda/planta, a intervalos quinzenais, intercalados semanalmente com oxiclóreto de cobre (2400 mg/L). As pulverizações iniciaram-se quando 47% em média de botões estavam com ferrugem. Triadimenol foi o tratamento mais produtivo, com produção média (81,34 kg/planta) e menor incidência final de frutos doentes (12%), mas não diferiu estatisticamente de azoxystrobin quanto à área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), taxa de progresso, incidência máxima e final de frutos doentes. Na testemunha ocorreu maior incidência final de frutos doentes (84%) e produção média baixa (10,25 kg de frutos/planta e 61 frutos/planta).

Tebuconazole, nas condições avaliadas, não foi eficiente no controle da ferrugem no primeiro ensaio. Em 2003-2004, empregou-se azoxystrobin (100 mg/L), mancozeb (1600 mg/L) tebuconazole (150 mg/L), triadimenol (310 mg/L) e água (testemunha), no controle da doença. Iniciou-se o controle com pulverização de oxiclreto de cobre (2400 mg/L) quando em média 7% de botões doentes foram detectados nas parcelas. Os fungicidas sistêmicos e mancozeb foram aplicados em intervalos quinzenais, com 2 L da calda fungicida/planta, aos 9 dias após a segunda pulverização com oxiclreto de cobre. Triadimenol foi o tratamento que mais produziu, embora não diferiu estatisticamente de tebuconazole quanto à incidência final de botões doentes, AACPD, incidência máxima e final de frutos doentes e taxa de progresso. Na testemunha, houve baixa produção (17 frutos/planta) e incidência máxima de frutos doentes de 89%, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos. As pulverizações com os fungicidas sistêmicos e protetores (mancozeb) foram necessárias para se obter produção comercial de goiaba nas condições do ensaio.

Palavras-chaves: fungicidas, goiabeira, tebuconazole, triadimenol

ABSTRACT

CHEMICAL CONTROL OF THE RUST (*Puccinia psidii*), IN THE NORTH REGION OF THE RIO DE JANEIRO STATE

Puccinia psidii is the main disease of guava crop in the North Fluminense region. Chemical control is the main strategy for disease control. This work had as objective to evaluate the systemic fungicides and mancozeb efficiency in the guava rust control at field conditions. In 2003, azoxystrobin (100 mg/L), cyproconazole (150 mg/L), mancozeb (1600 mg/L), pyraclostrobin (100 mg/L), tebuconazole (150 mg/L), triadimenol (310 mg/L) and control (water) were applied at 3 L/plant, in 15 days intervals, intercalated weekly with copper oxchloride (2400 mg/L). The sprayings started when 47%, of flower buds

showed rust signals. Triadimenol was the best fungicide with the higher average production/plant (81,34 Kg) and lower incidence of disease (12%), but it did not differ statistically from azoxystrobin for area under the progress of disease (AUCPD), progress rate, maximum and final incidence of fruits disease. Control plants showed higher incidence of the disease (84%) and lower production (61 fruits/plant) and average weight of fruits/plant (10,25 kg). Tebuconazole, did not controlled guava rust in first experiment. In a second experiment, during 2003 to 2004, azoxystrobin (100 mg/L), mancozeb (1600 mg/L) tebuconazole (150 mg/L), triadimenol (310 mg/L) and control (water) were evaluated. Copper oxchloride (2400 mg/L) spraying were initiated when 7% of diseased flower bud averages were detected in the plots. Systemic fungicides and mancozeb were applied with 2 L/plant, in 15 days intervals, at nine days after the second spraying with copper oxchloride. Triadimenol was the best treatment, however it did not statistically differ from tebuconazole in regard the final incidence of fruits disease, AUCPD, maximum and final incidence of fruits, rate of progress of the incidence of fruits. Azoxystrobin and mancozeb were inferior to triadimenol and tebuconazole in the disease control. Control plants showed low production (17 fruits/plant) and maximum incidence of fruits disease of 89%, statistically differing from the fungicides. Triadimenol showed eradicating effect on fruit disease. Triadimenol and tebuconazole sprayings were necessary in order to get commercial guava production averages.

Key words: fungicides, guava, tebuconazole, triadimenol.

INTRODUÇÃO

A cultura da goiaba (*Psidium guajava* L.) tem grande potencial econômico no cenário da fruticultura tropical. A planta é cultivada em vários estados do Brasil e gera renda e oportunidade de trabalho nas zonas rurais. Além de gerar divisas para os agricultores, tanto pelo mercado *in natura* como pela indústria de processamento de polpa, a goiabeira apresenta propriedades terapêuticas no combate ao câncer de próstata e a arteriosclerose (Neto et al., 2003). O fruto é de grande aceitação pelo seu paladar agradável e pelo alto teor em vitamina C (Medina, 1991), vitamina A, tiamina, fósforo e ferro (Castro e Sigrist, 1991).

A produção de goiabas no Brasil ainda é insignificante comparada a outras frutíferas. Segundo o IBGE (2003), nesse ano a cultura da goiaba ocupou 17.776 ha plantados, com produtividade média de 18,7 t./ha. Ainda assim, a produtividade média dos pomares no Brasil é menor que a de regiões mais tecnificadas do estado de São Paulo, cujos rendimentos podem atingir até 50 t./ha (Rocha e Bemelmans, 2005).

Em 2004, o Estado do Rio de Janeiro ocupou o quinto lugar quanto à produção no Brasil, com produtividade média de 17,5 t./ha (Francisco et al., 2005). Em 2003, no Norte e Noroeste Fluminense havia 193 ha plantados com goiabeiras e a produção foi de 3391 t. (IBGE, 2003). Apesar da expressiva expansão da cultura de 1998 a 2002, no Norte e Noroeste Fluminense (Brandão, 2004), a produtividade ainda é baixa e está aquém da obtida em outras regiões. Esse fato somado a reduzida área cultivada, faz com que a goiaba produzida na região seja insuficiente para abastecer a indústria local de doces, o que obriga os empresários regionais a comprarem goiabas de outros Estados (Lopes Riscado - Doces Nolasco, comunicação pessoal). Além disso, a qualidade obtida para a venda de fruta *in natura* é, com frequência, insatisfatória. Pouco da quantidade produzida na região destina-se ao consumo de mesa, e a maior parte da produção destina-se a matéria-prima de pequenas fábricas artesanais de doces, especialmente situadas no município de São João da Barra. Dentre os fatores que contribuem para essa baixa

competitividade da goiaba produzida no Norte Fluminense, destacam-se os problemas fitossanitários.

No Norte Fluminense, a goiabeira está sujeita à ferrugem, causada por *Puccinia psidii* Winter (Rocabado, 2003, 1998, Silveira et al., 1997). O fungo incide em plantas da família Myrtaceae e já foi relatado em vários gêneros, como o eucalipto (*Eucalyptus spp*), a jaboticabeira (*Myrciaria cauliflora* Berg.), o jameiro (*Syzygium jambos* L.), a goiabeira (*Psidium guajava* L.) e outros (Ferreira, 1983, Alfenas et al., 1989, Coutinho et al., 1998). Na goiabeira, a ferrugem incide em folhas novas e hastes herbáceas de brotações, em botões, flores e frutos novos. Os sinais típicos da doença é a esporulação amarelada, que corresponde aos soros urediniais do fungo (Piccinin e Pascholati, 1997). A infecção em flores e frutos resulta em abortamento, queda, mumificação, lesões necróticas e deformações.

A ferrugem no Norte Fluminense causa perdas, seja pela redução de produtividade ou qualidade dos frutos (Rocabado 2003, 1998, Silveira et al., 1997). Em épocas de grande incidência da doença e na ausência de controle, a produção pode se reduzir em até 100%, principalmente em pomares cultivados com a variedade Paluma (Rocabado, 1998). Mesmo com a redução significativa da produção causada pelo fungo, pouco se tem pesquisado sobre o controle da ferrugem no Brasil. Não existem variedades comerciais resistentes (Vasconcelos et al., 1998). Épocas de escape para a produção da fruta podem ser inseridas no manejo, com base em estudos epidemiológicos regionais (Rocabado 2003, 1998). No entanto, a principal forma de controle da doença é a pulverização de fungicidas protetores e/ou sistêmicos.

Há poucos trabalhos sobre o controle químico de *P. psidii* em pomares de goiabeiras. O emprego de fungicidas foi avaliado no controle da doença em folhas de mudas de goiabeira cultivadas em casa-de-vegetação (Ruiz et al., 1991) e raras vezes em experimentos de campo (Ferrari et al., 1997, Goes et al., 2004). Porém, a pesquisa sobre o uso de fungicidas no controle da doença no campo tem sido limitada a fungicidas protetores, à base de cobre e mancozeb. Ferrari et al. (1997) empregaram chlorothalonil, mancozeb e oxiclreto de cobre e concluíram que todos os fungicidas foram estatisticamente iguais entre si no controle do fungo, sendo chlorothalonil o

mais efetivo no controle da doença em frutos. Por outro lado, Goes et al. (2004) em experimento de campo, constataram que os fungicidas protetores, oxiclóreto de cobre, hidróxido de cobre e óxido cuproso, foram iguais ao padrão tebuconazole no controle de *P. psidii*. Os autores concluíram que oxiclóreto de cobre, hidróxido de cobre, óxido cuproso, isoladamente ou associados a mancozeb controlaram a ferrugem. Entretanto, mancozeb quando aplicado isoladamente não apresentou diferença significativa com a testemunha na incidência de frutos com ferrugem (Goes et al., 2004).

Sob condições controladas de inoculação e incubação, demonstrou-se a eficiência dos fungicidas sistêmicos e protetores, como triadimenol, chlorothalonil, mancozeb, oxiclóreto de cobre, oxycarboxin e triforine no controle da ferrugem em folhas de mudas de goiabeira. Também já se demonstrou a translocação foliar ascendente e lateral dos fungicidas sistêmicos triforine, triadimenol e oxycarboxin em brotações de mudas de goiabeira (Ruiz et al., 1991). Tanto os fungicidas protetores quanto os sistêmicos tiveram efeito protetor de até 10 dias em folhas da goiabeira. Quando se considerou o efeito curativo dos fungicidas sistêmicos, triadimenol a 0,75 g/L foi o mais eficiente no controle da doença em mudas (Ruiz et al., 1991). Os mesmos fungicidas foram também empregados no controle da ferrugem na cultura do eucalipto (Demuner e Alfenas, 1991, Ruiz e Alfenas, 1989, Ruiz et al., 1987). Ao se avaliarem os fungicidas oxycarboxin, diniconazole, triadimenol pó molhável (PM) e granulado, sob condições controladas, triadimenol PM (400 e 800 mg/L) protegeu as brotações de mudas de eucalipto por até 28 dias antes da inoculação com uredíniosporos do patógeno (Demuner e Alfenas, 1991). Ao se determinarem a absorção e translocação dos fungicidas sistêmicos triadimenol, triforine e oxycarboxin em folhas de *Eucalyptus grandis*., constatou-se que triadimenol e triforine foram absorvidos pela superfície foliar dentro de 30 min e que a translocação dos fungicidas nas folhas da planta foi eficiente no controle de *P. psidii* (Ruiz e Alfenas, 1989).

Entretanto, não existem informações suficientes para se recomendar o controle químico da ferrugem em condições de campo, utilizando fungicidas sistêmicos, no Brasil e no mundo. Assim, objetivou-se avaliar em condições de campo a eficiência de fungicidas sistêmicos (triazóis e estrobilurinas) e protetor

(mancozeb) no controle da ferrugem em pomares de goiabeiras, na variedade Paluma, sob condições naturais de infecção de *P. psidii*.

MATERIAL E MÉTODOS

Eficiência dos fungicidas sistêmicos e protetor (mancozeb) no controle da ferrugem em condições de campo

Conduziram-se dois experimentos em lavoura de produtor de goiaba, situada no distrito de Praça João Pessoa, município de São Francisco do Itabapoana – RJ. A área experimental constou de goiabeiras adultas (variedade Paluma) produtivas, cultivadas em espaçamento de 7 x 6 m. As plantas receberam todos os tratos culturais pertinentes à cultura da goiaba, como poda, adubação, irrigação, capina e controle de pragas. A poda foi realizada um mês após a colheita e o controle de pragas (psilídeos e gorgulho-da-goiabeira) foi realizado mediante aplicações de inseticidas. Os fungicidas testados com suas respectivas dosagens encontram-se no Quadro 1.

No primeiro experimento, conduzido de abril a outubro de 2003, os fungicidas foram pulverizados em intervalos quinzenais, intercalados (semanalmente) com oxiclreto de cobre (2400 mg/L), exceto na testemunha em que se pulverizou água. Um volume de 3 L da calda fungicida/planta foi aplicado com um pulverizador estacionário, alimentado por força tratorizada, sob pressão de 6 Bar, pela manhã até o ponto de escorrimento. As pulverizações se estenderam até o final do período suscetível dos frutos, quando estes se encontravam com cerca de 4 cm de diâmetro. Empregou-se o delineamento em blocos casualizados, com 7 tratamentos (6 fungicidas e testemunha) e cinco repetições, e cada parcela constituída de uma planta. Avaliou-se semanalmente a incidência de botões e frutos com ferrugem, até 70 dias após a emissão dos botões.

No segundo experimento, realizado de setembro de 2003 a maio de 2004, empregaram-se os fungicidas considerados mais promissores no primeiro experimento (Quadro 1)

Quadro 1. Fungicidas empregados para o controle de *P. psidii* em goiabeira, variedade Paluma, sob condições de campo no distrito de Praça João Pessoa, município de São Francisco do Itabapoana-RJ, em dois experimentos conduzidos em 2003 (experimento 1) e 2003 – 2004 (experimento 2)

	Fungicida	Grupo químico	Característica	Dose i.a (mg/L)
Experimento 1	Azoxystrobin	Estrobilurina	Sistêmico	100
	Cyproconazole	Triazol	Sistêmico	150
	Mancozeb	Ditiocarbamato	Protetor	1600
	Pyraclostrobin	Estrobilurina	Sistêmico	100
	Tebuconazole	Triazol	Sistêmico	150
	Triadimenol	Triazol	Sistêmico	310
Experimento 2	Azoxystrobin	Estrobilurina	Sistêmico	100
	Mancozeb	Ditiocarbamato	Protetor	1600
	Tebuconazole	Triazol	Sistêmico	150
	Triadimenol	Triazol	Sistêmico	310

Efetuaram-se pulverizações iniciais com oxicleto de cobre a 2400 mg/L, em todas as parcelas, exceto naquelas da testemunha, quando se verificou incidência média de 7% de botões com ferrugem. As pulverizações estenderam-se até verificar aproximadamente 10% de incidência nos botões e frutos (média de todas as parcelas). A partir de então, iniciaram-se as aplicações dos fungicidas em teste (Quadro 1), a intervalos quinzenais. Utilizou-se um atomizador costal motorizado Guarani[®] (ULV-Super 73 c.c., motor 2T, tanque de 18 L) e bicos cones cheios de 1,5 L/min de vazão, o que possibilitou aplicar 2 L de calda fungicida em cada planta. As pulverizações sempre ocorreram na parte da manhã, até o ponto de escorrimento.

Empregou-se o delineamento em blocos casualizados, com cinco tratamentos e cinco repetições, sendo cada parcela constituída de uma planta. Avaliou-se a incidência de botões e frutos com ferrugem em intervalos de 15

dias. No final do ciclo da cultura, em ambos os experimentos, avaliou-se a produção (número e peso dos frutos/ planta).

Análise de custos

Os custos médios por hectare da condução por uma safra da goiabeira, variedade Paluma, cultivadas em espaçamento 7 x 6 m, os quais contabilizaram as operações mecanizadas e manuais, insumos etc, bem como os custos de administração do negócio, foram obtidos do Agriannual (2005). O preço de mercado dos fungicidas foram referentes ao mês de outubro de 2004, praticados pelas principais regiões consumidoras do estado de São Paulo (Aenda, 2004). O preço médio de goiaba no Brasil, praticado no ano de 2004, foi estimado em R\$ 0,62/ Kg (Agriannual, 2005). Para o cálculo do custo total, contabilizaram-se todas as operações realizadas na cultura de forma geral, exceto o gasto com fungicidas. Para obter o rendimento líquido, utilizou-se o valor do rendimento bruto (produção em Kg multiplicada pelo valor (R\$) do Kg da fruta) e extraiu-se o custo dos fungicidas, o custo total da condução da cultura e mais o custo de R\$ 45,69.ha⁻¹, equivalente às duas pulverizações iniciais com oxiclreto de cobre.

Análise estatística

Com os dados da incidência de botões e frutos com ferrugem, testou-se o ajuste dos modelos lineares de progresso da doença: monomolecular, gompertz, exponencial e logístico (Campbell e Madden, 1990). Além dos dados de produção (peso e número de frutos/ planta), obtiveram-se as variáveis taxa de progresso da incidência de frutos com ferrugem ("r"), área abaixo da curva de progresso da ferrugem em frutos (AACPD), incidência máxima e final de frutos com ferrugem. Efetuou-se análise de variância de todas as variáveis e, quando pertinente, compararam-se as médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SAEG 8.0 (Ribeiro Júnior, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento 1, a epidemia da ferrugem-da-goiabeira iniciou logo após o início da brotação da planta quando os primeiros botões surgiram. Estimou-se uma incidência média de 47% de botões doentes no talhão, antes de serem iniciadas as pulverizações (Figura 1). Observou-se pelas curvas de progresso obtidas que os fungicidas sistêmicos reduziram o progresso da doença a partir do 21^o. dia após a 1^a. avaliação (Figura 1). Ao se avaliar a incidência de botões doentes, aos 7 e 14 dias do início das avaliações, não foi possível constatar diferença significativa entre os tratamentos. Verificou-se que mesmo sob condições iniciais de alta incidência de botões doentes, os fungicidas pulverizados sobre esses órgãos foram promissores no controle da doença (Figura 1). O nível inicial de botões doentes não foi limitante para discriminar os fungicidas mais eficazes no controle de *P. psidii*. Tebuconazole foi o fungicida menos eficiente na fase inicial da epidemia, no experimento 1 (Figura 1). Isto pode ser explicado pelo fato das parcelas pulverizadas com tebuconazole já apresentarem, desde o início, os maiores percentuais de botões doentes. Ademais, como observado durante as avaliações, tebuconazole não erradicou as pústulas do fungo, como verificado para triadimenol.

Sob condições de alta incidência de botões doentes, mancozeb não foi eficiente em controlar a doença, já estabelecida, quando houve atraso na pulverização. Ferrari et al. (1997), obtiveram resultados no controle da doença utilizando aplicações quinzenais preventivas de mancozeb em situações de campo. Goes et al. (2004), também confirmaram a eficiência de mancozeb no controle de *P. psidii* na variedade Paluma, sob condições de campo, com pulverizações semanais. Mancozeb também ofereceu proteção total em folhas da goiabeira, sob condições controladas, quando aplicado 10 dias antes da infecção do fungo (Ruiz et al., 1991).

No segundo experimento, mancozeb foi eficiente quando pulverizado preventivamente em botões, não diferindo estatisticamente de triadimenol, tebuconazole e azoxystrobin, até aos 24 dias após o início das avaliações (Figura 2). Esses resultados corroboraram àqueles apresentados por Ferrari

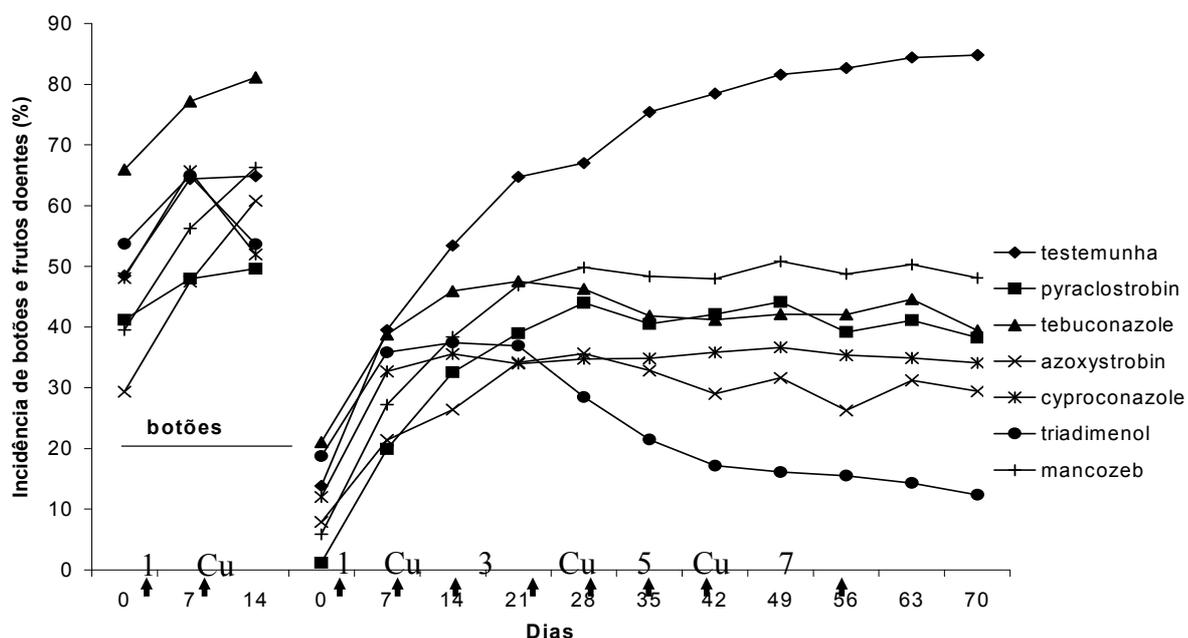


Figura 1. Progresso da ferrugem (*P. psidii*) em botões e frutos de goiaba (variedade Paluma) em experimento de campo (ano 2003), no distrito de Praça João Pessoa, município de São Francisco do Itabapoana-RJ. Efetuaram-se pulverizações de azoxystrobin (100 mg/L), cyproconazole (150 mg/L), mancozeb (1600 mg/L), pyraclostrobin (100 mg/L), tebuconazole (150 mg/L), triadimenol (310 mg/L), intercalados com oxiclreto de cobre (2400 mg/L). As setas da abscissa numeradas em 1, 3, 5, 7 e 8 correspondem às pulverizações com os fungicidas sistêmicos e mancozeb, respectivamente aos 2, 16, 30, 43 e 58 dias do início do período experimental (1ª. avaliação de campo). A sigla Cu representa as pulverizações com oxiclreto de cobre aos 9, 23 e 37 dias, respectivamente, a partir da 1ª avaliação de campo.

et al. (1997), em que as pulverizações com mancozeb realizadas a cada quinze dias preventivamente controlaram a doença no campo. Mesmo assim, mancozeb foi menos eficiente que os outros fungicidas. Os dados de incidência máxima e final da doença ainda revelaram que o tratamento mancozeb, empregado como estritamente protetor, apresentou considerável nível de doença, mesmo sendo aplicado sob alta e baixa quantidade de doença (Quadro 2).

Observou-se para triadimenol redução na incidência de frutos doentes a partir do 21º dia após o início das avaliações de campo. Os demais tratamentos apresentaram incidências crescentes ou estáveis nas mesmas condições (Figura 1). A tendência de declínio da curva de progresso da doença para o tratamento triadimenol, tanto no primeiro experimento quanto no segundo (Figura 2) foi relacionado à queda de frutos doentes (dados não apresentados). Além da maior permanência de frutos sadios na goiabeira quando da aplicação do fungicida triadimenol, notou-se também que o mesmo erradicou e possibilitou a cicatrização de pequenas pústulas. Frutos com lesões cicatrizadas foram considerados sadios, o que de certa forma diminuiu a incidência de frutos doentes na planta.

No segundo experimento, a epidemia da ferrugem alcançou em média 7% dos botões doentes da planta quando foram iniciadas pulverizações. Constatou-se que os fungicidas pulverizados foram eficientes em conter o progresso da doença em condições de campo e que as condições ambientais foram igualmente favoráveis à epidemia, como constatado nas parcelas testemunhas (Figura 2). À exceção de mancozeb, os fungicidas aplicados no início da epidemia (incidência de botões com ferrugem) resultaram em curvas de progresso da doença menos acentuadas (Figura 2).

Diferente do ocorrido no experimento 1, o fungicida tebuconazole foi eficiente em controlar a doença quando a incidência inicial de botões doentes foi baixa (7% do talhão). Tebuconazole apresentou taxa de progresso da doença positiva para as condições do experimento 2. Entretanto, teve menos doença que azoxystrobin, mancozeb e testemunha (Figura 2).

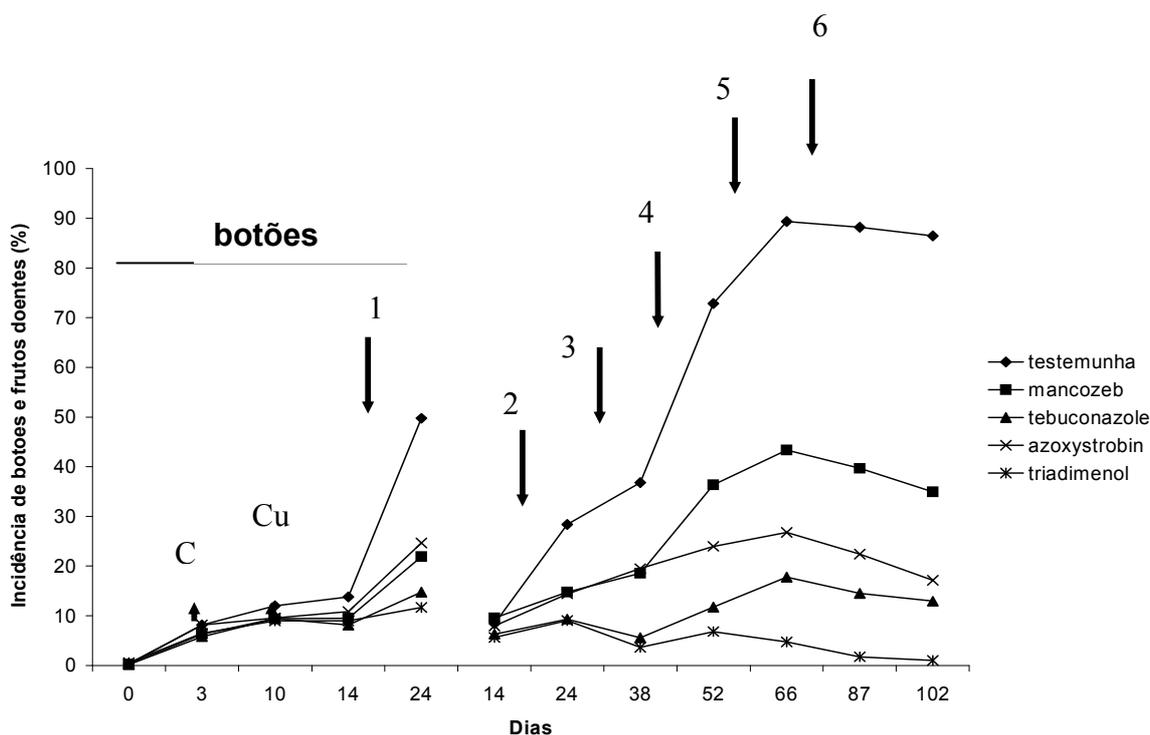


Figura 2. Progresso da ferrugem (*P. psidii*) em botões e frutos de goiaba (variedade Paluma) em experimento de campo (ano 2003-2004), no distrito de Praça João Pessoa, município de São Francisco do Itabapoana-RJ. Pulverizou-se inicialmente com oxiclreto de cobre (2400 mg/L) e posteriormente com azoxystrobin (100 mg/L), mancozeb (1600 mg/L), tebuconazole (150 mg/L), triadimenol (310 mg/L). A sigla Cu indica pulverizações com oxiclreto de cobre (2400 mg/L) aos 3 e 10 dias, após o início das avaliações de campo, exceto na testemunha (pulverizada com água). A seta 1 representa a pulverização dos fungicidas nos botões, aos 19 dias. As setas 2, 3, 4, 5 e 6 representam as pulverizações dos fungicidas durante a frutificação, a intervalos de aproximadamente 15 dias, aplicados respectivamente aos 19, 28, 43, 57 e 72 dias, após a 1ª avaliação de campo.

Os fungicidas sistêmicos e mancozeb exerceram significativo controle da doença em condições de campo quando comparado com a testemunha pulverizada somente com água, no experimento 2. As pulverizações preventivas com fungicidas sistêmicos ou mancozeb durante o ciclo da goiabeira protegeram botões e frutos e, impediram o surgimento de novas pústulas.

Oxicloreto de cobre também ofereceu alguma proteção aos botões, quando pulverizado a intervalo de quinze dias, intercalado com os fungicidas sistêmicos e mancozeb (Figura 1). Já no segundo experimento, as duas aplicações de oxicloreto de cobre a 2400 mg/L, foram praticamente suficientes para estabilizar por até 14 dias a epidemia no campo (Figura 2). Esses resultados corroboram aos apresentados por Goes et al. (2004), onde oxicloreto de cobre controlou a ferrugem em pomar de goiaba plantado com a mesma variedade utilizada por nós.

A eficiência comprovada do oxicloreto de cobre no controle da ferrugem da goiabeira e do eucalipto (Ferrari et al., 1997, Goes et al., 2004, Ruiz et al., 1991, Ruiz et al., 1987), sugere que o mesmo pode ser empregado em aplicações intercaladas semanalmente com fungicidas sistêmicos no controle de *P. psidii* na cultura da goiabeira e, principalmente em pulverizações nos estádios iniciais da frutificação, após a formação dos primeiros botões ou do aparecimento das primeiras pústulas em botões sob condições favoráveis à doença. Ademais, oxicloreto de cobre pode ser utilizado em sistema de rodízio ou em mistura com fungicidas sistêmicos visando a redução do risco de surgimento de resistência aos fungicidas sistêmicos. Todavia, fungicidas cúpricos, em geral, não podem ser pulverizados quando os frutos de goiaba atingem 2 ou mais centímetros de diâmetro, pois nesta fase são fitotóxicos, imprimindo na casca manchas escurecidas (informação, Prof. Silvaldo Felipe da Silveira).

Nos dois experimentos, não se observaram sintomas de fitotoxidez por cobre, pois o oxicloreto de cobre foi pulverizado somente em fases nas quais os frutos apresentavam-se próximos de 2 cm. Esses resultados corroboram aos de Goes et al. (2004), em que frutos com diâmetro de 2,5 a 3,5 cm foram

sensíveis ao cobre. Assim sendo, justifica-se ainda mais o uso de outros fungicidas protetores ou sistêmicos, particularmente nos estádios em que os frutos tornam-se sensíveis à pulverização com fungicidas a base de cobre.

Azoxystrobin, apesar de ter sido considerado melhor que os outros fungicidas sistêmicos e protetor (mancozeb), à exceção de triadimenol, no primeiro experimento (Figura 1), não foi tão eficiente em controlar a doença no segundo experimento (Figura 2), sendo inferior ao tebuconazole e triadimenol. Apesar disso, azoxystrobin, por apresentar mecanismo de ação peculiar, inibindo a produção de energia na mitocôndria bem como propriedades mesostêmicas, pode oferecer efeito erradicante local sob alta pressão de inóculo, como constatado no primeiro experimento, e ajudar a prevenir o surgimento de linhagens resistentes a outros fungicidas, notadamente tebuconazole e triadimenol (Ypema e Gold, 1999).

Em ambos experimentos, houve diferença significativa entre os tratamentos empregados no controle da ferrugem em frutos, para a maioria das variáveis analisadas (Quadro 2). Porém, no experimento 2, não foi verificada diferença significativa da incidência máxima de frutos doentes entre mancozeb e azoxystrobin, mas quanto à incidência final de frutos com ferrugem, azoxystrobin foi estatisticamente superior ao mancozeb (Quadro 2). Quando se compararam os fungicidas triadimenol, tebuconazole e azoxystrobin entre si, não se obteve diferença estatística quanto à incidência máxima e final de frutos doentes no experimento 2 (Quadro 2). Todavia, triadimenol apresentou os menores valores de incidência máxima e final de frutos doentes, na ordem de 10 e 1%, respectivamente. A incidência máxima e final de frutos doentes para tebuconazole foi de 20 e 13%, respectivamente. Essa diferença entre triadimenol e tebuconazole pode ser atribuída ao fato já mencionado do efeito de triadimenol na cicatrização de pústulas pequenas. Triadimenol, mesmo com dose superior, apresentou outros atributos positivos, como ausência de sintomas de fitotoxidez e, em condições de alta incidência de frutos doentes, o produto erradicou pequenas pústulas da ferrugem.

Nos estudos do progresso da doença, o modelo Monomolecular foi o que apresentou o melhor ajuste dos dados obtidos em ambos os experimentos. Quando se analisou a taxa de progresso da doença, verificou-se que não

houve diferença significativa entre os fungicidas sistêmicos e protetor (mancozeb) em ambos os experimentos (Quadro 2). O tratamento testemunha foi o que apresentou a maior taxa de progresso da doença, diferindo estatisticamente de todos os fungicidas (Quadro 2). Segundo Rocabado (2003 e 1998), taxas elevadas de progresso da ferrugem foram verificadas em dois anos de experimentos na mesma lavoura. Fato esse também verificado nas parcelas testemunhas destes experimentos, na ausência de controle da doença.

O tratamento mancozeb não foi estatisticamente diferente dos outros três fungicidas no experimento 2, quanto à taxa de progresso da doença, embora esta tenha sido superior as taxas de triadimenol, tebuconazole e azoxystrobin. Por outro lado, mancozeb igualou-se à testemunha quanto à taxa de progresso da doença (Quadro 2).

Constatou-se que a taxa de progresso para o fungicida triadimenol foi de 0,007 (experimento 1) e 0,004 (experimento 2). Os maiores valores de taxa verificados para triadimenol no experimento 1 em relação ao 2, mostraram que para o patossistema *P. psidii* e goiabeira, o estágio de botão deve ser considerado relevante nas tomadas de decisão para o controle da doença no campo. Isso se confirmou para o experimento 2, porque quando os botões infectados foram pulverizados logo no início do aparecimento das primeiras pústulas de ferrugem, o progresso da doença foi mais lento e o controle mais efetivo. Notou-se que a taxa da doença nesse caso foi mais baixa para triadimenol, aplicado quando a incidência de botões doentes foi de aproximadamente 10% (Figura 2), do que quando a incidência em botões ultrapassava os 53% no experimento 1 (Figura 1).

Quando se avaliou a AACPD, ficou também evidente a distinção entre todos os fungicidas empregados no experimento 2. No entanto, valores diferentes foram encontrados no experimento 1, onde todos os fungicidas foram iguais entre si, com exceção da testemunha (Quadro 2). No experimento 2, a testemunha e triadimenol foram os que apresentaram o maior e menor valor da área abaixo da curva de progresso da doença, respectivamente, tendo tebuconazole, azoxystrobin e mancozeb valores intermediários para esta variável (Quadro 2). Nesse experimento, o tratamento testemunha foi diferente

dos demais fungicidas e, triadimenol foi estatisticamente igual a tebuconazole, mesmo apresentando AACPD de 909, inferior ao apresentado por tebuconazole, que foi de 2146 (Quadro 2). Mancozeb e azoxystrobin apresentaram AACPD muito semelhantes e, tebuconazole foi estatisticamente igual ao azoxystrobin nas doses pulverizadas (Quadro 2). No entanto, os fungicidas triadimenol e tebuconazole foram os melhores e os mais eficientes no controle da doença no experimento 2.

Notou-se que o fungicida triadimenol controlou eficientemente a ferrugem, uma vez que o produto provavelmente atua em pré e pós-infecção e/ou sobre pústulas esporulantes do fungo. A excelente ação do fungicida triadimenol refletiu-se na produção das plantas como verificado em todos os dois experimentos (Quadro 2).

Relatou-se que a média nacional da produção de goiabas é de 19 t.ha⁻¹ (IBGE, 2003) e para o Estado do Rio de Janeiro a média ficou em torno de 17,5 t.ha⁻¹, para o mesmo ano. Nos experimentos 1 e 2, estimou-se que a produtividade média da goiabeira Paluma foi de aproximadamente 20 t, para o melhor tratamento, triadimenol. Nesse caso, triadimenol foi o melhor fungicida empregado no controle da ferrugem sob condições de campo, nos dois experimentos, mesmo em aplicações tardias e precoces. Em aplicações tardias, o fungicida triadimenol controlou a doença, como verificado no experimento 1. Esse resultado corrobora com aqueles obtidos por Ruiz et al. (1991), onde o controle da ferrugem do eucalipto não foi prejudicado por breves atrasos na pulverização das plantas com triadimenol. Além de suas características positivas, triadimenol pulverizado sobre botões inicialmente doentes, pode também atuar na redução do inóculo inicial da lavoura, mantendo os níveis baixos de doença e retardando o surgimento da epidemia no campo.

A eficiência de triadimenol foi também verificada para o eucalipto (Alfenas et al., 1993, Demuner e Alfenas, 1991, Ruiz et al., 1987) e comprovada para o controle de *P. psidii* em folhas de mudas da goiabeira em condições de casa-de-vegetação (Ruiz et al., 1991).

No experimento 2, notou-se que os fungicidas sistêmicos não precisaram ser pulverizados antes do aparecimento das primeiras pústulas de ferrugem nos

botões, para se obter boa proteção dos frutos. Uma baixa percentagem de botões com ferrugem pode ser admitida antes das pulverizações com sistêmicos, uma vez que grande parte desses botões cai prematuramente da planta. Todavia, recomenda-se aplicações preventivas com oxiclreto de cobre (os mais baratos) na presença de baixa quantidade de doença, como já discutido. Entretanto, não faz sentido aplicações preventivas na cultura da goiabeira, mesmo com cobre, na ausência de folhas, botões e frutos novos com ferrugem. Segundo Corrêa et al. (2002), o índice de pegamento de frutos na planta para a variedade Paluma é de 18,7%, tendo uma grande queda dos mesmos ao longo do ciclo da cultura. Nesse caso, não se justifica, porém, gastos desnecessários com fungicidas no controle de *P. psidii*, antes do aparecimento de um baixo percentual de botões doentes. Em casos de atraso no controle químico em épocas mais favoráveis à doença e sob alta pressão de inóculo, a cultura pode ser podada novamente, visando induzir nova floração em época menos favorável à doença.

Haja vista que os fungicidas foram testados quanto a sua eficiência, estes também devem ser viáveis sob o ponto de vista econômico. Triadimenol foi o que apresentou melhor resultado no controle da doença nos experimentos 1 e 2, maior produção em peso (Kg) e número de frutos/planta (Quadro 2), mesmo quando houve alta e baixa incidência de botões doentes no início do ciclo da cultura. Apesar da sua eficiência e ter apresentado o maior custo, constatou-se que o rendimento líquido.ha⁻¹, para triadimenol foi superior, mesmo tendo os fungicidas azoxystrobin, mancozeb e tebuconazole rendimento líquido positivos (Quadro 3). Ressalta-se ainda que na ausência do controle químico da doença, como verificado na testemunha, há possibilidade da safra ser inviabilizada economicamente (Quadro 3).

Quadro 3. Custos em reais.ha⁻¹ de cinco aplicações de fungicidas, baseados em preços médios do mês de outubro de 2004, e rendimento da goiabeira em reais.ha⁻¹, para cada fungicida avaliado, conforme dados do segundo experimento de controle químico da ferrugem (*P. psidii*), realizado no distrito de Praça João Pessoa, município de São Francisco do Itabapoana, RJ.

Fungicidas	Rendimento bruto (R\$.ha⁻¹)	Custo Fungicida (R\$.ha⁻¹)	Rendimento líquido (R\$.ha⁻¹)*
Azoxystrobin	8.301,72	309,40	+3.568,43
Mancozeb	7.639,18	102,50	+3.112,79
Tebuconazole	9.607,63	220,20	+4.963,54
Triadimenol	12.722,62	345,70	+7.953,03
Testemunha	1.657,09	-	-2.721,11

Legenda: * = Rendimento bruto – custo fungicida – R\$ 45,69.ha⁻¹ (duas pulverizações com oxiclreto de cobre) – custo total. Os cálculos de rendimento consideraram o preço de R\$ 0,62.Kg⁻¹ do fruto no Brasil, no ano de 2004, o custo total de condução da cultura de R\$ 4.378,20 por safra (operações mecanizadas e manuais, administração e insumos, exceto fungicidas), conforme levantamento em regiões produtoras do Estado de São Paulo (Fonte: Agriannual, 2005) e o valor estimado de duas pulverizações preventivas de oxiclreto de cobre, a R\$ 45,69.ha⁻¹.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados apresentados, conclui-se:

(i) A ferrugem pode ser eficientemente manejada com aplicações preventivas de oxiclóreto de cobre e nos casos necessários, com aplicações curativas de triadimenol, tebuconazole ou azoxystrobin, quando aplicados no início da epidemia em condições de campo. (ii) A ausência de controle químico sob condições favoráveis à ferrugem resultou em danos de até 90% na produção da goiabeira nas condições experimentais avaliadas. (iii) Fungicidas sistêmicos intercalados ou não com oxiclóreto de cobre foram eficientes no controle da doença em condições de campo. (iv) A melhor eficiência dos fungicidas foi observada quando as pulverizações foram iniciadas logo no começo da epidemia, quando 7% dos botões encontravam-se doentes. (v) Duas pulverizações iniciais aplicadas semanalmente com oxiclóreto de cobre em plantas com 7% de botões doentes no talhão, seguidos de cinco pulverizações quinzenais com fungicidas sistêmicos, como triadimenol ou tebuconazole, proporcionaram controle efetivo da doença nas condições de campo. (vi) Triadimenol foi eficiente em controlar a ferrugem, tanto em condições de maior (+50%) ou de menor (7%) incidência de botões doentes na planta. (vii) Triadimenol apresentou efeito erradicante, possibilitando a cicatrização de pequenas pústulas da ferrugem-da-goiabeira, presentes nos botões e frutos. (viii) Mancozeb aplicado em intervalos quinzenais foi o menos eficiente no controle da doença em condições de campo. (ix) Todos os fungicidas nas doses testadas não foram fitotóxicos à goiabeira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aenda (2004) Preços médios de defensivos agrícolas pagos a agricultura das principais regiões consumidoras do Estado de São Paulo (em R\$/unidade). Extraído em: <http://aenda.org.br/Arquivos/Precossp.xls> Acesso: 15/11/2004.
- Agriannual (2005) Goiaba. FNP[®] Consultoria & Agroinformativos. 349 - 352.
- Alfenas, A. C., Maffia, L. A., Macabeu, A. J., Sartório, R. C. (1993) Eficiência de triadimenol, oxicarboxin e diniconazole para o controle da ferrugem (*Puccinia psidii*) em brotações de *Eucalyptus cloeziana*, em condições de campo. *Revista Árvore* 17: 247 – 263.
- Alfenas, A. C., Demuner, N. L., Barbosa, M. M. 1989. Eucalipto: A ferrugem e as opções de controle. *Correio Agrícola*, 1: 18-20.
- Brandão, A. (2004) O pólo de fruticultura irrigada no norte e noroeste fluminense. *Revista de Política Agrícola*, no. 2 abril/maio/junho 78 – 86.
- Campbell, C. L., Madden, L. V. (1990) Introduction to plant disease epidemiology. A Wiley-Interscience publication, USA, 532 p.
- Castro, J., Sigrist, J. (1991) Matéria prima. In: Goiaba. ITAL-Campinas.p.121-139.
- Corrêa, M. C. de M., Prado, R. de M., Natale, W., Silva, M. A. C. da, Pereira, L. (2002) Índice de pegamento de frutos de goiabeiras. *Revista Brasileira de Fruticultura* 24: 783 – 786.
- Coutinho, T. A., Wingfield, M. J., Alfenas, A. C., Crous, P. W. (1998) Eucalyptus rust: a disease with the potential for serious international implications. *Plant Disease* 82: 819 - 925.
- Demuner, N. L., Alfenas, A. C. (1991) Fungicidas sistêmicos para o controle da ferrugem, causada por *Puccinia psidii* em *Eucalyptus cloeziana*. *Fitopatologia Brasileira* 16: 174 – 177.
- Ferrari, J. T., Nogueira, E. M. de C., Santos, A. J. T. dos (1997) Control of rust (*Puccinia psidii*) in guava (*Psidium guajava*). *Acta Horticulturae* 452: 55 – 57.
- Ferreira, F. A. (1983) Ferrugem do eucalipto. *Revista Árvore* 7: 91-109.

- Francisco, V. L. F. dos S., Baptistella, C. da S. L., Amaro, A. A. (2005) A cultura da goiaba em São Paulo. Extraído em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=1902>. Acesso: 15/05/2005.
- Goes, A. de, Martins, R. D., Reis, R. F. dos (2004) Efeito de fungicidas cúpricos, aplicados isoladamente ou em combinação com mancozeb, na expressão de sintomas de fitotoxicidade e controle da ferrugem causada por *Puccinia psidii* em goiabeira. *Revista Brasileira de Fruticultura* 26: 237 – 240.
- IBGE (2003) Produção agrícola municipal. Culturas temporárias e permanentes. Extraído: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2003/pam2003.pdf> . Acesso: 15/05/2005.
- Medina, J. (1991) Cultura. In: *Goiaba*. ITAL -Campinas. 1-121.
- Neto, A. P., Malagutti, A. M., Dondelli, L. E. R. (2003) Potencialidades e perspectivas da cultura da goiabeira. In: Costa, A. de F. S. da, Costa, A. N. da. (eds.) *Tecnologias para a produção de goiaba*. Vitória, ES: Incaper. p. 11 – 24.
- Piccinin, E., Pascholati, S. F. 1997. Doenças da Goiabeira. In: *Manual de Fitopatologia*, p. 450-455, ed. H. Kimati, L. Amorim, A. Bergamin Filho, L. E. A. Camargo, J. A. M. Rezende, São Paulo, SP. v.2, 774p.
- Ribeiro Júnior, J. I. (2001) *Análises estatísticas no SAEG*. Viçosa, UFV, 301 p.
- Rocabado, J. M. A. (2003) Epidemiologia e Patogênese da ferrugem-da-goiabeira, causada por *Puccinia psidii* . *Tese* (Doutorado em Produção Vegetal). Campos, RJ. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 119 p.
- Rocabado, J. M. A. (1998) Progresso da ferrugem-da-goiabeira, causada por *Puccinia psidii*, em São Francisco do Itabapoana, RJ. *Tese* (Mestrado em Produção Vegetal). Campos, RJ. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, 39 p
- Rocha, M. B., Bemelmans, P. F. (2005) Goiaba para indústria: o custo da matéria-prima. Extraído em:

<http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=1743>.

Acesso:

15/05/2005.

- Ruiz, R. A., Alfenas, A. C., Demuner, N. L. (1991) Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem (*Puccinia psidii*) em goiabeira (*Psidium guajava*). *Summa Phytopathologica* 17: 147-153.
- Ruiz, R. A. R., Alfenas, A. C. (1989) Absorção e translocação de fungicidas sistêmicos em *Eucalyptus grandis* para o controle da ferrugem do eucalipto, causada por *Puccinia psidii*. *Fitopatologia Brasileira* 14: 47– 50.
- Ruiz, R. A. R., Alfenas, A. C., Ferreira, F. A., Zambolim, L. (1987) Fungicidas protetores e sistêmicos para o controle da ferrugem do eucalipto, causada por *Puccinia psidii*. *Revista Árvore* 11: 56 – 65.
- Silveira, S. F., Rocabado, J. M. A., Moreira, A. H., Silva, E. A. (1997) Ferrugem e escaldadura dos ramos da goiabeira no Norte Fluminense. *Fitopatologia Brasileira Suplemento* 22: 308.
- Vasconcelos, L. F. L., Alfenas, A. C., Maffia, L. A. (1998) Resistência de cultivares de goiabeira à *Puccinia psidii*. *Fitopatologia Brasileira* 23: 492 – 494.
- Ypema, H. L., Gold, R. E. (1999) Kresoxim-methyl, modification of naturally occurring compound to produce a new fungicide. *Plant Disease* 83: 4 – 19.

3.3 DANOS CAUSADOS PELA FERRUGEM (*Puccinia psidii*) NA CULTURA DA GOIABEIRA NO NORTE FLUMINENSE

RESUMO

A ferrugem, causada pelo fungo *Puccinia psidii*, é uma das principais doenças da cultura da goiabeira e de outras mirtáceas no Brasil. Incide em brotações e órgãos reprodutivos das plantas e ocorre com frequência em regiões onde o clima é úmido, com temperaturas moderadas. Neste trabalho, quantificou-se a redução na produção de goiaba (variedade Paluma) em função de níveis crescentes de incidência da doença no início da floração e frutificação da goiabeira. Dois experimentos foram conduzidos na região de São Francisco do Itabapoana (RJ), nos períodos de abril a outubro de 2003 e de setembro de 2003 a maio de 2004. Empregou-se delineamento em blocos casualizados, com sete tratamentos de fungicidas no primeiro experimento e cinco no segundo, ambos com cinco repetições (1 planta/parcela). Diferentes níveis de doença foram gerados com o uso dos fungicidas pulverizados nos estádios da floração e frutificação. A incidência de botões e frutos doentes foi avaliada desde a formação dos primeiros botões até quando a maioria dos frutos atingiram 4 cm de diâmetro. Procedeu-se análise de regressão linear entre

incidência de botões e de frutos com ferrugem e queda na produção/ ha (números e peso de frutos/ha). A produção atual, definida como aquela referente ao melhor tratamento fungicida de cada experimento, foi utilizada como base de cálculo na estimativa dos danos. No primeiro experimento, as pulverizações foram iniciadas quando 50% ou mais dos botões já se encontravam doentes e, por isso, não foi possível estabelecer relação entre incidência em botões e dano. No segundo experimento obteve-se relação direta entre incidência de botões doentes e danos, o que justifica o controle químico no início da floração. Nos dois experimentos, obtiveram-se relações (equações) de dano significativas para as variáveis incidências máxima e final de frutos doentes e área abaixo da curva de progresso da incidência de frutos com ferrugem (AACPD), tanto para peso (kg) quanto para o número de frutos/ha. Comprovou-se, experimentalmente, que na ausência de controle, a ferrugem pode causar até 90% de redução na produção da goiabeira, sob condições altamente favoráveis à doença.

Palavras-chaves: ferrugem, fungicidas, goiaba, Myrtaceae, Paluma

ABSTRACT

DAMAGE CAUSED BY RUST (*Puccinia psidii*) IN GUAVA CROP IN THE NORTH FLUMINENSE REGION

Guava rust, caused by *Puccinia psidii* is the main disease of guava crop and Myrtaceae species in Brazil. The fungus infects new plant tissues and its frequently incidence is common in regions where the weather is humid, with moderate temperatures. In a field experiment, the damage caused by rust to guava yield (cv. Paluma) as a function of increasing levels of disease incidence, at the beginning of crop flowering and fructification, was quantified. Two experiments were conducted in the São Francisco of Itabapoana (RJ), from April to September 2003 and from October 2003 to May 2004. A statistical outlining of random blocks with seven and five fungicides treatment were used in the first and second experiment, respectively, with five replications (plant per

plot). Different disease levels were generated by sprayed fungicides in the plant flower buds and fruits. The disease incidence of flower buds and fruits were evaluated from flower buds initiation until fruits had reached 4 cm diameter. A simple linear regression analysis was performed between disease incidence in flower buds and fruits and the production damage/ha (fruits number and weight/ha). The real production, defined as that regard to the best fungicide treatment of each experiment was used as reference for damage estimation. In the first experiment, fungicide application started when at least 50% of flower buds were already showing signals of disease, so it was not possible to established any relation among disease incidence in flower buds and damage. However, in the 2nd experiment, such a relation was found (direct relation) justifying the early chemical control at the beginning of flowering. In both experiments, it was found significant damage relations (equations) for the maximum and final incidence of fruits disease and the area under progress disease curve (AUCPD), either for weight and number of fruits/ha. It was proved that without control, guava rust can cause reduction up to 90% of crop yield, in conditions highly favorable to disease.

Key words: fungicides, guava, Myrtaceae, Paluma, rust

INTRODUÇÃO

A ferrugem, causada pelo fungo *Puccinia psidii* Winter, é a principal doença da goiabeira na região de Campos dos Goytacazes-RJ (Silveira et al., 1997) e no Brasil (Campacci, 1983, Manica et al., 2000). O patógeno infecta diferentes espécies da família Myrtaceae e é considerado também de grande importância nos plantios de eucalipto (Coutinho et al., 1998, Ferreira, 1989, 1983). Na goiabeira, a ferrugem infecta órgãos novos e tenros tais como folhas novas, botões florais e frutos novos.

No Norte Fluminense, os pomares de goiabeira são cultivados principalmente com a variedade Paluma, que embora seja bastante produtiva e de fácil manejo é suscetível à ferrugem. As condições climáticas da região são bastante favoráveis à ferrugem, à exceção dos dois a três meses mais quentes (janeiro a março) e mais frios do ano (junho-julho) (Rocabado 2003, 1998). De ocorrência generalizada no Brasil, a doença é observada causando danos nas regiões onde o clima é úmido, com temperaturas amenas e presença constante de molhamento foliar na fase da emissão dos botões florais (Rocabado 2003, 1998).

Os efeitos das condições climáticas no desenvolvimento das epidemias causadas por *P. psidii*, nas culturas da goiabeira e eucalipto, foram estudados por diversos autores (Carvalho et al., 1994, Rocabado, 2003, 1998, Ruiz et al., 1989a, b). Em condições bastante especiais à infecção do fungo, Silveira et al. (1997) constataram que em épocas de alta incidência da doença, a produção da variedade Paluma declina acentuadamente. Os mesmos autores relataram ainda que pode haver dano à produção da goiabeira, devido especificamente ao ataque dessa doença em condições de campo.

As relações entre dano e doença causadas por ferrugens foram estudadas em vários patossistemas (Groth et al., 1983, Jesus Junior et al., 2001, Khan et al., 1997, Pataky, 1987, Pinho et al., 1999, Reis et al., 2000). A maioria dos trabalhos conhecida versa sobre danos em cereais devido ao ataque de ferrugens foliares (Bowen et al., 1991, Groth et al., 1983, Khan et al., 1997, Reis et al., 2000). Porém, não há exemplo de estudo de danos sobre

ferrugens que incidem sobre frutos em geral, que é o caso de muitos patossistemas tropicais.

Embora, a ferrugem incida sobre brotações novas da planta, os danos pela doença decorrem basicamente das lesões em botões e frutos novos, em vista do abortamento, mumificação ou apodrecimento. Porém, em frutos, de goiaba a ferrugem pode seguir o que se chama de via anti-horária de infecção (Bergamin Filho, 1995), onde as lesões provocadas pelo fungo aumentam em direção aos tecidos adjacentes da pústula (em diâmetro), comprometendo totalmente a qualidade dos frutos. Dessa forma, o controle químico com fungicidas sistêmicos pode ser recomendado no início de uma epidemia, uma vez que podem impedir a infecção de *P. psidii* nos tecidos novos da planta ou atuar sobre as pústulas já existentes, impedindo sua evolução.

Epidemias de *P. psidii* ocorrem praticamente em todas as safras agrícolas de goiabas no Norte Fluminense, exigindo que pulverizações com fungicidas sejam freqüentes para o seu controle a partir do estágio de botões (Silveira et al., 1997). Apesar disso, ainda não foram quantificados os danos causados pela ferrugem sobre o rendimento da planta.

Portanto, objetivou-se nesse trabalho caracterizar a relação entre doença e dano a partir de dois experimentos de controle químico da ferrugem em campo, no ano de 2003 e 2004 no distrito de Praça João Pessoa, município de São Francisco do Itabapoana-RJ, por meio do emprego de fungicidas sistêmicos e protetor (mancozeb).

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos foram conduzidos em lavoura comercial de goiaba, situada no distrito de Praça João Pessoa no município de São Francisco do Itabapoana – RJ em duas safras sucessivas de produção. A área experimental constou de goiabeiras adultas, variedade Paluma, em franca produção, cultivadas em espaçamento de 7 x 6 m. As plantas do pomar foram submetidas a todos os tratos culturais pertinentes à cultura da goiaba, como poda, adubação, irrigação, capina e controle de pragas, principalmente gorgulho-da-goiabeira e psilídeo.

No primeiro experimento, realizado de abril a outubro de 2003, utilizaram-se os fungicidas sistêmicos azoxystrobin (100 mg/L), cyproconazole (150 mg/L), pyraclostrobin (100 mg/L), tebuconazole (150 mg/L), triadimenol (310 mg/L), um fungicida protetor mancozeb (1600 mg/L) e testemunha pulverizada somente com água. A ocorrência da ferrugem nos botões foi o indicativo para o início das pulverizações. Os fungicidas foram aplicados em intervalos quinzenais, intercalados (semanalmente) com pulverização de oxiclreto de cobre (2400 mg/L). Foi utilizado um pulverizador estacionário (pressão de 6 Bar), alimentado por força tratorizada, para aplicação de 3 L da calda fungicida/planta. As plantas foram pulverizadas até o final do período suscetível dos frutos, quando estes atingiram tamanho aproximado de 4 cm de diâmetro.

No segundo experimento realizado de setembro de 2003 a maio de 2004, utilizou-se em pulverizações iniciais, o oxiclreto de cobre a 2400 mg/L, aplicados em todos os tratamentos, exceto na testemunha. As pulverizações com cobre se estenderam até verificados aproximadamente 10% de infecção nos botões. A partir dessas pulverizações iniciais, utilizaram-se os fungicidas sistêmicos azoxystrobin (100 mg/L), tebuconazole (150 mg/L), triadimenol (310 mg/L), um fungicida protetor mancozeb (1600 mg/L) e testemunha (água), pulverizados quinzenalmente. Utilizou-se um turbo-atomizador costal motorizado ULV- Super, 73 c.c., 2T, com capacidade de 18 L (Guarani[®]), com bico de vazão 1,5 L/min, aplicando-se 2 L da calda fungicida/planta na parte da manhã até o ponto de escoamento.

Empregou-se o delineamento em blocos casualizados, com sete e cinco tratamentos, no primeiro e segundo experimentos, respectivamente, e com cinco repetições. Cada parcela constituiu de uma única planta. As avaliações da incidência de botões e frutos com ferrugem foram feitas a intervalos semanais, no primeiro experimento, e a intervalo quinzenais, no segundo, e se estenderam até aproximadamente 80 dias após a emissão dos primeiros botões. No final do ciclo da cultura, em ambos os experimentos, procederam-se colheitas manuais dos frutos, a intervalo de três dias. Todos os frutos de cada árvore ou parcela foram contados e pesados em conjunto. Avaliou-se a produção dos tratamentos pelo número e peso total de frutos/planta.

Análise de Danos

As relações entre incidência da doença e dano causado pela ferrugem-da-goiabeira foram obtidas por regressão linear, utilizando-se para isso os modelos de ponto crítico (PC) e Integral (I) ($Y = b_0 + b_1x$, e $Y = b_0 + b_1(\text{AACPD})$) (Campbell e Madden, 1990), onde as variáveis x e AACPD são definidas como a intensidade de doença (incidência de botões e/ou frutos com ferrugem) e área abaixo da curva de progresso da incidência de frutos doentes, respectivamente. A área abaixo da curva de progresso de doença (AACPD), foi calculada com os dados originais de incidência da doença vs tempo, mediante o programa AVACPD (Torrez e Ventura, 1991). No modelo de ponto crítico, considerou-se ainda as variáveis incidência máxima e final de botões doentes, incidência máxima e final de frutos doentes e AACPD como variáveis independentes. O dano, caracterizado através do peso e número de frutos/ha, foi a variável dependente. O dano à produção da goiabeira foi definido como $DR = ((PA - PP)/PA) * 100$, onde, DR é o dano à produção, PA a produção atual (máxima) da parcela mais produtiva e PP a produção da parcela em estudo. As análises estatísticas foram feitas com o auxílio do programa SAEG 8.0 (Ribeiro Júnior, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos dois experimentos de campo, realizados em 2003 e 2004, os fungicidas empregados no controle da ferrugem geraram níveis variados de incidência de botões e frutos doentes (Capítulo 3.2). Verificou-se que a incidência da ferrugem na floração e/ou frutificação refletiu diretamente na produção final da goiabeira (Figuras 1, 2, 3, 4). Constatou-se que a ferrugem foi a principal responsável pelo dano ocasionado à produção da lavoura. Isso foi confirmado quando na ausência de controle químico, houve uma redução média de 24.324 Kg/ha de goiaba, equivalendo a 91% da produção atual (média do melhor tratamento), no primeiro experimento, enquanto que no segundo, esta redução média foi de 88%, correspondendo a 19.627 Kg/ha de goiaba perdidos (Quadros 1 e 2).

No primeiro experimento, ocorreu alta incidência de botões doentes, antes de serem iniciadas as pulverizações. Por isso, a incidência máxima de botões doentes não descreveu precisamente o dano em peso e número de frutos/ha (Figuras 1 e 2). Mesmo não tendo sido obtida função de dano consistente para a incidência máxima de botões doentes, tanto em peso quanto em número de frutos/ha, os botões devem ser considerados nas avaliações da doença no campo (Rocabado 2003, 1998). Além do mais, deve ser também considerado a fase crítica e prioritária no controle preventivo da ferrugem, especialmente quando se utilizam fungicidas protetores, os mais econômicos (Capítulo 3.2). Notou-se também que a epidemia severa, já na fase de botões, resultou em alta incidência de frutos doentes no início da frutificação (inóculo primário alto). Mesmo assim, obteve-se correlação significativa entre a quantidade de botões sadios com a produção final (Quadro 3).

Quando a incidência máxima de botões doentes foi alta (acima de 50%) no primeiro experimento, os fungicidas pulverizados não foram tão eficientes no controle da doença, à exceção de um (Capítulo 3.2). Esses resultados demonstraram que as pulverizações com fungicidas sistêmicos, devem ser precedidas de avaliações da doença em nível de campo.

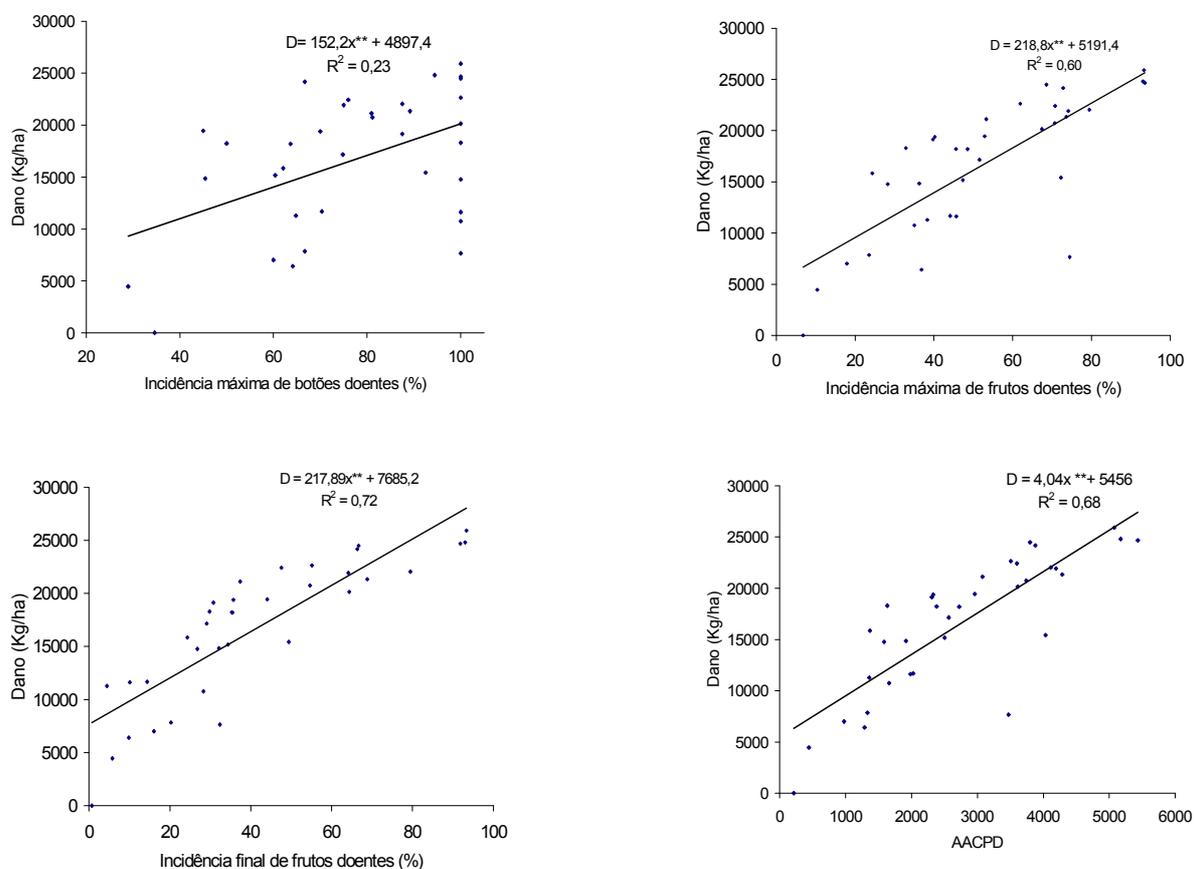


Figura 1. Relação entre dano (Kg/ha) causado por *Puccinia psidii*. e a incidência máxima de botões doentes, incidência máxima e final de frutos doentes e, AACPD. Diferentes intensidade de doença foram obtidas com o uso de pulverizações com fungicidas sistêmicos e protetor (mancozeb), no experimento realizado em 2003, em lavoura do distrito de Praça João Pessoa, município de São Francisco do Itabapoana-RJ.

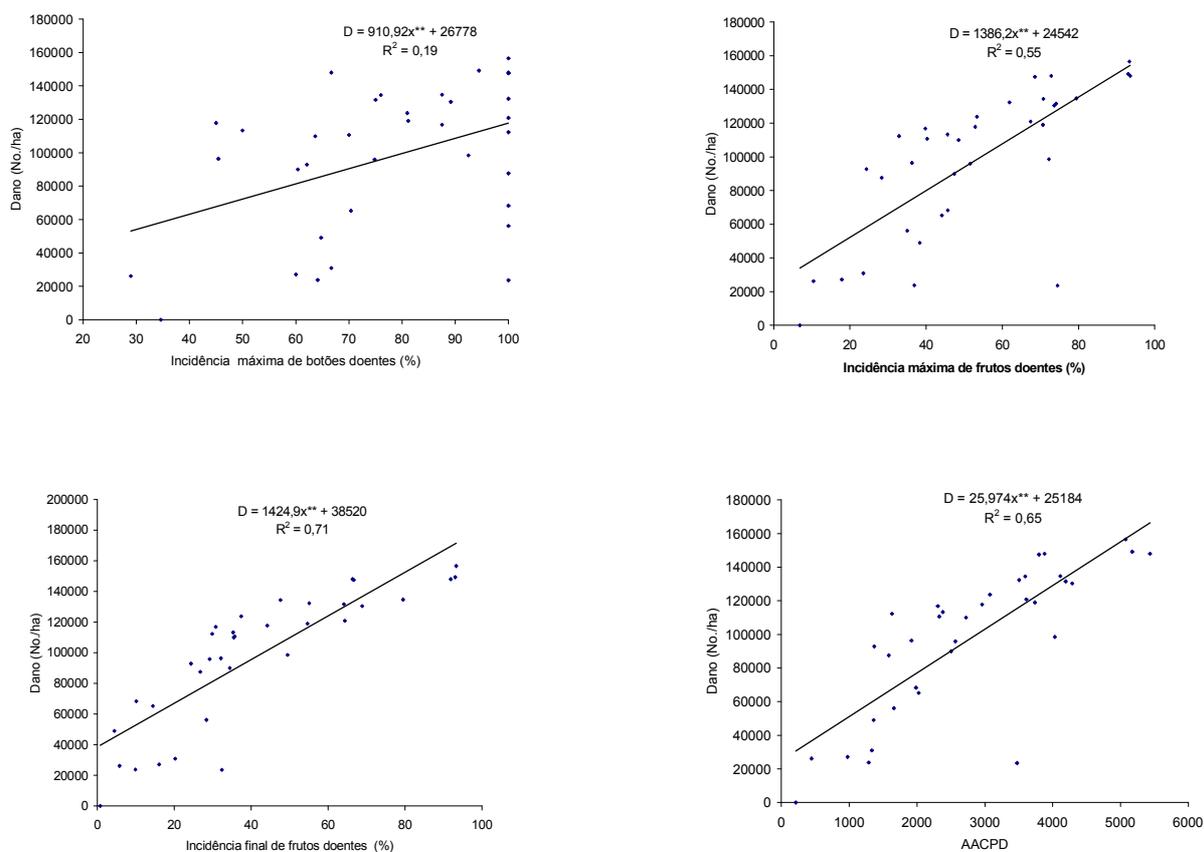


Figura 2. Relação entre dano (n^o frutos/ ha) causado por *Puccinia psidii*. e a incidência máxima de botões doentes, incidência máxima e final de frutos doentes e, AACPD. Diferentes intensidade de doença foram obtidas com o uso de pulverizações com fungicidas sistêmicos e protetor (mancozeb), no experimento realizado em 2003, em lavoura do distrito de Praça João Pessoa, município de São Francisco do Itabapoana-RJ.

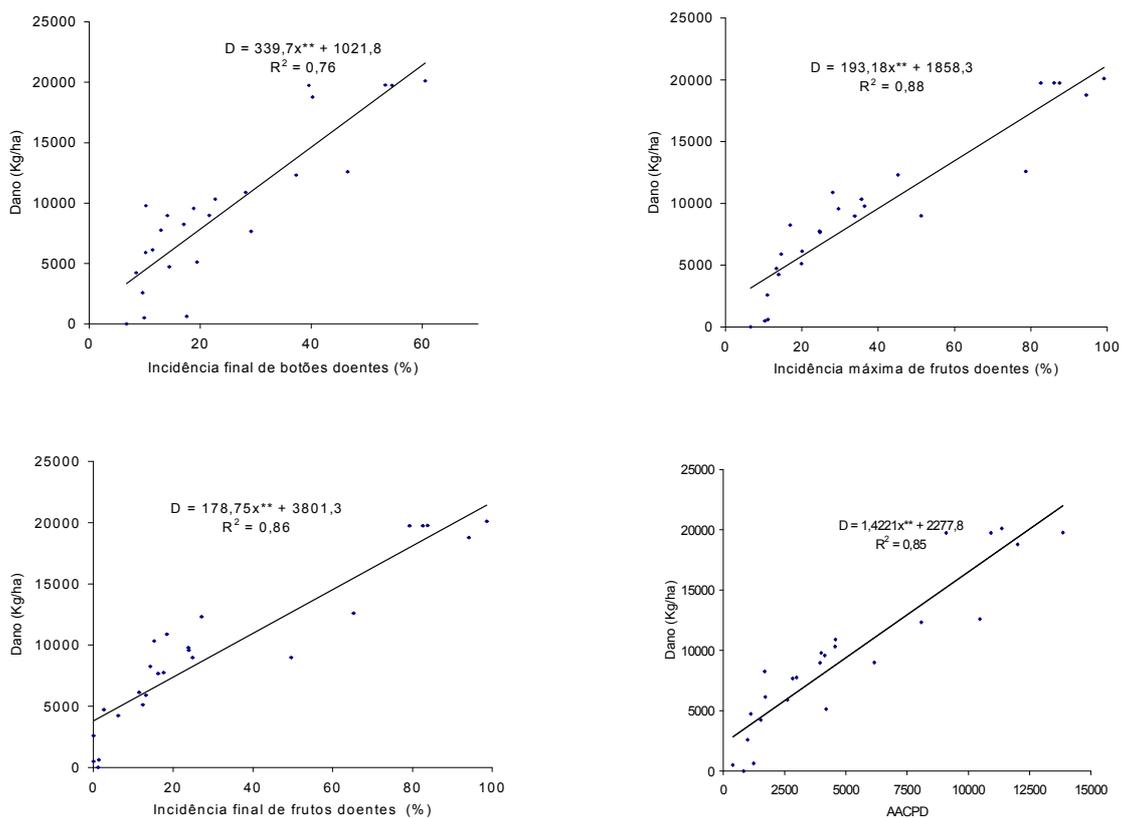


Figura 3. Relação entre dano (Kg/ha) causado por *Puccinia psidii*. e a incidência final de botões doentes, incidência máxima e final de frutos doentes e, AACPD. Diferentes intensidades de doença foram obtidas com o uso de pulverizações com fungicidas sistêmicos e protetor (mancozeb), no experimento realizado em 2003 - 2004, em lavoura do distrito de Praça João Pessoa, município de São Francisco do Itabapoana-RJ.

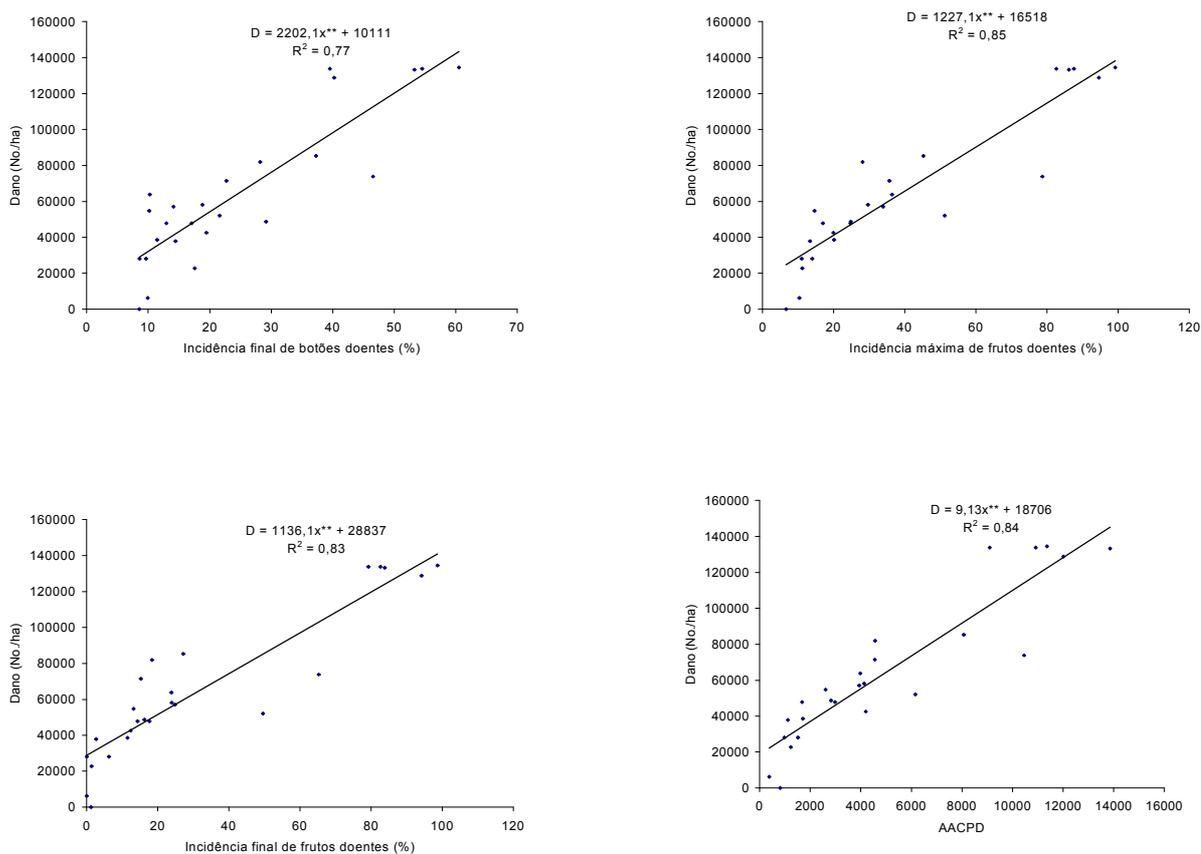


Figura 4. Relação entre dano (n^o frutos/ ha) causado por *Puccinia psidii*. e a incidência final de botões doentes, incidência máxima e final de frutos doentes e, AACPD. Diferentes intensidades de doença foram obtidas com o uso de pulverizações com fungicidas sistêmicos e protetor (mancozeb), no experimento realizado em 2003 - 2004, em lavoura do distrito de Praça João Pessoa, município de São Francisco do Itabapoana-RJ.

Quadro 1. Dano à produção da planta medida em peso (Kg) e número de frutos/ha, em experimento de campo (ano 2003), pulverizado com fungicidas sistêmicos e protetor (mancozeb) no controle da ferrugem (*Puccinia psidii*), no distrito de Praça João Pessoa, município de São Francisco do Itabapoana-RJ.

	Peso					
Tratamento	Kg/ha	Desvio padrão	Dano (Kg/ha)	Desvio padrão	Dano (%)	Desvio padrão
Triadimenol	19.359	4.720	7.404	4.720	28	17,63
Azoxystrobin	11.940	7.163	14.828	7.163	55	26,76
Cyproconazole	10.642	1.865	16.121	1.865	60	6,96
Pyraclostrobin	9.499	6.385	17.264	6.385	65	23,85
Mancozeb	9.042	6.343	17.721	6.343	66	23,69
Tebuconazole	8.208	3.945	18.555	3.945	69	14,74
Testemunha	2.439	1.427	24.324	1.427	91	5,33

	Número					
Tratamento	No./ha	Desvio padrão	Dano (no./ha)	Desvio padrão	Dano (%)	Desvio padrão
Triadimenol	129.520	25.273	32.320	25.273	19	15,61
Azoxystrobin	74.018	44.912	87.822	44.912	54	27,75
Cyproconazole	65.926	9.205	95.914	9.205	59	5,68
Pyraclostrobin	61.499	44.948	100.341	44.948	62	27,17
Mancozeb	57.501	43.755	104.339	43.755	64	27,03
Tebuconazole	52.074	23.315	109.766	23.315	68	14,40
Testemunha	14.518	7.904	147.322	7.904	91	4,88

Quadro 2. Dano à produção da planta medida em peso (Kg) e número de frutos/ha, em experimento de campo (ano 2003 - 2004), pulverizado com fungicidas sistêmicos e protetor (mancozeb) no controle da ferrugem (*Puccinia psidii*), no distrito de Praça João Pessoa, município de São Francisco do Itabapoana-RJ.

	Peso					
Tratamento	Kg/ha	Desvio padrão	Dano (Kg/ha)	Desvio padrão	Dano (%)	Desvio padrão
Triadimenol	20.615	1.963	1.685	1.963	7,55	8,8
Tebuconazole	15.496	1.639	6.804	1.639	30,51	7,35
Azoxystrobin	13.389	3.200	8.910	3.200	40,0	14,35
Mancozeb	12.321	1.502	9.979	1.502	44,74	6,73
Testemunha	2.672	500	19.627	500	88,0	2,24

	Número					
Tratamento	No./ha	Desvio padrão	Dano (no./ha)	Desvio padrão	Dano (%)	Desvio padrão
Triadimenol	133.328	15.632	18.992	15.632	12,46	10,26
Tebuconazole	110.098	8.937	42.221	8.937	27,71	5,86
Azoxystrobin	85.156	18.147	67.164	18.147	44,09	11,91
Mancozeb	91.345	8.269	60.976	8.269	40,03	5,42
Testemunha	19.516	2.301	132.804	2.301	87,18	1,51

Quadro 3. Coeficientes de correlação (Pearson) entre produção (Kg/planta) e a média do número total de botões e frutos sadios/ planta de goiabeira, variedade Paluma, obtidos a partir de dois experimentos de controle químico da ferrugem, causada por *Puccinia psidii* nos anos de 2003 e 2003 – 2004, no distrito de Praça João Pessoa, município de São Francisco do Itabapoana-RJ.

Variável e Experimento	Correlação Person	Significância
Núm. máximo de botões/2003	0,72	0,033
Núm. final de botões/2003–2004	0,97	0,003
Núm. máximo de frutos/2003	0,82	0,012
Núm. máximo de frutos/2003-2004	0,97	0,003
Núm. final de frutos/2003	0,93	0,001
Núm. final de fruto/2003–2004	0,97	0,002

Com base nos resultados, para o manejo integrado da ferrugem, deve-se efetuar o monitoramento mediante avaliação sistemática da incidência de botões doentes, desde o início da brotação e emissão de botões. Isto foi confirmado no segundo experimento (2003 - 2004) onde a avaliação sistemática da incidência de botões doentes, resultou no controle da doença (Capítulo 3.2).

Na primeira avaliação da doença do segundo experimento havia 0,5% de botões infectados. Nessas circunstâncias, as condições climáticas foram favoráveis a infecção da ferrugem e a partir da quinta avaliação (= incidência final de botões doentes), o número de botões doentes já estava bem distribuído na planta, mesmo após duas pulverizações com oxiclóreto de cobre e uma com os fungicidas sistêmicos empregados no experimento (Capítulo 3.2). Apesar da evolução da doença no campo e da grande queda de botões sadios e doentes ocorrer no ciclo da goiabeira (Manica et al., 2000), houve uma correlação positiva de 97% entre botões sadios (quinta avaliação) com a produção da planta (Quadro 3). Isso demonstrou que a manutenção de botões sadios na planta é importante na predição da safra e na redução do dano à produção da goiabeira.

Observou-se, no segundo experimento, que mesmo tendo a incidência final de botões doentes atingido 25% do total emitido, a aplicação de fungicidas, precedidas do monitoramento da doença, ofereceu proteção ao restante dos botões, os quais, em grande parte garantiram produção econômica nos melhores tratamentos (Capítulo 3.2). Assim sendo, considerou-se que esse estágio de botões é determinante na produção da goiabeira e que a proteção pela aplicação de fungicidas é desejável, mesmo havendo grande queda de botões por abortamento natural e, ou pela própria ferrugem.

A incidência máxima e final de frutos doentes e a AACPD em frutos, como esperado, apresentaram relação direta com os danos à produção em relação ao peso e número de frutos/ha (Figuras 3 e 4). Todavia, no primeiro experimento, apenas as variáveis de incidência final de frutos doentes e AACPD apresentaram valores de coeficiente de determinação (R^2) próximos de 0,70 quando o dano foi medido em Kg/ha (Figura 1). Já, no segundo

experimento, todas as variáveis analisadas explicaram a redução do peso e número de frutos/ha.

No segundo experimento, obtiveram-se funções de dano significativas não só para incidência final de botões doentes, mas também para as variáveis incidência máxima e final de frutos com ferrugem e AACPD em relação ao peso e número de frutos/ha (Figuras 3 e 4). Obteve-se uma relação linear entre a incidência máxima e final de frutos doentes e o dano à produção da goiabeira, cujas equações de regressão linear explicaram acima de 80%, a variação do dano em consequência do aumento de frutos doentes na planta (Figuras 3 e 4). As equações de regressão linear simples demonstraram a importância da doença nessa etapa de desenvolvimento da cultura. Por isso, considera-se que a fase da frutificação, suscetível à infecção por *P. psidii*, é igualmente determinante na produção da goiabeira.

Quando se confrontou o número de frutos sadios no final do período de suscetibilidade com a produção final da goiabeira, obteve-se uma correlação de 97% entre estas variáveis, no segundo experimento (Quadro 3). Ou seja, essa fase de desenvolvimento da planta deve também receber toda atenção quanto ao controle químico da doença em condições ambientais favoráveis. Do mesmo modo, aconteceu quando se analisou a variável AACPD, que integraliza a incidência da doença por todo o período de avaliação (Campbell e Madden, 1990). Obteve-se uma relação linear positiva entre o dano medido em peso e número de frutos/ha e AACPD (Figuras 1, 2, 3 e 4), ou seja, a AACPD é uma variável adequada para estimar danos no patossistema em estudo. A AACPD permitiu dizer que as fases compreendidas dos botões florais até a fase final de suscetibilidade dos frutos à doença, são limitantes à produção da goiabeira. Esses relatos indicaram ainda que as fases de frutificação, dos botões florais até frutos com aproximadamente 4 cm de diâmetro, devem ser monitorada e pulverizada com fungicidas no controle da doença em condições favoráveis.

Sugere-se, assim, que a fase de emissão de botões seja a etapa inicial para estabelecimento do controle preventivo da doença, via pulverização com fungicidas protetores. Como os botões são de curta duração na planta, os fungicidas sistêmicos devem ser empregados preferencialmente quando do

surgimento dos primeiros frutos com ou sem ferrugem, sob condições favoráveis à doença. Por outro lado, nos casos em que houver atraso ou negligência no controle preventivo com fungicidas protetores, mesmo considerando a curta duração dos botões nas plantas e em condições de epidemias severas da ferrugem, fungicidas sistêmicos devem ser pulverizados em botões (Capítulo 3.4).

Na safra do segundo experimento, verificou-se que o dano ocasionado pela ferrugem-da-goiabeira na ausência de controle químico da doença foi expressivo, representando 88% de redução da produção. Em compensação, com o emprego do melhor fungicida, triadimenol, houve um dano pouco expressivo na ordem de 7,55% na produção final da lavoura (Quadro 2).

A importância da *P. psidii* na região do Norte Fluminense já foi relatada em trabalhos de epidemiologia da doença em pomares de goiabeiras cultivados com a variedade Paluma (Rocabado, 2003, 1998). Além disso, os dados apresentados aqui indicaram que as funções de dano refletiram a importância da doença em diminuir a produção da cultura durante as épocas mais favoráveis ao surgimento das epidemias. As funções de dano demonstraram que houve uma relação linear entre botões e/ou frutos com ferrugem e queda de produção.

Quando se consideram frutos para o mercado de mesa, pode-se levantar a hipótese de que a qualidade individual dos frutos poderia ser afetada na presença de uma única pústula de ferrugem. Nessa situação, as perdas poderiam ainda ser maiores, uma vez que um fruto com uma pústula perde o valor comercial. O dano verificado na presença do fungicida triadimenol foi menor, onde pequenas pústulas de ferrugem foram erradicadas e ocorreu a cicatrização da lesão. Assim, um fruto com lesões cicatrizadas seria contabilizado como fruto sadio e o dano nessa situação seria menor. Dessa forma, as perdas econômicas tenderiam a ser menos expressivas considerando os frutos para o mercado *in natura*.

Embora seja esperado obter relações diretas entre incidência de frutos doentes e danos à produção, um fruto doente pode significar um fruto a menos. Partiu-se da hipótese de que o alto índice de abortamento (80 a 90%) de botões e frutos jovens de goiabeira poderia alterar esta relação, controlando

parcialmente a doença. Dessa maneira, somente 10 a 20% dos frutos novos que permanecem na planta (Corrêa et al, 2002) refletem na produção final da lavoura e a relação entre frutos doentes e dano, tende a partir daí a ser de 1:1, ou seja, tanto para o mercado de mesa quanto para a indústria, um fruto com ferrugem pode estar depreciado e desqualificado para o consumo.

Embora a infecção do fungo nos frutos se processe continuamente, seguindo a via anti-horária de infecção (Bergamin Filho, 1995), ou seja, o progresso da doença pode ser explicado tanto pelo surgimento de novas lesões (via horária) quanto pelo crescimento das lesões já existentes (via anti-horária), o aumento na incidência de frutos doentes se dá até quando estes atingem aproximadamente 4 cm de diâmetro (de 70 a 80 dias após a poda de produção) (Capítulo 3.2, Rocabado, 2003, 1998). Dessa forma, os fungicidas sistêmicos devem ser prioritariamente pulverizados para conter o surgimento de novas pústulas e a evolução continuada das lesões esporulantes de *P. psidii* sobre os frutos já remanescentes na planta.

Como verificado, as equações de dano geradas na fase dos frutos podem expressar valores mais realistas devido à estabilização do número de frutos na planta. Nessa etapa, o aumento ou diminuição do número de frutos pode ser pequeno, o que possibilita avaliar mais precisamente a incidência da doença no campo (Rocabado, 2003). Mesmo assim e apesar da grande queda de botões da planta, não poderíamos negligenciar esse estágio no monitoramento e no controle da doença em condições climáticas favoráveis à infecção de *P. psidii*.

Finalmente, a partir da estimativa de produção para as diferentes épocas do ano e a partir de dados obtidos em experimentos regionais, poder-se-ia definir um limite a partir do qual, a pulverização tornar-se-á antieconômica, considerando que alta incidência em botões e frutos novos é acompanhada de severas reduções na produtividade.

CONCLUSÕES

Diferentes modelos matemáticos foram obtidos visando relacionar a incidência de botões e frutos doentes com danos à produção, a partir de experimento de controle químico no campo nos anos de 2003 e 2003 – 2004. Os dados obtidos permitem concluir que:

(i) A fase inicial de floração (botões) deve ser monitorada quanto ao surgimento da doença, a partir da emissão dos primeiros botões; (ii) As pulverizações com fungicidas devem ser realizadas no início da floração e finalizadas quando os frutos tornarem-se imunes (frutos com aproximadamente 4 cm de diâmetro) a novas infecções; (iii) A incidência máxima e final de botões e frutos doentes tiveram relação direta com a redução do rendimento da goiabeira; (iv) botões e frutos sadios remanescentes na planta correlacionaram-se significativamente com a produção final da goiabeira; (v) A incidência de botões doentes pode ser utilizada como requisito para modelos de previsão e controle químico de epidemias de ferrugem em frutos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bergamin Filho, A. (1995) A epidemia como um sistema. In: *Manual de Fitopatologia*, p. 574 - 601, ed. A. Bergamin Filho, H. Kimati, L. Amorim, São Paulo, SP. v.1, 919 p.
- Bowen, K. L., Everts, K. L., Leath, S. (1991) Reduction in yield of winter wheat in North Carolina due to powdery mildew and leaf rust. *Phytopathology* 81: 503 – 511.
- Campacci, C. A. (1983) O controle da ferrugem da goiabeira. *Correio Agrícola* 1: 150.
- Campbell, C. L., Madden, L. V. (1990) Introduction to plant disease epidemiology. A Wiley-Interscience publication, USA, 532 p.
- Carlson, G. A., Main, C. E. (1976) Economics of disease-loss management. *Annual Review of Phytopathology* 14: 381 – 403.

- Carvalho, A. O. de, Alfenas, A. C., Maffia, L. A., Carmo, M. G. F. do (1994) Avaliação do progresso da ferrugem (*Puccinia psidii*) em brotações de *Eucalyptus cloeziana* no sudeste da Bahia, de 1987 a 1989. *Revista Árvore* 18: 265 – 274.
- Corrêa, M. C. de M., Prado, R. de M., Natale, W., Silva, M. A. C. da, Pereira, L. (2002) Índice de pegamento de frutos de goiabeiras. *Revista Brasileira de Fruticultura* 24: 783 – 786.
- Coutinho, T. A., Wingfield, M. J., Alfenas, A. C., Crous, P. W. (1998) Eucalyptus rust: a disease with the potential for serious international implications. *Plant Disease* 82: 819 - 925.
- Ferreira, F. A. (1989) Ferrugem do Eucalipto. *Patologia Florestal*. Viçosa. p. 129-152.
- Ferreira, F. A. (1983) Ferrugem do eucalipto. *Revista Árvore* 7: 91-109.
- Groth, J. V., Zeyen, R. J., Davis, D. W., Christ, B. J. (1983) Yield and quality losses caused by common rust (*Puccinia sorghi* Schw.) in sweet corn (*Zea mays*) hybrids. *Crop Protection* 2: 105 – 111.
- Jesus Junior, W. C. de, Vale, F. X. R. do, Coelho, R. R., Hau, B., Zambolim, L., Costa, L. C., Bergamin Filho, A. (2001) Effects of angular leaf spot and rust on yield loss of *Phaseolus vulgaris*. *Phytopathology* 91: 1045 – 1053.
- Khan, M. A., Trevathan, L. E., Robbins, J. T. (1997) Quantitative relationships between leaf rust and wheat yield in Mississippi. *Plant Disease* 81: 769 – 772.
- Manica, I., Icuma, I. M., Junqueira, N. T. V., Salvador, J. O., Moreira, A., Malavolta, E. (2000). *Fruticultura Tropical* 6. *Goiaba*. Porto Alegre. Editora Cinco Continentes. 374 p.
- Pataky, J. K. (1987) Quantitative relationships between sweet corn yield and common rust, *Puccinia sorghi*. *Phytopathology* 77: 1066 – 1071.
- Pinho, R. G. V., Ramalho, M. A. P., Silva, H. P., Resende, I. C., Pozar, G. (1999) Danos causados pelas ferrugens polissora e tropical do milho. *Fitopatologia Brasileira* 24: 400 –409.

- Reis, E. M., Casa, R. T., Hoffmann, L. L., Mendes, C. M. (2000) Effect of leaf rust on wheat grain yield. *Fitopatologia Brasileira* 25: 67 –71.
- Ribeiro Júnior, J. I. (2001) Análises estatísticas no SAEG. Viçosa, UFV, 301 p.
- Rocabado, J. M. A. (2003) Epidemiologia e Patogênese da ferrugem-da-goiabeira, causada por *Puccinia psidii* . Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Campos, RJ. Universidade Estadual Darcy Ribeiro, 119 p.
- Rocabado, J. M. A. (1998) Progresso da ferrugem-da-goiabeira, causada por *Puccinia psidii*, em São Francisco do Itabapoana, RJ. Tese (Mestrado em Produção Vegetal). Campos, RJ. Universidade Estadual Darcy Ribeiro, 39 p
- Ruiz, R. A. R., Alfenas, A. C., Ferreira, F. A., Vale, F. X. R. (1989a) Influência da temperatura, do tempo de molhamento foliar, fotoperíodo e da intensidade de luz sobre a infecção de *Puccinia psidii* em eucalipto. *Fitopatologia Brasileira* 14: 55 - 61.
- Ruiz, R. A. R., Alfenas, A. C., Maffia, L. A., Barbosa, M. M. (1989b) Progresso da ferrugem do eucalipto, causada por *Puccinia psidii*, em condições de campo. *Fitopatologia Brasileira* 14: 73 - 81.
- Silveira, S. F., Rocabado, J. M. A., Moreira, A. H., Silva, E. A. (1997) Ferrugem e escaldadura dos ramos da goiabeira no Norte Fluminense. *Fitopatologia Brasileira Suplemento* 22: 308.
- Torrez, J. C., Ventura, J. A. (1991) AVACPD: Um programa para calcular a área e o volume abaixo da curva de progresso da doença. *Fitopatologia Brasileira* 16: 52 – 55.

3.4 EFEITO PROTETOR E CURATIVO DE FUNGICIDAS SISTÊMICOS NO CONTROLE DA FERRUGEM (*Puccinia psidii*) EM GOIABEIRA

RESUMO

Fungicidas sistêmicos foram avaliados quanto ao efeito protetor e curativo no controle da ferrugem. Realizaram-se dois experimentos de campo, empregando-se os fungicidas triadimenol e tebuconazole. No primeiro experimento, o efeito protetor dos fungicidas triadimenol (310 mg/L) e tebuconazole (150 mg/L), foram avaliados em blocos casualizados e em esquema de parcelas subdivididas (épocas de inoculação) com quatro repetições. Após a pulverização dos fungicidas nas plantas adultas em estágio de botões, as subparcelas foram inoculadas com suspensão de uredíniosporos aos 7, 14 e 21 dias. Avaliou-se semanalmente após cada época de inoculação, a incidência de botões e/ou frutos com ferrugem. A testemunha (água) diferiu dos fungicidas em todas as épocas de inoculação, mas não houve diferença significativa entre os fungicidas tebuconazole e triadimenol quanto à incidência de frutos doentes. Tanto triadimenol quanto tebuconazole protegeram os frutos até 21 dias em condições favoráveis à doença. Em um segundo experimento de campo, testaram-se triadimenol D1 (187,5 mg/L), triadimenol D2 (310 mg/L) e tebuconazole (150 mg/L) quanto ao efeito curativo. Empregou-se o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições em esquema de parcelas subdivididas, sendo as subparcelas representadas pelas pulverizações aos três e sete dias após a inoculação. Aos três e sete dias após a inoculação com suspensão de uredíniosporos, pulverizaram-se as subparcelas com os fungicidas. Houve diferença estatística entre a testemunha

e os fungicidas. No entanto, não houve diferença significativa entre os fungicidas e nem entre as épocas de pulverização quanto à incidência de frutos com ferrugem. Triadimenol D1, triadimenol D2 e tebuconazole foram eficientes aos 3 e 7 dias após a inoculação, sendo que a dose de triadimenol D1 foi suficiente em suprimir a colonização por *P. psidii* em frutos jovens da goiabeira.

Palavras-chaves: tebuconazole, triadimenol, urediniosporos

ABSTRACT

PROTECTIVE AND THERAPEUTIC EFFECT OF SYSTEMIC FUNGICIDES IN THE CONTROL OF GUAVA RUST (*Puccinia psidii*)

In this work, the protective and therapeutic effect of the systemic fungicides were evaluated in the control of the guava rust. Protective effect of triadimenol (310 mg/L) and tebuconazole (150 mg/L) was evaluated in statistical outlining of blocks at random and in split-plot designs (inoculation time) with 4 replications. At the 7th, 14th e 21st days after fungicide application on the plant buds, the split-plots were inoculated with urediniospore suspension. The incidence of fruit disease was evaluated weekly, starting after each period of inoculation. Incidence of fruit disease was statistically equal for both of the fungicide treatments, but differed from the control treatment for all the inoculation periods. Either triadimenol and tebuconazole showed protective effect after 21 days. In another experiment triadimenol D1 (187.5 mg/L), triadimenol D2 (310 mg/L) and tebuconazole (150 mg/L) were tested regardless of the therapeutic period. The experimental design was the same as before, but spraying times were investigated at the 3rd and 7th days after urediniospore inoculation. There was no statistical difference on disease fruit incidence among fungicides and spraying time, but they differed from the control plants. All fungicides were efficient in the disease control at 3 and 7 days after inoculation.

Keywords: tebuconazole, triadimenol, urediniosporos

INTRODUÇÃO

Puccinia psidii Winter, fungo pertencente à classe dos urediniomicetos é considerado por vários autores (Coutinho et al., 1998, Ferreira, 1989, 1983) como muito destrutivo em plantas da família Myrtaceae. O fungo infecta diferentes hospedeiros, reduzindo o potencial produtivo de plantas como o eucalipto (*Eucalyptus* spp), jabuticabeira (*Myrciaria jaboticaba* (Vell.)), goiabeira (*Psidium guajava*), jambo (*Syzygium jambos*) e outras. Invariavelmente ocorre infecção de tecidos novos, principalmente os órgãos tenros disponíveis nas plantas. Os órgãos atacados pela doença mostram-se deformados e recobertos por sinais da doença. Em eucalipto, os principais tecidos afetados são brotações novas e folhas jovens (Ferreira, 1989, 1983). Em goiabeira (Rocabado, 2003, 1998), os botões e frutos novos são os principais órgãos infectados pelo fungo durante as epidemias no campo. Em jambeiro, o fungo infecta folhas novas, além de flores e frutos imaturos (Tessmann et al., 2001).

A ferrugem tem sido considerada de grande importância econômica nas regiões produtoras de goiaba (Piccinin e Pascholati, 1997). Na região Norte Fluminense, a ferrugem causa prejuízos em goiabais cultivados com a variedade Paluma (Rocabado, 1998). Como verificado em estudos anteriores (Rocabado, 2003, 1998), a variedade Paluma é bastante suscetível, pois em grande parte do ano as condições são favoráveis ao patógeno, podendo acarretar danos de 100% à produção do pomar, na ausência de controle químico. Diferente do eucalipto, que possui clones resistentes a *P. psidii* (Junghans, et al., 2003), ainda não existem no Brasil e no mundo variedades de goiabeiras comerciais resistentes a ferrugem (Vasconcelos et al., 1998).

Desde que a goiabeira se tornou comercialmente cultivada, o emprego de fungicidas no controle de *P. psidii* tornou-se uma prática freqüente nas regiões e épocas mais favoráveis à ferrugem. Diferentes medidas de controle podem ser complementadas para esse fim, mas são paliativas. Na ausência do controle químico, não se consegue impedir o rápido progresso da doença em variedades suscetíveis. A principal medida de controle se baseia em pulverizações com fungicidas protetores ou sistêmicos (Demuner e Alfenas,

1991, Ferrari et al., 1997, Goes et al., 2004, Goes, 1997, Kimati, 1995, Ruiz et al., 1991, Ruiz e Alfenas, 1989).

Em se tratando da alta suscetibilidade da cultivar Paluma a ferrugem, da sua grande aceitação no mercado *in natura* e indústria, e por ocupar cerca de 90% das áreas plantadas no Brasil (FrutiSéries 1, 2001), tornam-se necessários trabalhos visando otimizar e racionalizar o controle químico dessa doença em goiabais comerciais.

Em experimentos de campo, realizados no distrito de Praça João Pessoa, município de São Francisco do Itabapoana, RJ, utilizando fungicidas protetores e sistêmicos, constatou-se que os fungicidas a base de triadimenol e tebuconazole, pulverizados a cada 15 dias foram os mais eficientes no controle da doença sob condições favoráveis. No entanto, apesar da eficiência dos fungicidas em controlar o fungo em pomares comerciais, ainda não existem informações sobre o efeito protetor e curativo de triadimenol e tebuconazole sobre a infecção do fungo em nível de campo, o que possibilitaria definir com maior precisão intervalos e épocas de aplicação destes produtos visando o controle da ferrugem.

Considerando que o uso de fungicidas na agricultura pode onerar os custos de produção, intoxicar os aplicadores, aumentar os riscos da presença de resíduos dos produtos e selecionar raças do fungo resistentes aos fungicidas aplicados, torna-se necessário estabelecer condições que otimizem o uso destes fungicidas em lavouras de goiaba. Por isso, este trabalho objetivou determinar o efeito protetor e curativo dos fungicidas sistêmicos, tebuconazole e triadimenol, empregados no controle da ferrugem.

MATERIAL E MÉTODOS

Três experimentos foram realizados no período de setembro a dezembro/2004, dois em lavoura comercial de goiaba (variedade Paluma), no distrito de Praça João Pessoa, município de São Francisco do Itabapoana-RJ; e outro experimento foi realizado no Campus da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, em pomar de aproximadamente três anos de idade (variedade Paluma), localizado na área experimental do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuária (CCTA).

Experimento 1 – Efeito protetor dos fungicidas tebuconazole e triadimenol em frutos de goiaba

Em um primeiro experimento, iniciado no mês de setembro de 2004, selecionou-se pomar de goiabeiras adultas, variedade Paluma. A área experimental constituiu-se de 30 plantas em frutificação, estágio de botões, com espaçamento de 7 x 7, sendo consideradas apenas as 12 plantas centrais nas avaliações. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Para isso, considerou-se como parcelas a testemunha (água) e os dois fungicidas (triadimenol e tebuconazole, nas doses de 310 mg/L e 150 mg/L, respectivamente). As subparcelas constituíram-se de três épocas de inoculação, quais sejam: 7, 14 e 21 dias após a pulverização. Cada unidade experimental constituiu-se de dez ramos marcados com uma média, de 90 botões.

No período de 05/10/2004, todas as plantas foram pulverizadas com 1,5 L da calda fungicida, exceto a testemunha. Utilizou-se um atomizador costal motorizado ULV- Super 73 c.c., 2T e com capacidade de 18 L (Guarani[®]), com bico de vazão 1,5 L/min, durante a parte da manhã. Em cada época de inoculação (subparcela), inoculou-se com suspensão de 2×10^4 uredíniosporos/mL, todos os botões marcados nos ramos. Cada unidade experimental foi inoculada ao final do dia com 100 mL da suspensão de

urediniosporos preparada a base de água destilada e Tween 80% a 0,05% (v/v) (Ruiz et al., 1991).

As avaliações da incidência de botões e/ou frutos com ferrugem em cada unidade experimental foram feitas antes da inoculação e semanalmente, após este procedimento. A incidência de botões e/ou frutos doentes foi transformada de acordo com a fórmula $\sqrt{(x+05)}$ e os dados transformados submetidos à análise de variância e confrontados pelo teste de média Tukey a 5% de probabilidade, com auxílio do programa SAEG 8.0 (Ribeiro Júnior, 2001).

Experimento 2- Efeito curativo dos fungicidas tebuconazole e triadimenol no controle da ferrugem

Para esse experimento, foi utilizado pomar implantado na Unidade de Apoio a Pesquisa (UAP) no Campus da UENF, com a variedade Paluma, estando as plantas com cerca de 2,5 anos de idade, em espaçamento de 6 m x 5 m.

Em novembro de 2004, selecionaram-se 32 plantas úteis no pomar, as quais foram marcadas no estágio de frutificação. Marcou-se, para cada repetição do tratamento, em média 50 frutos de aproximadamente 0,5 a 1 cm de diâmetro/planta. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas. As parcelas se constituíram dos fungicidas sistêmicos tebuconazole (150 mg/L), triadimenol D1 (187,5 mg/L), triadimenol D2 (310 mg/L) e testemunha (água), e as subparcelas, os tempos de pulverização 3 e 7 dias após a inoculação. Cada subparcela foi composta de uma planta.

Previamente as pulverizações, inoculou-se ao final do dia aproximadamente 50 mL da suspensão de 2×10^4 urediniosporos/mL (Ruiz et al., 1991) para cada ramo marcado das plantas úteis. Aos 3 e 7 dias da inoculação, pulverizaram-se inteiramente as plantas com 500 mL da calda fungicida e água (testemunha), com auxílio de um pulverizador costal manual

de capacidade de 10 L (Guarani[®]), até o ponto de escoamento. As pulverizações foram realizadas no início da manhã.

As avaliações foram realizadas aos 7 e 14 dias após a inoculação, contabilizando o número de frutos doentes (incidência) em cada tratamento. Os dados de Incidência de frutos doentes foram transformados de acordo com a fórmula $\sqrt{(x+0.5)}$ para as análises estatísticas. Procedeu-se a análise de variância e teste de média Tukey e “ t” a 5% de probabilidade, com auxílio do programa SAEG 8.0 (Ribeiro Júnior, 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Experimento 1 – Efeito protetor dos fungicidas tebuconazole e triadimenol em frutos de goiaba

Verificou-se no primeiro experimento, que a alta incidência da doença ocorreu no tratamento testemunha. Constatou-se diferença significativa entre os tratamentos e entre os períodos de inoculação. Porém, não se constatou diferença significativa entre os dois fungicidas para todos os períodos de inoculação (Quadro 1).

Nas plantas testemunha ocorreu alta incidência de frutos com ferrugem, aos 21 dias da pulverização. A incidência de frutos com ferrugem atingiu, neste período, valor médio de 58%, enquanto que triadimenol e tebuconazole apresentaram valores de incidência de frutos doentes bem inferiores, de 9 e 12 %, respectivamente. Para os fungicidas triadimenol e tebuconazole, houve ainda diferença significativa entre os períodos de inoculação dos botões e/ou frutos da goiabeira (Quadro 1). Para triadimenol, a incidência de frutos doentes aumentou pouco no decorrer do tempo. O efeito protetor desse fungicida e tebuconazole se prolongou até aos 21 dias da pulverização (Quadro 1).

Quadro 1. Incidência (%) de frutos de goiaba, variedade Paluma, com ferrugem (*Puccinia psidii*) em parcelas inoculadas com suspensão de uredíniosporos aos sete, quatorze e vinte e um dias após a pulverização com tebuconazole (150 mg/L) e triadimenol (310 mg/L), em experimento de campo realizado no distrito de Praça João Pessoa, município de São Francisco do Itabapoana, RJ.

Período de inoculação				
Fungicida	7	14	21	C.V. (%)
Tebuconazole	4 AB b	0 B c	12 B a	23,43
Testemunha	8 A b	8 A b	58 A a	17,78
Triadimenol	1 B b	4 AB ab	9 B a	42,55
C.V. (%)	37,12	41,52	23,40	

* Legenda: Valores de incidência (%) foram transformados para $\sqrt{(x+05)}$. Valores médios de incidência da doença seguidos da mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade do teste de média Tukey.

Fungicidas sistêmicos também apresentam efeito protetor, além de curativo. Segundo, Buchemauer, 1982, citado por Paveley et al., (2000), fungicidas triazóis empregados na cultura do trigo, além de apresentar efeito curativo, também tem efeito protetor no controle da ferrugem dos cereais. A proteção exercida por fungicidas sistêmicos tem sido relatada para inúmeros patossistemas (Bonde et al., 1995, Demuner e Alfenas, 1991, Godoy e Canteri, 2004, Ruiz et al., 1991, Ruiz e Alfenas, 1989, Schöfl e Zinkernagel, 1997, Schwabe et al., 1984). No presente experimento avaliou-se o efeito protetor dos fungicidas triadimenol e tebuconazole no controle da ferrugem em botões e/ou frutos da planta. Ambos os fungicidas protegeram os frutos contra infecção por *P. psidii* até 21 dias, mesmo em condições favoráveis a doença no campo.

Segundo Ruiz et al. (1991), o fungicida triadimenol na dose de 750 mg. L⁻¹ proporcionou controle total da doença em folhas até dez dias após a pulverização em mudas de goiabeira, cultivadas em casa-de-vegetação. Na cultura da soja, o fungicida sistêmico tebuconazole (100 g i.a/ ha) preveniu a infecção *Phakopsora pachyrhizi* H. Sydow & Sydow, por até 14 dias após a pulverização do produto (Godoy e Canteri, 2004). Segundo esses autores, tebuconazole apresentou 88% de controle efetivo da doença devido ao seu efeito protetor. O fungicida tebuconazole conferiu proteção total contra a formação de picnídio de *Septoria tritici* nas folhas do trigo, por 170 graus-dias após a pulverização (Schöfl e Zinkernagel, 1997). Demuner e Alfenas (1991), empregando a formulação pó molhável de triadimenol nas concentrações de 400 e 800 mg/L relataram que para o patossistema *P. psidii* em eucalipto, houve proteção de até 28 dias após a aplicação do produto. Por outro lado, Ruiz e Alfenas (1989), concluíram que a proteção do fungicida triadimenol a 0,75 mL i. a/L em eucalipto deu-se até 10 dias no primeiro par de folhas acima daquelas que receberam a pulverização da calda fungicida. Neste experimento, houve proteção de triadimenol e tebuconazole à infecção de *P. psidii*, corroborando com os resultados de Demuner e Alfenas (1991) e Ruiz e Alfenas (1989) no patossistema *P. psidii* x eucalipto.

A proteção conferida pelos triazóis ocorre após a penetração do fungo no tecido do hospedeiro, ou seja, não atuam portanto, na germinação dos

esporos (Schöfl e Zinkernagel, 1997). Os fungicidas sistêmicos provavelmente não atuam como barreiras de deposição na superfície dos tecidos, como ocorre com os fungicidas protetores, que são excelentes na supressão da germinação de esporos de fungos (Agrios, 1997, Suheri e Latin, 1991). Os fungicidas triazóis são sistêmicos e sua concentração na epiderme do hospedeiro decresce mais rapidamente que os compostos não sistêmicos (Schöfl e Zinkernagel, 1997). Por isso, e devido a sua absorção no tecido do hospedeiro, a proteção passa a ser efetiva principalmente dentro da planta (Paveley et al., 2000).

Experimento 2 - Efeito curativo dos fungicidas tebuconazole e triadimenol no controle da ferrugem

Além do efeito protetor de tebuconazole e triadimenol, constatou-se também que os mesmos fungicidas apresentaram efeito curativo sobre as infecções de *P. psidii*. Os resultados demonstraram que os fungicidas triadimenol D1 (187,5 mg/L), triadimenol D2 (310 mg/L) e tebuconazole (150 mg/L) foram estatisticamente diferentes da testemunha, quanto à incidência de frutos doentes quando pulverizados aos 3 e 7 dias após inoculação. Não houve diferenças significativas entre os fungicidas empregados, mesmo quando o triadimenol foi aplicado em menor dosagem (Quadro 2). Tanto aos 3 quanto aos 7 dias após a inoculação, os fungicidas não foram estatisticamente diferentes, e triadimenol na dose mais baixa controlou a doença (Quadro 2). A testemunha (pulverizada com água) apresentou elevada incidência de frutos com ferrugem, alcançando 43 e 42% de frutos doentes aos 3 e 7 dias após a inoculação, respectivamente. Contrariando o encontrado para a testemunha, a porcentagem de frutos doentes não ultrapassou 5%, quando se pulverizou com triadimenol D1 (187,5 mg/L) e tebuconazole (150 mg/L) aos sete dias após a inoculação do fungo. Por outro lado, triadimenol D2 (310 mg/L) não ultrapassou 2% de incidência de frutos doentes, quando pulverizado 3 dias após a inoculação da suspensão de uredíniosporos (Quadro 2). Quando se confrontaram os valores de incidência de frutos doentes nas subparcelas (pulverização aos 3 e 7 dias), verificou-se não haver diferenças significativas entre os 2 tempos de pulverização (Quadro 2).

Quadro 2. Incidência (%) de frutos de goiaba, variedade Paluma, com ferrugem (*Puccinia psidii*) após pulverizados com os fungicidas tebuconazole (150 mg/L), triadimenol D1 (187,5 mg/L), triadimenol D2 (310 mg/L), aos três e sete dias após a inoculação dos frutos com suspensão de uredíniosporos de *P. psidii*, em experimento de campo realizado no Campus da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro.

Fungicida	Período de pulverização						C.V. (%)
	3			7			
Testemunha	43	A	a	42	A	a	12,16
Tebuconazole	2	B	a	5	B	a	47,45
Triadimenol D1	1	B	a	5	B	a	54,75
Triadimenol D2	2	B	a	0	B	a	32,65
C.V.(%)	40,65			35,95			

* Legenda: Dados da incidência foram transformados de acordo com a fórmula $\sqrt{(x+05)}$. Valores médios de incidência da doença seguidos da mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade do teste de média Tukey e Teste – t, respectivamente.

O efeito da dose pôde também ser verificado neste experimento, onde triadimenol D1 (187,5 mg/L) revelou resultados semelhantes ao ocorrido com triadimenol D2 (310 mg/L), não sendo portanto estatisticamente diferente deste e tebuconazole a 150 mg/L. Doses mais baixas poderiam ser empregadas em estádios iniciais da infecção de *P. psidii* nos frutos jovens da goiabeira, com resultados promissores. Neste trabalho, a utilização de uma dose mais baixa aplicada aos 3 dias após a inoculação do fungo resultou no controle da doença. Provavelmente ocorreu interferência nas fases iniciais da colonização de *P. psidii*. Por outro lado, aos 7 dias após a inoculação do fungo, houve também controle da doença com aplicação de triadimenol a 187,5 mg/L, equivalendo ao ocorrido à dose de 310 mg/L. Segundo, Schöfl e Zinkernagel (1997), o efeito de doses pode ser correlacionado com o tempo de pós-infecção nos tecidos do hospedeiro. Berger (2004), relata que doses reduzidas a um quarto daquela recomendada podem ser empregadas eficientemente quando a epidemia está no seu início, mais especificamente, antes do final do primeiro ciclo de infecção (ou primeira onda de infecção). Dessa forma, triadimenol aplicado em dose reduzida poderia ser empregado em estratégia para retardar a epidemia da ferrugem nos estádios de botões e/ou frutos da goiabeira em condições de campo.

Em ensaios realizados em mudas de goiabeira sob condições de casa-de-vegetação, Ruiz et al., (1991), avaliaram o efeito curativo de alguns fungicidas sistêmicos no controle de *P. psidii*. Triadimenol nas duas doses aplicadas (0,375 g/L e 0,75 g/L) proporcionou redução acentuada da doença aos seis e nove dias após a inoculação (Ruiz et al., 1991). Estes resultados são similares aos encontrados no segundo experimento de campo, uma vez que aos 7 dias da inoculação, houve consistente controle da doença em frutos de goiabeira pulverizados com triadimenol D1 e D2 e, tebuconazole.

A eficiência dos fungicidas sistêmicos curativos foi também relatada em diferentes patossistemas (Bonde et al., 1995, Godoy e Canteri, 2004, Poblete e Latorre, 2001, Ruiz et al., 1991, Ruiz e Alfenas, 1989, Schwabe et al., 1984). O efeito curativo foi avaliado também em outras doenças causadas por ferrugens. Segundo Kable et al. (1987), propiconazole exerceu efeito curativo das infecções causadas por *Tranzschelia discolor* em folhas de pessegueiro. De

acordo com Bonde et al., (1995), a infecção por *Puccinia horiana*, agente etiológico da ferrugem branca do crisântemo, foi fortemente inibida pela aplicação de myclobutanil, aos cinco dias após a inoculação do fungo.

O conhecimento do efeito curativo e protetor dos fungicidas triazóis (triadimenol e tebuconazole) é importante para estabelecer o intervalo de aplicação do produto no campo e/ou para proteger os frutos da goiabeira das novas infecções do fungo e flexibilizar a pulverização. Finalmente, os fungicidas tebuconazole e triadimenol tem potencial para aplicações preventivas e sobre novas infecções de *P. psidii* em botões e/ou frutos de goiabeira.

CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos, conclui-se:

(i) A proteção em frutos de goiaba contra a infecção por *Puccinia psidii* ocorre até 21 dias, tanto para triadimenol quanto para tebuconazole ; (ii) Triadimenol a 187,5 e a 310 mg/L e tebuconazole a 150 mg/L podem ser empregados aos 3 e 7 dias após o início das infecções nos frutos de goiaba.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrios, G. N. (1997) Plant Pathology. Academic Press, Califórnia, 4^a.ed, 635 p.
- Berger, R. D. (2004) Decisions for disease management and for reduction of loss in yield. I Workshop de epidemiologia de doenças de plantas. “Quantificação de perdas no manejo de doenças de plantas”, Viçosa-MG. p 17 – 20.
- Bonde, M. R., Peterson, G. L., Rizvi, S. A., Smilanick, J. L. (1995) Myclobutanil as a curative agent for Chrysanthemum white rust. *Plant Disease* 79: 500 – 505.

- Coutinho, T. A., Wingfield, M. J., Alfenas, A. C., Crous, P. W. (1998) Eucalyptus rust: a disease with the potential for serious international implications. *Plant Disease* 82: 819 - 925.
- Demuner, N. L., Alfenas, A. C. (1991) Fungicidas sistêmicos para o controle da ferrugem, causada por *Puccinia psidii* em *Eucalyptus cloeziana*. *Fitopatologia Brasileira* 16: 174 – 177.
- Ferrari, J. T., Nogueira, E. M. de C., Santos, A. J. T. dos (1997) Control of rust (*Puccinia psidii*) in guava (*Psidium guajava*). *Acta Horticulturae* 452: 55 – 57.
- Ferreira, F. A. (1989) Ferrugem do eucalipto. Patologia Florestal. Viçosa. p. 129-152.
- Ferreira, F. A. (1983) Ferrugem do eucalipto. *Revista Árvore* 7: 91-109.
- FrutiSéries 1- Pernambuco – Goiaba. Brasília – Maio/2001.
- Godoy, C. V., Canteri, M. G. (2004) Efeitos protetor, curativo e erradicante de fungicidas no controle da ferrugem da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi*, em casa de vegetação. *Fitopatologia Brasileira* 29: 97 – 101.
- Goes A. de., Martins, R. D., Reis, R. F. dos. (2004) Efeitos de fungicidas cúpricos, aplicados isoladamente ou em combinação com mancozeb, na expressão de sintomas de fitotoxicidade e controle da ferrugem causada por *Puccinia psidii* em goiabeira. *Revista Brasileira de Fruticultura* 26: 237 – 240.
- Goes, A. de. (1997) Doenças da Goiabeira, em: *Anais do I Simpósio Brasileiro sobre a cultura da Goiabeira*. p. 137 – 148, Jaboticabal – SP. 184 p.
- Junghans, D. T., Alfenas, A. C., Brommonschenkel, S. H., Oda, S., Mello, E. J., Grattapaglia, D. (2003) Resistance to rust (*Puccinia psidii* Winter) in *Eucalyptus*: mode of inheritance and mapping of a major gene with RAPD markers. *Theor Appl Genet* , 108: 175 – 180.
- Kable, P. F., Keen, B. J., Bambach, R. W. (1987) Evaluation of fungicides for curative activity against *Transschelia discolor*, cause of the rust disease of French prune (*Prunus domestica* L.). *Australian Journal of Agricultural Research* (abstract).

- Kimati, H. (1995) Controle químico. p. 761-785. In: Bergamin Filho, A., Kimati, H., Amorin, L.(eds.) Manual de Fitopatologia, vol. 1: princípios e conceitos. Editora Ceres. São Paulo, 3^o. ed. 919 p
- Paveley, N. D., Lockley, D., Vaughan, T. B., Thomas, J., Schmidt, K. (2000) Predicting effective fungicide doses through observation of leaf emergence. *Plant Pathology* 49: 748 – 766.
- Piccinin, E., Pascholati, S. F. (1997) Doenças da goiabeira. p. 450- 454. In: Kimati, H., Amorin, L., Bergamin Filho, A., Camargo, L. E. A. e Rezende, J. A. M. (eds.) *Manual de Fitopatologia, vol. 2: doenças de plantas cultivadas*. Editora Ceres 3^a ed. São Paulo, 774 p.
- Poblete, J. A., Latorre, B. A. (2001) Efecto preventivo y curativo de los fungicidas inhibidores de esteroides en el control de *Venturia inaequalis* del manzano. *Cien. Inv. Agr.* 28: 145 – 150.
- Ribeiro Júnior, J. I. (2001) Análises estatísticas no SAEG. Viçosa, UFV, 301 p.
- Rocabado, J. M. A. (2003) Epidemiologia e Patogênese da ferrugem-da-goiabeira, causada por *Puccinia psidii* . Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Campos, RJ. Universidade Estadual Darcy Ribeiro, 119 p.
- Rocabado, J. M. A. (1998) Progresso da ferrugem-da-goiabeira, causada por *Puccinia psidii*, em São Francisco do Itabapoana, RJ. Tese (Mestrado em Produção Vegetal). Campos, RJ. Universidade Estadual Darcy Ribeiro, 39 p
- Ruiz, R. A. R., Alfenas, A. C., Demuner, N. L. (1991) Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem (*Puccinia psidii*) em goiabeira (*Psidium guajava*). *Summa Phytopathologica*, 17: 147 – 153.
- Ruiz, R. A. R., Alfenas, A. C. (1989) Absorção e translocação de fungicidas sistêmicos em *Eucalyptus grandis* para o controle da ferrugem do eucalipto, causada por *Puccinia psidii*. *Fitopatologia Brasileira*, 14: 47– 50.
- Schöfl, U. A., Zinkernagel, V. (1997) A test method based on microscopic assessments to determine curative and protectant fungicide properties against *Septoria tritici*. *Plant Pathology* 46: 545 – 556.
- Schwabe, W. F. S., Jones, A. L., Jonker, J. P. (1984) Greenhouse evaluation of the curative and protective action of sterol-inhibiting fungicides against Apple Scab. *Phytopathology* 74: 249 – 252.

- Suheri, H., Latin, R. X. (1991) Retention of fungicides for controle of *Alternaria* Leaf Blight of muskmelon under greenhouse conditions. *Plant Disease* 75: 1013 – 1015.
- Tessmann, D. J., Dianese, J. C., Miranda, A. C., Castro, L. H. R. (2001) Epidemiology of a Neotropical rust (*Puccinia psidii*): periodical analysis of the temporal progress in a perennial host (*Syzygium jambos*). *Plant Pathology*, 50: 725 - 731.
- Vasconcelos, L. F. L., Alfenas, A. C., Maffia, L. A. (1998) Resistência de cultivares de goiabeira à *Puccinia psidii*. *Fitopatologia Brasileira* 23: 492-494.

4. RESUMO E CONCLUSÕES

Em ensaio de campo e casa-de-vegetação, avaliou-se a eficiência de fungicidas sistêmicos pulverizados nas folhas para o controle da doença nos frutos jovens da planta. Em outros experimentos de campo (2003 e 2003 – 2004), testaram-se os fungicidas sistêmicos e protetor (mancozeb) no controle da ferrugem infectando botões e frutos da goiabeira. Através dos dados obtidos no primeiro (2003) e segundo experimento (2003 – 2004), quantificou-se os danos à produção da goiabeira provocados por *P. psidii*. Verificou-se ainda em outros experimentos de campo e através da pulverização dos melhores fungicidas, tebuconazole e triadimenol, o efeito protetor e curativo no controle da ferrugem em frutos.

Ao se avaliar o efeito dos fungicidas sistêmicos pulverizados nas folhas para o controle da doença em frutos, relatou-se que nenhum dos fungicidas sistêmicos pulverizados nas folhas foi eficiente no controle da doença nos frutos, tanto em condições de campo como em casa-de-vegetação.

Das pulverizações de fungicidas sistêmicos e protetor (mancozeb) no controle da doença em condições de campo (ano 2003), triadimenol foi o melhor fungicida, obtendo-se maior produção média/planta (81,34 kg) e menor incidência de frutos doentes. A testemunha apresentou maior incidência da

doença e baixa produção (61 frutos/plantas) e menor peso médio (10,25 kg de frutos/planta). No segundo experimento (ano 2003 – 2004), comprovou-se que triadimenol e tebuconazole foram os melhores tratamentos, mas triadimenol foi o mais produtivo dos dois. A testemunha pulverizada apenas com água, apresentou baixa produção (17 frutos/planta) e incidência máxima de frutos doentes de 89%. Triadimenol erradicou lesões esporulantes e as pulverizações com os fungicidas triadimenol e tebuconazole foram necessárias para se obter produção comercial.

Através dos dados de doença e produção obtidos no primeiro (2003) e segundo experimento (2003 – 2004), demonstrou-se que apenas a incidência máxima de botões doentes não correlacionou significativamente à produção da goiabeira em 2003. Porém, no segundo experimento, o número máximo de botões infectados correlacionou-se ao rendimento da cultura. As equações de regressão obtidas tiveram relação linear positiva entre a incidência de botões e/ou frutos doentes e o dano à produção. Para as condições do Norte Fluminense, a doença deve ser monitorada e controlada com o emprego de fungicidas protetores e/ou sistêmicos.

Ao se avaliar o efeito protetor observou-se que tanto triadimenol quanto tebuconazole tiveram efeito protetor de 21 dias em condições favoráveis a doenças. Quando se avaliou o efeito curativo, triadimenol D1 (187.5 mg/L), triadimenol D2 (310 mg/L) e tebuconazole (150 mg/L) foram eficientes quando pulverizados ao 3 e 7 dias após a inoculação.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aenda (2004) Preços médios de defensivos agrícolas pagos a agricultura das principais regiões consumidoras do Estado de São Paulo (em R\$/unidade). Extraído em: <http://aenda.org.br/Arquivos/Precossp.xls> Acesso: 15/11/2004.
- Agrianual (2005) Goiaba. FNP[®] Consultoria & Agroinformativos. 349 - 352.
- Agrios, G. N. (1997) Plant Pathology. Academic Press, Califórnia, 4^a.ed, 635 p.
- Alfenas, A. C., Maffia, L. A., Macabeu, A. J., Sartório, R. C. (1993) Eficiência de triadimenol, oxicarboxin e diniconazole para o controle da ferrugem (*Puccinia psidii*) em brotações de *Eucalyptus cloeziana*, em condições de campo. *Revista Árvore* 17: 247 – 263.
- Alfenas, A. C., Demuner, N. L., Barbosa, M. M. (1989) Eucalipto: A ferrugem e as opções de controle. *Correio Agrícola*, 1: 18-20.
- Bergamin Filho, A. (1995) A epidemia como um sistema. In: A. Bergamin Filho, H. Kimati, L. Amorim (eds.) Manual de Fitopatologia, vol. 1: princípios e conceitos. Editora Ceres. São Paulo, 3^o. ed. p. 574 – 601.

- Berger, R. D. (2004) Decisions for disease management and for reduction of loss in yield. I Workshop de epidemiologia de doenças de plantas. “Quantificação de perdas no manejo de doenças de plantas”, Viçosa-MG. p 17 – 20.
- Bonde, M. R., Peterson, G. L., Rizvi, S. A., Smilanick, J. L. (1995) Myclobutanil as a curative agent for Chrysanthemum white rust. *Plant Disease* 79: 500 – 505.
- Bowen, K. L., Everts, K. L., Leath, S. (1991) Reduction in yield of winter wheat in North Carolina due to powdery mildew and leaf rust. *Phytopathology* 81: 503 – 511
- Brandão, A. (2004) O pólo de fruticultura irrigada no norte e noroeste fluminense. *Revista de Política Agrícola*, no. 2 abril/maio/junho 78 – 86.
- Buck, J. W., Williams-Woodward, J. L. (2003) The effect of fungicides on urediniospore germination and disease development of daylily rust. *Crop Protection* 22: 135 – 140.
- Campacci, C. A. (1983) O controle da ferrugem da goiabeira. *Correi Agrícola* 1: 150.
- Campbell, C. L., Madden, L. V. (1990) Introduction to plant disease epidemiology. A Wiley-Interscience publication, USA, 532 p.
- Carvalho, V. L. de, Gonçalves-Gervásio, R. de C. R., Santa-Cecília, L. V. C., Kato, C. M., Foureaux, L. V., Campelo, M. G. (2002) Alternativas de controle da ferrugem do pessegueiro (*Tranzschelia discolor* (Fuckel) Tranzschel Litvinov). *Ciênc. Agrotec.* 26: 227 – 231.
- Carvalho, A. O. de, Alfenas, A. C., Maffia, L. A., Carmo, M. G. F. do (1994) Avaliação do progresso da ferrugem (*Puccinia psidii*) em brotações de *Eucalyptus cloeziana* no sudeste da Bahia, de 1987 a 1989. *Revista Árvore* 18: 265 – 274.
- Castilho, A., Martins, M. C. P. Chaves, G. M., Maffia, L. A. (1982) Técnicas de inoculação e seleção de cultivares de goiabeira com resistência à ferrugem (*Puccinia psidii*). *Fitopatologia Brasileira* 7: 511.
- Castro, J., Sigrist, J. (1991) Matéria prima. In: Goiaba. ITAL-Campinas.p.121-139.

- Chalfoun, S. M., Carvalho, V. L. de (1999) Controle químico da ferrugem (*Hemileia vastatrix* Berk & Br.) do cafeeiro através de diferentes esquemas de aplicação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 34: 363 – 367.
- Corrêa, M. C. de M., Prado, R. de M., Natale, W., Silva, M. A. C. da, Pereira, L. (2002) Índice de pegamento de frutos de goiabeiras. *Revista Brasileira de Fruticultura* 24: 783 – 786.
- Coutinho, T. A., Wingfield, M. J., Alfenas, A. C., Crous, P. W. (1998) Eucalyptus rust: a disease with the potential for serious international implications. *Plant Disease* 82: 819 - 925.
- Demuner, N. L., Alfenas, A. C. (1991) Fungicidas sistêmicos para o controle da ferrugem, causada por *Puccinia psidii* em *Eucalyptus cloeziana*. *Fitopatologia Brasileira* 16: 174 – 177.
- Edwards, J., Bienvenu, F. E. (2000) Evaluation of selected fungicides to control mint rust on Scotch spearmint. *Crop Protection* 19: 195 – 199.
- Ferrari, J. T., Nogueira, E. M. de C., Santos, A. J. T. dos (1997) Control of rust (*Puccinia psidii*) in guava (*Psidium guajava*). *Acta Horticulturae* 452: 55 – 57.
- Ferreira, J. F., Nevill, W. G. (1989) Evaluation of bitertanol and triadimefon for the control of gladiolus rust caused by *Uromyces transversalis*. *Plant Disease* 73: 987 – 990.
- Ferreira, F. A. (1989) Ferrugem do Eucalipto. *Patologia Florestal*. Viçosa. p. 129-152.
- Ferreira, F. A. (1983) Ferrugem do eucalipto. *Revista Árvore* 7: 91-109.
- Francisco, V. L. F. dos S., Baptistella, C. da S. L., Amaro, A. A. (2005) A cultura da goiaba em São Paulo. Extraído em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=1902>. Acesso: 15/05/2005.
- FrutiSéries 1- Pernambuco – Goiaba. Brasília – Maio/2001.

- Garçon, C. L. P., Zambolim, L., Mizubuti, E. S. G., Vale, F. X. R. do, Costa, E. (2004) Controle da ferrugem do cafeeiro com base no valor de severidade. *Fitopatologia Brasileira* 29: 486 – 490.
- Gaunt, R. E. (1995) The relationship between plant disease severity and yield. *Annual Review of Phytopathology* 33: 119 – 144.
- Godoy, C. V., Canteri, M. G. (2004) Efeitos protetor, curativo e eeradicante de fungicidas no controle da ferrugem da soja causada por *Phakopsora pachyrhizi*, em casa de vegetação. *Fitopatologia Brasileira* 29: 97 – 101.
- Goes, A. de, Martins, R. D., Reis, R. F. dos (2004) Efeito de fungicidas cúpricos, aplicados isoladamente ou em combinação com mancozeb, na expressão de sintomas de fitotoxicidade e controle da ferrugem causada por *Puccinia psidii* em goiabeira. *Revista Brasileira de Fruticultura* 26: 237 – 240.
- Goes, A. de. (1997) Doenças da Goiabeira, em: *Anais do I Simpósio Brasileiro sobre a cultura da Goiabeira*. p. 137 – 148, Jaboticabal – SP. 184 p.
- Goulart, A. C. P., Paiva, F. de A. (1993) Controle químico da ferrugem do colmo (*Puccinia graminis* f. sp. *tritici*) do trigo (*Triticum aestivum* L.). *Fitopatologia Brasileira* 18: 431 – 435.
- Groth, J. V., Zeyen, R. J., Davis, D. W., Christ, B. J. (1983) Yield and quality losses caused by common rust (*Puccinia sorghi* Schw.) in sweet corn (*Zea mays*) hybrids. *Crop Protection* 2: 105 – 111.
- IBGE (2003) Produção agrícola municipal. Culturas temporárias e permanentes. Extraído: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2003/pam2003.pdf> . Acesso: 15/05/2005.
- Jesus Junior, W. C. de, Vale, F. X. R. do, Coelho, R. R., Hau, B., Zambolim, L., Costa, L. C., Bergamin Filho, A. (2001) Effects of angular leaf spot and rust on yield loss of *Phaseolus vulgaris*. *Phytopathology* 91: 1045 – 1053.
- Junghans, D. T., Alfenas, A. C., Brommonschenkel, S. H., Oda, S., Mello, E. J., Grattapaglia, D. (2003) Resistance to rust (*Puccinia psidii* Winter) in *Eucalyptus*: mode of inheritance and mapping of a major gene with RAPD markers. *Theor Appl Genet* , 108: 175 – 180.

- Kable, P. F., Keen, B. J., Bambach, R. W. (1987) Evaluation of fungicides for curative activity against *Transschelia discolor*, cause of the rust disease of French prune (*Prunus domestica* L.). *Australian Journal of Agricultural Research* (abstract).
- Khan, M. A., Trevathan, L. E., Robbins, J. T. (1997) Quantitative relationships between leaf rust and wheat yield in Mississippi. *Plant Disease* 81: 769 – 772.
- Kimati, H.. (1995) Controle químico. p. 761-785. In: Bergamin Filho, A., Kimati, H., Amorin, L.(eds.) Manual de Fitopatologia, vol. 1: princípios e conceitos. Editora Ceres. São Paulo, 3º. ed. 919 p.
- Lichtner, F. (2000) Phloem mobility of crop protection products. *Australian Journal Plant Physiology* 27: 609-614.
- Manica, I., Icuma, I. M., Junqueira, N. T. V., Salvador, J. O., Moreira, A., Malavolta, E. (2000). *Fruticultura Tropical 6. Goiaba*. Porto Alegre. Editora Cinco Continentes. 374 p.
- Marchi, C. E., Resende, M. L. V. de., Chalfun, N. N. J., Pozza, E. A. (2001a) Fungicidas protetores, sistêmicos e o indutor de resistência BTH no controle da ferrugem da figueira. *Summa Phytopathologica* 27: 235 – 240.
- Marchi, C. E., Resende, M. L. V. de., Chalfun, N. N. J. (2001b) Controle químico da ferrugem em mudas de figueira (*Ficus carica*). . *Summa Phytopathologica* 27: 240 – 245.
- Marlatt, R. B. e Kimbrough, J. W. (1979) *Puccinia psidii* on pimenta dióica in south Florida. *Plant Disease Reporter* 63: 510-512.
- Medina, J. (1991) Cultura. In: *Goiaba*. ITAL -Campinas. 1-121.
- Mercer, P. C., Ruddock, A. (2005) Disease management of winter wheat with reduced doses of fungicides in Northern Ireland. *Crop Protection* 24: 221 – 228.

- Mercer, P. C., Ruddock, A. (2003) Disease management of spring barley with reduced doses of fungicides in Northern Ireland. *Crop Protection* 22: 79 – 85.
- Neto, A. P., Malagutti, A. M., Dondelli, L. E. R. (2003) Potencialidades e perspectivas da cultura da goiabeira. In: Costa, A. de F. S. da, Costa, A. N. da. (eds.) *Tecnologias para a produção de goiaba*. Vitória, ES: Incaper. p. 11 – 24.
- Nogueira, E. M. de C. (1991) Avaliação de fungicidas no controle da ferrugem *Cerotelium fici* em figueira *Ficus carica*. *Fitopatologia Brasileira* 16: 112 – 144.
- Nunes, A. M. L. (1986) Tempo de absorção, efeito protetor, curativo e de translocação de fungicidas no controle da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk, et Br.). *Tese (Mestrado)*. Viçosa, MG. UFV, 91 p.
- Pataky, J. K. (1987) Quantitative relationships between sweet corn yield and common rust, *Puccinia sorghi*. *Phytopathology* 77: 1066 – 1071.
- Paveley, N. D., Lockley, D., Vaughan, T. B., Thomas, J., Schmidt, K. (2000) Predicting effective fungicide doses through observation of leaf emergence. *Plant Pathology* 49: 748 – 766.
- Piccinin, E., Pascholati, S. F. (1997). Doenças da Goiabeira. In: *Manual de Fitopatologia*, p. 450-455, ed. H. Kimati, L. Amorim, A. Bergamin Filho, L. E. A. Camargo, J. A. M. Rezende, São Paulo, SP. v.2, 774p.
- Pinho, R. G. V., Ramalho, M. A. P., Silva, H. P., Resende, I. C., Pozar, G. (1999) Danos causados pelas ferrugens polissora e tropical do milho. *Fitopatologia Brasileira* 24: 400 – 409.
- Poblete, J. A., Latorre, B. A. (2001) Efecto preventivo y curativo de los fungicidas inhibidores de esteroides en el control de *Venturia inaequalis* del manzano. *Cien. Inv. Agr.* 28: 145 – 150.
- Reis, E. M. (2004) Critérios indicadores do momento para a aplicação de fungicidas. *Revista Plantio Direto*, janeiro/fevereiro: 8 – 11.
- Reis, E. M., Casa, R. T., Hoffmann, L. L., Mendes, C. M. (2000) Effect of leaf rust on wheat grain yield. *Fitopatologia Brasileira* 25: 67 – 71.

- Ribeiro Júnior, J. I. (2001) Análises estatísticas no SAEG. Viçosa, UFV, 301 p.
- Rocabado, J. M. A. (2003) Epidemiologia e Patogênese da ferrugem-da-goiabeira, causada por *Puccinia psidii*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal). Campos, RJ. Universidade Estadual Darcy Ribeiro, 119 p.
- Rocabado, J. M. A. (1998) Progresso da ferrugem-da-goiabeira, causada por *Puccinia psidii*, em São Francisco do Itabapoana, RJ. Tese (Mestrado em Produção Vegetal). Campos, RJ. Universidade Estadual Darcy Ribeiro, 39 p
- Rocha, M. B., Bemelmans, P. F. (2005) Goiaba para indústria: o custo da matéria-prima. Extraído em: <http://www.iea.sp.gov.br/out/verTexto.php?codTexto=1743>. Acesso: 15/05/2005.
- Ruiz, R. A. R., Alfenas, A. C., Demuner, N. L. (1991) Eficiência de fungicidas para o controle da ferrugem (*Puccinia psidii*) em goiabeira (*Psidium guajava*). *Summa Phytopathologica* 17: 147 – 153.
- Ruiz, R. A. R., Alfenas, A. C., Ferreira, F. A., Vale, F. X. R. (1989a) Influência da temperatura, do tempo de molhamento foliar, fotoperíodo e da intensidade de luz sobre a infecção de *Puccinia psidii* em eucalipto. *Fitopatologia Brasileira* 14: 55 - 61.
- Ruiz, R. A. R., Alfenas, A. C., Maffia, L. A., Barbosa, M. M. (1989b) Progresso da ferrugem do eucalipto, causada por *Puccinia psidii*, em condições de campo. *Fitopatologia Brasileira* 14: 73 - 81.
- Ruiz, R. A. R., Alfenas, A. C. (1989) Absorção e translocação de fungicidas sistêmicos em *Eucalyptus grandis* para o controle da ferrugem do eucalipto, causada por *Puccinia psidii*. *Fitopatologia Brasileira* 14: 47– 50.
- Ruiz, R. A. R., Alfenas, A. C., Ferreira, F. A., Zambolim, L. (1987) Fungicidas protetores e sistêmicos para o controle da ferrugem do eucalipto, causada por *Puccinia psidii*. *Revista Árvore* 11: 56 – 65.
- Santos, J. M. F. dos, Oliveira, S. H. F. de, Domingues, R. J., Guzzo, S. D. (2002) Avaliação da eficácia de fungicidas sistêmicos no controle da ferrugem (*Hemileia vastatrix* L.) do cafeeiro, sob chuva simulada. *Arq. Inst. Biol.* 69: 45 – 49.

- Schöfl, U. A., Zinkernagel, V. (1997) A test method based on microscopic assessments to determine curative and protectant fungicide properties against *Septoria tritici*. *Plant Pathology* 46: 545 – 556.
- Schwabe, W. F. S., Jones, A. L., Jonker, J. P. (1984) Greenhouse evaluation of the curative and protective action of sterol-inhibiting fungicides against Apple Scab. *Phytopathology* 74: 249 – 252.
- Silva-Acuña, R., Zambolim, L., Gonzalez-Molina, E. del C. (1993) Controle da ferrugem do cafeeiro com triadimenol via solo, na Venezuela. *Fitopatologia Brasileira* 18: 70 – 75.
- Silveira, S. F. da, Rocabado, J. M. A., Moreira, A. H., Silva, E. A. (1997) Ferrugem e escaldadura dos ramos da goiabeira no Norte Fluminense. *Fitopatologia Brasileira* 22: 308.
- Suheri, H., Latin, R. X. (1991) Retention of fungicides for controle of Alternaria Leaf Blight of muskmelon under greenhouse conditions. *Plant Disease* 75: 1013 – 1015.
- Suzuki, M. S., Silveira, S. F. (2003) Germinação in vitro de uredíniosporos de *Puccinia psidii* armazenados sob diferentes combinações de umidade relativa e temperatura. *Summa Phytopathologica* 29: 188 – 192.
- Tessmann, D. J., Dianese, J. C., Miranda, A. C., Castro, L. H. R. (2001) Epidemiology of a Neotropical rust (*Puccinia psidii*): periodical analysis of the temporal progress in a perennial host (*Syzygium jambos*). *Plant Pathology*, 50: 725 - 731.
- Torrez, J. C., Ventura, J. A. (1991) AVACPD: Um programa para calcular a área e o volume abaixo da curva de progresso da doença. *Fitopatologia Brasileira* 16: 52 – 55.
- Vasconcelos, L. F. L., Alfenas, A. C., Maffia, L. A. (1998) Resistência de cultivares de goiabeira à *Puccinia psidii*. *Fitopatologia Brasileira* 23: 492 - 494.
- Ypema, H. L., Gold, R. E. (1999) Kresoxim-methyl, modification of naturally occurring compound to produce a new fungicide. *Plant Disease* 83: 4 – 19.