

**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Interação *Phytophthora nicotianae* - porta-enxerto de citros (tangerina Sunki e
citrumelo Swingle): efeito no sistema radicular, aspectos fisiológicos e
bioquímicos**

André Boldrin Beltrame

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Ciências. Área de concentração: Fitopatologia

Piracicaba
2010

André Boldrin Beltrame
Engenheiro Agrônomo

**Interação *Phytophthora nicotianae* - porta-enxerto de citros (tangerina Sunki e
citrumelo Swingle): efeito no sistema radicular, aspectos fisiológicos e
bioquímicos**

Orientador:
Prof. Dr. SÉRGIO FLORENTINO PASCHOLATI

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor em
Ciências. Área de concentração: Fitopatologia

**Piracicaba
2010**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP**

Beltrame, André Boldrin

Interação *Phytophthora nicotianae* - porta-enxerto de citros (tangerina Sunki e citrumelo Swingle): efeito no sistema radicular, aspectos fisiológicos e bioquímicos / André Boldrin Beltrame. - - Piracicaba, 2010.
137 p. : il.

Tese (Doutorado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 2010.

1. Bioquímica vegetal 2. Doenças de plantas 3. Fisiologia vegetal 4. Gomose 5.
Porta-enxertos 6. Sistema radicular 7. Tangerina I. Título

CDD 634.3
B453i

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

Aos meus pais João Américo e Helenice
irmãs Aline e Camila
e namorada Ana Elisa

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Sérgio F. Pascholati pela paciência, oportunidade e orientação.

Ao Pesquisador Científico MSc. Eduardo Feichtenberger que colaborou de forma essencial para o desenvolvimento desse trabalho.

Aos colegas Alexander, Ana Paula, Ariana, Cíntia, Dalilla, Ely, Fernando, Frank, Fúvia, Greicy, Josué, Joy, Julia, Isolada, Leonardo, Luciana Oharomari, Luciana Iurkiv, Maria Cristina, Maria Eugenia, Marisa, Marizete, Maurício, Nikolas, Nívea, Roberto, Rosemaie, Simone, Silvia e Ueliton, Wilma pelo apoio e aprendizagem.

Aos amigos Cristiana, José Vitor, Marcos, Marina, Oscar e Rodrigo pela amizade e convívio.

Aos Professores Dr. Robson Marcelo Di Piero (Universidade Federal de Santa Catarina) e Dr. Odair José Kuhn que (Universidade Federal do Pampa) foram fundamentais na minha formação.

Aos Professores Dr. Angelo Jacomino (ESALQ/USP) e Dr. Wolfgang Oßwald (Universidade Técnica de Munique), aos Eng. Agrônomo Antonio Ricardo Violante (Cutrale, São João da Boa Vista) e MSc. Antonio Juliano Ayres (Citrosol, Mendonça) e ao FUNDECITRUS (Araraquara) e Centro de Citricultura “Sylvio Moreira” (Cordeirópolis) pela disponibilização de laboratório e/ou fornecimento de material para a realização desse trabalho.

Aos funcionários e professores do Departamento de Fitopatologia e Nematologia.

Ao CNPq e a CAPES pelas bolsas de estudos.

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT.....	11
1 INTRODUÇÃO.....	13
2 DESENVOLVIMENTO	15
2.1 Revisão bibliográfica.....	15
2.1.1 Citros.....	15
2.1.2 Doenças causadas por <i>Phytophthora</i> spp. em citros	17
2.1.3 Mecanismos de resistência das plantas	21
2.1.4 Espécies reativas de oxigênio e sinalização.....	22
2.1.5 Rotas metabólicas.....	26
2.1.6 Fenóis.....	29
2.1.7 Enzimas envolvidas na defesa de plantas	32
2.1.7.1 Proteínas relacionadas à patogênese	32
2.1.7.1.1 Glucanases.....	33
2.1.7.1.2 Quitinases	35
2.1.7.1.3 Peroxidases	36
2.1.7.2 Fenilalanina amônia-liase	38
2.1.7.3 Polifenoloxidase	39
2.1.8 Alterações fisiológicas provocada por patógenos.....	41
2.2 Material e métodos	45
2.2.1 Obtenção das plantas hospedeiras.....	45
2.2.2 Seleção do isolado de <i>Phytophthora nicotianae</i>	46
2.2.3 Produção de inóculo, inoculação dos porta-enxertos, quantificação da troca gasosa, da biomassa do sistema radicular e detecção do patógeno.....	47
2.2.4 Inoculação das plântulas sob condições de câmara de crescimento, quantificação da troca gasosa e do consumo de água.....	49
2.2.5 Etileno	49
2.2.6 Extração de DNA de radículas de plântulas de citros.....	50
2.2.7 Detecção e quantificação de <i>P. nicotianae</i> em raízes de plântulas de citros.....	50

2.2.8 Obtenção de extrato de folhas e de raízes.....	51
2.2.9 Carboidratos	51
2.2.10 Proteínas.....	53
2.2.11 Atividade de superóxido dismutase.....	53
2.2.12 Atividade de catalase.....	53
2.2.13 Atividade de quitinase	54
2.2.14 Atividade de β -1,3-glucanase.....	54
2.2.15 Atividade da guaiacol peroxidase.....	55
2.2.16 Atividade de polifenoloxidase	55
2.2.17 Atividade de fenilalanina amônia-liase	55
2.2.18 Fenóis totais	56
2.2.19 Lignina.....	56
2.3 Resultados e discussão.....	57
2.3.1 Seleção do isolado de <i>Phytophthora nicotianae</i>	57
2.3.2 Avaliação da troca gasosa e da biomassa do sistema radicular.....	59
2.3.3 Detecção e quantificação de <i>P. nicotianae</i> em raízes de plântulas de citros	66
2.3.4 Etileno	69
2.3.5 Carboidratos	71
2.3.6 Proteínas.....	79
2.3.7 Superóxido dismutase, catalase e guaiacol peroxidase.....	80
2.3.8 Glucanase e quitinase	84
2.3.9 Fenilalanina amônia-liase, polifenoloxidase, compostos fenóis totais e lignina	88
3 CONCLUSÕES	95
REFERÊNCIAS	97
ANEXO.....	135

RESUMO

Interação *Phytophthora nicotianae* - porta-enxerto de citros (tangerina Sunki e citrumelo Swingle): efeito no sistema radicular, aspectos fisiológicos e bioquímicos

Doenças causadas por *Phytophthora* spp. ocorrem em todas as regiões produtoras de citros do mundo e as manifestações mais comuns são a podridão do pé e de raízes. A principal medida de controle desses patógenos é a exclusão, porém em áreas contaminadas o mesmo pode ser obtido através do uso de produtos químicos ou com o plantio de copas enxertadas sobre porta-enxertos resistentes, que onera menos o custo de produção. Os porta-enxertos menos suscetíveis a *Phytophthora nicotianae* são o citrumelo Swingle e o *Poncirus trifoliata*. Apesar de sua importância, pouco se sabe sobre as alterações fisiológicas e bioquímicas da interação citros - *P. nicotianae*. Dessa maneira, o trabalho visou analisar e comparar alterações fisiológicas e bioquímicas provocadas por *P. nicotianae* em dois porta enxertos de citros: tangerina Sunki (suscetível) e citrumelo Swingle (resistente). Para tanto, porta-enxertos das duas variedades com nove ou dois meses de cultivo tiveram as raízes inoculadas com *P. nicotianae*. As plantas mais velhas foram mantidas sob condições de campo por nove meses e as mais novas foram mantidas por uma semana a 28 °C sob 12 h de luz. Periodicamente, avaliou-se a biomassa do sistema radicular e a colonização pelo patógeno, bem como parâmetros fisiológicos: troca gasosa, consumo de água e produção de etileno; do metabolismo primário: carboidratos e proteínas; e secundário: atividades da superóxido dismutase, catalase, quitinase, β -1,3-glucanase, guaiacol peroxidase, polifenoloxidase, fenilalanina amônia-liase, fenóis totais e lignina. Observou-se nos porta-enxertos inoculados aos nove meses de cultivo que *P. nicotianae* comprometeu o sistema radicular e a troca gasosa apenas de tangerina Sunki a partir do quarto e quinto meses após a inoculação, respectivamente. A concentração de carboidratos em raízes de tangerina Sunki foi reduzida pelo patógeno a partir do terceiro mês após a inoculação, enquanto que em citrumelo Swingle só foram detectadas diferenças no terceiro e no quinto meses após a inoculação. Além disso, análises em HPLC, que envolveram os porta-enxertos com dois meses de cultivo, mostraram que as concentrações de sacarose e glicose em raízes de citrumelo Swingle foram afetadas pelo patógeno. Ademais, *P. nicotianae* estimulou a produção de etileno em plântulas de tangerina Sunki seis e sete dias após a inoculação, bem como reduziu a troca gasosa e o consumo de água nesse porta-enxerto a partir do quarto e quinto dia após a inoculação, respectivamente. Conclui-se que *P. nicotianae* reduz o sistema radicular de tangerina Sunki, o que diminui as trocas gasosas e afeta o balanço hídrico e estimula a síntese de etileno. Além disso, inicialmente *P. nicotianae* altera o metabolismo de carboidratos em raízes de citrumelo Swingle, seguida por reduções mais severas nas concentrações de açúcares em raízes de tangerina Sunki. Finalmente, não foram verificadas alterações relevantes no metabolismo secundário, que pudessem auxiliar na elucidação dos mecanismos de resistência de citrumelo Swingle a *P. nicotianae*.

Palavras-chave: Tangerina Sunki; Citrumelo Swingle; Gomose de Phytophthora

Gracias por visitar este Libro Electrónico

Puedes leer la versión completa de este libro electrónico en diferentes formatos:

- HTML(Gratis / Disponible a todos los usuarios)
- PDF / TXT(Disponible a miembros V.I.P. Los miembros con una membresía básica pueden acceder hasta 5 libros electrónicos en formato PDF/TXT durante el mes.)
- Epub y Mobipocket (Exclusivos para miembros V.I.P.)

Para descargar este libro completo, tan solo seleccione el formato deseado, abajo:

