

Avaliação de Produtos Alternativos para Controle da Requeima do Tomateiro*

Lylian P. Diniz¹, Luiz A. Maffia¹, Onkar D. Dhingra¹, Vicente W. D. Casali², Ricardo H. S. Santos² & Eduardo S. G. Mizubuti¹

¹Departamento de Fitopatologia; ²Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa, CEP 36570-000, Viçosa, MG, e-mail: mizubuti@ufv.br

(Aceito para publicação em 02/12/2005)

Autor para correspondência: Eduardo S. G. Mizubuti

DINIZ, L.P., MAFFIA, L.A., DHINGRA, O.D., CASALI, V.W.D., SANTOS, R.H.S. & MIZUBUTI, E.S.G. Avaliação de produtos alternativos para controle da requeima do tomateiro. *Fitopatologia Brasileira* 31:171-179. 2006.

RESUMO

Em condições de campo, avaliaram-se produtos alternativos no manejo da requeima do tomateiro (*Lycopersicon esculentum*), causada por *Phytophthora infestans*, em três experimentos (E). Compararam-se, em E1, extratos de: [pimenta (*Capsicum chinense*) + pimenta-do-reino (*Piper nigrum*) + cravo (*Syzygium aromaticum*) + açafrão-da-índia (*Curcuma longa*) + alho (*Allium sativum*)]; (pimenta-do-reino + cravo + alho); e (cravo + açafrão-da-índia + alho); em E2, óleo de nim (*Azadirachta indica*) (0,5%); leite (20%); e calda bordalesa; e em E3, preparado homeopático obtido de tecido de tomateiro com requeima (dinamização C30); mistura água-etanol; e calda bordalesa. Em E1, os extratos e a testemunha não diferiram quanto à severidade na metade da epidemia (Y_{50}), severidade final (Y_{\max}), área abaixo da curva de progresso (AACPD) e taxa de progresso da doença (r). Em E2, Y_{50} com óleo de nim (3%) e calda bordalesa (1%) não diferiram; Y_{\max} foi maior com óleo de nim (44%) que com calda bordalesa (14%); leite não reduziu Y_{\max} ; r e AACPD foram menores com óleo de nim (0,161 e 533, respectivamente) que na testemunha (0,211 e 1186, respectivamente) e semelhantes àqueles com calda bordalesa (0,156 e 130, respectivamente); r e AACPD foram similares nos tratamentos leite e testemunha. Em E3, Y_{50} , Y_{\max} , AACPD e r com a mistura água-etanol e preparado homeopático foram similares aos da testemunha. A calda bordalesa foi o tratamento mais eficiente no controle da requeima, e o óleo de nim foi promissor. No manejo da doença em sistemas alternativos de produção, é necessário integrar práticas, para se potencializarem os efeitos individualizados.

Palavras-chave adicionais: *mela, Phytophthora infestans, Lycopersicon esculentum*, epidemiologia, extratos de plantas, nim, homeopatia, calda bordalesa.

ABSTRACT

Quantification of the efficacy of alternative products for tomato late blight control

The efficacy of alternative products to manage tomato (*Lycopersicon esculentum*) late blight, caused by *Phytophthora infestans*, was evaluated in three field trials (E) that compared: E1 - [chili pepper (*Capsicum chinense*) + black pepper (*Piper nigrum*) + clove (*Syzygium aromaticum*) + turmeric (*Curcuma longa*) + garlic (*Allium sativum*) extracts]; (black pepper + clove + garlic extracts); and (clove + turmeric + garlic extracts); E2 - neem (*Azadirachta indica*) oil (0.5%), crude cow milk diluted in water (20% v/v), and Bordeaux mixture; E3 - homeopathic preparation (from tomato tissue infected with *P. infestans* - C30), the water-ethanol mixture, and Bordeaux mixture. All experiments had two controls: no sprays and metalaxyl. Severity at halfway through the epidemic (Y_{50}); at the end of the epidemic (Y_{\max}); area under disease progress curve (AUDPC); and disease progress rate (r) were estimated. None of the extracts reduced Y_{50} , Y_{\max} , AUDPC, or r values. Neem oil and Bordeaux mixture resulted in similar Y_{50} values (3% and 1%, respectively). Y_{\max} (44%) in plots treated with neem was higher than in those treated with Bordeaux mixture (14%). Milk at 20% did not reduce Y_{\max} . Values of r (0.161) and AUDPC (533) were lower with neem oil than in control (r = 0.211 and AUDPC = 1186) and similar to the Bordeaux mixture plots (r = 0.156 and AUDPC = 130). Values of r and AUDPC on plots treated with milk were similar to those in the control plots. There was no significant reduction of Y_{50} , Y_{\max} , AUDPC, or r values when plants were treated with homeopathic product. Bordeaux mixture was the most efficient treatment in controlling late blight. Neem oil is potentially useful. Integrated management must be implemented to keep late blight at acceptable levels on alternative tomato production systems.

Additional keywords: *Phytophthora infestans, Lycopersicon esculentum*, epidemiology, plant extracts, neem oil, homeopathy, Bordeaux mixture.

INTRODUÇÃO

Sistemas de produção alternativos ou não convencionais podem ser importantes em reduzir os

impactos ambientais e sociais causados pelo atual modelo de produção agrícola. Com a implementação destes sistemas, reduzem-se os riscos de poluição e de intoxicação de operadores e consumidores. A agricultura orgânica, um dos sistemas alternativos que evitam ou excluem amplamente o uso de agroquímicos, tem se expandido em todo o mundo. O Brasil ocupa a segunda posição na América Latina em

*Parte da Dissertação de Mestrado da primeira autora. Universidade Federal de Viçosa. 2003.

área manejada organicamente, com estimativa de 800.000 ha cultivados neste sistema (Willer & Yussefi, 2005). Depois da soja, as hortaliças são as principais culturas produzidas organicamente.

Doenças e pragas limitam a expansão do cultivo em sistemas orgânicos. A exploração comercial de muitas espécies, notadamente das olerícolas, em sistema orgânico é dificultada pela limitação do uso de insumos. O cultivo do tomateiro (*Solanum lycopersicum* L. = *Lycopersicon esculentum* Mill.), uma das principais olerícolas produzidas no Brasil, no sistema convencional, demanda grande quantidade de insumos e uso intensivo de agrotóxicos. Em sistemas orgânicos, os riscos de perdas são maiores, pois poucos insumos são permitidos ou conhecidos para manejo fitossanitário. Uma das doenças mais destrutivas do tomateiro é a requeima ou mela, causada pelo oomiceto *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. Em condições favoráveis ao desenvolvimento e sem adoção de medidas de controle da requeima, perdas totais de produção podem ocorrer em curto período de tempo. Atualmente, não há variedades de tomateiro com boas características agronômicas e resistência duradoura a *P. infestans*, e o controle da requeima baseia-se, quase que exclusivamente, no uso de fungicidas (Mizubuti, 2001).

No manejo de doenças de plantas, é fundamental integrar medidas de controle para viabilizar a produção, principalmente em cultivos orgânicos. Nesses cultivos, o uso de caldas, extratos, biofertilizantes, preparações homeopáticas e agentes de controle biológico pode reduzir a intensidade da doença. Porém, ainda não há agentes de controle biológico e biofertilizantes eficazes em reduzir a intensidade da requeima do tomateiro. Em estudos de controle biológico, obtiveram-se resultados satisfatórios em condições controladas (Ng & Webster; 1997; Garita et al., 1998), mas não em casa de vegetação. Os biofertilizantes mais comumente empregados em cultivos orgânicos, para melhorar a nutrição e controlar doenças e pragas, não foram eficientes no controle da requeima (Mäeder et al., 2002). Conclui-se, portanto, ser necessário avaliar a eficiência de outras medidas de controle da doença.

Dentre os fungicidas à base de cobre, pode-se usar a calda bordalesa no controle da requeima (Large, 1945), porém seu emprego não é permitido por todas as certificadoras. Extratos e óleos essenciais de plantas medicinais já foram testados no controle de *P. infestans*. Avaliaram-se extratos de 88 espécies de plantas, e 19 deles inibiram a formação de zoósporos e o crescimento de *P. infestans in vitro* (Wang et al., 2001). Extrato de alho (*Allium sativum* L.) inibiu completamente a formação de zoósporos (Ke-Qiang & van Bruggen, 2001; Wang et al., 2001) e a formação de colônias de *P. infestans* (Ke-Qiang & van Bruggen, 2001). O extrato de pimenta longa (*Piper longum* L.) reduziu em 60% a mortalidade de tomateiros inoculados com *P. infestans* (Lee et al., 2001). Em experimento semelhante, todos os tomateiros tratados com curcumina, produto derivado do rizoma de açafrão-da-índia (*Curcuma longa* L.),

sobreviveram após inoculados com *P. infestans*, resultados semelhantes ao obtido com o fungicida clorotalonil (Kim et al., 2003). O óleo e o extrato da folha de nim (*Azadirachta indica* L.) foram efetivos no controle de pragas, nematóides e de alguns fungos (Govindachari et al., 1998, Coventry & Allan, 2001). Porém, os efeitos do óleo de nim sobre *P. infestans* ainda não são bem conhecidos. Leite de vaca cru, diluído, controlou algumas doenças de plantas, como o oídio (Bettiol, 1999). A adição de leite diluído ao extrato de quatro plantas medicinais também controlou satisfatoriamente o míldio causado por *Pseudoperonospora cubensis* (Berk et Curtis) Rostowzew em pepino (*Cucumis sativus* L.) (Almada et al., 2000). É possível que esse tratamento seja, também, eficiente no controle de *P. infestans*, outro oomiceto.

A homeopatia, método terapêutico que consiste na prescrição de substâncias em preparações altamente diluídas e sucussionadas que produzem efeitos semelhantes ao da doença, é permitida na agropecuária orgânica (MAPA, 1999). Há relatos da eficiência de preparações homeopáticas no controle de doenças e pragas: em tomateiro, a podridão pós-colheita dos frutos, causada por *Fusarium roseum* (Link) Sny. et Hans., foi reduzida com tratamentos homeopáticos. Em testes *in vitro* e *in vivo*, os preparados de *Arsenicum album* (C1), *Kali iodatum* (C149), *Phosphorus* (C35) e *Thuja occidentalis* (C87) inibiram a germinação de esporos de *F. roseum*, e os de *Kali iodatum* e *Thuja occidentalis* inibiram o crescimento micelial do fungo (Khanna & Chandra, 1976). A incidência do oídio, causado por *Oidiopsis siculae* Scalia, em tomateiros tratados com *Kali iodatum* (C100), 46,6%, foi inferior à da testemunha, 58% (Rolim et al., 2001). Um produto homeopático foi avaliado para o controle da requeima, porém não foi eficiente como a calda bordalesa (Van Bol et al., 1993).

Na agricultura orgânica, apesar de produtos homeopáticos, extratos de plantas e preparações serem oficialmente permitidos, não se conhece sua eficiência no controle de doenças, principalmente as do tomateiro. No presente trabalho quantificou-se, no contexto epidemiológico, o efeito de extratos de diversas plantas, óleo de nim, leite de vaca diluído, calda bordalesa e de preparado homeopático na severidade da requeima do tomateiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Conduziram-se três experimentos em condições de campo, na horta experimental da Universidade Federal de Viçosa (UFV). Para todos os experimentos, sementes de tomateiro 'Kada' foram semeadas em substrato contido em bandejas plásticas. Após 15 dias, transplantaram-se as mudas para copo plástico de 300 ml, tendo como substrato a mistura de solo (latossolo vermelho amarelo), esterco e areia (proporção de 3:1:1). Aos 30 dias, as mudas foram plantadas no campo, no espaçamento de 0,8m entre linhas e 0,5m entre plantas. As plantas foram conduzidas com uma haste; semanalmente, eliminavam-se as brotações originárias nas axilas das folhas, deixando-se apenas a gema apical. A haste

remanescente na planta foi tutorada verticalmente com fitilho de plástico amarrado em dois fios de arame de aço, ao longo das linhas de plantio, um no topo e o outro na base dos mourões, rente ao solo. O tutoramento e amarrão iniciaram-se após o transplante e foram repetidos a cada 10 dias, durante todo o ciclo da cultura. Irrigou-se por meio de mangueira, com o fornecimento de lâmina de, aproximadamente, 2,5 mm, a cada 3 dias.

Em todos os experimentos, o delineamento experimental foi o de blocos casualizados, e a parcela (unidade experimental) constituiu-se de uma linha com dez plantas contínuas. As epidemias iniciaram-se a partir de inóculo existente na área.

Efeito de extratos de pimenta, pimenta-do-reino, cravo, açafraão-da-índia e alho na severidade da requeima

O experimento foi conduzido de fevereiro a maio de 2002, e se avaliaram cinco tratamentos (T): T1: extratos de pimenta (*Capsicum chinense* Jacq.) + pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.) + cravo [*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & L.M. Perry] + açafraão-da-índia + alho; T2: extratos de pimenta-do-reino + cravo + alho; T3: extratos de cravo + açafraão-da-índia + alho; T4: fungicida metalaxyl e T5: testemunha. Os extratos foram formulados por Onkar Dev Dhingra (método de preparação em processo de patente). Utilizaram-se 2 ml da mistura de extrato e 5 ml do extrato de alho por litro de água. O extrato de alho foi preparado com a maceração e a fermentação por meio de levedura. Os demais extratos foram preparados por extração clorofórmica. Os extratos foram atomizados nas plantas de tomate, com pulverizador manual (capacidade de 5 l), semanalmente, até a floração. Após surgirem os primeiros sintomas, os extratos foram aplicados duas vezes por semana. No total, efetuaram-se nove aplicações de extratos. Como tratamento padrão, o fungicida metalaxyl foi aplicado, por atomização com pulverizador costal manual, na dose de 3,0 g do produto comercial (p.c.) (Ridomil-Mancozeb) por litro, duas vezes por semana. Nas parcelas testemunhas, não se aplicou nenhum produto ou diluente. Utilizaram-se três repetições por tratamento.

Efeito do óleo de nim e do leite de vaca na severidade da requeima

O experimento foi conduzido na área orgânica da horta experimental, de julho a dezembro de 2002. Em cada cova, adicionaram-se 3,0 l de composto de mistura de capim napier picado e esterco bovino 4:1 (v:v). Aos 45 dias do transplante, aplicou-se 1,0 l do mesmo composto por planta.

Avaliaram-se cinco tratamentos: 1 - extrato de óleo de nim (Nim-I-Go, 90%, com 1200 mg de azadiractina/l) (5 ml de óleo das sementes/l de água); 2 - leite de vaca cru, diluído a 20%, em água; 3 - calda bordalesa (2%, obtida com 1 Kg de cal hidratada e de sulfato de cobre para 5 l de água, preparados isoladamente, ajustando-se o pH final para 7,0); 4 - fungicida metalaxyl (3,0g p.c./l) e 5 - testemunha. As parcelas tratadas com metalaxyl foram instaladas em

área de produção em sistema convencional, distante 300 m da área orgânica. Os tratamentos de 1 a 4 iniciaram-se aos 15 dias após o transplante e foram aplicados na parte aérea das plantas, com pulverizador costal; os tratamentos 1, 2 e 4 foram aplicados duas vezes por semana (total de 14 aplicações), enquanto o 3, uma vez por semana (total de sete aplicações). Utilizaram-se cinco repetições por tratamento.

Efeito de preparado homeopático na severidade da requeima

O experimento foi conduzido de forma similar ao anterior, na área orgânica da horta experimental, de março a junho de 2002. Compararam-se cinco tratamentos: 1. solução homeopática de tomateiro com requeima (SHR); 2. calda bordalesa a 2% (preparada como no experimento anterior); 3. mistura de 1 ml de água e 99 ml de etanol (70%), diluente da preparação homeopática; 4. metalaxyl (3,0 g p.c./l) aplicado semanalmente; e 5. testemunha (sem aplicação de produtos ou diluentes).

Os procedimentos de preparo da solução homeopática seguiram as normas expressas na regra 1 da Farmacopéia Homeopática (Prado Neto, 1997). A solução foi preparada no Laboratório de Homeopatia do Departamento de Fitotecnia, UFV. Inicialmente, obteve-se a tintura mãe (TM), a partir de tomateiro 'Kada' com sintomas da requeima. Fragmentos de 10 g de tecido foliar contendo área sadia e doente foram transferidos para 100 ml de etanol a 90%. A TM foi armazenada no escuro e era agitada diariamente. Após 15 dias, filtrou-se, adicionou-se 1 ml a 99 ml de etanol 70% v/v, ou seja, na escala centesimal hahnemanniana (C), efetuaram-se 29 diluições sucessivas e succussão a cada passo de diluição, mantendo-se sempre a mesma relação diluído/diluente, e se obteve o preparado na potência 30 (C30 = diluição por 30 vezes, a partir da TM).

Solução de 10 ml do preparado C30 em 1 l de água foi pulverizada na parte aérea de tomateiros. O tratamento das plantas iniciou-se ainda na fase de mudas, com aplicação diária, sempre às 8:00 h, e se repetiu após o transplante no campo, totalizando 45 aplicações. O mesmo procedimento foi adotado para o tratamento mistura de água e etanol.

A calda bordalesa foi pulverizada, semanalmente, na parte aérea das plantas, por pulverizador costal. O fungicida metalaxyl foi aplicado duas vezes por semana. As parcelas tratadas com fungicidas foram instaladas em área de sistema convencional, distantes 300m da área orgânica. Utilizaram-se cinco repetições por tratamento.

Dados meteorológicos

Obtiveram-se os valores de precipitação, umidade relativa, temperatura máxima, média e mínima, durante a condução dos experimentos, da estação meteorológica principal da UFV, distante, aproximadamente, 800 m do local dos experimentos.

Avaliações e análise estatística

A partir do aparecimento dos primeiros sintomas, e a

cada 3 dias, avaliou-se a severidade da requeima (percentual de tecido vegetal com sintomas) em cada planta da parcela. Utilizou-se a média da severidade das dez plantas nas análises estatísticas. Com os valores médios, estimaram-se os valores de severidade da requeima na metade da epidemia, severidade média (Y_{50}), e a severidade ao final da epidemia, severidade máxima ($Y_{máx}$), e se calculou a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Aos dados de progresso, ajustaram-se os modelos logístico e de Gompertz por meio de regressão não linear (Campbell & Madden, 1990). Para seleção do melhor modelo, adotaram-se os critérios: menor valor do quadrado médio do resíduo, independência e homogeneidade de resíduos e maior valor do coeficiente de determinação (R^2).

Submeteram-se os dados de Y_{50} , $Y_{máx}$ e AACPD à análise de variância (ANOVA), e se compararam as médias pelo teste de Fisher LSD a 5% de probabilidade. As estimativas das taxas de progresso da doença (r) entre os tratamentos foram comparadas por meio do intervalo de confiança a 95% de probabilidade (Campbell & Madden, 1990). Todas as análises foram realizadas com o programa SAS System versão 8.0.

RESULTADOS

Efeito de extratos de pimenta, pimenta-do-reino, cravo, açafreão-da-índia e alho na severidade da requeima

Nas parcelas onde foram aplicados os extratos, as epidemias de requeima foram de intensidade intermediária entre as observadas nas parcelas testemunhas e as tratadas com fungicida (Figura 1A). A severidade foi maior nas parcelas testemunhas. Nas parcelas onde se aplicou o fungicida metalaxyl, a doença não progrediu (Figura 1A). Apesar de os valores de severidade ao final da epidemia dos tratamentos T2 e T1 não diferirem, em T3 a doença progrediu menos até os 46 dias após o transplante, o que resultou em atraso na epidemia (Figura 1A). A temperatura e, principalmente, a umidade relativa favoreceram o progresso de epidemias de requeima, mais notadamente após os 29 dias do transplante (Figura 1B). A precipitação foi baixa e a irrigação com mangueira foi direcionada para a base da planta. Não houve diferença entre os tratamentos quanto às variáveis Y_{50} ($P=0,338$), $Y_{máx}$ ($P=0,092$) e AACPD ($P=0,120$).

Obteve-se melhor ajuste dos dados de progresso da doença com o modelo logístico. Com a aplicação de metalaxyl, estimou-se menor taxa de progresso da doença, a qual diferiu das demais tratamentos (Tabela 1). Não houve diferença entre as taxas de progresso das epidemias dos tratamentos com os diferentes extratos e a testemunha.

Efeito do óleo de nim e do leite de vaca na severidade da requeima

Epidemias de requeima de maior severidade ocorreram nas parcelas testemunha e naquelas tratadas com leite a 20% (Figura 2A). Nas parcelas onde se aplicou metalaxyl,

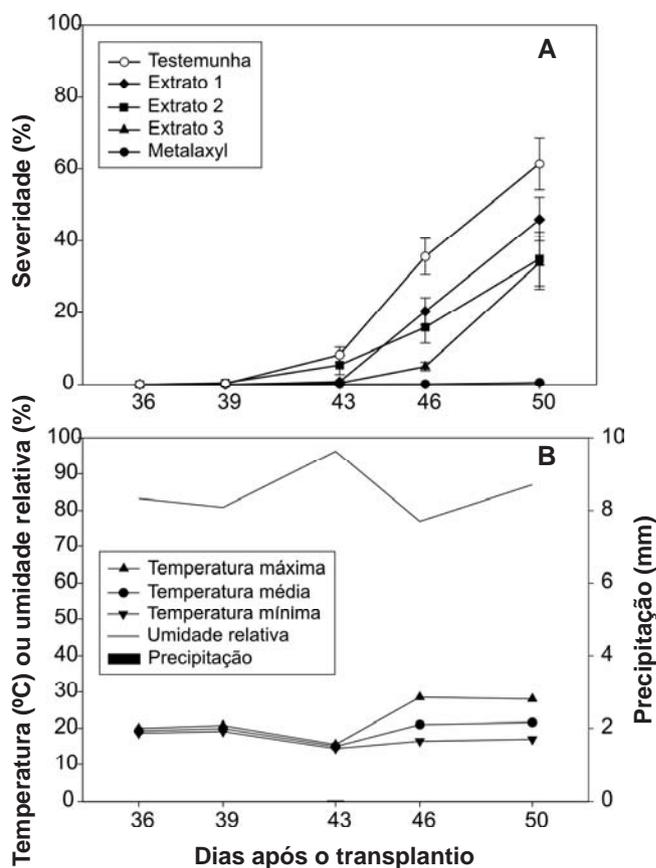


FIG. 1 - A. Progresso da requeima (*Phytophthora infestans*) em tomates (*Lycopersicon esculentum*) tratados com: extrato de pimenta (*Capsicum chinense*) + pimenta-do-reino (*Piper nigrum*) + cravo (*Syzygium aromaticum*) + açafreão-da-índia (*Curcuma longa*) + alho (Extrato 1); extrato de pimenta-do-reino + cravo + alho (*Allium sativum*) (Extrato 2); extrato de cravo + açafreão-da-índia + alho (Extrato 3); fungicida metalaxyl ou não tratados (Testemunha). Barras verticais representam o erro padrão da média. **B.** Variáveis climáticas: temperaturas máxima, média e mínima, umidade relativa média e precipitação acumulada diária.

TABELA 1 - Taxa de progresso (r) da requeima, estimada pelo modelo logístico, em tomates (*Lycopersicon esculentum*) tratados com diferentes extratos de plantas e com o fungicida metalaxyl ou não tratados (Testemunha)

Tratamento	r
Metalaxyl	0,166 a*
Extrato de cravo + açafreão -da-índia + alho	0,223 b
Extrato de pimenta -do-reino + cravo + alho	0,227 b
Extrato de pimenta + pimenta -do-reino + cravo + açafreão -da-índia + alho	0,231 b
Testemunha	0,239 b

* valores de r seguidos da mesma letra não diferem entre si, segundo o intervalo de confiança, a 95% de probabilidade, da diferença entre as estimativas do parâmetro.

a doença não progrediu, enquanto nas tratadas com calda bordalesa, a epidemia foi menos intensa com severidade final

média de 13,7% (Figura 2A). A severidade final nas parcelas tratadas com o óleo de nim foi de 43,7%. Apesar de não ter havido chuva durante a condução do experimento e de se ter irrigado por sulco, as temperaturas amenas favoreceram o desenvolvimento da requeima (Figura 2B).

Os tratamentos diferiram entre si, quanto à severidade aos 57 dias (Y_{50}) ($P<0,0001$) e aos 71 dias após o transplante ($Y_{máx}$) ($P<0,0001$) (Tabela 2). Com metalaxyl, os valores de Y_{50} e $Y_{máx}$ foram menores que os dos demais tratamentos. O óleo de nim e a calda bordalesa não diferiram quanto a Y_{50} , mas diferiram quanto a $Y_{máx}$, que foi maior nas parcelas tratadas com óleo de nim. Menores valores de Y_{50} e $Y_{máx}$ foram registrados nas parcelas tratadas com óleo de nim que nos tratamentos testemunha e leite a 20%. O tratamento com leite resultou em menor Y_{50} , porém não reduziu a $Y_{máx}$, quando comparado à testemunha (Tabela 2).

A taxa de progresso da requeima foi menor nas parcelas tratadas com o óleo de nim que nas testemunhas e semelhante à do tratamento calda bordalesa. Nas parcelas

tratadas com leite, a taxa de progresso não diferiu daquelas nos tratamentos testemunha e óleo de nim. A taxa de progresso nas parcelas tratadas com calda bordalesa foi menor que as da testemunha e das tratadas com leite (Tabela 2).

Para a variável AACPD, houve diferença entre os tratamentos óleo de nim e testemunha. Com leite, AACPD não diferiu da testemunha e foi menor que os demais. A calda bordalesa e metalaxyl não diferiram entre si quanto a AACPD e foram mais eficientes que os demais tratamentos (Tabela 2).

Efeito do preparado homeopático na severidade da requeima

A severidade da requeima foi maior nas parcelas testemunha, nas tratadas com a mistura de água e etanol e nas tratadas com a SHR e menor nas parcelas tratadas com a calda bordalesa. Não houve progresso da requeima em plantas tratadas com o metalaxyl (Figura 3).

Houve efeito de tratamento quanto à severidade aos 34 dias (Y_{50}) ($P=0,015$) e à severidade máxima, avaliada aos

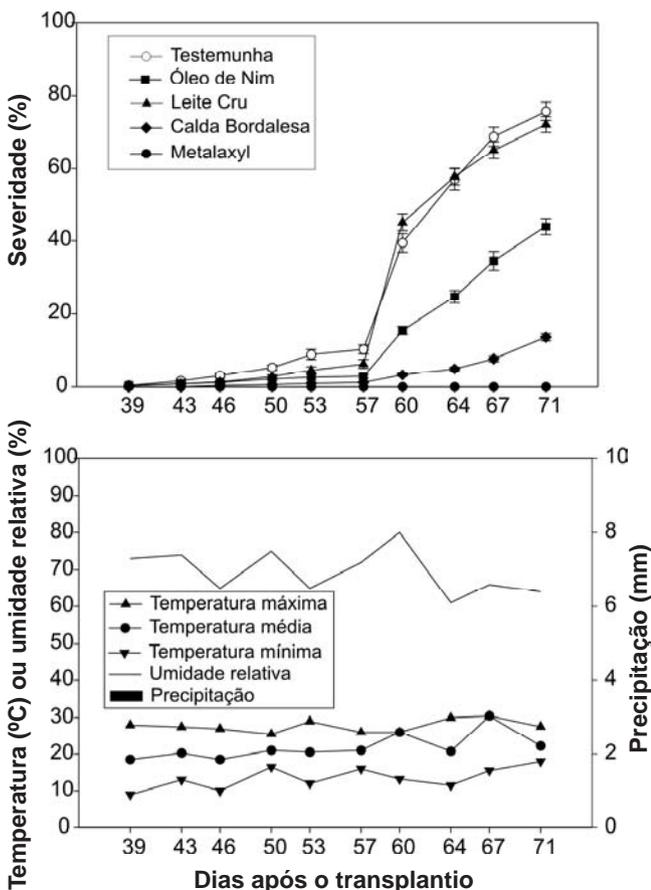


FIG. 2 - A. Progresso da requeima (*Phytophthora infestans*) em tomateiros (*Lycopersicon esculentum*) tratados com óleo de nim (*Azadirachta indica*); leite de vaca, cru, diluído 20% em água (LVC); calda bordalesa, fungicida metalaxyl ou não tratados (Testemunha). Barras verticais representam o erro padrão da média. **B.** Variáveis climáticas: temperaturas máxima, média e mínima, umidade relativa média e precipitação diária acumulada.

TABELA 2 - Severidade da requeima aos 57 (Y_{50}) e 71 dias ($Y_{máx}$) após o transplante, área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e taxa de progresso (r), estimada com o modelo logístico, em tomateiros (*Lycopersicon esculentum*) submetidos a diferentes tratamentos ou não tratados (Testemunha)

Tratamento	Y_{50} *	$Y_{máx}$ *	AACPD*	r**
Testemunha	10,20 a	75,75 a	1186,23 a	0,211 a
Leite de vaca cru a 20% em água	6,56 b	72,22 a	1128,55 a	0,207 a
Óleo de nim	2,84 c	43,66 b	532,48 b	0,161 b
Calda bordalesa	1,23 c	13,71 c	130,18 c	0,156 b
Metalaxyl	0,00 d	0,00 d	0,00 c	0,000 c

*Médias seguidas da mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si, pelo teste de Fisher LSD ($\alpha=0,05$). Para análise estatística de Y_{50} e $Y_{máx}$, os valores foram submetidos à transformação angular: arco seno ($\sqrt{\text{severidade}/100}$)

** valores de r seguidos da mesma letra não diferem entre si, segundo o intervalo de confiança, a 95% de probabilidade, da diferença entre as estimativas do parâmetro.

41 dias após o transplante ($Y_{máx}$) ($P<0,0001$). Quanto a Y_{50} , não houve diferença entre os tratamentos calda bordalesa e metalaxyl, e esse último diferiu da testemunha (Tabela 3).

Os tratamentos SHR e mistura água-etanol não diferiram da testemunha e foram menos eficientes que os demais. Maiores valores de $Y_{máx}$ ocorreram nos tratamentos testemunha, mistura água-etanol e SHR, que não diferiram entre si (Tabela 3).

Para AACPD, houve diferença entre os tratamentos calda bordalesa e testemunha. Os tratamentos SHR e a mistura água-etanol não diferiram da testemunha e foram menos eficientes que os demais. Os tratamentos calda bordalesa e metalaxyl foram os mais eficientes. Houve maior intensidade de requeima nas parcelas tratadas com

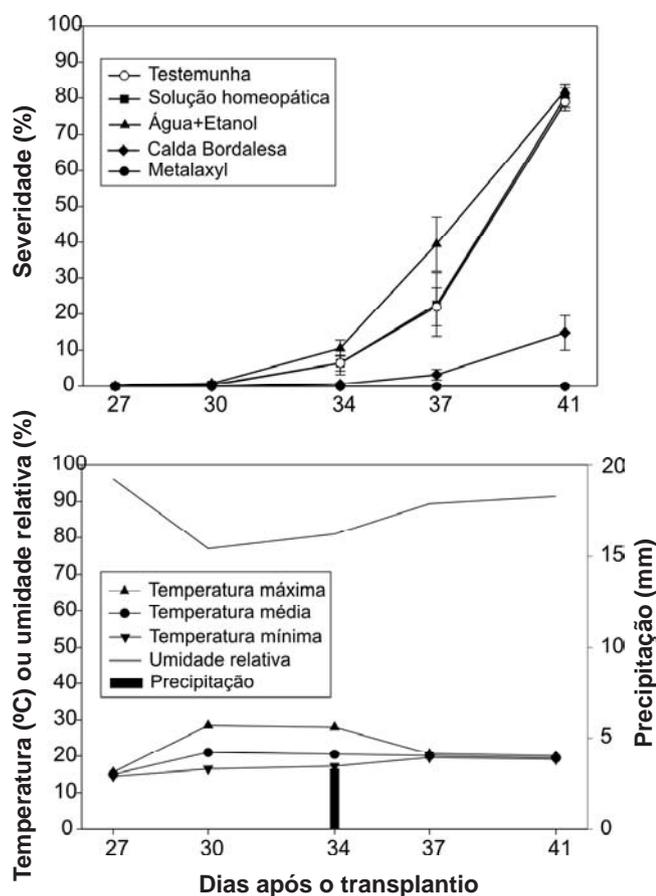


FIG. 3 - A. Progresso da requeima causada por *Phytophthora infestans* em tomateiros tratados com solução homeopática de tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) com requeima, calda bordalesa, mistura de água-etanol, metalaxyl ou não tratados (Testemunha). Barras verticais representam o erro padrão da média. **B.** Variáveis climáticas: temperaturas máxima, média e mínima, umidade relativa média e precipitação diária acumulada.

TABELA 3 - Severidade da requeima aos 34 (Y_{50}) e 41 dias ($Y_{máx}$) após o transplântio, área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e taxa de progresso (r), estimada com o modelo logístico, em tomateiros (*Lycopersicon esculentum*) submetidos a diferentes tratamentos ou não tratados (Testemunha)

Tratamento	Y_{50}^*	$Y_{máx}^*$	AACPD*	r^{**}
Mistura água-etanol	10,55 a	81,95 a	5,83 a	0,491 a
Solução homeopática	6,51 ab	80,18 a	5,48 a	0,479 b
Testemunha	6,48 ab	78,88 a	5,45 a	0,479 b
Calda Bordalesa	0,65 bc	14,76 b	3,48 b	0,416 c
Metalaxyl	0,00 c	0,00 c	0,00 c	0,000 d

*Médias seguidas da mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si, pelo teste de Fisher LSD ($\alpha=0,05$). Os valores de AACPD foram transformados para log (AACPD+1).

**valores de r seguidos da mesma letra não diferem entre si, segundo o intervalo de confiança, a 95% de probabilidade, da diferença entre as estimativas do parâmetro.

calda bordalesa que nas tratadas com metalaxyl (Tabela 3).

A taxa de progresso da requeima foi menor nas

parcelas tratadas com calda bordalesa e metalaxyl. Nas tratadas com a mistura água-etanol, a taxa de progresso foi maior que em todas as demais (Tabela 3).

DISCUSSÃO

Dos produtos alternativos avaliados para o controle da requeima, o óleo de nim foi o mais promissor. No Brasil, ainda não há dados publicados sobre a intensidade da requeima em cultivos orgânicos, mas, como observado no presente trabalho, a requeima é doença severa nos cultivos em condições de campo, sem o uso de agrotóxicos. Apesar de o extrato de cravo + açafraão-da-índia + alho ter retardado o início da epidemia de requeima, em geral, os extratos de plantas avaliados foram pouco eficientes em reduzir a intensidade da doença. Devem-se considerar quatro fatores: ineficiência dos compostos presentes nos extratos, baixo conteúdo de substâncias tóxicas a *P. infestans*, condições ambientais favoráveis à doença e/ou variabilidade dos dados. Alguns constituintes dos extratos como os de alho e cravo, quando aplicados isoladamente, controlaram outros organismos fitopatogênicos, inclusive *P. infestans* (Ke-Qiang & van Bruggen, 2001; Kim et al., 2003). O extrato de alho quando aplicado a 1 ou 2%, inibiu completamente a formação e liberação de zoósporos (Ke-Qiang & van Bruggen, 2001, Wang et al., 2001) e a formação de colônias de *P. infestans* (Ke-Qiang & van Bruggen, 2001). Porém, esses resultados foram obtidos em testes *in vitro*, com contato direto dos esporângios com o extrato. O extrato de alho a 2%, aplicado até um dia antes ou concomitante à inoculação, impediu o desenvolvimento de lesões de *P. infestans* (Ke-Qiang & van Bruggen, 2001). O extrato de pimenta reduziu a população de *Fusarium oxysporum* Schlecht.:Fr., em condições de casa de vegetação (Bowers & Locke, 2000), mas não foi efetivo no controle da requeima neste estudo. Novos ensaios devem ser conduzidos para avaliar o efeito de doses e da frequência de aplicação do extrato de cravo + açafraão-da-índia + alho, em vista das evidências sobre a eficiência dos seus constituintes sobre a requeima, obtidas neste e em outros trabalhos.

A baixa eficiência das misturas dos extratos de alho, pimenta e cravo no controle de *P. infestans* indica insensibilidade do patógeno aos compostos ou baixas concentrações do(s) princípio(s) ativo(s) dos extratos, possivelmente alilsulfetos e dissulfetos (alildissulfetos e alilmetil dissulfetos) (Ke-Qiang & van Bruggen, 2001), pipernonalina (Lee et al., 2001) e curcumina (Kim et al., 2003), respectivamente, na superfície dos folíolos. Outra possibilidade é a redução da atividade, pela degradação do extrato, quando exposto a condições de radiação solar direta e umidade. Adicionalmente, as condições microclimáticas foram favoráveis à ocorrência da requeima. Provavelmente, estes compostos seriam eficientes em condições marginais ou como componentes de sistemas de manejo da doença. Outro fator que pode ter dificultado a detecção de diferenças entre tratamentos foi a variabilidade dos dados. Com a

interferência entre parcelas, de ocorrência freqüente em experimentos com a requeima (Paysour & Fry, 1983), foi difícil comparar os efeitos de cada tratamento. Além disso, nos experimentos ocorreu inoculação natural do patógeno, o que resultou em menor uniformidade na intensidade inicial da doença.

Ao contrário do demonstrado para outros patossistemas, o leite de vaca não reduziu a intensidade da requeima. O leite possui diversos sais e aminoácidos que podem induzir resistência sistêmica (Reuveni *et al.*, 1995; Pasini *et al.*, 1997). Aparentemente, no presente trabalho, não houve indução de resistência a *P. infestans* nos tomateiros tratados com leite de vaca, nos quais a taxa de progresso da doença foi similar à das plantas da testemunha. Talvez, em concentração mais alta houvesse efeito no controle da requeima, como observado por Bettiol (1999), que obteve controle de oídio [*Sphaerotheca fuliginea* (Schlecht.) Pollacci] da abobrinha em cultivo protegido. Outro possível modo de ação do leite é o aumento da microbiota no filoplano. Porém, até o momento, não há evidências de antagonistas eficientes no controle de *P. infestans* em plantas de tomate ou batata. Possivelmente, a rapidez com que zoósporos de *P. infestans* germinam e penetram dificulta a ação dos agentes de controle biológico.

Redução significativa do progresso da requeima ocorreu quando se utilizou 0,5% do óleo de nim, composto rico em limonóides (Conventry & Allan, 2001). Apesar de já terem sido caracterizados cerca de 300 compostos limonóides (Kumar & Kumar, 1980), há poucas informações sobre sua atividade sobre oomicetos. Observou-se que determinada fração do óleo de nim contém misturas de tetranortriterpenóides, de ação antifúngica. Porém, após purificação, houve redução da atividade antifúngica, o que indica que a mistura dos compostos é importante em inibir o crescimento fúngico (Govindachari *et al.*, 1998). Alguns autores investigaram o efeito de extratos de nim sobre fitopatógenos importantes, como bactérias [*Erwinia carotovora* pv. *carotovora* (Jones) Bergey, Harrison, Breed, Hammer & Huntoon, *Pseudomonas syringae* pv. *phaseolicola* (Burkholder) Young, Dye & Wilkie, *Xanthomonas campestris* (Pammel) Dowson e *Agrobacterium tumefaciens* (Smith & Townsend) Conn] e fungos [*Sphaerotheca fuliginea*, *Alternaria tenuis* Nees, *Fusarium oxysporum* f. sp. *vasinfectum* W.C. Snyder & H.N. Hansen, *Colletotrichum lindemuthianum* (Sacc. & Magn.) Briosi & Cavara, *C. dematium* (Pers.) Grove, *Fusarium equisetii* (Corda) Sacc., *F. solani* (Mart.) Sacc. e *Pythium aphanidermatum* (Edson) Fitzp.], e os metabolitos de nim – azadirachtina, nimbina e salanina – foram relacionados à possível atividade bactericida e fungicida (Conventry & Allan, 2001; Govindachari *et al.*, 1998). O uso de preparados à base de nim é promissor, pois contém vários compostos naturais eficientes em inibir microrganismos. É necessário avaliar a eficiência do produto e também eventuais problemas de fitotoxidez associadas a concentrações mais altas do óleo. Além de ser composto natural e permitido na agricultura alternativa, o óleo de nim é compatível com a

maioria dos insumos aplicados na agricultura orgânica e pode ser utilizado de forma alternada (Garcia, 2000).

O uso do preparado homeopático aplicado no presente trabalho tem pequena chance de sucesso no controle da requeima, e há necessidade de prospecção abrangente visando selecionar algum preparado promissor. Epidemias de requeima em batata não foram controladas com a aplicação de preparado homeopático (Van Bol *et al.*, 1993) e, no presente estudo, a severidade da doença nas plantas que receberam o preparado de planta doente C30 também foi alta. É interessante observar que maior severidade da requeima ocorreu no tratamento mistura de água-etanol entre o 31º e 40º dias após o transplante das mudas ao campo. No entanto, neste intervalo, a intensidade da requeima nas plantas tratadas com a solução homeopática de tomateiro doente foi menor.

Preparados homeopáticos em várias dinamizações influenciaram a produção de compostos bioativos e é possível haver diversidade de resposta da planta ao tratamento (Duarte, 2003). O ajuste de melhores preparados e dinamizações é baseado em grande parte na experiência obtida na homeopatia humana (Brunini & Arenales, 1993), pois há poucos trabalhos conduzidos com rigor científico sobre o efeito de homeopatia no controle de doenças de plantas. Uma das possíveis formas pelas quais o preparado reduz a intensidade da doença é pela indução de resistência. Este mecanismo já foi demonstrado na interação tomateiro - *P. infestans*, com outros compostos indutores (Cohen *et al.*, 1994; Anfoka & Buchenauer, 1997; Jeun *et al.*, 2000; Yan *et al.*, 2002). Porém, mesmo com indutores mais eficientes, não há redução efetiva do desenvolvimento de *P. infestans*. O insucesso da solução homeopática avaliada no presente estudo pode estar relacionado às características do patossistema *P. infestans* - *S. lycopersicum*: alta agressividade do patógeno, alta suscetibilidade do hospedeiro e a condições favoráveis do ambiente.

A calda bordalesa, comumente empregada no controle da requeima antes do advento de fungicidas orgânicos, foi o tratamento mais eficiente no manejo da doença no sistema orgânico. Essa calda tem alta aderência, o que contribui com o controle de epidemias em regiões úmidas e sujeitas a chuvas freqüentes (Large, 1945; Walker, 1957). Porém, há relatos de problemas de fitotoxidez, sendo que a batateira é mais sensível ao composto que o tomateiro (Walker, 1957). Ajustes na concentração e/ou na freqüência de aplicação podem minorar os efeitos da fitotoxidez. A alternância de aplicação da calda bordalesa com outros compostos alternativos pode ser estratégia interessante no manejo da requeima em sistemas orgânicos de produção.

Face à eventual restrição no uso da calda bordalesa e limitação da disponibilidade de produtos eficientes no controle da requeima em cultivos orgânicos, a integração de práticas de manejo da doença é indispensável. Assim, deve-se evitar a instalação de lavouras em locais e épocas onde o clima seja favorável à doença; utilizar cultivo protegido e utilizar produtos alternativos, como o óleo de

nim, combinados a medidas de controle cultural, a fim de se potencializarem os efeitos benéficos individualizados de cada prática. Entretanto, é premente a implementação de mais estudos científicos, objetivando definir opções alternativas de manejo da requeima e de outras doenças.

AGRADECIMENTOS

A CAPES pela concessão da bolsa de mestrado à primeira autora.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMADA, J.B.C., LIMA, M.L.R.Z., POSSAMAI, J.C. & LIMA NETO, V.C. Controle alternativo do míldio (*Pseudoperonospora cubensis*) em pepino (*Cucumis sativus*). Anais do I Congresso Brasileiro de Defensivos Agrícolas Naturais. Fortaleza CE. 2000.
- ANFOKA, G. & BUCHENAUER, H. Systemic acquired resistance in tomato against *Phytophthora infestans* by pre-inoculation with tobacco necrosis virus. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 50:85-101. 1997.
- BETTIOL, W. Effectiveness of cow's milk against zucchini squash powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) in greenhouse conditions. *Crop Protection* 18:489-492. 1999.
- BOWERS, J.H. & LOCKE, J.C. Effect of botanical extracts on the population density of *Fusarium oxysporum* in soil and control of Fusarium wilt in the greenhouse. *Plant Disease* 84:300-305. 2000.
- BRUNINI, C. & ARENALES, M. C. *Matéria Médica Homeopática* vol 3. Mythos Ed. 1993.
- CAMPBELL, C.L. & MADDEN, L.V. Introduction to plant disease epidemiology. New York. John Wiley & Sons. 1990.
- COHEN, Y., NIDERMAN, T., MÖSINGER, E. & FLUHR, R. b-Aminobutyric acid induces the accumulation of pathogenesis-related proteins in tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) plants and resistance to late blight infection caused by *Phytophthora infestans*. *Plant Physiology* 104:59-66. 1994.
- CONVENTRY, E. & ALLAN, E.J. Microbiological and chemical analysis of neem (*Azadirachta indica*) extracts: new data on antimicrobial activity. *Phytoparasitica* 29:1-10. 2001.
- DUARTE, E.S.M. Soluções homeopáticas, crescimento e compostos bioativos em *Ageratum conyzoides* L. (Dissertação de Mestrado). Viçosa MG. Universidade Federal de Viçosa. 2003.
- Garcia, J.L.M. Óleo de nim - O bioprotetor natural. *Série Agricultura Alternativa*. 2000.
- GARITA, V.S., BUSTAMANTE, E. & SHATTOCK, R. Selección de antagonistas para el control biológico de *Phytophthora infestans* en tomate. *Manejo Integrado de Plagas* 48:25-34. 1998.
- GOVINDACHARI, T.R., SANDHYA, G., GOPALAKRISHNAN, G. BANUMATHY, B. & MASILAMANI, S. Identification of antifungal compounds from the seed oil of *Azadirachta indica*. *Phytoparasitica* 26:109-116. 1998.
- HARRISON, J.G. Effects of the aerial environment on late blight of potato foliage - a review. *Plant Pathology* 41:384 - 416. 1992.
- JEUN, Y.C., SIEGRIST, J. & BUCHENAUER, H. Biochemical and cytological studies on mechanisms of systemically induced resistance to *Phytophthora infestans* in tomato plants. *Journal of Phytopathology* 148:129-140. 2000.
- KHANNA, K.K. & CHANDRA, S. Control of tomato fruit rot caused by *Fusarium roseum* with homeopathic drugs. *Indian Phytopathology* 29:269-272. 1976.
- KE-QIANG, C. & VAN BRUGGEN, A.H.C. Inhibitory efficacy of several plant extracts and plant products on *Phytophthora infestans*. *Journal of Agricultural University of Hebei* 24:108-116. 2001.
- KIM, M.K., CHOI, G.J. & LEE, H.S. Fungicidal property of *Curcuma longa* L. rhizome-derived curcumin against phytopathogenic fungi in a greenhouse. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51:1578-1581. 2003.
- KUMAR, R. & KUMAR, S. Effect for certain homeopathic medicines on fungal growth and conidial germination. *Indian Journal of Phytopathology* 33:620-622. 1980.
- LARGE, E.C. Field trials of copper fungicides for the control of potato blight. *Annals of Applied Biology* 32:319-329. 1945.
- LEE, S.E., PARK, B.S., KIM, M.K., CHOI, W.S., KIM, H.T., CHO, K.Y., LEE, S.G. & LEE, H.S. Fungicidal activity of piperonaline, a piperidine alkaloid derived from long pepper, *Piper longum* L., against phytopathogenic fungi. *Crop Protection* 20:523-528. 2001.
- MÄEDER, P., FLIESSBACH, A., DUBOIS, D., GUNST, L., FRIED, P. & NIGGLI, U. Soil fertility and biodiversity in organic farming. *Science* 296:1694-1697. 2002.
- MAPA, Portaria do Ministério da Agricultura nº 07, de 17 de maio de 1999. Dispõe sobre normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Brasília DF. nº. 94:11-14 Seção 1. 1999.
- MIZUBUTI, E.S.G. Requeima ou mela da batata e do tomate. In: Luz, E.D.N., Santos, A.F., Matsuoka, K. & Bezerra, J.L. (Eds.) *Doenças causadas por Phytophthora no Brasil*. Campinas SP. Livraria Editora Rural. 2001. pp. 100-174.
- NG, K.K. & WEBSTER, J.M. Antimycotic activity of *Xenorhabdus bovienii* (Enterobacteriaceae) metabolites against *Phytophthora infestans* on potato plants. *Canadian Journal of Plant Pathology* 19:125-132. 1997.
- PASINI, C., D'AQUILA, F., CURIR, P. & GULLINO, M.L. Effectiveness of antifungal compounds against rose powdery mildew (*Sphaerotheca pannosa* var. *rosae*) in glasshouses. *Crop Protection* 16:251-256. 1997.
- PAYSOUR, R.E. & FRY, W.E. Interplot interference: A model for planning field experiments with aerially disseminated pathogens. *Phytopathology* 73:1014-1020. 1983.
- PRADO NETO, J.A. *Farmacotécnica Homeopática*. vol. 1. São Paulo SP. Mythos. 1997.
- REUVENI, M., AGAPOV, V. & REUVENI, R. Suppression of cucumber powdery mildew (*Sphaerotheca fuliginea*) by foliar sprays of phosphate and potassium salts. *Plant Pathology* 44:31-39. 1995.
- ROLIM, P.R.R., BRIGNANI NETO, F. & SOUZA, J.M. Ação de produtos homeopáticos sobre oídio (*Oidium lycopersici*) do tomateiro. *Summa Phytopathologica* 27:129. 2001.
- VAN BOL, V., DECAMPS, C., MARAITE, H. & PEETERS, A. Control of *Phytophthora infestans* in potato crops. Test of methods usable in organic farming. *Medelingen van de Faculteit*

Landbouwwetenschappen, Universiteit Gent 58:1315-1320. 1993.

WALKER, J.C. Plant pathology. New York. McGraw-Hill Book Company. 1957.

WANG, S., WANG, X., LIU, J. & CAO, K. Screening of Chinese herbs for the fungitoxicity against *Phytophthora infestans*. Journal of Agricultural University of Hebei 24:101-107. 2001.

WILLER, H. & YUSSEFI, M. The world of organic agriculture.

Statistics and emerging trends. Bonn. International Federation of Organic Movement (IFOAM) & Research Institute of Organic Agriculture FiBL. 2005.

YAN, Z., REDDY, M.S., RYU, C., MCINROY, J.A., WILSON, M. & KLOEPPER, J.W. Induced systemic protection against tomato late blight elicited by plant growth-promoting rhizobacteria. Phytopathology 92:1329-1333. 2002.