



## ARTIGO

### Alteração na atividade de peroxidase e concentração de fenóis em microtangerinas (*Citrus* spp.) infectadas por *Phytophthora parasitica*

José Ribamar Gusmão Araújo<sup>1</sup>, Fernando Broetto<sup>2\*</sup>,  
Ary Aparecido Salibe<sup>3</sup> e Eduardo Feichtenberger<sup>4</sup>

Recebido em: 25 de maio de 2007

Recebido após revisão em: 07 de janeiro de 2008

Aceito em: 22 de janeiro de 2008

Disponível em: <http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/view/896/525>

**RESUMO:** (Alteração na atividade de peroxidase e concentração de fenóis em microtangerinas (*Citrus* spp.) infectadas por *Phytophthora parasitica*). O trabalho teve por objetivos caracterizar e avaliar espécies e variedades de *Citrus* do grupo das microtangerinas, com potencial para porta-enxertos, em relação à capacidade bioquímica de responder à infecção a *Phytophthora parasitica* por meio da determinação da atividade da enzima peroxidase e da concentração de fenóis totais. Utilizaram-se as variedades/clones das seguintes espécies: *C. reshni* Hort. ex Tan., *C. sunki* Hort ex Tan., *C. pectinifera* Tan., *C. crenatifolia* Lush., *C. amblycarpa* Ochese, *C. aurantium* L., *C. reticulata* Blanco e *C. limonia* Osb. Os materiais genéticos foram obtidos junto aos BAG-Citros (Bancos ativos de germoplasma) de Cordeirópolis e Botucatu, SP. Quatro variedades resistentes às infecções de tronco e podridão de radículas foram selecionadas: Pectinifera, Crenatifolia, Sun Chu Shu Kat (clone Kat 1004) e Cleópatra (clone 1). Plantas suscetíveis infectadas por *P. parasitica* apresentaram maior atividade da enzima peroxidase, enquanto que a concentração de fenóis totais foi mais baixa no grupo suscetível.

**Palavras-chave:** Marcadores bioquímicos, porta-enxerto, resistência.

**ABSTRACT:** (Changes in peroxidase activity and phenol content of small-fruited mandarins (*Citrus* spp.) infected by *Phytophthora parasitica*). The present research aimed to characterize and evaluate species and varieties of small-fruited mandarins of Tanaka's group (*Citrus* spp.) with potential use as rootstocks, in relation to infection to the *Phytophthora parasitica*, by means of foliar determination of peroxidase activity and total phenolics content. It was used the following species: *C. reshni* Hort. ex Tan., *C. sunki* Hort. ex Tan., *C. pectinifera* Tan., *C. crenatifolia* Lush., *C. amblycarpa* Ochese, *C. aurantium* L., *C. reticulata* Blanco and *C. limonia* Osb. The Center of Citrus Germoplasm of Botucatu and Cordeirópolis provide all plant material. Four resistant varieties to the stem rot and root rot infections: Pectinifera, Crenatifolia, Sun Chu Shu (clone Kat 1004) and Cleopatra (clone 1) were evaluated. Susceptible plants infected by *P. parasitica* presented higher activity of peroxidase, while phenolics contents were lower in susceptible group.

**Key words:** Biochemical markers, rootstocks, resistance.

## INTRODUÇÃO

As tangerinas constituem-se num grupo de plantas de particular interesse como porta-enxertos, pois além da tolerância natural ao vírus da tristeza, induzem a produção de frutos de boa qualidade. Dois exemplares bem conhecidos no Brasil são as tangerinas *Cleópatra* e *Sunki*, agrupadas como *microtangerinas*, que segundo Hodgson (1967) são originárias da Índia, China e arquilago japonês.

A utilização de porta-enxerto de citros no Estado de São Paulo e no Brasil correlaciona-se à ocorrência de determinada doença e/ou pela substituição da variedade utilizada por outra de característica superior. Os problemas de natureza fitossanitária mais importantes que afetam os citros e que estão relacionados com os porta-enxertos são causados especialmente por vírus e viróides (tristeza, exocorte e xiloporose), fungo (gomose de *Phytophthora*) e a anomalia declínio.

Segundo Salibe (1978), entre as enfermidades que

afetam os citros causando maiores prejuízos, a tristeza e a gomose de *Phytophthora* estão diretamente relacionadas à resistência ou tolerância do porta-enxerto. Feichtenberger (1997) refere-se a gomose de *Phytophthora* como sendo a mais importante doença fúngica de porta-enxertos no Estado de São Paulo. Várias espécies deste gênero são agentes das mais importantes doenças fúngicas dos citros, com manifestações nas raízes, tronco, parte aérea e frutos (Feichtenberger, 1996).

No Brasil, *P. parasitica* e *P. citrophthora* são as espécies mais frequentes nas principais regiões citricolas. No Estado de São Paulo, *P. parasitica* é a espécie responsável pelas doenças em viveiros e pomares comerciais (Feichtenberger 1996) e detectada em mais de 90% dos casos analisados. O uso de porta-enxertos resistentes constitui-se na medida mais importante de controle às várias doenças provocadas por *Phytophthora* em citros, principalmente a podridão do colo e as podridões de raízes e radículas (Feichtenberger *et al.* 1997). Para

1. Departamento de Fitotecnia e Fitossanidade – CCA/UEMA. CEP 65051-970, São Luís, MA.

2. Departamento de Química e Bioquímica – UNESP/IB. CEP 18618-000, Botucatu, SP.

3. Centro de Citricultura Sylvio Moreira – IAC, Caixa Postal 04, CEP 13490-970, Cordeirópolis, SP.

4. Laboratório Regional de Sorocaba - Instituto Biológico. Rua Antônio Gomes Morgado, 340, CEP 18013-440, Sorocaba, SP.

\*Autor para contato. E-mail: [broetto@ibb.unesp.br](mailto:broetto@ibb.unesp.br)

Graham (1990), os trabalhos de seleção para obtenção de porta-enxertos devem visar à resistência a ambas as doenças (infecção de tronco e raízes), observando ainda que a tolerância à infecção de raízes é geralmente menor que a resistência à infecção de casca (tronco).

Com relação aos mecanismos gerais de resistência de algumas variedades porta-enxertos, Afek & Szejnberg (1988) relataram que as plantas reagem às infecções produzindo fitoalexinas. O composto 6,7-dimetoxicumarina, também conhecido como *escoparone*, é uma fitoalexina sintetizada nos tecidos de casca de laranja *Azedo* em decorrência de infecção causada por *P. citrophthora*, em quantidade suficiente para inibir o crescimento do fungo; já a *sesalina* é sintetizada pelas raízes e inibe o desenvolvimento de *P. citrophthora* e *P. parasitica* no limoeiro 'Rugoso' (Vernenghi et al. 1987).

De acordo com Broetto (1995), as plantas podem mobilizar diferentes mecanismos de resposta ao ataque de patógenos, incluindo lignificação, suberização, síntese de fitoalexinas e indução de enzimas hidrolíticas. Entre as alterações fisiológicas ocorridas no hospedeiro, induzidas por fitopatógenos, estão a taxa de respiração e fotossíntese, translocação e metabolismo de carboidratos, transpiração, alterações na atividade de enzimas, metabolismo do nitrogênio e de hormônios, formação de ácidos nucléicos e proteínas (Leite & Pascholati 1995).

A enzima peroxidase está diretamente ligada à lignificação dos tecidos a qual polimeriza lignina a partir da oxidação de hidroxilas de grupos fenólicos (Broetto 1995, Pascholati & Leite 1995). Os mesmos autores, argumentam que a lignificação e seus precursores tóxicos exercem papel importante na relação de resistência em plantas de batata infectadas por *P. infestans*. A atividade da peroxidase, na maioria dos casos, aumenta sob condições de diferentes situações de estresse, provocadas por ferimentos, infecções por fungos, salinidade, déficit hídrico, déficit nutricional, dentre outros, levando também ao acréscimo na produção de lignina e etileno (Schallenberger 1994). Contudo, a resposta na atividade da referida enzima pode apresentar-se variável, o que de certa forma fomenta a discussão quanto ao seu real papel nos processos de resistência (Moerschbacher 1992). Sua ação poderia ainda ocorrer indiretamente, através de produtos de sua atividade, tóxicos ao patógeno ou induzindo a formação de barreiras estruturais.

As plantas sintetizam grandes quantidades de compostos aromáticos do metabolismo dos fenilpropanóides, principalmente os ácidos cinâmicos, os quais são precursores de outras famílias de fenóis na via metabólica do ácido chiquímico. Os compostos fenólicos são aromáticos secundários constituintes das plantas superiores (Barz et al. 1985). Vários grupos de compostos fenólicos e substâncias relacionadas têm sido descritos no reino vegetal: ácidos fenólicos (cinâmicos e benzóicos) e flavonóides (antocianinas), cumarinas e lignina. Entre os ácidos fenólicos, destacam-se os ácidos cinâmico, p-cumárico, caféico, ferúlico, clorogênico, sináptico, gálico, protocatecico, catecol e protocatechuico (Barz et al. 1985). O

papel dos compostos fenólicos na resposta de resistência do hospedeiro a infecções foi revisado por Nicholson & Hammerschmidt (1992). As repostas das plantas aos patógenos são caracterizadas pelo acúmulo precoce de compostos fenólicos no sítio de infecção e o desenvolvimento limitado do patógeno ocorre como resultado da morte da célula (reação de hipersensibilidade). Em citros, Erwin & Ribeiro (1996), verificaram que a concentração de escoparone (fitoalexina) em raízes e hipocótilo de plântulas infectadas por *P. citrophthora* correlacionou-se positivamente com resistência. A produção de escoparone foi mais rápida na cultivar resistente (citrange Carrizo) do que na suscetível (limoeiro Rugoso).

Devido à permanente necessidade de diversificação de variedades porta-enxertos e o crescente interesse pelas microtangerinas, conduziu-se o presente trabalho objetivando avaliar respostas de diferentes espécies de porta-enxertos a *P. parasitica*, usando parâmetros bioquímicos como marcadores dessas reações.

## MATERIAL E MÉTODOS

### *Experimento 1: Reação das plantas a P. parasitica via inoculação do caule.*

Utilizou-se plântulas obtidas de sementes de plantas matrizes do BAG-Citros de Botucatu, das seguintes espécies/clones e convenções adotadas: *C. sunki* Hort. ex Tan. (tangerina 'Sunki', clone SUN 375); *C. pectinifera* Tan. (tangerina 'Pectinifera', PEC); *C. amblycarpa* Och. (tangerina 'Nasran', clones NAS 1, NAS 2); *C. reticulata* Blanco (tangerina 'Sun Chu Shu Kat', clone KAT 1004) e *C. crenatifolia* Lush. (tangerina 'Crenatifolia', CRE). Incluiu-se ao grupo, *C. aurantium* L. (laranja 'Azedo Paulista', AZE) obtida junto ao Centro de Citricultura Sílvio Moreira/IAC, utilizada como controle resistente e *C. limonia* Osb. (limoeiro 'Cravo Limeira', CRA), como controle suscetível. Decorridos cinco meses da semeadura, as plantas foram transferidas para vasos de polietileno de 2,5 L de capacidade, contendo substrato composto de uma mistura de solo (Latossolo Vermelho Escuro álico), *plantmax* e esterco bovino curtido na proporção de 4:1:1 (v/v).

Adotou-se o delineamento em blocos casualizados, no esquema de parcelas subdivididas, com 13 tratamentos (espécies/clones) e quatro repetições. As duas parcelas constituíram-se das plantas infectadas (I) e controles (C), representando o tratamento principal. As diferentes espécies/clones constituíram as subparcelas. Cada subparcela foi constituída de duas plantas, usando-se dois inóculos do patógeno por planta.

Foi utilizado como fonte de inóculo o isolado LRS 01/97 fornecido pelo Laboratório de Sanidade Animal e Vegetal de Sorocaba – Instituto Biológico de São Paulo, obtido de planta cítrica. Discos de micélio fúngico foram retirados da margem de colônias de seis dias de idade, desenvolvidas em meio de cenoura-ágar (CA), mantido no escuro à temperatura de 24°C (Kaosiri et al.

1978). Foram inoculadas plantas com idade de 14 meses, mediante a colocação de discos de micélio em incisões realizadas em posições opostas a 10 e 20 cm de altura do colo da planta (Rossetti 1947).

### *Experimento 2: Reação das plantas a *P. parasitica* via infestação do solo*

Neste experimento, foram comparadas sete espécies/clones de microtangerinas (PEC, CRE, CLE 1, KAT, KAT 418, NAS 1 e SUN 375) já identificados no experimento 1. Plantas com nove meses de idade cultivadas em caixas de areia lavada foram transferidas para vasos de polietileno contendo 8 L de solo Latossolo Vermelho Escuro álico não esterilizado.

O delineamento experimental foi semelhante ao adotado no experimento 1. Foi utilizado como inóculo o mesmo isolado do Experimento 1 (LRS 01/97). Na produção de esporângios do fungo para obtenção da suspensão de esporos, foi empregado o método desenvolvido por Ribeiro & Baumer (1977) e modificado por Feichtenberger *et al.* (2005).

A infestação do solo foi realizada cerca de 5 meses após o transplantio das plântulas. Durante a fase de infestação, o nível de umidade do solo foi conduzido de forma cíclica, alternando um período de saturação ( $\psi_m = 0$ ) com outro no qual o teor de umidade atingia cerca de 80% da capacidade de campo, ou seja, a potenciais variando entre -30 e -50 KPa, faixa apropriada para formação de esporângios de *P. parasitica* (Duniway 1983). A avaliação das raízes foi realizada 60 dias após a infestação do solo para determinação da suscetibilidade das variedades, através da determinação do peso de matéria seca de radículas, nível de severidade da doença (aplicação de escala de notas, de 0 a 5) e contagem do nível de propágulos do fungo no solo (Grimm & Alexander 1990).

Para as análises bioquímicas, amostras foliares foram preparadas para obtenção do extrato bruto. Após maceração em solução tampão fosfato de potássio 0,2 M, pH 6,7, separou-se o sobrenadante por centrifugação a 10000 x g, o qual foi armazenado em ultrafreezer a -80°C para

posterior determinação da atividade enzimática da peroxidase (Broetto 1995). A determinação da atividade da enzima peroxidase foi realizada no extrato bruto, segundo protocolo adaptado por Broetto (1995), utilizando-se o método de Bradford (1976) para a determinação do teor de proteínas solúveis. Os procedimentos para extração de fenóis totais e determinação de seu teor nas folhas foram baseados no protocolo de Abou Aziz *et al.* (1976), empregando o reativo de Folin-Ciocalteu e, como padrão, o ácido pirogálico.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As espécies/clones foram agrupadas quanto à reação à *P. parasitica* para efeito da avaliação dos resultados da atividade da peroxidase e teor de fenóis totais. Agruparam-se quatro espécies/clones em suscetíveis (S) e quatro resistentes (R) do experimento de inoculação do caule e três suscetíveis e três resistentes do experimento de infestação do solo. Os resultados da atividade da peroxidase nas folhas das plantas inoculadas no caule e nas raízes são apresentados na Tabela 1.

No ensaio de inoculação de *P. parasitica* no caule, verificou-se que a atividade da peroxidase foi superior nas plantas suscetíveis inoculadas (I) em relação a testemunha, atingindo maior diferença entre I e C nos clones de 'Nasranan' (NAS 1 e NAS 2). Por sua vez, o limoeiro 'Cravo' (CRA) classificado como muito suscetível apresentou um efeito pouco pronunciado na atividade da enzima nas plantas inoculadas, tendo alcançado o maior valor médio de atividade foliar da enzima entre as variedades do grupo S (Tab. 1). Nesse experimento, situação oposta foi observada nas variedades resistentes, cuja variação na resposta foi favorável às plantas-controle, sendo a maior diferença observada na laranjeira 'Azeda', considerada muito resistente (grupo R). De uma maneira geral, a média de variedades do grupo suscetível (S) de plantas inoculadas (I) foi estatisticamente menor que a das plantas testemunha, situação não observada entre as parcelas do grupo resistente (Tab. 1), evidenciando que a atividade de peroxidase na planta aumenta quando esta

**Tabela 1.** Atividade da enzima peroxidase ( $\mu\text{mol H}_2\text{O}_2 \text{ mg proteína}^{-1} \text{ min}^{-1}$ ) em extrato bruto de folhas de variedades de microtangerinas, agrupadas em suscetíveis (S) e resistentes (R) a *P. parasitica* e comparação entre plantas controle (C) e inoculadas (I).

| Grupo<br>Variedade | Infestação no Caule |        |         | Grupo<br>Variedade | Infestação no Solo |        |        |
|--------------------|---------------------|--------|---------|--------------------|--------------------|--------|--------|
|                    | I                   | C      | Média   |                    | I                  | C      | Média  |
| <b>Grupo S</b>     |                     |        |         | <b>Grupo S</b>     |                    |        |        |
| CRA                | 0,79                | 0,76   | 0,78 a  | KAT 418            | 2,29               | 1,32   | 1,80 a |
| SUN 375            | 0,38                | 0,39   | 0,39 b  | SUN 375            | 2,26               | 1,66   | 1,96 a |
| NAS 1              | 0,21                | 0,16   | 0,18 c  | NAS 1              | 0,32               | 0,27   | 0,29 b |
| NAS 2              | 0,19                | 0,15   | 0,17 c  |                    |                    |        |        |
| <b>Grupo R</b>     |                     |        |         | <b>Grupo R</b>     |                    |        |        |
| AZE                | 0,32                | 0,39   | 0,35 a  | CLE 1              | 1,35               | 1,17   | 1,26 a |
| KAT 1004           | 0,32                | 0,33   | 0,33 ab | PEC                | 1,13               | 1,09   | 1,11 a |
| CRE                | 0,29                | 0,27   | 0,28 b  | CRE                | 0,88               | 1,04   | 0,96 a |
| PEC                | 0,25                | 0,29   | 0,27 b  |                    |                    |        |        |
| <b>Média de S</b>  | 0,39 A              | 0,36 B |         |                    | 1,62 A             | 1,08 B |        |
| <b>Média de R</b>  | 0,29 A              | 0,32 A |         |                    | 1,12 A             | 1,10 A |        |

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 2.** Concentração de fenóis totais (mg g MF<sup>-1</sup>) no extrato bruto de folhas de variedades de microtangerinas agrupadas em suscetíveis (S) e resistentes (R) a *P. parasitica* e comparação entre plantas controle (C) e inoculadas (I).

| Grupo<br>Variedade | Infestação no Caule |         |          | Grupo<br>Variedade | Infestação no Solo |        |         |
|--------------------|---------------------|---------|----------|--------------------|--------------------|--------|---------|
|                    | I                   | C       | Média    |                    | I                  | C      | Média   |
| <b>Grupo S</b>     |                     |         |          | <b>Grupo S</b>     |                    |        |         |
| NAS 1              | 17,75               | 21,75   | 19,75 a  | NAS 1              | 15,40              | 19,65  | 17,53 a |
| SUN 375            | 18,84               | 20,38   | 19,61 a  | SUN 375            | 12,34              | 15,17  | 13,75 b |
| NAS 2              | 14,23               | 21,29   | 17,76 ab | KAT 418            | 10,45              | 13,68  | 12,06 b |
| CRA                | 13,38               | 18,82   | 16,10 b  |                    |                    |        |         |
| <b>Grupo R</b>     |                     |         |          | <b>Grupo R</b>     |                    |        |         |
| PEC                | 21,04               | 20,38   | 20,71 a  | PEC                | 14,15              | 15,84  | 14,99 a |
| CRE                | 20,25               | 17,02   | 18,63 a  | CRE                | 13,11              | 14,75  | 13,93 a |
| KAT 1004           | 17,95               | 17,54   | 17,74 a  | CLE 1              | 11,65              | 11,18  | 11,41 b |
| AZE                | 12,45               | 14,02   | 13,23 b  |                    |                    |        |         |
| <b>Média de S</b>  | 16,05 B             | 20,56 A |          |                    | 12,73 B            | 16,17A |         |
| <b>Média de R</b>  | 17,92 A             | 17,24 A |          |                    | 12,97 A            | 13,92A |         |

Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

se encontra submetida a condições de estresses, no caso quando afetada por um patógeno (Van Huystee 1987). Resultados semelhantes foram obtidos por Lelyveld *et al.* (1975) que constataram um aumento da atividade de peroxidases nas folhas de plantas doentes de limão ‘Rugoso’ infectadas por *Phytophthora* spp. Llanos & Lima (1981), em estudos com plantas afetadas pela tristeza e declínio, respectivamente, também encontraram respostas semelhantes. Schallenberger (1994) encontrou a referida relação para plantas cítricas atacadas por coleobrocas. Addy & Goodman (1973) relataram que o aumento na atividade da peroxidase pode estar relacionado a algumas isoenzimas não associadas na interação patógeno-hospedeiro.

Com relação ao experimento de infestação do solo (Tab. 1), os valores médios da atividade da peroxidase nas folhas foram menores comparadas com o experimento anterior e as diferenças entre plantas I e C nas variedades suscetíveis foram mais evidentes, atingindo 42,4% em KAT 418 e 26,5% em SUN 375. Nas variedades do grupo R, o comportamento da enzima foi semelhante ao observado no experimento anterior, embora somente em ‘Crenatifolia’(CRE) a variação tenha sido favorável às testemunhas.

A atividade da peroxidase foi inferior nas plantas do experimento de infestação do solo em relação ao experimento de inoculação do caule (Tabela 1) e, na média, os resultados foram estatisticamente mais elevados nas plantas suscetíveis quando se comparam plantas I e C. Os valores mais elevados foram observados quando o patógeno afetou as raízes, especialmente nas variedades suscetíveis, nas quais o nível de danos causados pelo patógeno foi superior.

O comportamento das variedades resistentes e suscetíveis, nos dois experimentos, em relação à concentração de fenóis totais nas folhas, é apresentado na Tabela 2.

A inoculação do patógeno no caule apresentou resposta consistente nas plantas suscetíveis em que ocorreu maior conteúdo de fenóis totais nas plantas-controle em relação às inoculadas em todas as variedades, sendo

a maior variação observada nas variedades NAS 2 e CRA, com respectivamente 33,1% e 28,9% superior nas plantas-controle. O referido padrão de resposta foi também detectado nas plantas suscetíveis do experimento de infestação de *P. parasitica* no solo. Os resultados concordam parcialmente com aqueles de Feldman & Hanks (1968), os quais observaram significativa redução nos níveis de fenóis somente nas raízes das plantas suscetíveis infectadas. Os referidos autores não detectaram diferenças nas folhas.

Com relação às plantas resistentes do experimento de infecção no caule, verificou-se tendência de aumento do conteúdo de fenóis nas folhas das plantas inoculadas com exceção da laranja ‘Azeda’, cujo comportamento foi comparável às variedades suscetíveis. Esta tendência é concordante com os estudos de Feldman & Hanks (1968).

Os dados da Tabela 2 revelaram que o conteúdo de fenóis totais foi, em média, significativamente superior nas plantas suscetíveis mantidas como controle (sadias) em relação às inoculadas, enquanto nas plantas inoculadas praticamente não houve diferenças entre o grupo suscetível e resistente. Esse comportamento foi observado nos dois experimentos. Valle *et al.* (1989) verificaram que o conteúdo de fenóis foi superior em plantas suscetíveis afetadas pelo declínio, em relação às sadias.

No caso das variedades suscetíveis, em plantas cuja infecção ocorreu nas raízes, pode ter havido uma mobilização e acúmulo de compostos fenólicos nos sítios de infecção (raízes) causando uma diminuição na concentração destes nas folhas, conforme sugere os resultados reportados por Feldman & Hanks (1968). Nicholson & Hammerschmidt (1992) também discutem o papel dos compostos fenólicos na resposta de resistência do hospedeiro às infecções. Outros autores sugerem que a reação é caracterizada pelo acúmulo precoce dos compostos no sítio de infecção e que o desenvolvimento limitado do patógeno ocorre como resultado da morte da célula, levando à formação de lignina e ativação de defesas específicas como a síntese de fitoalexinas

## CONCLUSÕES

Os resultados evidenciam a capacidade de reação das plantas à *P. parasitica* e sua relação com alterações na atividade da enzima peroxidase e ao conteúdo de fenóis nas folhas. O padrão de resposta indica que variedades suscetíveis infectadas por *P. parasitica* apresentam maior atividade da peroxidase, enquanto o conteúdo de fenóis totais é mais baixo nas variedades suscetíveis infectadas pelo patógeno.

## REFERÊNCIAS

- ABOU AZIZ, A.B.; ABDEL-WAHAB, F.K.; EL-GHANDOUR, M.A. 1976. Effect of different storage temperatures on phenolic compounds in banana and mango fruits. *Scientia Horticulturae*, 4: 309-15.
- ADDY, S.K.; GOODMAN, R.N. 1973. Polyphenol oxidase and peroxidase activity in apple leaves inoculated with a virulent or an avirulent strain of *Erwinia amylovora*. *India Phytopathology*, 25: 575-9.
- AFEK, U.; SZTEJNBERG, A. 1988. Accumulation of scoparone, a phytoalexin associated with resistance of citrus to *Phytophthora citrophthora*. *Phytopathology*, 78: 1678-82.
- BARZ, W.; KÖSTER, J.; WELTRING, K.M.; STRACK, D. 1985. Recent advances in the metabolism and degradation of phenolic compounds in plants and animals. In: *The biochemistry of plant phenolics*. *Annu. Proc. Phytochem. Soc. Europe*, 25, p.307-47.
- BRADFORD, M.M. 1976. A rapid and sensitive method for the quantification of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye-binding. *Analytical Biochemistry*, 72: 248-254.
- BROETTO, F. 1995. Efeito de estresse salino e biológico sobre o metabolismo de calos e suspensão de células de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). 124 p. Tese (Doutorado em Ciências/ Energia Nuclear na Agricultura) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- DUNIWAY, J.M. 1983. Role of physical factors in the development of *Phytophthora* diseases. In: Erwin, D.C.; Bartnick-Garcia, B.; Tsao, P.H. (Eds.). *Phytophthora: its biology, taxonomy, ecology and pathology*. St. Paul: APS Press, p.175-87.
- ERWIN, D.C.; RIBEIRO, O.K. *Phytophthora diseases worldwide*. St. Paul: APS Press, 1996. 562 p.
- FEICHTENBERGER, E. 1996. *Manejo ecológico de gomose de Phytophthora dos citros*. São Paulo: Rhodia Agro, 41p.
- FEICHTENBERGER, E. 1997. Resistência varietal cítrica a fungos do gênero *Phytophthora*. *Laranja*, 2: 499-505.
- FEICHTENBERGER, E.; MÜLLER, G.W.; GUIRADO, M. 2005. *Doenças dos citros*. In: Kimati, M. et al. (Eds.). *Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas*. 4.ed. São Paulo: Ceres, v. 2, p.261-96.
- FELDMAN, A.W.; HANKS, R.W. 1968. Phenolic content in the roots and leaves of tolerant and susceptible citrus cultivars attacked by *Radopholus similis*. *Phytochemistry*, 7: 5-12.
- GRAHAM, J.H. 1990. Evaluation of tolerance of citrus rootstocks to *Phytophthora* root rot in chlamydospore-infested soil. *Plant Disease*, 74: 743-6.
- GRIMM, G.R.; ALEXANDER, A.F. 1990. Citrus leaf pieces as traps for *Phytophthora parasitica* from soil slurries. *Phytopathology*, 63: 540-41.
- HODGSON, R.W. Horticultural varieties of citrus. In: REUTHER, W. et al. *The Citrus Industry*. Berkley: University of California, 1967. v.1, p. 431-591.
- KAOSIRI, T.; ZENTMEYER, G.A.; ERWIN, D.C. 1978. Stalk length as a taxonomic criteria for *Phytophthora palmivora* isolates from cacao. *Canadian Journal of Botany*, 56: 1730-38.
- LEITE, B.; PASCHOLATI, S.F. 1995. *Hospedeiro*: alterações fisiológicas induzidas por fitopatógenos. In: BERGAMIN FILHO, A., KIMATI, H., AMORIN, L. (Eds.). *Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos*. 3.ed. São Paulo: Ceres, v.1, p. 393-416.
- LELYVELD, L. J. V. 1975. Rough lemon tree decline: peroxidase activity, isoenzymes and respiration rate of the leaves. *Agroplanta*, 7: 71-74.
- LLANOS, J.L.; LIMA, H. 1981. Peroxidase in healthy grapefruit trees and those affected by blight. *Proceedings of the International Society of Citriculture*, 1: 476-8.
- MOERSCHBACHER, B.M. 1992. *Plant peroxidases: involvement in response to pathogenes*. In: Penel, C., Gaspar, T., Greppin, H. (Eds.). *Plant peroxidases 1980-1990*. University of Geneva, p. 91-9.
- NICHOLSON, R.L.; HAMMERSCHMIDT, R. 1992. Phenolic compounds and their role in disease resistance. *Annual Review of Phytopathology*, 30: 369-89.
- PASCHOLATI, S.F.; LEITE, B. 1995. *Hospedeiro*: mecanismos de resistência. In : Bergamin Filho, A.; Kimati, H.; Amorim, L. (Eds.). *Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos*. 3. ed. São Paulo: Ceres, v.1, p. 417-53.
- RIBEIRO, O.K.; BAUMER, J.S. 1977. Techniques for sporangia production of *Phytophthora megasperma* isolates. *Phytophthora Newsletter*, 5: 42-3.
- ROSSETTI, V. 1947. Estudos sobre a “gomose de *Phytophthora*” dos citros: I. suscetibilidade de diversas espécies cítricas a algumas espécies de *Phytophthora*. *Arquivos do Instituto Biológico*, 18: 97-124.
- SALIBE, A.A. Importância do porta-enxerto na citricultura. In: Encontro Nacional de Fruticultura, 5, Rio de Janeiro. *Anais ... Rio de Janeiro: PESAGRO-RIO/SBF*, 1978. 14p.
- SCHALLENBERGER, E. 1994. Fatores que predispõem as plantas cítricas ao ataque de coleobrocas. Botucatu. 110p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.
- VALLE, D.N.; CAMPOS, A.; MAS, O. 1989. Performance of ‘Persian’ lime on six rootstocks. *Beitrag Tropical Landwirtschaft. Vet. Med.*, 27: 313-7.
- VAN HUYSTEE, R. B. 1987. Some molecular aspects of plant peroxidase biosynthetic studies. *Annual Review of Plant Physiology*, 36: 205-19.
- VERNENGHI, A.; RAMIANDROSA, F.; CHUILON, S.; RAVISE, A. 1987. Phytoalexines des citrus: séséline propriétés inhibitrices et modulation de synthèse. *Fruits*, 42: 103-11.