

**UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE FITOPATOLOGIA**

**VARIABILIDADE E CONTROLE DE *Phytophthora palmivora* (PODRIDÃO-DO-PÉ)
E CONTROLE DA VARÍOLA (*Asperisporium caricae*) DO MAMOEIRO (*Carica
papaya*)**

Alexei de Campos Dianese

**Tese apresentada ao Departamento
de Fitopatologia do Instituto de
Ciências Biológicas da Universidade
de Brasília, como requisito parcial à
obtenção do título de Doutor em
Fitopatologia.**

**Brasília – DF
2006**

Trabalho realizado junto ao Departamento de Fitopatologia do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, sob a orientação do Professor Luiz Eduardo Bassay Blum, com o apoio do Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq) e bolsa da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

Aprovado por:

Prof. Dr. Luiz Eduardo B. Blum
Orientador

Prof^a. Dr^a. Marisa Álvares da S. V. Ferreira
Examinadora

Prof^a. Dr^a. Denise Vilela R. Santiago
Examinadora

Prof. Dr. Osvaldo Kiyoshi Yamanishi
Examinador

Dr. Nilton Vilela Junqueira
Examinador

Dedicatória

A minha esposa, Ângela, minha “cara-metade”, companheira, meu Norte.

Às famílias Dianese e Souza de Lima por todo o apoio e carinho.

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador, professor **Luiz Eduardo Bassay Blum**, por sua amizade, respeito, paciência e por ter acreditado em minha capacidade como profissional.

A todos os alunos da pós-graduação em Fitopatologia, pelo apoio emocional, discussões, gargalhadas..... ao longo destes quatro anos.

Aos bolsistas do PIBIC: **Jaqueline, Leonardo, Mariana e Leandro**, pela participação **FUNDAMENTAL** no desenvolvimento deste projeto. O “chefinho” agradece de todo o coração!!!!

Aos técnicos do Laboratório de Fito: **César, Arê, Marivaldo e Dona Chica**, pela grande ajuda e pelos momentos de “prosa”.

Ao **Seu Fábio, Chico, Arlindo, Carlos, João Batista I e II, Geni, prof. Osvaldo** e aos estagiários da **Fruticultura** na Estação Experimental por me “aturarem” durante todo este tempo !!

Aos professores do Departamento: **Juvenil, Cláudio, Marisa Ferreira, Denise, Huang, Carlos Uesugi, Renato, Cláudia Renata, e Dianese**, pelos ensinamentos, orientações e por tirar “água de pedra” para manter os projetos rodando! Gostaria de agradecer especialmente ao **prof. Café** pela ajuda essencial no capítulo 6!!

À **Marisa Sanchez e Leila**, pela ajuda e pelo carinho com o qual sempre me trataram.

Ao **Ribamar** e ao **Cleber**, da secretaria do Departamento, pelo atendimento eficiente e altamente amigável.

À professora **Sueli Mello e a todos no Laboratório de Controle Biológico da EMBRAPA-CENARGEN** pela ajuda com os experimentos *in vitro* com *Trichoderma sp.*

À minha querida **Ângela** por todo o seu amor e carinho. A única pessoa na Terra que, apesar de saber tudo sobre mim, **escolheu** ficar ao meu lado há quase uma década!!!!

À **minha família** querida.....OBRIGADO POR TUDO!!!

Aos **meus amigos** que sempre me apoiaram e torceram por mim.

À **Deus**, por sua presença em minha vida.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	Ix
LISTA DE TABELAS	Xiii
RESUMO/ABSTRACT	1
INTRODUÇÃO	3
CAPÍTULO 1 - REAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MAMOEIRO À VARÍOLA E À PODRIDÃO DO PÉ	
Resumo	11
1. Introdução	11
2. Materiais e Métodos	14
Experimento em vasos	14
Preparo e plantio das mudas	14
Preparo do solo	15
Delineamento experimental, análise estatística e avaliação da doença	15
Experimento de Campo	16
Preparo das mudas	16
Preparo do solo	17
Plantio das mudas	17
Adubação em cobertura e irrigação	17
Avaliações	18
Delineamento experimental e análise estatística	18
3. Resultados e Discussão	19
Reação de genótipos de mamoeiro à varíola	19
Reação de genótipos de mamoeiro à podridão-do-pé	22
4. Referências Bibliográficas	34
Capítulo 2 - VARIABILIDADE DE <i>PHYTOPHTHORA PALMIVORA</i>, AGENTE CAUSAL DA PODRIDÃO DE RAÍZES E FRUTOS DO MAMOEIRO	
Resumo	36
1. Introdução	36
2. Materiais e Métodos	38
Identificação dos isolados de <i>Phytophthora palmivora</i>	38
Isolamento	38
Manutenção dos isolados de <i>P. palmivora</i>	38
Medida das estruturas de <i>P. palmivora</i>	38
Determinação da variabilidade fisiológica de <i>Phytophthora palmivora</i>	38
Inoculação em plântulas	39
Preparo das mudas	39
Multiplicação do inoculo	39
Inoculação e avaliação dos sintomas	39
Delineamento experimental e análise estatística	40
Frutos	40
Inoculação e avaliação dos sintomas	40
Delineamento experimental e análise estatística	41
3. Resultados e discussão	42

Identificação dos isolados de <i>Phytophthora palmivora</i>	42
Determinação da variabilidade fisiológica de <i>Phytophthora palmivora</i>	42
4. Referências Bibliográficas	57
Capítulo 3 - CONTROLE DA PODRIDÃO DO PÉ DO MAMOEIRO COM FOSFITO	
Resumo	58
1. Introdução	58
2. Materiais e Métodos	60
Determinação da eficiência de fosfitos no controle de <i>Phytophthora palmivora</i>	60
Área experimental, preparo e plantio de plântulas	60
Multiplicação do inóculo	60
Aplicação dos tratamentos, inoculação e delineamento experimental	61
Experimento com dois fosfitos	61
Experimento com sete fosfitos e uma aplicação semanal	61
Experimento com sete fosfitos e duas aplicações semanais	62
Avaliação dos sintomas	63
Análise estatística	63
3. Resultados e discussão	63
4. Referências Bibliográficas	69
Capítulo 4 - USO DE TRICHODERMA PARA O CONTROLE DA PODRIDÃO DO MAMOEIRO CAUSADA POR <i>Phytophthora palmivora</i>	
Resumo	71
1. Introdução	71
2. Materiais e Métodos	74
Testes <i>in vitro</i>	74
Multiplicação do <i>Trichoderma</i> spp. e de <i>P. palmivora</i>	74
Pareamento de colônias de <i>Trichoderma</i> e <i>P. palmivora</i>	74
Avaliação do desenvolvimento das colônias de <i>Trichoderma</i> e de <i>P. palmivora</i> e análise estatística	75
Experimento em casa de vegetação	75
Área experimental	75
Multiplicação do <i>Trichoderma</i> spp. e de <i>P. palmivora</i>	75
Preparo das mudas	76
Plantio das mudas e preparo do solo	76
Avaliação da incidência de <i>P. palmivora</i> , delineamento experimental e análise estatística	76
Resultados e Discussão	77
Referências Bibliográficas	83
Capítulo 5 - EFEITO DE FOSFITOS SOBRE A VARÍOLA DO MAMOEIRO	
Resumo	85
1. Introdução	86
2. Materiais e Métodos	87
Experimento de campo - Área experimental	87
Preparação do solo	87
Preparação e plantio das mudas	87

Delineamento experimental e análise estatística	88
Experimento em casa de vegetação	88
Preparo e plantio das mudas	88
Tratamentos	89
Delineamento experimental e análise estatística	89
3. Resultados	90
Experimento de campo	90
Experimento em casa de vegetação	90
4. Discussão	91
5. Referências Bibliográficas	96
Capítulo 6- ADIÇÃO DE URÉIA E CALCÁRIO AO SOLO REDUZEM A INCIDÊNCIA DE PODRIDÃO-DO-PÉ (<i>Phytophthora palmivora</i>) EM MAMOEIRO	
Resumo	97
1. Introdução	97
2. Materiais e Métodos	100
Área experimental	100
Preparo e plantio das mudas	100
Incorporação de nitrogênio e de calcário no solo	100
Avaliação da incidência de <i>P. palmivora</i> , delineamento experimental e análise estatística	101
3. Resultados e Discussão	101
4. Referências Bibliográficas	108
DISPOSIÇÕES FINAIS	109

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

Figura 1. Escala utilizada na avaliação de severidade da infecção de *Phytophthora palmivora* em mudas de mamão. Da esquerda para a direita: 0 - sem sintomas; 1 - até 50% de murcha; 2 - de 51 a 100% de murcha; 3 – morta. 16

Figura 2. Progresso da severidade da varíola (*Asperisporium caricae*), ao longo de quatro avaliações, em folhas de nove cultivares de mamão. As barras escuras representam a diferença mínima significativa (Tukey; $P < 0.05$) entre os cultivares (março/abril de 2003). 25

Figura 3. Progresso da severidade da varíola (*Asperisporium caricae*), entre out./2003 e fev./2004, em folhas de nove cultivares de mamão. As barras escuras representam a diferença mínima significativa (Tukey; $P < 0.05$) entre os cultivares. 26

Figura 4. Progresso da severidade da varíola (*Asperisporium caricae*), entre março e abril de 2003, em frutos de nove cultivares de mamão. As barras escuras representam a diferença mínima significativa (Tukey; $P < 0.05$) entre os cultivares 27

Figura 5. Progresso da severidade da varíola (*Asperisporium caricae*), entre out./2003 e fev./2004, em frutos de sete cultivares de mamão. As barras escuras representam a diferença mínima significativa (Tukey; $P < 0.05$) entre os cultivares. 28

Figura 6. Severidade de *Phytophthora palmivora* em um experimento sob telado utilizando dez genótipos de mamão. As colunas correspondem à diferença mínima significativa entre as cultivares (Tukey; $P < 0.05$). 29

Figura 7. Severidade de *Phytophthora palmivora* em um experimento sob telado utilizando dez genótipos de mamão. As colunas correspondem à diferença mínima significativa entre as cultivares (Tukey; $P < 0.05$). 30

Figura 8. Dados climáticos diários entre março e agosto de 2003 (a) e setembro de 2003 e fevereiro de 2004 (b). PP = Precipitação pluviométrica; Tmédia = Temperatura média; UR max = Umidade relativa do ar máxima; UR min = Umidade relativa do ar mínima; Tmínima = Temperatura mínima. 31

Capítulo 2

Figura 1. Escala utilizada na avaliação de severidade da infecção de *Phytophthora palmivora* em mudas de mamão. Da esquerda para a direita: 0 - sem sintomas; 1 - até 50% de murcha; 2 - de 51 a 100% de murcha; 3 – morta 40

Figura 2. Curvas representando o progresso da doença por 14 isolados do grupo I de *P. palmivora* em três cultivares de mamão (Experimento I). DMS = diferença mínima significativa segundo o teste de Tukey ($p = 0,05$); pp1 a pp14 = Isolados de *P. palmivora* retirados de raízes e frutos de mamoeiro. 49

Figura 3. Curvas representando o progresso da doença por 14 isolados do grupo I de *P. palmivora* em três cultivares de mamão (Experimento II). DMS = diferença mínima significativa segundo o teste de Tukey ($p = 0,05$).); pp1 a pp14 = Isolados de *P. palmivora* retirados de raízes e frutos de mamoeiro. 50

Figura 4. Curvas representando o progresso da doença por 9 isolados de *P. palmivora* (pp15; pp18; pp24 a pp31), 4 de *Pythium* sp. (pp16; pp21 a pp23) e 1 de *Rhizoctonia* sp. (pp17), todos retirados de frutos e raízes de mamoeiro e pertencentes ao grupo II, em três cultivares de mamão (Experimento I). DMS = diferença mínima significativa segundo o teste de Tukey ($p = 0,05$). 51

Figura 5. Curvas representando o progresso da doença por 9 isolados de *P. palmivora* (pp15; pp18; pp24 a pp31), 4 de *Pythium* sp. (pp16; pp21 a pp23) e 1 de *Rhizoctonia* sp. (pp17), todos retirados de frutos e raízes de mamoeiro e pertencentes ao grupo II, em três cultivares de mamão (Experimento II). DMS = diferença mínima significativa segundo o teste de Tukey ($p = 0,05$). 52

Figura 6. Curvas representando o progresso da doença por 14 isolados de *P. palmivora* grupo III em três cultivares de mamão (Experimento I). DMS = diferença mínima significativa segundo o teste de Tukey ($p = 0,05$); pp37 = isolado de pupunha; pp38 = isolado de *morremia odorata*; demais isolados foram retirados de frutos e raízes de mamoeiro 53

Figura 7. Curvas representando o progresso da doença por 14 isolados de *P. palmivora* grupo III em três cultivares de mamão (Experimento II). DMS = diferença mínima significativa segundo o teste de Tukey ($p = 0,05$); pp37 = isolado de pupunha; pp38 = isolado de *morremia odorata*; demais isolados foram retirados de frutos e raízes de mamoeiro 54

Figura 8. Curvas representando o progresso da infecção por 14 isolados de *P. palmivora* grupos I (pp1 a pp5), II (pp15 a pp29) e III (pp34 a pp40) em três cultivares de mamão (Experimento I). DMS = diferença mínima significativa segundo o teste de Tukey ($p = 0,05$). Os isolados foram retirados de raízes e frutos de mamoeiro. 55

Figura 9. Curvas representando o progresso da infecção por 14 isolados de *P. palmivora* grupos I (pp1 a pp5), II (pp15 a pp29) e III (pp34 a pp40) em três cultivares de mamão (Experimento II). DMS = diferença mínima significativa segundo o teste de Tukey ($p = 0,05$). Os isolados foram retirados de raízes e frutos de mamoeiro. 56

Capítulo 3

Figura 1. Escala utilizada na avaliação de severidade da infecção de *Phytophthora palmivora* em mudas de mamão. Da esquerda para a direita: 0 - sem sintomas; 1 - até 50% de murcha; 2 - de 51 a 100% de murcha; 3 - morta. 63

Figura 2. Progresso da doença por *Phytophthora palmivora* em três experimentos (a, b e c) com uma única aplicação dos fosfitos. A (fosfito 40 % P_2O_5 + 20 % K_2O), 250ml/100l; B (fosfito 40 % P_2O_5 + 20 % K_2O), 150 ml/100 l; H (80 % fosetyl-Al), 250 g/100 l.; C = Controle; 48, 24 e 0,5 = período, em horas, que antecedeu a inoculação; P = aplicado por

pulverização; E = aplicado por encharcamento. 66

Figura 3. Progresso da doença por *P. palmivora* em: a) Experimento com uma aplicação semanal dos fosfitos; b e c) Experimento com duas aplicações semanais dos fosfitos. A = fosfito (40 % P₂O₅ + 20 % K₂O) 250 ml/100 l; B = fosfito (40 % P₂O₅ + 20 % K₂O) 150 ml/100 l; C = fosfito (10 % P₂O₅ + 6 % Ca) 400 ml/100 l; D = fosfito (20 % P₂O₅ + 20 % K₂O) 200 ml/100 l; E = fosfito (40 % P₂O₅ + 6 % Mg) 150 ml/100 l; F = fosfito (30 % P₂O₅ + 20 % K₂O) 175 ml/100 l; G = fosfito (20 % P₂O₅ + 20 % K₂O) 250 ml/100 l; H = fungicida com fosetyl-AL na concentração de 80 %, 250 g/100 l; DMS = diferença mínima significativa segundo o teste Tukey (P<0,05). 67

Figura 4. Curvas representando o progresso da doença por *P. palmivora* em a e b. Experimento com duas aplicações semanais dos fosfitos. A = fosfito (40 % P₂O₅ + 20 % K₂O) 300 ml/100 l; B = fosfito (20 % P₂O₅ + 20 % K₂O) 400 ml/100 l; C = fungicida com fosetyl-AL 250 g/100 l. 68

Capítulo 4

Figura 1. Número médio de plantas mortas de mamão (*Carica papaya*) “Tainung 1” devido à ação de *Phytophthora palmivora*. “Cen”= Isolados de *Trichoderma* sp. provenientes da Embrapa/Cenargen. “Mistura”= Mistura de cen266, cen151 e cen144 inoculados em vasos sem *P. palmivora*. “Arroz” = Arroz parbolizado (“Tio João”) incorporado a solo sem *P. palmivora*. “Mamão” = Fatias de mamão sadio incorporadas a solo sem *P. palmivora*. “Controle” = Solo infestado por *P. palmivora* sem *Trichoderma*. “Sadia” = Mudanças de mamão em solo esterilizado sem *P. palmivora* e *Trichoderma*. (Valores das colunas com letras diferentes foram significativamente distintos entre si pelo teste de Tukey, P < 0,5). 82

Figura 2. Número médio de plantas mortas de mamão (*Carica papaya*) “Tainung 1” devido à ação de *Phytophthora palmivora*. “Cen”= Isolados de *Trichoderma* sp. provenientes da EMBRAPA/CENARGEN. “s/d”= Isolados de *Trichoderma* sp. inoculados em vasos sem *P. palmivora*. “Arroz” = Arroz parbolizado (“Tio João”) incorporado a solo sem *P. palmivora*. “Mamão” = Fatias de mamão sadio incorporadas a solo sem *P. palmivora*. “Controle” = Solo infestado por *P. palmivora* sem *Trichoderma*. “Sadia” = Mudanças de mamão em solo esterilizado sem *P. palmivora* e *Trichoderma*. (Valores das colunas com letras diferentes foram significativamente distintos entre si pelo teste de Tukey, P < 0,5). 82

Capítulo 6

Figura 1. pH e avaliação residual de nutrientes no solo no primeiro plantio (15/06/05) e ao final do terceiro plantio (30/12/05) em sete tratamentos. N1 = 0,51g de N + 10,10g de CA/kg de solo; N2 = 0,25g de N + 10,10g de CA/kg; N3 = 1,02g de N + 10,10g de CA/kg; C1 = 0,51g de N + 10,10g de CA/kg; C2 = 0,51g de N + 5,05g de CA/kg; C3 = 0,51g de N + 20,20g de CA/kg e Controle = sem adição de nitrogênio ou calcário 105

Figura 2. Avaliação residual de nutrientes no solo no primeiro plantio (15/06/05) e ao final do terceiro plantio (30/12/05) em sete tratamentos. N1 = 0,51g de N + 10,10g de CA/kg de solo; N2 = 0,25g de N + 10,10g de CA/kg; N3 = 1,02g de N + 10,10g de CA/kg; C1 = 0,51g de N + 10,10g

de CA/kg; C2 = 0,51g de N + 5,05g de CA/kg; C3 = 0,51g de N + 20,20g de CA/kg e Controle = sem adição de nitrogênio ou calcário. 106

Figura 3. Avaliação residual de nutrientes no solo no primeiro plantio (15/06/05) e ao final do terceiro plantio (30/12/05) em sete tratamentos. N1 = 0,51g de N + 10,10g de CA/kg de solo; N2 = 0,25g de N + 10,10g de CA/kg; N3 = 1,02g de N + 10,10g de CA/kg; C1 = 0,51g de N + 10,10g de CA/kg; C2 = 0,51g de N + 5,05g de CA/kg; C3 = 0,51g de N + 20,20g de CA/kg e Controle = sem adição de nitrogênio ou calcário 107

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1

Tabela 1. Incidência de *Phytophthora palmivora* em nove cultivares de mamão durante o período de março/abril 2003. 32

Tabela 2. Incidência de *Phytophthora palmivora*, em nove cultivares de mamão durante o período de outubro/2003 a abril/2004. 32

Tabela 3. Severidade média de varíola (*Asperisporium caricae*) em frutos e folhas de mamão na última avaliação de cada período, considerando os nove genótipos do estudo. 33

Capítulo 2

Tabela 1. Estágio de maturação dos frutos de acordo com percentual de área amarela (FrutiSéries 7, 2000). 41

Tabela 2. Medida dos zoosporângios e clamidósporos de diferentes isolados de *P. palmivora*. 45

Tabela 3. Comparação do diâmetro (cm) da lesão, em frutos de mamão, causada por 14 isolados de *P. palmivora*, três dias após a inoculação, em dois experimentos. 47

Tabela 4. Comparação do diâmetro (cm) da lesão, em frutos de mamão, causada por 9 isolados de *P. palmivora*, 3 de *Pythium* sp. e 1 de *Rhizoctonia* sp., 3 dias após a inoculação, em dois experimentos. 47

Tabela 5. Comparação do diâmetro (cm) da lesão, em frutos de mamão, causada por 14 isolados de *P. palmivora*, 3 dias após a inoculação, em dois experimentos. 48

Tabela 6. Comparação do diâmetro (cm) da lesão, em frutos de mamão, causada por 13 isolados de *P. palmivora*, 3 dias após a inoculação, em dois experimentos. 48

Capítulo 3

Tabela 1. Concentração do princípio ativo e doses das substâncias usadas nos experimentos. 61

Capítulo 4

Tabela 1. Diâmetro (cm) das colônias de *Phytophthora palmivora* (PP-24) pareadas com isolados de *Trichoderma* sp. 81

Tabela 2. Massa fresca (g) da parte aérea de plantas de mamoeiro (*Carica papaya*) oriundas de solo contendo *Trichoderma* na ausência de *Phytophthora palmivora* (cen162s/d; cen235s/d e cen144s/d) e no tratamento com mudas plantadas em solo esterilizado. 81

Capítulo 5

Tabela 1. Severidade da varíola (*Asperisporium caricae*) em frutos de mamoeiro pulverizados separadamente com dois fosfonatos, fosetyl-Al e o controle sem aplicação de fungicida, entre abril e julho de 2005. 93

Tabela 2. Severidade da varíola (*Asperisporium caricae*) na folhagem de mamoeiros pulverizados separadamente com dois fosfonatos, fosetyl-Al e o controle sem aplicação de fungicida, entre abril e julho de 2005 93

Tabela 3. Efeito de tratamentos com fosfitos na severidade da varíola (*Asperisporium caricae*) do mamoeiro entre março e abril de 2005 em casa de vegetação. 94

Tabela 4. Efeito de tratamentos com fosfitos na severidade da varíola (<i>Asperisporium caricae</i>) do mamoeiro entre maio e junho de 2005 em casa de vegetação.	95
Capítulo 6	
Tabela 1. Incidência de <i>Phytophthora palmivora</i> em mudas de mamoeiro sujeitas a tratamentos com diferentes níveis de nitrogênio e calcário.	104

RESUMO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.), possivelmente originário da América Central, é uma das plantas tropicais de maior importância na produção nacional e mundial de fruteiras. Este projeto visou estudar diferentes aspectos de duas doenças importantes que afetam a produção de mamão no Brasil: a podridão do pé e dos frutos (*Phytophthora palmivora*) e a varíola (*Asperisporium caricae*).

Uma coleção de isolados de *P. palmivora* foi montada para se verificar a variabilidade em termos de virulência do patógeno em experimentos com mudas e frutos de mamoeiro. A maioria dos isolados do patógeno provenientes do mamoeiro foi altamente virulenta. O isolado proveniente de *Morremia odorata* foi avirulento. Além disso, diferentes genótipos de mamão foram avaliados no campo e em experimentos em casa de vegetação para resistência a *P. palmivora*. O cultivar “Tailândia Roxão” demonstrou ser moderadamente resistente. Conjuntamente, fertilizantes a base de fosfitos foram testados para o controle da doença, com dois produtos (fosfito 40 % P_2O_5 + 20 % K_2O , 150 ml/100 l; e fosfito 20 % P_2O_5 + 20 % K_2O , 200 ml/100 l) retardando o desenvolvimento da doença. Do mesmo modo dez isolados de *Trichoderma* sp. foram avaliados quanto ao seu potencial como agentes de controle biológico de *P. palmivora* em experimentos com mudas em casa de vegetação. Os isolados cen162 e cen235 foram os mais efetivos. Diferentes doses de nitrogênio e calcário dolomítico incorporadas ao solo em experimentos com vasos também foram avaliadas em relação a sua influência no desenvolvimento da podridão do pé em mudas de mamoeiro. O tratamento com 1,02 g de nitrogênio/kg de solo e 10,10 g de calcário/kg de solo apresentou a menor incidência da doença ao final de três plantios sucessivos.

Diferentes genótipos de mamão também foram avaliados no campo para resistência a *Asperisporium caricae*. Os cultivares “Tailândia Roxão” e “Sekati” demonstraram ser moderadamente resistentes ao patógeno. Além disso, onze fertilizantes a base de fosfitos foram avaliados, em experimentos no campo e em casa de vegetação, quanto ao seu potencial como alternativa ao uso de fungicidas tradicionais para o controle da varíola. Todos os produtos retardaram significativamente o progresso da doença.

ABSTRACT

The papaya (*Carica papaya* L.) is one of the most important fruit trees worldwide. In this project two of its most common fungal diseases in Brazil were studied: root and fruit rot (*Phytophthora palmivora*) and black spot (*Asperisporium caricae*).

A group of *P. palmivora* isolates was tested, in experiments with papaya seedlings and fruit, for their variability in terms of virulence. Most of the papaya isolates were highly virulent. The *Morremia odorata* isolate was avirulent. Moreover, ten papaya genotypes were evaluated in field and greenhouse trials for resistance to *P. palmivora*. The cultivar “Tailândia Roxão” was moderately resistant to the disease in all trials. Also a group of phosphites was tested for *P. palmivora* control. Two products (phosphite 40 % P₂O₅ + 20 % K₂O, 150 ml/100 l; and phosphite 20 % P₂O₅ + 20 % K₂O, 200 ml/100 l) effectively slowed disease development. Similarly, ten *Trichoderma* sp. isolates were evaluated in greenhouse trials as possible biocontrol agents against *P. palmivora*. The isolates cen162 e cen235 were the most effective. Different dosages of nitrogen and dolomitic limestone were mixed to soil infested with *P. palmivora* and their influence on disease development was evaluated in seedling trials. The treatment with 1,02 g of nitrogen/kg of soil and 10,10 g of dolomitic limestone /kg of soil had the least disease incidence.

Nine papaya genotypes were evaluated in a field trial for resistance to *A. caricae*. The cultivars “Tailândia Roxão” and “Sekati” were moderately resistant to the disease. Also a group of eleven phosphites was tested for *A. caricae* control in field and greenhouse trials. All products effectively slowed disease development.

INTRODUÇÃO

Importância do mamoeiro

O mamoeiro (*Carica papaya* L.), possivelmente originária da América Central, é uma das plantas tropicais de maior importância na produção nacional e mundial de fruteiras. Suas frutas são consumidas principalmente *in natura* e delas também é possível a extração de enzimas proteolíticas (papaína), com uso na indústria alimentícia e medicamentosa (Nakasone, 1994; Simão, 1998).

O Brasil é um dos líderes na produção desta fruta, sendo os estados da Bahia e do Espírito Santo os maiores produtores (IBGE, 2004). Regiões com clima quente favorecem o cultivo do mamoeiro (Silva, 2001; Simão, 1998).

Este projeto visa estudar alternativas de controle de duas doenças importantes que afetam a produção de mamão no Brasil: a podridão do pé e dos frutos (*Phytophthora palmivora*) e a varíola (*Asperisporium caricae*).

Podridão do pé e dos frutos (*Phytophthora palmivora*)

O patógeno

O pseudofungo *Phytophthora palmivora* (Butler) Butler, anteriormente referido como *P. parasitica* Dastur, é o principal causador da podridão das raízes e dos frutos do mamoeiro. Atualmente, este organismo pertence ao Reino Straminipila, Filo Oomycota, Classe Oomycetes, Ordem Pythiales e Família Pythiaceae (Luz, 2000). O patógeno é variável fisiologicamente, e é capaz de infectar dezenas de outras plantas (Zentmyer *et al.*, 1977).

O micélio de *P. palmivora* é asseptado, os zoosporângios são papilados, elipsóides a ovóides, com pedicelos curtos e se destacam do zoosporangióforo, que é simpodial. O organismo é tipicamente heterotático com oogônio esférico e anterídio anfígeno (Waterhouse,

1974; Erwin & Ribeiro, 1996). *P. palmivora* também produz clamidósporos arredondados de parede grossa (Ho, 1990).

A doença

A podridão das raízes e dos frutos do mamoeiro foi primeiramente descrita no Brasil por Batista (1946) nos Estados da Bahia e Pernambuco. Posteriormente, a doença foi identificada em outros estados como Espírito Santo (Liberato *et al*, 1993) e Maranhão (Silva *et al*, 1999) ocorrendo, possivelmente, em todas as áreas produtoras de mamão (Silva, 2001).

A gama de hospedeiros de *P. palmivora* é bastante ampla, afetando mais de uma centena de plantas de várias famílias botânicas (Erwin & Ribeiro, 1996). Além do mamoeiro, alguns exemplos de hospedeiros desse patógeno no Brasil, que possuem relevância econômica, são: cacau (*Theobroma cacao* L.) (Zentmyer *et al.*, 1973), coqueiro (*Cocos nucifera* L.) (Batista, 1946) e pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.) (Holliday, 1965) entre outros.

Phytophthora palmivora produz zoosporângios e zoósporos em abundância no tecido infectado na presença de água livre. Seus zoosporângios se destacam facilmente podendo ser disseminados pelo vento, chuva e outros agentes como roedores e ferramentas de poda. O patógeno tem seu desenvolvimento favorecido por clima úmido, com chuvas constantes e temperaturas entre 20 e 30 °C (Erwin & Ribeiro, 1996).

As raízes do mamoeiro são mais suscetíveis nos três primeiros meses após a germinação das sementes. No entanto, se o solo for mal drenado ou houver excesso de água de irrigação ou de chuva plantas de qualquer idade são suscetíveis. Inicialmente, *P. palmivora* ataca as raízes laterais, alastrando-se por todo o sistema radicular, apodrecendo-o. Lesões aquosas podem ser observadas no caule. Em condições de alta umidade, essas lesões se recobrem de um micélio branco. Com o desenvolvimento da doença, as lesões coalescem envolvendo todo o caule. Um odor pútrido emana de árvores doentes que podem tombar com ventos fortes e tornam-se extremamente suscetíveis à seca (Erwin & Ribeiro, 1996; Silva, 2001).

Phytophthora palmivora causa cancos na parte superior do caule, principalmente nos períodos de chuva intensa, penetrando o tecido através de ferimentos. A infecção alastra-se pelo caule causando o colapso dos galhos e, conseqüentemente, a queda de numerosos frutos (Erwin & Ribeiro, 1996; Silva, 2001).

Os frutos verdes, quando infectados, apresentam lesões pequenas, encharcadas, de 5 a 10 mm em diâmetro. Estas podem expandir formando lesões elípticas ou circulares de 70 mm ou mais de diâmetro. Em dias muito úmidos uma massa esbranquiçada contendo esporângios e micélio é visível na superfície dos frutos. A doença continua a se desenvolver, causando enrugamento e posterior mumificação do fruto. Frutos maduros se recobrem de um crescimento micelial branco (Erwin & Ribeiro, 1996; Silva, 2001).

Métodos de controle

Controle cultural

O fator mais importante no desenvolvimento da doença é a habilidade de *P. palmivora* em produzir esporângios e zoósporos em abundância sobre tecido infectado, e na presença de água. Portanto, evitar o plantio em solos mal drenados e fazer um bom manejo de irrigação são essenciais para o controle da doença (Erwin & Ribeiro, 1996; Silva, 2001).

Em condições de viveiro, medidas preventivas devem ser tomadas. O solo deve ser, quando possível, retirado de área nunca antes plantada com mamoeiro e sem ocorrência de *P. palmivora* em outros hospedeiros. O viveiro deve ser instalado em uma área distante de pomares antigos, com boa insolação e ventilação. As regas devem ser feitas evitando o excesso de umidade. A água de irrigação deve ser obtida de poços profundos para evitar a contaminação com o patógeno (Erwin & Ribeiro, 1996; Silva, 2001).

No campo, a podridão de raízes em plantas jovens pode ser minimizada evitando o plantio em solo mal drenado e em áreas cultivadas sucessivamente com mamoeiros. Além disso, devem-se erradicar plantas e frutos doentes (Erwin & Ribeiro, 1996; Silva, 2001).

Controle químico

Todo o solo utilizado no viveiro deve ser previamente fumigado com brometo de metila. Em mudas e em plantas jovens, o controle químico preventivo, pulverizando-as com fungicidas à base de cobre ou metalaxil+mancozeb, minimiza a incidência do fungo no caule (Erwin & Ribeiro, 1996; Silva, 2001).

Em plantas adultas aplicações semanais de fungicidas à base de clorotalonil e mancozeb reduziram a incidência de podridão do fruto e do caule (Alvarez & Nelson, 1982).

Variola (*Asperisporium caricae*)

O patógeno

O fungo *Asperisporium caricae*, encontrado no pomar de mamão da Estação Experimental da Universidade de Brasília, é um hifomiceto cercosporóide com conidióforos de cor olivácea, sem ramificações formando um esporodóquio compacto. Os conídios são formados no topo dos conidióforos e, quando maduros, destacam-se deixando cicatrizes escuras. Os conídios são marrom-escuros, com ou sem septo, de forma variada, e apresentam cicatriz na base (Menezes & Oliveira, 1993).

A doença

A variola (*Asperisporium caricae*) é uma das doenças mais comuns à cultura, devido a frequência com que ocorre e aos danos que pode causar (Chalfoun *et al.*, 1986). O patógeno incide diretamente nos frutos, depreciando-os comercialmente, e nas folhas, afetando o vigor das plantas (Chalfoun *et al.*, 1986). Nos frutos aparecem áreas circulares encharcadas, que evoluem para pústulas marrons a negras e salientes, podendo atingir 5 mm de diâmetro. Nas folhas surgem manchas marrons de no máximo 4 mm de diâmetro, circundadas por um halo clorótico. A frutificação do fungo, pulvurulenta e escura, ocorre na página inferior da folha, dando à mancha um aspecto cinzento a preto (Resende & Fancelli, 1997).

A varíola ocorre com maior intensidade em temperaturas entre 23 e 27 °C, com ventos fortes e elevada precipitação pluviométrica. Essas condições favorecem o desenvolvimento das lesões e a dispersão dos esporos das folhas mais velhas, onde a doença incide inicialmente, para as mais novas e para os frutos, que podem ser infectados quando ainda verdes. O fungo não possui problemas de sobrevivência, pois o mamoeiro apresenta folhas suscetíveis durante todo o ano (Ventura *et al.*, 2003).

Santos *et al.* (1999) relatou perdas causadas pela varíola na comercialização do mamão no estado de São Paulo de até 30%. Segundo um levantamento feito por Ueno *et al.* (2001), a varíola vem se tornando uma das principais doenças da cultura do mamoeiro em Barreiras, apesar do intenso controle químico feito pelos produtores.

Métodos de controle

Controle cultural

Eliminar as folhas mais velhas com alta severidade da doença (Ventura *et al.*, 2003).

Controle químico

As pulverizações com fungicidas devem ser iniciadas logo que forem observados os primeiros sintomas da doença na folhagem. Em condições climáticas favoráveis, é recomendada a aplicação de fungicidas do grupo dos triazóis e das estrobilurinas (Ventura *et al.*, 2003).

Objetivos

Phytophthora palmivora

Os objetivos foram: a) Verificar a variabilidade em termos de virulência do patógeno; b) Avaliar um grupo de genótipos de mamoeiro no campo e em casa de vegetação para resistência a *P. palmivora*; c) Avaliar métodos de controle alternativos como a aplicação de

fosfitos, a utilização de isolados de *Trichoderma* e a aplicação no solo de diferentes doses de uréia e calcário dolomítico.

Asperisporium caricae

Os objetivos foram: a) Avaliar um grupo de genótipos de mamoeiro no campo para resistência a *A. caricae*; b) Avaliar o uso de fosfitos como método alternativo de controle da varíola no campo e em casa de vegetação.

Referências Bibliográficas

- ALVAREZ, A. M. & NELSON, M. G. Control of *Phytophthora palmivora* in papaya orchards with weekly sprays of chlorothalonil. *Plant Disease* 66: 37-39. 1982.
- BATISTA, A. C. Principais doenças das plantas no Nordeste. *Boletim S.A.I.C., Recife*. p. 195-252. 1946.
- CHALFOUN, S. M. & DE LIMA, R. D. Doenças causadas por fungos e nematóides em mamoeiro. *Informe Agropecuário* 12(134): 40-43. 1986.
- ERWIN, D. C. & RIBEIRO, O. K. *Phytophthora* diseases worldwide. St. Paul, USA, The American Phytopathological Association. 1996. 562 pp.
- HO, H. H. Taiwan *Phytophthora*. *Bot. Bull. Acad. Sin.* 31:89-106. 1990.
- HOLLIDAY, P. A. Wilt of *Piper nigrum* in Brazil. *Commonw. Phytopathol. News* 5:4. 1965.
- LIBERATO, J. R., VANETTI, C., RODRIGUES, C. H. & DIAS V. P. Ocorrência de podridão de *Phytophthora* em mamoeiro (*Carica papaya* L.) no Estado do Espírito Santo. *Fitopatologia Brasileira* 18:324. 1993.
- LUZ, W. C. Classificação dos seres vivos para o novo milênio. Parte I – O sistema de 25 reinos em três domínios. *Revisão Anual de Patologia de Plantas*, v. 8, p. 1-25, 2000.
- MENEZES, M. & OLIVEIRA, S. M. A. Fungos fitopatogênicos. Recife, UFRPE- Imprensa universitária. 1993.
- NAKASONE, H. Y. Part V. Papaya. In: PLOETZ, R. C., ZENTMYER, G. A., NISHIJIMA, W. T., ROHRBACH, K. G. & OHR, H. D. (eds) *Compendium of tropical fruit diseases*. St. Paul, USA, APS Press. 1994. p. 56-57.
- REZENDE, J. A. M. & FANCELLI, M. I. 1997. Doenças do mamoeiro (*Carica papaya*). In: KIMATI, H., AMORIM, L., FILHO, A. B., CAMARGO, L. E. A. & REZENDE, J. A. M. (eds) *Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas*. São Paulo, Agronômica Ceres. 1997. pp. 486-496.
- SANTOS, M. C. & BARRETO, M. Determinação de parâmetros policíclicos da variola (*Asperisporium caricae*) do mamoeiro (*Carica papaya* L.). *Fitopatologia Brasileira* 24: 326. 1999 (resumo).
- SILVA, G. S., URBEN, A. F. & DOIHARA, I. P. Ocorrência de *Phytophthora palmivora* em mamoeiro no Estado do Maranhão. *Fitopatologia Brasileira* 24: 329. 1999.
- SILVA, G. S. Podridão das raízes e dos frutos do mamoeiro. In: LUZ, E. D. M. N., SANTOS, A. F., MATSUOKA, K & BEZERRA, J. L. (eds). *Doenças causadas por Phytophthora no Brasil*. Campinas, Livraria e Editora Rural. 2001. pp.413-432.
- SIMÃO, S. *Tratado de fruticultura*. Piracicaba, FEALQ. 1998. 760p.
- UENO, B., FERREIRA, M. A. S. V. & UESUGI, C., H. Levantamento das principais doenças do mamoeiro (*Carica papaya* L.) na região de Barreiras (BA). *Fitopatologia Brasileira* 26: 490. 2001 (Resumo).
- VENTURA, J. A., COSTA, H. & TATAGIBA, J. S. Manejo das doenças do mamoeiro. In: MARTINS, D. S. & COSTA, A. F. S. (eds) *A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção*. Vitória, ES, Incaper. 2003. pp. 231-310.
- WATERHOUSE, G. M. *Phytophthora palmivora* and some related species. In: GREGORY, P. H. (ed) *Phytophthora* disease of cocoa. London, Longman. 1974. pp. 51-70.
- ZENTMYER, G. A., MITCHELL, D. J., JEFFERSON, L., ROHEIM, J. & CARNES D. Distribution of mating types of *Phytophthora palmivora*. *Phytopathology* 63: 663-667. 1973.

ZENTMYER, G. A., KAOSIRI, T. & IDOSU, G. Taxonomic variants in the *Phytophthora palmivora* complex. Trans. Br. Mycol. Soc. 69: 329-332. 1977.

CAPÍTULO 1

REAÇÃO DE GENÓTIPOS DE MAMOEIRO À VARÍOLA E À PODRIDÃO DO PÉ

RESUMO

Dez genótipos (“NT Red”, “Golden”, “Baixinho de St. Amália”, “Sunrise Solo”, “Cross Paris”, “Tailândia Verde”, “Tailândia Roxo”, “Tailândia Roxão” e “Sekati”) de mamoeiro (*Carica papaya*) foram avaliados quanto a resistência a varíola (*Asperisporium caricae*) e a podridão do pé (*Phytophthora palmivora*). O estudo foi conduzido em uma área com plantas naturalmente infectadas com ambos os patógenos e sob telado utilizando solo naturalmente infestado com *P. palmivora*. A severidade de varíola foi avaliada usando-se uma escala do tipo Horsfall-Barrett, variando de 1 (0-3% da superfície coberta por lesões) a 6 (>de 50% da superfície coberta por lesões). As avaliações foram feitas entre março e abril de 2003 (período com baixa precipitação pluviométrica, mas com neblina no período matutino) e entre outubro de 2003 e fevereiro de 2004 (período com alta precipitação pluviométrica). A podridão do pé foi avaliada, no campo, por incidência em cada cultivar nos mesmos períodos. O número total de plantas com sintomas de murcha e amarelecimento foliar foram contados em cada avaliação. Nos experimentos sob telado a severidade da doença por *P. palmivora* foi avaliada em cada planta utilizando-se a seguinte escala: 0 - sem sintomas; 1 - até 50% de murcha; 2 - de 51 a 100% de murcha; 3 - morta. Quanto à varíola, verificou-se que, entre março e abril de 2003, plantas de “Sekati” e “Tailândia Roxão” do grupo Formosa apresentaram os menores valores médios finais de severidade da doença na folhagem (3,6 e 3,3, respectivamente) enquanto que, “Cross Paris”, “NT Red” e “Golden” apresentaram os maiores (>5). No período chuvoso “Tailândia Verde”, “Sekati” e “Sunrise Solo” apresentaram os menores valores médios finais de severidade da doença na folhagem (2,5; 1,8 e 2,5), enquanto que “NT Red” e “Golden” apresentaram os maiores (5,2 e 3,7). Nos frutos, “Tailândia Roxão” e “Sekati” apresentaram os menores valores médios (1,5 e 2,1) de varíola, enquanto que, “Tailândia Roxo”, “Cross Paris”, e “Sunrise Solo” apresentaram os maiores (>3) entre março e abril de 2003. No período chuvoso “Sekati”, “Baixinho de Santa Amália” e “Tailândia Verde” apresentaram os menores valores médios (2,3; 2,2 e 2,4), enquanto “Sunrise Solo” foi o mais afetado pela varíola (4,3). Comparando-se as curvas de progresso da doença verificou-se que o patógeno foi mais agressivo entre março e abril de 2003. Conclui-se que apesar de *A. caricae* depender de umidade para causar infecção, longos períodos de chuva induziram efeito negativo sobre a varíola em condições de campo. Quanto à podridão do pé, “Baixinho de St Amália” (grupo Solo), “Tailândia Roxo” e “Tailândia Roxão” (grupo Formosa) apresentaram os menores valores de incidência durante o período seco. Nas avaliações durante o período chuvoso os genótipos “Tailândia Roxão”, “Sekati”, “Tailândia Verde”, “Cross Paris” (grupo Formosa) e “Sunrise Solo” (grupo Solo) apresentaram os menores valores de incidência da doença. Comparando as avaliações de campo no período seco e chuvoso juntamente com os experimentos sob telado, verificou-se que somente “Tailândia Roxão” apresentou resultados consistentes quanto à resistência à *P. palmivora*.

Palavras-chave: *Asperisporium caricae*, *Phytophthora palmivora*, *Carica papaya*.

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.), possivelmente originário da América Central, é uma das plantas tropicais de maior importância na produção nacional e mundial de fruteiras (Nakasone, 1994). O Brasil é o maior produtor mundial de mamão, contribuindo com 35 % do total produzido, porém somente 1 % é exportado. As principais regiões produtoras encontram-

se na Bahia, Espírito Santo e Pará (AGRIANUAL, 2005). Regiões com clima quente favorecem o cultivo do mamoeiro (Silva, 2001; Simão, 1998).

A varíola (*Asperisporium caricae* (Speg.) Maubl.) é uma das doenças mais comuns e pode ser uma das mais danosas (Chalfoun *et al.*, 1986). A doença incide diretamente nos frutos, depreciando-os comercialmente, e nas folhas, afetando o vigor das plantas (Chalfoun *et al.*, 1986).

Santos *et al.* (1999) relataram perdas causadas pela varíola na comercialização do mamão no estado de São Paulo de até 30 %. Segundo um levantamento feito por Ueno *et al.* (2001), a varíola vem se tornando uma das principais doenças da cultura do mamoeiro em Barreiras, apesar do intenso controle químico feito pelos produtores.

A podridão das raízes e dos frutos do mamoeiro, causada por *Phytophthora palmivora* (Butler), é considerada uma de suas principais doenças. No Brasil perdas de frutos da ordem de 7-10 % já foram relatadas (Liberato *et al.*, 1993). Silva *et al.* (1999) relataram perdas estimadas entre 40 e 60 % em plantios comerciais de mamão na Ilha de São Luís, Maranhão.

A doença foi primeiramente descrita no Brasil por Batista (1946) nos Estados da Bahia e Pernambuco. Posteriormente, ela foi identificada em outros estados como Espírito Santo (Liberato *et al.*, 1993) e Maranhão (Silva *et al.*, 1999). A doença ocorre, possivelmente, em todas as áreas produtoras de mamão (Silva, 2001).

As raízes do mamoeiro são mais suscetíveis nos três primeiros meses após a germinação das sementes. No entanto, se o solo for mal drenado ou houver excesso de água de irrigação ou de chuva plantas de qualquer idade são suscetíveis. Inicialmente, *P. palmivora* ataca as raízes laterais, alastrando-se por todo o sistema radicular, apodrecendo-o. Lesões aquosas podem ser observadas no caule. Em condições de alta umidade, essas lesões recobrem-se de um micélio branco. Com o desenvolvimento da doença, as lesões coalescem envolvendo todo o caule. Um odor pútrido emana de árvores doentes que podem tombar com

ventos fortes e tornam-se extremamente suscetíveis à seca (Erwin & Ribeiro, 1996; Silva, 2001).

Phytophthora palmivora causa cancos na parte superior do caule, principalmente nos períodos de chuva intensa, penetrando o tecido através de ferimentos. A infecção alastra-se pelo caule causando o colapso dos galhos e, conseqüentemente, a queda de numerosos frutos (Erwin & Ribeiro, 1996; Silva, 2001).

Os frutos verdes, quando infectados, apresentam lesões pequenas, encharcadas, de 5 a 10 mm em diâmetro. Estas podem expandir formando lesões elípticas ou circulares de 70 mm ou mais de diâmetro. Em dias muito úmidos uma massa esbranquiçada contendo esporângios e micélio é visível na superfície dos frutos. A doença continua a se desenvolver, causando enrugamento e posterior mumificação do fruto. Frutos maduros se recobrem de um crescimento micelial branco (Erwin & Ribeiro, 1996; Silva, 2001).

A varíola, apesar de ocorrer com grande freqüência em mamão, é uma doença pouco estudada. Só recentemente iniciaram-se estudos epidemiológicos mais específicos sobre estratégias de controle utilizando fungicidas e a reação de diferentes genótipos à infecção por este patógeno (Santos e Barreto, 2003).

Trabalhos visando a resistência de fruteiras à *Phytophthora palmivora* são desenvolvidos há vários anos. No caso do cacauero (*Theobroma cacao* L.), por exemplo, Soria, em 1974, já havia publicado uma lista de cultivares resistentes a *P. palmivora*. Programas de melhoramento do cacauero visando resistência a este patógeno podem ser encontrados em países como: Gana (Adomako e Adu-Ampomah, 2000), Costa Rica (Phillips *et al*,1999), México (Lopez-Baez *et al*,1999), Trinidad e Tobago (Iwaro *et al*,2003), Camarões (Nyasse *et al*, 2003) entre outros. No Brasil, o programa de melhoramento do cacauero vem sendo desenvolvido desde 1980, com bons resultados (Luz *et al*, 1999). Para outras fruteiras como o durião (*Durio zibethinus* Murray), típica da Ásia, e o coqueiro (*Cocos*

nucifera Lineu), também existem programas de melhoramento visando a resistência à *P. palmivora* (Lim *et al.*, 1998; Kanjanamaneesathian *et al.*, 1999; Renard *et al.*, 1993).

Em relação ao mamoeiro, a pesquisa visando à resistência à *P. palmivora* ainda é incipiente. Drew *et al.* (1998), relataram procedimentos que tornavam viáveis hibridizações entre *Carica papaya* e outras espécies do mesmo gênero que possuíam resistência ao vírus Papaya Ringspot Potyvirus-tipo P (PRSV-P). Esses cruzamentos também podiam ser utilizados para transferir outras características das espécies selvagens, como, por exemplo, a resistência à *P. palmivora*. Os híbridos resultantes foram plantados e testados. Dantas & Lima (2001) relataram vários genótipos provenientes do Banco Ativo de Germoplasma de Mamão (BAG-Mamão, Itabuna-BA) com níveis diferentes de tolerância à *P. palmivora*. No entanto, não foi especificado no trabalho qual foi o método de avaliação dos genótipos e se estes continuariam a ser avaliados. Oliveira *et al.* (2004) apresentaram o genótipo CMF 74 do grupo Formosa que possuía resistência moderada a podridão da raiz.

Visando incrementar as informações sobre a reação de genótipos quanto a resistência à varíola e à podridão do pé, dez variedades pertencentes aos grupos Solo e Formosa foram avaliadas em experimentos de campo e sob telado em Brasília, Distrito Federal. Além disso, vale ressaltar que o desenvolvimento de variedades resistentes é fundamental para o manejo integrado de ambas as doenças no campo.

MATERIAL E MÉTODOS

Experimento em vasos

Os vasos foram mantidos sob telado em um viveiro da Estação Experimental de Biologia da Universidade de Brasília, DF. A temperatura variou entre 20 e 28 °C.

Preparo e plantio das mudas

Sementes de quatro variedades do grupo Solo (“NT Red”, “Golden”, “Baixinho de St. Amália”, “Sunrise Solo”) e seis do grupo Formosa (“Cross Paris”, “Tailândia Verde”, “Tailândia Roxo”, “Tailândia Roxão”, “Sekati”, “Tainung-01”) foram semeadas em bandejas (72 células) contendo fibra de coco + 5 g/l de 14 - 14 - 14 NPK (Osmocote - Scotts Co.) e mantidas sob telado.

Após dois meses da semeadura, as mudas, com tamanho médio de 10 cm, foram transplantadas para vasos de 2 l contendo solo naturalmente infestado por *Phytophthora palmivora*.

Preparo do Solo

Uma porção de solo naturalmente infestado com *P. palmivora*, retirada de um viveiro da Estação Experimental de Biologia da Universidade de Brasília, DF, foi homogeneizado e distribuída em 160 vasos. Neste solo haviam sido plantados mamoeiros há seis meses com alta incidência da doença.

Delineamento experimental, análise estatística e avaliação da doença

Seguiu-se um delineamento em blocos ao acaso com dez tratamentos e quatro repetições de cada variedade. Cada unidade experimental foi composta de uma planta por vaso. Este experimento foi realizado duas vezes.

A severidade da infecção de *P. palmivora* foi avaliada em cada planta utilizando-se a seguinte escala: 0 - sem sintomas; 1 - até 50 % de murcha; 2 - de 51 a 100 % de murcha; 3 – morta (Figura 1).

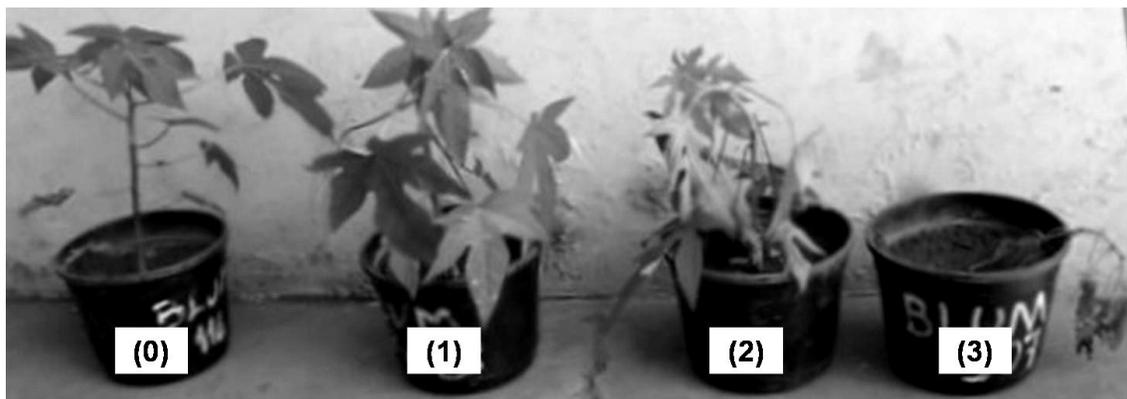


Fig. 1. Escala utilizada na avaliação de severidade da infecção de *Phytophthora palmivora* em mudas de mamão. Da esquerda para a direita: 0 - sem sintomas; 1 - até 50% de murcha; 2 - de 51 a 100% de murcha; 3 - morta.

No primeiro experimento o plantio das sementes foi realizado em 7/7/2003 e o transplante das mudas em 26/9/2003. As avaliações foram feitas no período de 2/10/2003 à 12/11/2003, totalizando 20 avaliações, com um intervalo de dois dias entre as avaliações.

No segundo experimento o plantio foi realizado em 14/9/2003 e o transplante das mudas em 28/11/2003. A podridão-do-pé foi mais agressiva e o experimento foi encerrado após cerca de três semanas. As avaliações se deram no período de 4/12/2003 à 19/12/2003, totalizando seis avaliações, também com intervalo de dois dias entre as avaliações.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparados através do teste de Tukey ($P=5\%$). A análise estatística dos dados foi realizada utilizando-se o programa SigmaStat 2.0 da Jandel Corporation (copyright @ 1995).

Experimento de Campo

O estudo foi implantado e conduzido entre março de 2003 e fevereiro de 2004 em uma área (0,3 ha) da Estação Experimental de Biologia da Universidade de Brasília. Esta área foi anteriormente (fevereiro de 2000 a junho de 2002) ocupada por um experimento de competição de variedades de mamoeiro.

Preparo das mudas

As variedades do grupo Solo foram semeadas em tubetes de 300 ml e as do grupo Formosa foram semeadas em bandejas de 72 células no dia 15/07/02. O substrato utilizado foi

composto de 55 l de Plantmax (casca de Pinus, vermiculita e turfa – Eucatex Agro), 20 l de húmus e 365 g de Osmocote (14 - 14 – 14 NPK – Scotts Co.). As sementeiras foram mantidas em um telado.

Preparo do solo

Inicialmente foi utilizado calcário dolomítico “filler” com 92,2 % de PRNT na dose de 1100 kg/ha. A dose foi aplicada e depois incorporada ao solo com grade aradora a 25 cm de profundidade. Posteriormente, foram preparados sulcos espaçados a 2,5 m e com profundidade de 35 cm. Foram estabelecidas 21 covas por sulco com espaçamento de 2,2 m entre si. Aos sulcos foram adicionados 5 kg de cama de aviário por metro e em cada cova foram adicionados e misturados 400 g de Superfosfato Simples, 50 g de cloreto de potássio, 15 g de FTE BR-12. Quinze dias após, foram adicionados às covas 200 g de calcário dolomítico “filler” (PRNT de 92,2 %) e 5 g de bórax.

Plantio das mudas

O plantio ocorreu em 20/9/2002, transplantando-se seis mudas por cova a 20 cm uma da outra em duas linhas de 60 cm espaçadas de 30 cm. Entre duas e três semanas após o transplante, eliminaram-se as plantas menos vigorosas e manteve-se uma planta por cova.

Os cultivares plantados foram: “NT Red”, “Golden”, “Baixinho de St. Amália” e “Sunrise Solo” do grupo Solo e “Cross Paris”, “Tailândia Verde”, “Tailândia Roxo”, “Sekati” e “Tailândia Roxão” do grupo Formosa.

Adubação de cobertura e irrigação

Entre 20/01/2003 e 20/04/2003 cada cova recebeu mensalmente uma adubação superficial consistindo-se de: a) 20/01 – 125 g de 08-08-12 (sulfato de amônia- superfosfato simples-KCl); b) 20/02 – 150 g de 10-00-15 (sulfato de amônia-KCl); c) 20/03 – 150 g de 08-08-12 (sulfato de amônia- superfosfato simples-KCl); d) 20/04 – 175 g de 08-08-12 (sulfato de amônia- superfosfato simples-KCl).

Na irrigação das covas foi utilizada fita santeno tipo I com microperfurações a cada 15 cm e pressão máxima de 0,80 kg/cm² (Santeno Sistemas de Irrigação).

Avaliações

A severidade da varíola causada por *Asperisporium caricae* nas folhas e nos frutos foi avaliada separadamente em cada planta utilizando-se a seguinte escala (Kranz, 1988): 1 = 0 -3 % da superfície de frutos/folhas coberta por lesões; 2 = de 4 a 6 % da superfície de frutos/folhas coberta por lesões; 3 = de 7 a 14 % da superfície de frutos/folhas coberta por lesões; 4 = de 15 a 24 % da superfície de frutos/folhas coberta por lesões; 5 = de 25 a 50 % da superfície de frutos/folhas coberta por lesões; 6 = acima de 50 % da superfície de frutos/folhas coberta por lesões.

A incidência da doença causada por *P. palmivora* foi avaliada em cada cultivar. O número total de plantas com sintomas de murcha e amarelecimento foliar foram contadas em cada avaliação.

Foram feitas avaliações, em intervalos semanais, em duas épocas do ano distintas: entre março e abril de 2003 (início do período de estiagem, mas com neblina no período da madrugada) e entre outubro de 2003 e fevereiro de 2004 (período chuvoso).

Delineamento experimental e análise estatística

O desenho experimental utilizado foi o de blocos ao acaso. Os dados de severidade de doença foram submetidos à análise de variância e as médias de cada cultivar foram comparadas através do teste de Tukey. Cada cultivar foi considerado como um tratamento com 4 repetições, cada qual contendo 10 plantas no período sem chuva e 6 plantas no período chuvoso. Os dados de incidência foram submetidos ao teste exato não paramétrico de Fisher ($P = 0,05$), onde foi considerado o número total de plantas por tratamento (40 no período sem chuva e 24 no período chuvoso). A análise dos dados foi realizada utilizando-se o programa SigmaStat 2.0 da Jandel Corporation (copyright @ 1995).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Reação de genótipos de mamoeiro à varíola

A varíola é uma doença pouco estudada, e trabalhos específicos visando selecionar genótipos resistentes a esta doença estão em seus estágios iniciais (Santos & Barreto, 2003). Portanto, as informações geradas pelo presente estudo contribuem para um maior entendimento da varíola do mamoeiro.

Nas avaliações feitas entre março e abril de 2003, os cultivares “Sekati” e “Tailândia Roxão” do grupo Formosa, apresentaram os menores valores médios de severidade da varíola na folhagem, diferenciando-se significativamente de todos os outros cultivares (Figura 2). Os cultivares “NT Red” e “Golden”, do grupo Solo, e “Cross Paris”, do grupo Formosa, apresentaram os valores mais altos (Figura 2). “Sunrise Solo” e “Baixinho de Santa Amália”, do grupo Solo, formaram um grupo intermediário de reação à doença. Este resultado, juntamente com “Tailândia Verde” e “Tailândia Roxo”, do grupo Formosa, aproxima-se dos resultados obtidos por Santos & Barreto (2003). No período chuvoso, não houve diferenças entre os cultivares nos primeiros dois meses de avaliação (Figura 3). A partir de janeiro de 2004 os cultivares “NT Red” e “Golden” passaram a apresentar valores médios de severidade superiores ao restante, fato que persistiu até o final das avaliações (Figura 3). Os cultivares “Sekati” e “Tailândia Verde”, do grupo Formosa, e “Sunrise Solo”, do grupo Solo, apresentaram os valores médios de severidade mais baixos. “Tailândia Roxão” não apresentou a mesma reação durante o período chuvoso quanto no período seco, mas ainda assim mostrou valores médios de severidade da doença na folhagem significativamente inferiores a “NT Red” e “Golden”.

Nos frutos, o cultivar “Tailândia Roxão” apresentou o menor valor médio de severidade entre março e abril de 2003 diferenciando-se significativamente de todos os outros

cultivares. Formaram-se dois grupos de resistência intermediária, com “Sekati” e “Tailândia Verde” apresentando uma menor susceptibilidade que “Baixinho de Sta. Amália”, “Golden” e “NT Red” (Figura 4). “Sunrise Solo”, “Tailândia Roxo” e “Cross Paris” apresentaram os maiores valores médios de severidade da doença (Figura 4). No período chuvoso (Out/2003-Mar/2004), “Sekati”, “Tailândia Verde” e “Baixinho de Sta. Amália” apresentaram os menores valores médios de severidade, enquanto “NT Red” e “Tailândia Roxão” formaram um grupo intermediário (Figura 5). “Sunrise Solo” e “Tailândia Roxo” mantiveram os maiores valores médios acompanhados por “Golden”. “Cross Paris” apresentou queda de frutos acentuada em fevereiro, o que explica a redução na severidade da doença no período final das avaliações.

O patógeno foi mais agressivo, tanto na folhagem quanto nos frutos durante os meses de março e abril de 2003, do que entre outubro de 2003 e fevereiro de 2004 (Tabela 3). As condições ambientais distintas, destacando-se a relação índice pluviométrico x máxima umidade relativa do ar, presentes nos dois períodos de avaliação provavelmente influenciaram no progresso da doença (Figura 8). Entre o fim de março e meados de outubro o clima em Brasília é seco, com média de precipitação perto de zero, mas as noites frias combinadas com um aumento na umidade relativa do ar favorecem a formação de orvalho na superfície de folhas e frutos durante a madrugada, o qual se mantém até o meio das manhãs (Zhang *et al.*, 2002; Maity, 2003) (Figura 8a). Esta condição climática singular parece beneficiar o desenvolvimento da varíola, pois há um período em que a superfície da planta está coberta por um filme de água sem que ocorra a remoção do inóculo pela chuva. Entre meados de outubro e o fim de março as chuvas são praticamente diárias e intensas, o que provavelmente dificulta a dispersão do inóculo, tornando o progresso da doença mais lento e influenciando na avaliação de cultivares visando a resistência à varíola (Figura 8b). Isso pode explicar a maior

intensidade da doença no cultivar “Tailândia Roxão”, quando comparado aos outros cultivares, durante o período chuvoso.

Os resultados das avaliações também demonstraram diferentes níveis de resistência entre folhagem e fruto no mesmo cultivar, como, por exemplo, “Sunrise Solo” (Figuras 2 e 4) e “Tailândia Verde” (Figuras 2 e 4). Como o objetivo é a produção de frutos sadios, concluiu-se que ao avaliar um cultivar para resistência à varíola a doença na folhagem teve importância menor. Além disso, a resistência foliar não necessariamente garante resistência nos frutos (Figuras 2 e 4).

Existem diversos mecanismos de resistência a patógenos, os quais incidem sobre folhas e frutos, que podem ser inerentes aos cultivares, os quais retardam o desenvolvimento da varíola. Características morfológicas de frutos como baixo número de poros, a espessura e o número de camadas da epiderme e hipoderme, além dos compostos que constituem a cutícula e a cera que os revestem externamente já foram positivamente correlacionados com a resistência a diversos patógenos (Gabler *et al.*, 2003). Rubiales & Carver (2000) indicaram que no cereal *Hordeum chilense*, a resistência à penetração foliar dos oídios *Blumeria graminis* DC Speer f.sp. *hordei*, *Blumeria graminis* f.sp. *tritici*, e *Blumeria graminis* f.sp. *avenae* estava relacionada com a chamada resistência de planta adulta. Ainda em relação à infecção foliar, características morfológicas como estômatos pequenos e pouco numerosos, um parênquima paliçádico compacto, epiderme e cutícula espessas e a presença de tricomas na superfície abaxial também foram correlacionados positivamente com a resistência (Mayee & Suryawanshi, 1995; Capote *et al.*, 1992). Outro fator que pode contribuir é a capacidade dos cultivares de responder à infecção através do reconhecimento da presença do patógeno e assim induzir, por exemplo, a produção de enzimas de defesa como a β -1-3 glucanase, a peroxidase e a quitinase (Dangl & Jones, 2001).

Reação de genótipos de mamoeiro à podridão-do-pé

Trabalhos visando a resistência de fruteiras à *Phytophthora palmivora* são desenvolvidos há vários anos em cacaueiro (Soria, 1974; Adomako e Adu-Ampomah, 2000; Phillips-Mora *et al.*, 1999; Lopez-Baez *et al.*, 1999; Iwaro *et al.*, 2003; Nyasse *et al.*, 2003; Luz *et al.*, 1999), durião e coqueiro (Lim *et al.*, 1998; Kanjanamaneesathian *et al.*, 1999; Renard *et al.*, 1994). Em relação ao mamoeiro, a pesquisa ainda é incipiente (Drew *et al.*, 1998; Dantas & Lima, 2001; Oliveira *et al.*, 2004).

No presente estudo de campo, durante o período seco, “Baixinho de St. Amália” (grupo Solo), “Tailândia Roxo” e “Tailândia Roxão” (grupo Formosa) apresentaram os menores valores de incidência, os quais foram significativamente diferentes de “NT Red”, “Golden”, “Sunrise Solo” (grupo Solo), “Cross Paris” e “Sekati” (grupo Formosa), que apresentaram os valores mais altos. “Tailândia Verde” (grupo Formosa) apresentou valores intermediários aos dois grupos (Tabela 1).

Nas avaliações durante o período chuvoso, alguns genótipos reagiram de forma diferente quando comparados aos valores do período seco. Os genótipos “Tailândia Roxão”, “Sekati”, “Tailândia Verde”, “Cross Paris” (grupo Formosa) e “Sunrise Solo” (grupo Solo) apresentaram os menores valores de incidência da doença e foram significativamente diferentes de “Baixinho de St. Amália”, “Golden” e “NT Red” (grupo Solo), que apresentaram os valores mais altos (Tabela 2).

Comparando as avaliações de campo no período seco e chuvoso verificou-se que somente “Tailândia Roxão” apresentou resultados consistentes quanto à resistência à *P. palmivora*. “Baixinho de Santa Amália”, que no período seco aparentava ser resistente ao patógeno, no período chuvoso foi um dos mais susceptíveis, o mesmo acontecendo com “Tailândia Roxo”. Já os genótipos “Sekati”, “Tailândia Verde”, “Cross Paris” e “Sunrise

Solo” praticamente não foram afetados pela doença no período chuvoso. Aparentemente estes genótipos, quando atingem a fase adulta, são menos susceptíveis à *P. palmivora*.

No primeiro experimento realizado no telado, a doença progrediu lentamente nos dez dias iniciais. Isto se deu provavelmente porque o solo utilizado estava em pousio há cerca de seis meses. Portanto, a população de *P. palmivora* demorou alguns dias para se estabelecer e começar a causar danos significativos. “Tailândia Roxão” (grupo Formosa) apresentou a média mais baixa de severidade, que foi significativamente diferente de “NT Red”, “Golden”, “Sunrise Solo” (grupo Solo), “Tailândia Verde”, “Tailândia Roxo”, “Sekati” e “Tainung 1” (grupo Formosa), que apresentaram as médias mais altas. “Baixinho de St Amália” (grupo Solo) e “Cross Paris” (grupo Formosa) apresentaram médias de severidade com valores intermediários entre esses dois grupos (Figura 6).

O segundo experimento foi vinte dias mais curto que o primeiro. A doença progrediu com maior rapidez porque houve o plantio seguido de uma hospedeira susceptível em um solo infestado. “Tailândia Roxão” foi novamente o genótipo que apresentou a menor média de severidade. “Cross Paris” também apresentou média de severidade consistente com o primeiro experimento, além de diferenciar-se estatisticamente dos genótipos mais susceptíveis. “Baixinho de St. Amália” não respondeu bem à alta pressão de inóculo no solo, com 100% de mudas mortas ao final do experimento (Figura 7).

Existem diversos mecanismos de resistência a *Phytophthora* e outros patógenos de solo que poderiam explicar a resistência observada em “Tailândia Roxão”. Características morfológicas da raiz como lenhosidade e espessura da epiderme poderiam estar relacionadas à resistência à podridão do pé. Ambas são citadas por Cooper *et al.* (2004) ao descreverem a resistência do genótipo de cenoura “Purple Turkey” à infecção por *Pythium violae*, causador da mancha seca. Outra característica seria a organização interna das células da raiz, que por serem menores, em relação às células das variedades comerciais, acabaram aumentando a

quantidade de barreiras físicas dificultando a dispersão do patógeno no tecido radicular (Cooper *et al.*, 2004). A ocorrência de resistência de planta adulta à infecção por *Phytophthora* foi descrita por Jeun & Hwang (1991) no patossistema pimenta (*Capsicum annun*) / *Phytophthora capsici* e também pode estar ocorrendo com os cultivares de mamão, como já foi descrito acima. Segundo Jeun & Hwang (1991), a resistência estaria relacionada com mudanças morfológicas e nutricionais durante o desenvolvimento das plantas hospedeiras. A produção de substâncias que retardam o desenvolvimento do patógeno após a penetração na raiz é outro fator que deve ser levado em conta. Widmer *et al.* (1998), descreveu a existência de fatores putativos de resistência nas raízes de porta-enxertos de laranja tolerantes à infecção por *P. palmivora*. A ação de enzimas como a peroxidase, a polyfenol-oxidase e a fenilalanina amônia-liase, todas produzidas em resposta à infecção por *P. palmivora* em cacau (Okey *et al.*, 1997), também deve ser levada em consideração.

Estudos sobre os possíveis mecanismos de resistência, além de experimentos de campo em outras regiões produtoras de mamão deveriam ser conduzidos com “Tailândia Roxão” para confirmar os dados obtidos em relação à resistência a varíola (*A. caricae*) e à podridão do pé (*P. palmivora*) e com “Sekati” em relação à varíola.

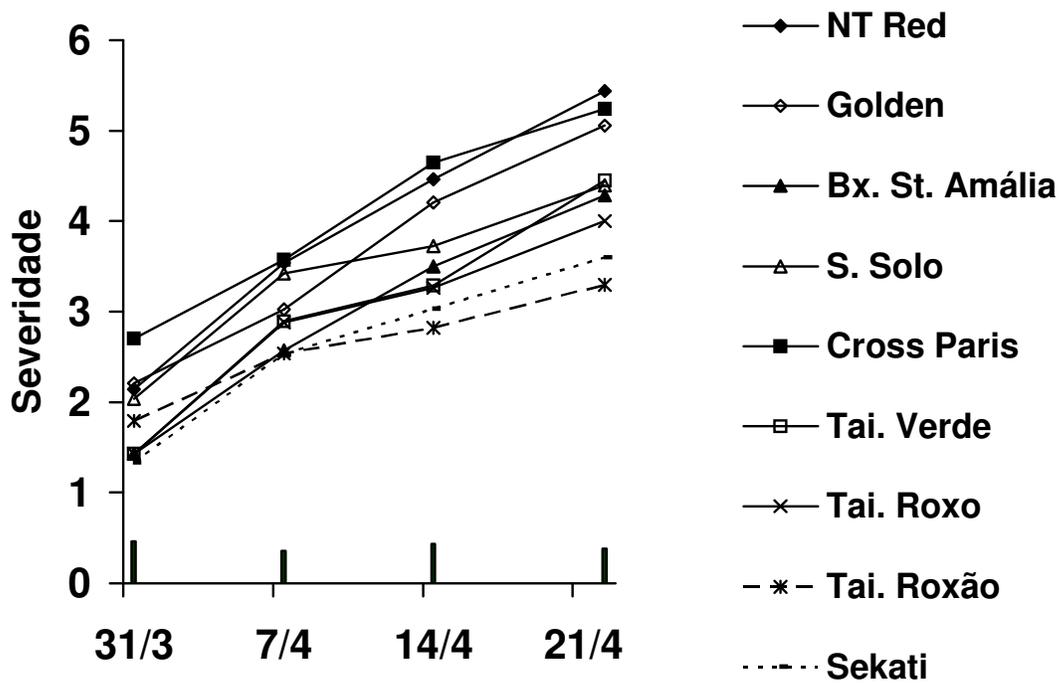


Fig. 2. Progresso da severidade da varíola (*Asperisporium caricae*), ao longo de quatro avaliações, em folhas de nove cultivares de mamão. As barras escuras representam a diferença mínima significativa (Tukey; $P < 0.05$) entre os cultivares (março/abril de 2003).

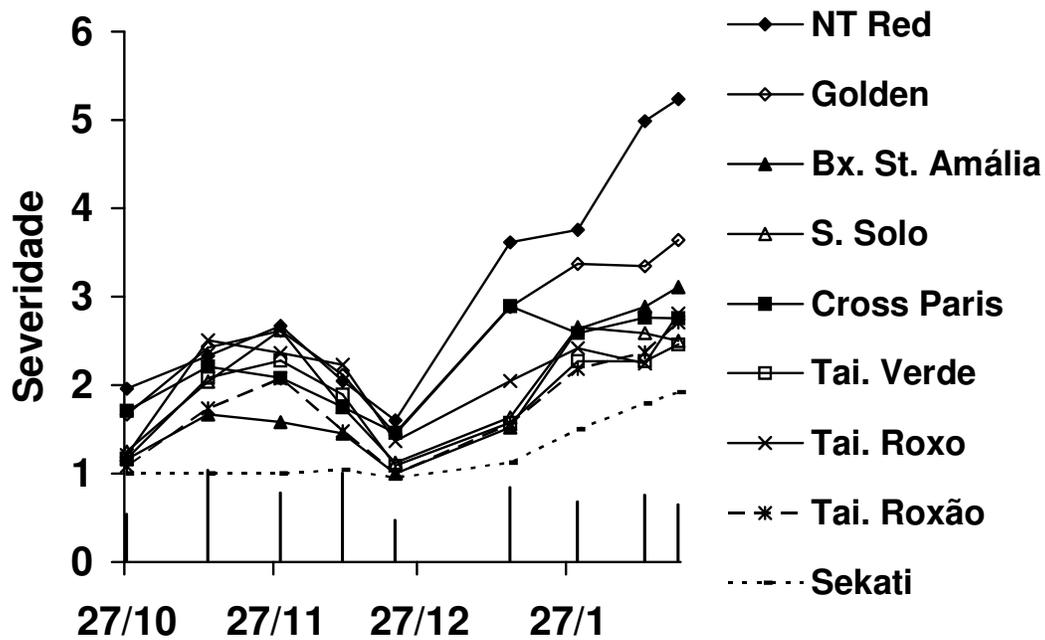


Fig. 3. Progresso da severidade da variola (*Asperisporium caricae*), entre out./2003 e fev./2004, em folhas de nove cultivares de mamão. As barras escuras representam a diferença mínima significativa (Tukey; $P < 0.05$) entre os cultivares.

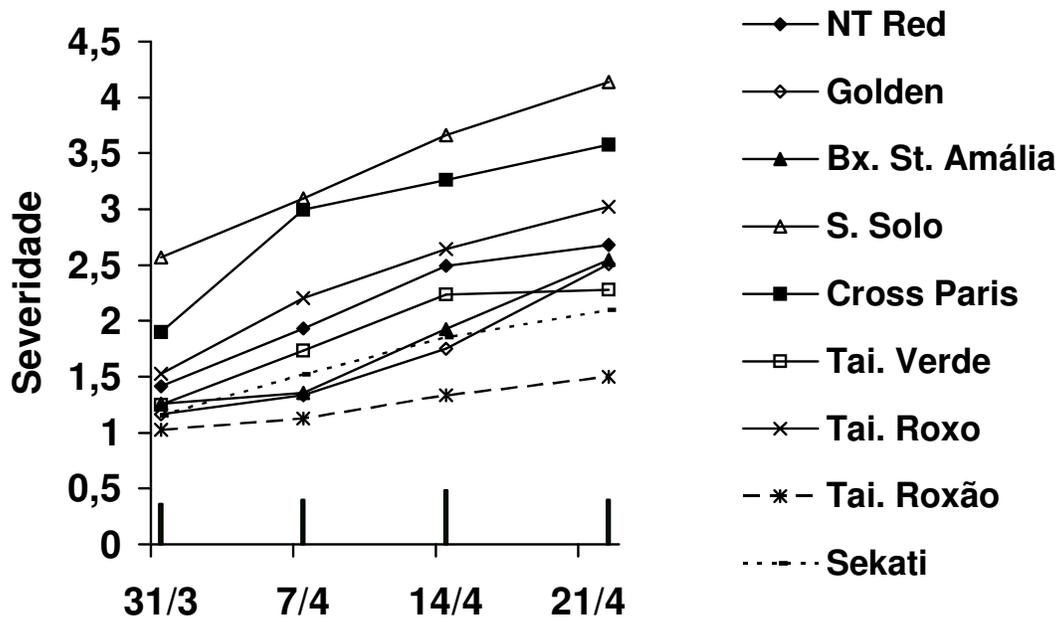


Fig. 4. Progresso da severidade da varíola (*Asperisporium carica*)e, entre março e abril de 2003, em frutos de nove cultivares de mamão. As barras escuras representam a diferença mínima significativa (Tukey; $P < 0.05$) entre os cultivares.

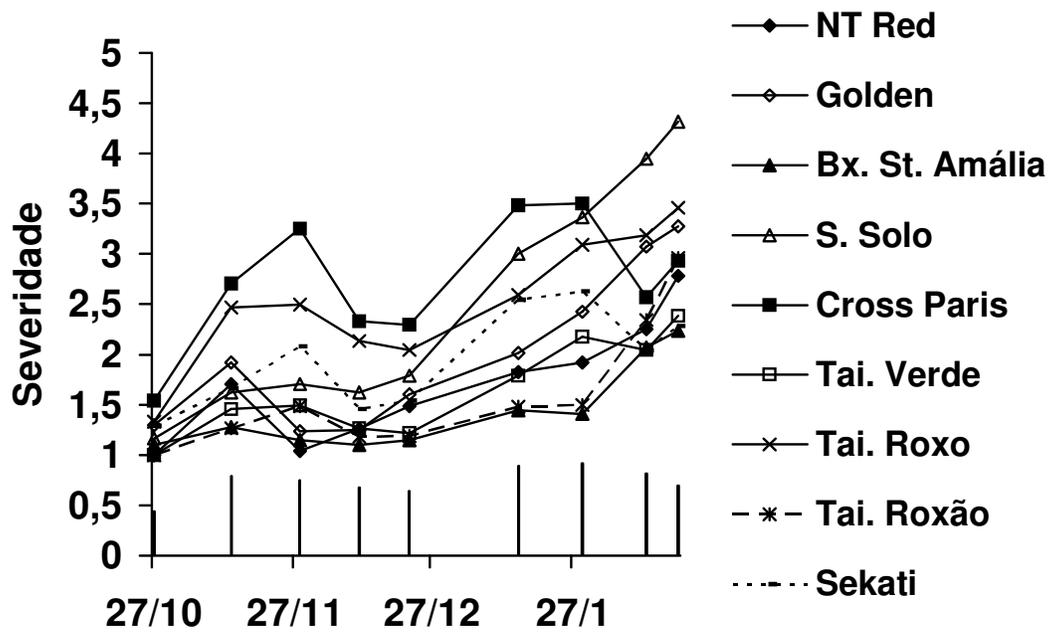


Fig. 5. Progresso da severidade da varíola (*Asperisporium caricae*), entre out./2003 e fev./2004, em frutos de sete cultivares de mamão. As barras escuras representam a diferença mínima significativa (Tukey; $P < 0.05$) entre os cultivares.

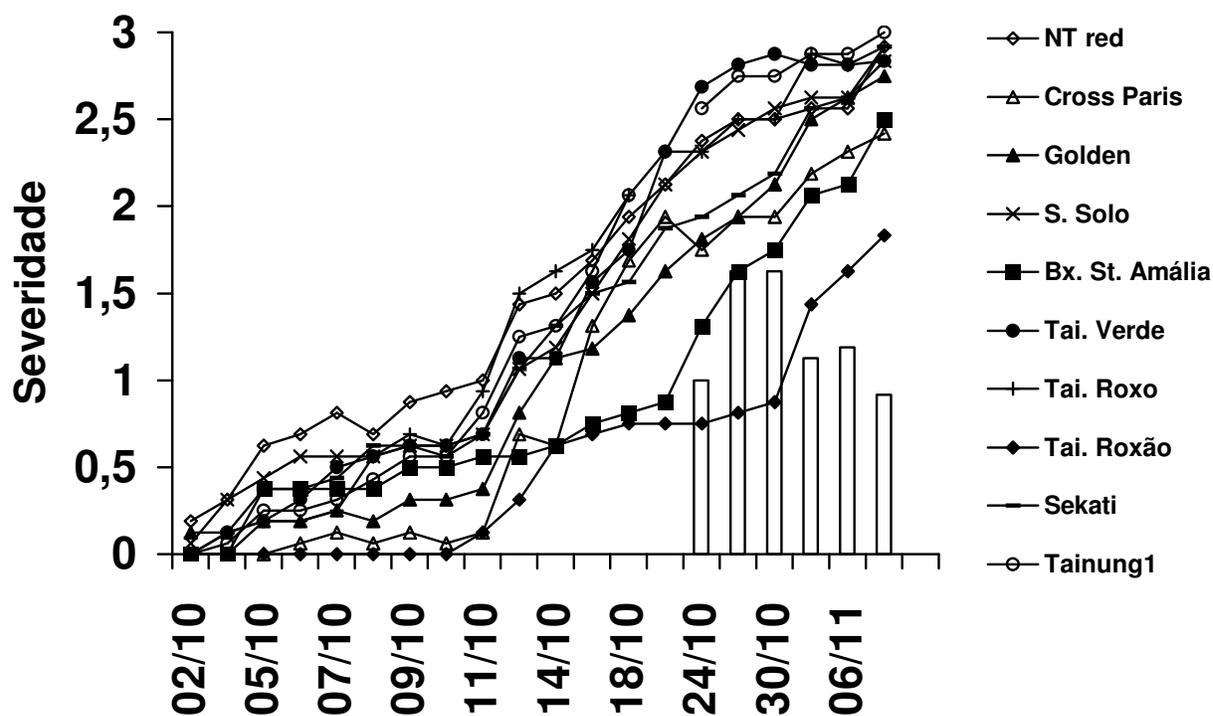


Fig. 6. Severidade de *Phytophthora palmivora* em um experimento sob telado utilizando dez genótipos de mamão. As colunas correspondem à diferença mínima significativa entre as cultivares (Tukey; P < 0.05).

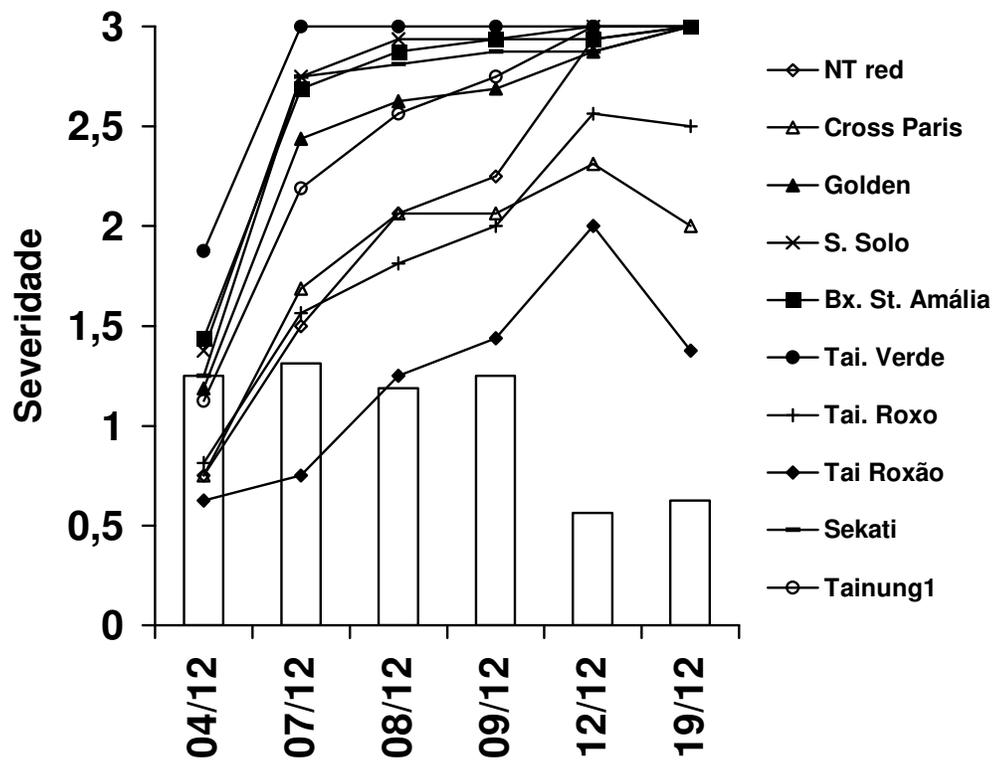


Fig. 7. Severidade de *Phytophthora palmivora* em um experimento sob telado utilizando dez genótipos de mamão. As colunas correspondem à diferença mínima significativa entre as cultivares (Tukey; $P < 0.05$).

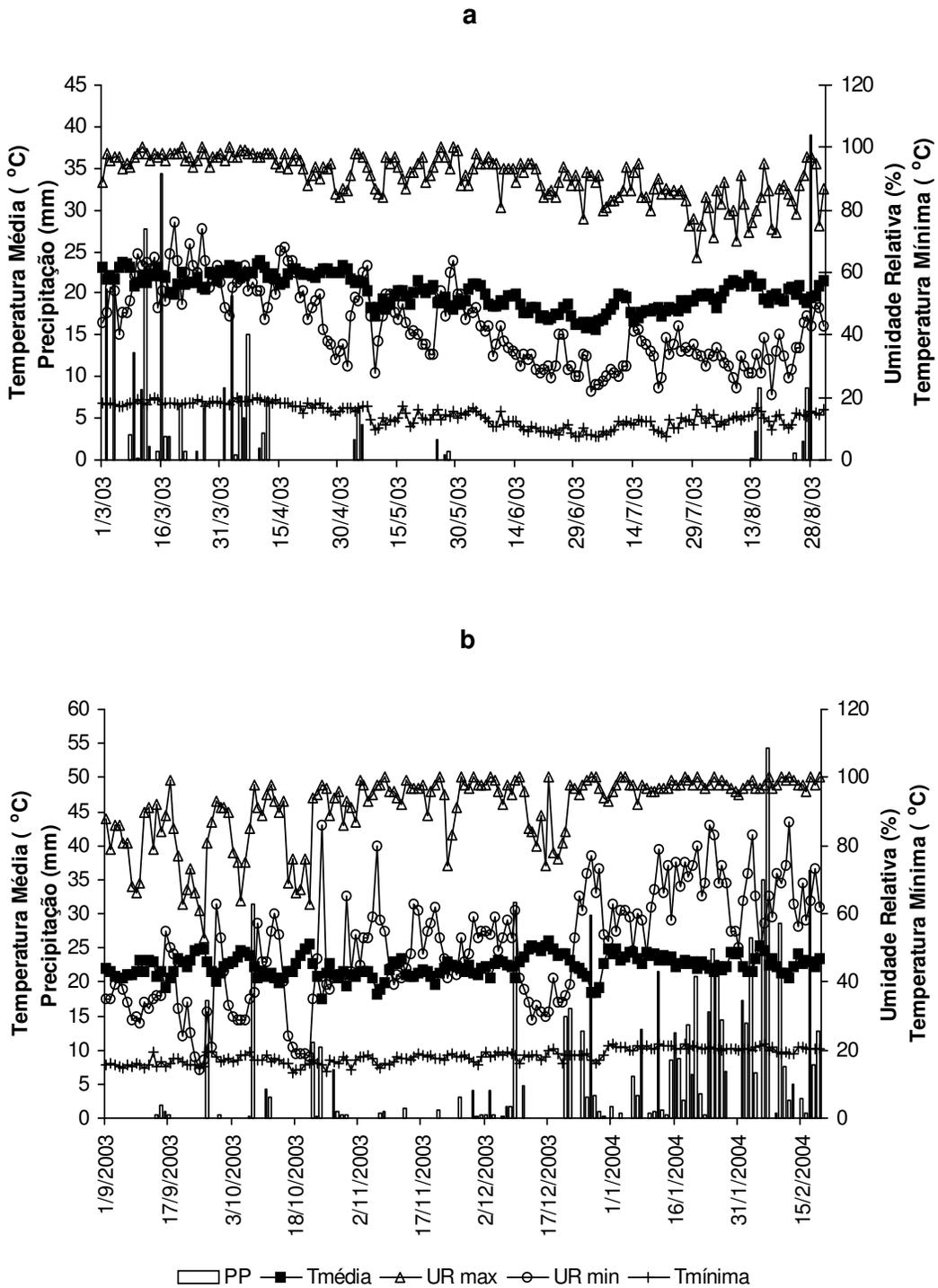


Fig. 8. Dados climáticos diários entre março e agosto de 2003 (a) e setembro de 2003 e fevereiro de 2004 (b). PP = Precipitação pluviométrica; Tmédia = Temperatura média; UR max = Umidade relativa do ar máxima; UR min = Umidade relativa do ar mínima; Tmínima = Temperatura mínima.

Tabela 1. Incidência de *Phytophthora palmivora* em nove cultivares de mamão durante o período de março/abril 2003.

Seca 2003	31/03	07/04	14/04	22/04
S. Solo	24a	25a	25a	25a
Sekati	15ab	16ab	16ab	16ab
Golden	14b	14b	15ab	15ab
NTRed	14b	14b	14b	14b
Cross Paris	12b	12b	12b	12b
Tai. Verde	9bc	9bc	9bc	9bc
Tai. Roxo	3c	3c	3c	3c
Tai. Roxão	3c	3c	3c	3c
Bx St.	1c	1c	1c	1c
Amália				

*Valores seguidos de letras iguais na coluna não são estatisticamente diferentes entre si pelo teste exato não-paramétrico de Fisher (P=0,05).

Tabela 2. Incidência de *Phytophthora palmivora*, em nove cultivares de mamão durante o período de outubro/2003 a abril/2004.

Chuva 03/04	27/10	21/11	18/12	22/1	19/2	22/3	13/4
Bx. St.	6ab	8a	15a	16a	16a	16a	16a
Amália							
NTRed	8a	8a	15a	15a	15a	15a	15a
Golden	5ab	7a	10ab	10ab	10ab	13ab	15a
Tai. Roxo	1b	1b	2b	2b	5b	5b	10ab
Tai. Roxão	1b	3ab	4b	4b	5b	6b	6b
Tai. Verde	1b	1b	1b	1b	3b	4b	5b
Cross Paris	0b	0b	0b	1b	2b	3b	4b
Sekati	0b	0b	0b	1b	1b	1b	4b
S. Solo	0b	0b	0b	1b	1b	1b	2b

*Valores seguidos de letras iguais na coluna não são estatisticamente diferentes entre si pelo teste exato não-paramétrico de Fisher (P=0,05).

Tabela 3. Severidade média de varíola (*Asperisporium caricae*) em frutos e folhas de mamão na última avaliação de cada período, considerando os nove genótipos do estudo.

Período de avaliação	Severidade média em frutos	Severidade média em folhas	Número de dias entre a primeira e última avaliação
Mar/abr – 03	2.7 A	4.4 A	22
Out/03 – fev/04	3.0 A	3.0 B	116

*Valores seguidos de letras iguais na coluna não são estatisticamente diferentes entre si pelo teste t de student (P=0,05).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADOMAKO, B. & ABU-AMPOMAH, Y. Finding new female and male parents for the production of better hybrid cacao planting material for farmers in Ghana. *Ingenic Newsletter* 5: 15-19. 2000.
- Agrianual – Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio 2005. 523p.
- BATISTA, A. C. Principais doenças das plantas no Nordeste. *Boletim S.A.I.C.* p. 195-252. 1946.
- CAPOTE, M., PEREZ, A. M. & PEREZ, O. Comparacion de estructuras morfológicas en hojas de cana de azucar, con diferentes grados de resistencia a la roya *Puccinia melanocephala* H. y P. Sydow. *Cuba Azucar* 26(1): 15-19. 1992.
- CHALFOUN, S. M. & DE LIMA, R. D. Doenças causadas por fungos e nematóides em mamoeiro. *Informe Agropecuário* 12(134): 40-43. 1986.
- COOPER, C., ISAAC, S., JONES, M. G., CROWTHER, T., SMITH, B. M. & COLLIN, H. A. Morphological and biochemical response of carrots to *Pythium violae*, causative agent of Cavity Spot. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 64(1): 27-35. 2004.
- DANGL, J. L. & JONES, J. D. G. Plant pathogens and integrated defence responses to infection. *Nature* 411: 826–833. 2001.
- DANTAS, J. L. L. & DE LIMA, J. F. Selection and recommendation of papaya varieties: evaluation of lines and hybrids. *Revista Brasileira de Fruticultura* 23(3): 617-621. 2001.
- DREW, R. A., O'BRIAN, C. M. & MAGDALITA, P. M. Development of *Carica* interspecific hybrids. *Acta Horticulturae* 461:285-291. 1998.
- ERWIN, D. C. & RIBEIRO, O. K. *Phytophthora* diseases worldwide. The American Phytopathological Association, St. Paul, USA. 562 pp. 1996.
- GABLER, F. M., SMILANICK, J. L., RAMMING, D. W. & MACKEY, B. E. Correlations of morphological, anatomical, and chemical features of grape berries with resistance to *Botrytis cinerea*. *Phytopathology* 93(10): 1263-1273. 2003.
- IWARO, A. D., BEKELE, F. L. & BUTLER, D. R. Evaluation and utilization of cacao (*Theobroma cacao* L.) germplasm at the international cocoa genebank, Trinidad. *Euphytica* 130(2):207-221. 2003.
- JEUN, Y. C. & HWANG, B. K. Carbohydrate, amino acid, phenolic and mineral nutrient contents of pepper plants in relation to age-related resistance to *Phytophthora capsici*. *Journal of Phytopathology* 131(1): 40-52. 1991.
- KANJANAMANEESATHIAN, M., TE-CHATO, S., CHANTARAT, S., LUANG-ARAM, T. & BUNJERDPRADIT, B. Searching for local durians (*Durio zibethinus* Murray) resistant to *Phytophthora palmivora* in southern Thailand. *Thai Journal of Agricultural Science* 32(1): 111-125. 1999.
- KRANZ, J. Measuring plant disease. In: Kranz, J., Rotem, J. (Eds.) *Experimental techniques in plant disease epidemiology*. Berlim. Springer-Verlag. 1988. pp. 35-50.
- LIBERATO, J. R., VANETTI, C., RODRIGUES, C. H. & DIAS V. P. Ocorrência de podridão de *Phytophthora* em mamoeiro (*Carica papaya* L.) no Estado do Espírito Santo. *Fitopatologia Brasileira* 18:324. 1993.
- LIM, T. K., JOHNSON, G. I., HIGHLEY, E. & JOYCE, D. C. Durian: sources of resistance to *Phytophthora palmivora*. *ACIAR Proceedings Series* 80:217-222. 1998.
- LOPEZ-BAEZ, O., FRAIRE, V. G., AND CUETO, M. J. Genetic improvement for resistance to *Phytophthora* in Mexico. *Proceedings of the international workshop on the contribution of disease resistance to cocoa variety improvement*, Salvador, BA, Brazil. 1999. pp. 51-55.
- LUZ, E. D. M. N., YAMADA, M. M., SILVA, S. D. V. M., PIRES, J. L., LOPEZ, U. V., PINTO, L. R. M., MONTEIRO, W. R., BEZERRA, J. L., MELO, G. R. P., &

BRUGNEROTTO, M. I. B. Research on cacao resistance to black pod disease in Bahia, Brazil – 1980 to 1995. Proceedings of the international workshop on the contribution of disease resistance to cocoa variety improvement, Salvador, BA, Brazil, 1999. pp. 57-65.

MAYEE, C. D. & SURYAWANSHI, A. P. Structural defence mechanisms in groundnut to late leaf spot pathogen. *Indian Phytopathology* 48(2): 160-165. 1995.

MAITY, S. S. Effects of meteorological factors on the production of conidia by *Helminthosporium* sp. and *Alternaria* sp., the causal agents of foliar blight of wheat. *Annals of Plant Protection Science*. 11(2): 315-318. 2003.

NAKASONE, H. Y. Part V. Papaya. In: Ploetz, R. C., Zentmyer, G. A., Nishijima, W. T., Rohrbach, K. G. & Ohr, H. D (Eds.) *Compendium of tropical fruit diseases*. St. Paul. APS Press. 1994. p. 56-57.

NYASSE, S, MOUSSENI, I. B. E, BOUAMBI E., NDOUMBE-NKENG, M & ESKES, A. B. Early selection for resistance to *Phytophthora megakarya* in local and introduced cocoa varieties in Cameroon. *Tropical Science* 42(2): 96-102. 2003.

OKEY, E. N., DUNCAN, E. J., SIRJU-CHARRAN, G. & SREENIVASAN, T. N. *Phytophthora* canker resistance in cacao: role of peroxidase, polyphenoloxidase and phenylalanine ammonia-lyase. *Journal of Phytopathology* 145(7): 295-299. 1997.

OLIVEIRA, A. A. R., LEAL, L. DE C., & DANTAS, J. L. L. Performance of papaya (*Carica papaya* L.) genotypes in the severity of root rot. Third International Symposium on Tropical and Subtropical Fruits: Program and Abstracts. Fortaleza, CE, Brazil. 2004. p.84 (abstract).

PHILLIPS-MORA, W. Studies on resistance to black pod disease at CATIE. Proceedings of the International Workshop on the Contribution of Disease Resistance to Cocoa Variety Improvement, Salvador, BA, Brazil 1999. p.41.

RENARD, J. L. & DARWIS, S. N. Report on the coconut *Phytophthora* disease seminar, Manado, Indonesia. *Oleagineux Paris* 48(6): 301-307. 1993.

RUBIALES, D. & CARVER, T. L. W. Defence reactions of *Hordeum chilense* accessions to three formae speciales of cereal powdery mildew fungi. *Canadian Journal of Botany* 78(12): 1561-1570. 2000.

SANTOS, M. C. & BARRETO, M. Estudo epidemiológico da varíola do mamoeiro em cultivares submetidos a tratamentos com fungicidas. *Summa Phytopathologica* 29(2): 141-146. 2003.

SANTOS, M. C. & BARRETO, M. Determinação de parâmetros policíclicos da varíola (*Asperisporium caricae*) do mamoeiro (*Carica papaya* L.). *Fitopatologia Brasileira* 24: 326. 1999 (resumo).

SILVA, G. S. Podridão das raízes e dos frutos do mamoeiro. In: Luz, E. D. M. N., Santos, A. F., Matsuoka, K & Bezerra, J. L. (Eds.) *Doenças causadas por Phytophthora no Brasil*. Campinas. Livraria e Editora Rural. 2001. pp. 413-432.

SILVA, G. S., URBEN, A. F. & DOIHARA, I. P. Ocorrência de *Phytophthora palmivora* em mamoeiro no Estado do Maranhão. *Fitopatologia Brasileira* 24: 329. 1999.

SIMÃO, S. Tratado de fruticultura. Piracicaba: FEALQ. 1998. 760p.

SORIA, V. J. Sources of resistance to *Phytophthora palmivora*. In: P. H. Gregory (Ed.) *Phytophthora Diseases of Cocoa*. London. Longman. 1974. pp. 197-202.

UENO, B., FERREIRA, M. A. S. V. & UESUGI, C., H. Levantamento das principais doenças do mamoeiro (*Carica papaya* L.) na região de Barreiras (BA). *Fitopatologia Brasileira* 26: 490. 2001 (Resumo).

WIDMER, T. L., GRAHAM, J. H. & MITCHELL, D. J. Histological comparison of fibrous root infection of disease-tolerant and susceptible citrus hosts by *Phytophthora nicotianae* and *P. palmivora*. *Phytopathology* 88(5): 389-395. 1998.

ZHANG, L. M., BROOK, J. R. & VET, R. On ozone dry deposition: With emphasis on non-stomatal uptake and wet canopies. *Atmospheric Environment* 36(30): 4787-4799. 2002.

CAPÍTULO 2

VARIABILIDADE DE *PHYTOPHTHORA PALMIVORA*, AGENTE CAUSAL DA PODRIDÃO DE RAÍZES E FRUTOS DO MAMOEIRO

RESUMO

A podridão das raízes e dos frutos causada por *Phytophthora palmivora*, é considerada uma das principais doenças do mamoeiro (*Carica papaya*). A determinação da variabilidade na virulência e agressividade de diferentes isolados de *P. palmivora* é de grande importância para a seleção de cultivares resistentes de mamoeiro (Ko, 1994; Silva *et al.* 1999). Para tanto 39 isolados de *P. palmivora* foram inoculados em mudas de mamão e em frutos. Nos experimentos com mudas foram utilizados três cultivares “Tailândia Roxão”, “Tainung - 01” e “Cross Paris”. As plantas foram inoculadas com palitos previamente infestados com os isolados. A severidade da infecção era avaliada em cada planta utilizando-se a seguinte escala: 0 - sem sintomas; 1 - até 50% de murcha; 2 - de 51 a 100% de murcha; 3 - morta. Nos frutos, as inoculações foram efetuadas utilizando blocos circulares de meio de cultura contendo o patógeno. O diâmetro das lesões foi medido por três dias consecutivos. Nos experimentos com mudas a maioria dos isolados provenientes tanto de raiz quanto do fruto do mamoeiro comportaram-se de maneira bastante uniforme. O isolado PP-35, apesar de também ter sido coletado de mamoeiro, causou sintomas de murcha significativamente menores. O isolado PP-38, retirado da erva daninha *Morremia odorata*, não causou sintoma algum nos cultivares, enquanto que PP-37, isolado de pupunheira (*Bactris gasipaes*), só causou sintomas brandos nos cultivares “Tainung - 01” e “Tailândia Roxão”. Nos experimentos com frutos, o resultado foi similar. A grande maioria dos isolados de *P. palmivora* reagiu de maneira análoga. Como nas plantas, os isolados PP-35, PP-37 e PP-38 incitaram nos frutos significativamente menos doença em relação aos demais.

Palavras-chave: *Carica papaya*, reação, seleção de cultivares.

INTRODUÇÃO

A podridão das raízes e dos frutos, causada por *Phytophthora palmivora*, é considerada uma das principais doenças do mamoeiro (*Carica papaya* L.). O patógeno é um pseudofungo pertencente ao reino Straminipila (Filo Oomycota), que é favorecido por temperaturas entre 25 e 30°C e alta umidade para ocasionar a doença (Erwin e Ribeiro, 1996; Luz, 2000). O micélio de *P. palmivora* é asseptado, os zoosporângios são papilados, ovóides e destacam-se do zoosporangióforo e os clamidósporos são terminais e intercalares. O organismo é tipicamente heterotático. A formação dos zoosporângios é favorecida por condições de solo ligeiramente mais secas, todavia, a produção e liberação dos zoósporos são favorecidas por solos saturados (Ko, 1994).

Lesões aquosas podem aparecer na base do caule e nas raízes. Estas lesões levam ao amarelecimento de folhas, queda de frutos, tombamento e morte da planta. Nos frutos as lesões são encharcadas de início e tornam-se secas com o passar do tempo (Silva, 2001). Além do mamoeiro, alguns exemplos de hospedeiros desse patógeno no Brasil, que possuem relevância econômica, são: cacau (*Theobroma cacao* L.), coqueiro (*Cocos nucifera* L.) e pimenta-do-reino (*Piper nigrum* L.) entre outros (Erwin & Ribeiro, 1996).

A maioria dos trabalhos nesta área com *P. palmivora* envolvem, principalmente, estudos ao nível molecular visando identificar e separar as diferentes espécies de *Phytophthora* que causam podridões em cacau (*Theobroma cacao* L.), citros (*Citrus* spp.), seringueira (*Hevea brasiliensis* M. Arg.), coqueiro (*Cocos nucifera* L.), entre outros (Faleiro *et al.*, 2004; Zheng *et al.*, 1998; Chowdappa *et al.*, 2003; Ristaino *et al.*, 1998; Cooke *et al.*, 1997; Kong *et al.*, 2003). Nos poucos trabalhos que relataram estudos feitos com isolados de *P. palmivora* a espécie aparentou ser bastante homogênea geneticamente (Hong *et al.*, 1999; Chowdappa *et al.*, 2003; Forster *et al.*; 1990). Darmono *et al.* (1997) relataram experimentos com diferentes isolados do patógeno visando analisar as diferenças em termos de virulência. Os testes foram feitos em frutos de cacau comparando isolados provenientes do cacaueiro, do coqueiro, da pimenta do reino (*Piper nigrum* L.) e da baunilha (*Vanilla planifolia* Andr.). Constatou-se que os isolados de *P. palmivora* provenientes do coqueiro foram avirulentos quando inoculados no fruto de cacau e poderiam formar um grupo separado dentro da espécie. Os demais isolados infectaram os frutos de cacau de forma homogênea (Darmono *et al.*, 1997). A determinação da variabilidade na virulência e agressividade de diferentes isolados de *P. palmivora* é de grande importância para a seleção de cultivares resistentes de mamoeiro (Ko, 1994; Silva *et al.* 1999). O objetivo deste estudo foi analisar a variabilidade do patógeno em termos de virulência.

MATERIAIS E MÉTODOS

Identificação dos isolados de *Phytophthora palmivora*

Isolamento

Amostras de plantas com sintomas da doença foram coletadas em áreas infestadas com *P. palmivora* (Tabela 2) e o isolamento do organismo foi efetuado a partir de fragmentos do caule, raiz ou fruto desinfestados superficialmente em solução de hipoclorito de sódio (2,5 %). Os fragmentos desinfestados foram, então, transferidos para placas de Petri com meio de cultura seletivo (200 g de suco de tomate, 18 g de ágar, 3 g de CaCO₃, 800 ml de água destilada e, após autoclavagem, 10 mg de Pimaricina, 250 mg de Ampicilina, 10 mg de Rifampicina, 30 mg de Rosa de Bengala) (modificado de Schmitthenner, 1973). A seguir, as placas foram incubadas a 25 °C (fotoperíodo de 12 h) e avaliadas diariamente para se detectar a presença de *P. palmivora*.

Manutenção dos isolados de *P. palmivora*

Os isolados puros foram repicados em placas de Petri, contendo o meio de cultura acima descrito, incubados a 25 °C (fotoperíodo de 12 h) por sete dias. As placas com os isolados do patógeno foram, então, armazenadas em uma câmara fria a 10 °C. Os isolados eram repicados a cada seis meses.

Medida das estruturas de *P. palmivora*

Cada isolado foi analisado sobre uma lâmina que recebeu uma gota de água destilada. Foram então medidos os zoosporângios (largura e comprimento) e os clamidósporos (diâmetro) em microscópio óptico, com ocular micrométrica, calibrada à priori com uma escala micrométrica. Foram feitas 50 medidas de cada estrutura dos isolados. Foi também medido o comprimento de 15 pedicelos dos esporângios de cada isolado.

Determinação da variabilidade fisiológica de *Phytophthora palmivora*

Inoculação em plântulas

Preparo das mudas

Sementes de três variedades do grupo Formosa (“Cross Paris”, “Tailândia Roxão” e “Tainung-01”) foram semeadas em bandejas (72 células) contendo substrato de fibra de coco + 5 g/l de 14 - 14 - 14 N-P-K (Osmocote - Scotts Co.) e mantidas sob telado. Após dois meses da semeadura, as mudas, com tamanho médio de 10 cm, foram transplantadas para vasos contendo, cada um, dois litros de solo esterilizado com brometo de metila.

Multiplicação do inóculo

Os isolados foram divididos em grupo I, II e II (Tabelas 2, 3 e 4). Cada grupo foi reinoculado em frutos de mamão e reisolado antes de ser utilizado nos experimentos. Desta forma todos os isolados de um mesmo grupo tinham a mesma idade de reisolamento. Os integrantes do grupo I foram reisolados em 27/1/2004, os do grupo II em 10/4/2004 e os do grupo III em 4/8/2004.

Os diferentes isolados de *P. palmivora* foram multiplicados em meio de cultura seletivo, já descrito anteriormente, em placas de Petri contendo palitos devidamente esterilizados. As placas foram colocadas em uma câmara de crescimento a 25 °C (fotoperíodo de 12 h) por dez dias, que é o período necessário para que o fungo colonize os palitos. Foram testados 39 isolados de *P. palmivora*, quatro de *Pythium* sp. e um de *Rhizoctonia* sp. Todos foram isolados da raiz ou do fruto de mamão.

Inoculação e avaliação dos sintomas

Dez dias após o transplante, os palitos foram inseridos na base das plantas, um por planta. Os sintomas começavam a ser avaliados de dois a três dias após a inoculação. A

severidade da infecção foi avaliada em cada planta utilizando-se a seguinte escala: 0 - sem sintomas; 1 - até 50 % de murcha; 2 - de 51 a 100 % de murcha; 3 – morta (Figura 1).

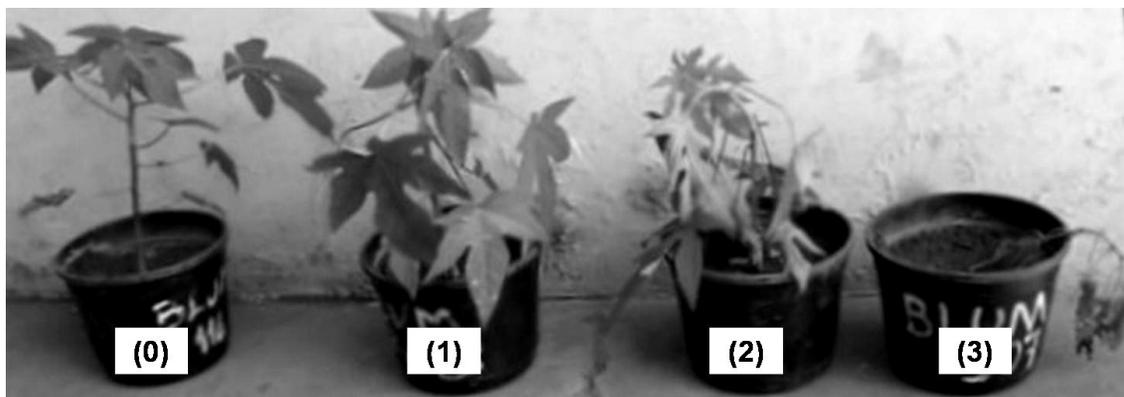


Fig. 1. Escala utilizada na avaliação de severidade da infecção de *Phytophthora palmivora* em mudas de mamão. Da esquerda para a direita: 0 - sem sintomas; 1 - até 50% de murcha; 2 - de 51 a 100% de murcha; 3 – morta.

Delineamento experimental e análise estatística

Seguiu-se um delineamento em blocos ao acaso com quinze tratamentos, dos quais quatorze foram isolados de *P. palmivora* e um correspondeu ao controle (planta inoculada com palito sem patógeno), e seis repetições em cada uma das três variedades. Cada unidade experimental compôs-se de uma planta por vaso. Este experimento foi realizado duas vezes com cada um dos grupos de isolados.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparados através do teste de Tukey (P=5%). A análise estatística dos dados foi realizada utilizando-se o programa SigmaStat 2.0 da Jandel Corporation (copyright @ 1995).

Frutos

Inoculação e avaliação dos sintomas

Usaram-se frutos da variedade “Sunrise Solo”, provenientes da região de Barreiras/BA, que foram adquiridos na Central de Abastecimento do Distrito Federal

(CEASA-DF). Os frutos escolhidos, com estágio de maturação entre 0 e 2 (Tabela 1), foram superficialmente desinfestados com papel toalha esterilizado embebido em álcool 54 °GL. A seguir, a superfície de cada fruto foi marcada utilizando um furador de meio de cultura com um diâmetro de 0,5 cm. Depositaram-se os frutos, então, em uma câmara de fluxo laminar previamente desinfestada com álcool 54 °GL. Retirou-se a casca da área marcada de cada fruto com um bisturi esterilizado. Em seguida, adicionou-se um bloco circular com 0,5 cm de diâmetro de meio de cultura com inóculo de *P. palmivora*, onde a área com o fungo ficou em contato com a superfície de cada fruto. Os frutos, após a inoculação do patógeno, foram colocados em bacias contendo pequenas bolas de papel toalha umedecidas. As bacias foram, então, cobertas por um plástico transparente e colocadas em uma câmara de crescimento a 25 °C (fotoperíodo de 12 h). Cada bacia continha quatro frutos inoculados com o mesmo isolado. O diâmetro das lesões, sempre seguindo a largura dos frutos, foi medido diariamente por três dias consecutivos. Cada grupo de isolados foi testado duas vezes. O controle correspondia a uma bacia contendo quatro frutos inoculados com um bloco circular com 0,5 cm de diâmetro de meio de cultura sem o patógeno.

Tabela 1. Estágio de maturação dos frutos de acordo com percentual de área amarela (FrutiSéries 7, 2000).

Estágio de maturação	Porcentagem de área amarela na casca do fruto
0	0%
1	de 1 a 15%
2	de 16 a 25%
3	de 26 a 50%
4	de 51 a 75%
5	de 76 a 100%

Delineamento experimental e análise estatística

Os experimentos foram conduzidos com quinze tratamentos (quatorze isolados e o controle) e quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância e o tamanho

médio das lesões, em cada grupo de isolados, foi comparado através do teste de Tukey (P=5 %). A análise estatística dos dados foi realizada utilizando-se o programa SigmaStat 2.0 da Jandel Corporation (copyright @ 1995).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Identificação dos isolados de *Phytophthora palmivora*

As medidas de zoosporângios e clamidósporos (Tabela 2) de *P. palmivora* assemelharam-se às relatadas na literatura (Erwin & Ribeiro,1996). Todos os pedicelos dos esporângios medidos tiveram o comprimento abaixo de 0,5 µm, o que também foi de acordo com a literatura (Erwin & Ribeiro, 1996).

Determinação da variabilidade fisiológica de *Phytophthora palmivora*

Quanto aos experimentos visando estudar a variabilidade em termos de virulência do patógeno em mudas, verificou-se que a maioria dos isolados provenientes tanto de raiz quanto do fruto do mamoeiro comportaram-se de maneira bastante uniforme. Também não houve diferenças significativas comparando-se os cultivares testados, pois os isolados foram altamente virulentos tanto em “Tailândia Roxão” quanto em “Tainung - 01” e “Cross Paris” (Figuras 2 a 7). Isso, em parte, confirmou estudos anteriores que relataram a espécie *P. palmivora* como sendo muito homogênea (Hong *et al.*,1999; Chowdappa *et al.*, 2003; Forster *et al.*; 1990).

Isolados de *Pythium* (PP-16, PP-21, PP-22 e PP-23) e *Rhizoctonia* (PP-17) coletados de raiz e frutos de mamoeiro também foram inoculados em mudas (Figuras 4 e 5) e frutos (Tabela 4) e a severidade da infecção foi avaliada. Nos experimentos com mudas de mamoeiro todos os cinco isolados causaram sintomas brandos de murcha, sendo que em alguns casos nenhum sintoma foi observado, como PP-21 e PP-22 em “Tailândia Roxão”/experimento I (Figura 4) e PP-16, PP-17 e PP-21 em “Tailândia Roxão”/

experimento II (Figura 5). Quando quatro desses mesmos isolados foram inoculados em frutos (Tabela 4), o isolado de *Pythium* PP-16 e o de *Rhizoctonia* PP-17, ambos coletados na Estação Experimental da Universidade de Brasília (Tabela 2) também causaram sintomas brandos com lesões pouco desenvolvidas, no entanto os isolados de *Pythium* PP-22 e PP-23 provenientes do PADF/DF (Tabela 2), desenvolveram lesões nos frutos de mamão com diâmetro médio estatisticamente similar às causadas pelos isolados de *P. palmivora* inoculados ao mesmo tempo (Tabela 4). A partir desses resultados inferiu-se que possivelmente outros patógenos de solo possam estar relacionados com a podridão do pé do mamoeiro, exacerbando os sintomas causados pela infecção por *P. palmivora*, ou iniciando lesões nas raízes que posteriormente serviriam como “porta de entrada” para o patógeno principal. Além disso, estudos mais detalhados devem ser desenvolvidos com os isolados de *Pythium* PP-22 e PP-23 para se determinar sua real viabilidade como agente etiológico causador de podridão em frutos do mamoeiro.

Apesar da pouca diferença entre a maioria dos isolados de *P. palmivora* quanto à virulência, alguns se comportaram de maneira bem distinta. O isolado PP-35 (grupo III), apesar de também ter sido coletado de mamoeiro, causou sintomas de murcha significativamente mais baixos, nos três cultivares, do que o restante dos isolados pertencentes ao seu grupo (Figuras 6 e 7). O isolado PP-38 (grupo III), retirado da erva daninha *Morremia odorata*, não causou sintoma algum em nenhum dos cultivares e PP-37 (grupo III), isolado de pupunheira, somente causou sintomas brandos nos cultivares “Tainung - 01” e “Tailândia Roxão” (Figuras 6 e 7).

Nos experimentos com frutos, os resultados foram similares aos resultados nos experimentos com plantas. A grande maioria dos isolados de *P. palmivora* comportou-se de maneira semelhante (Tabelas 3, 4 e 5). Novamente os isolados PP-35 e PP-37 causaram menos doença em relação aos demais e PP-38 foi avirulento (Tabela 5). Estes resultados estão

de acordo com Darmono *et al.* (1997), que descreveram ensaios onde isolados de *P. palmivora* oriundos de coqueiro foram avirulentos quando inoculados em cacau. Logo, apesar dos isolados de *P. palmivora* assemelharem-se morfológicamente (Tabela 2), podem ocorrer diferenças na virulência quando são comparados isolados provenientes de hospedeiras distintas.

Isolados dos três grupos foram inoculados em mudas (Figuras 8 e 9) e em frutos (Tabela 6) para se verificar as diferenças na virulência incitadas por eles, uma vez que cada grupo de isolados fúngicos havia sido reisolado em datas separadas por até seis meses. Não houve diferenças significativas entre eles, apesar do longo intervalo de tempo entre o reisolamento e a inoculação nesses últimos experimentos (Figuras 8 e 9; Tabela 5). Assim, isolados de *P. palmivora* provenientes do mamoeiro parecem se comportar de maneira homogênea quanto à virulência, quando inoculados em frutos e mudas dessa hospedeira. Concluiu-se também que *P. palmivora* pode ser armazenada, nas condições aqui descritas, por pelo menos um ano sem prejuízo à sua virulência.

Um conjunto mais extenso de isolados do patógeno, proveniente de regiões e hospedeiras mais diversificadas, deveria ser testado em experimentos com mudas e frutos de mamoeiro, além de se verificar o nível de variabilidade genética dentro da espécie. Contudo, os dados preliminares aqui descritos sugeriram que *P. palmivora* não é uma espécie tão homogênea quanto se pensava inicialmente, principalmente quando se comparam isolados provenientes de hospedeiras distintas.

Tabela 2. Medida dos zoosporângios e clamidósporos de diferentes isolados de *Phytophthora palmivora*.

Isolado	Data	Local da coleta	Esporângio (µm)		Clamidósporo	Orgão – Variedade
			C ^a	L ^b	D (µm) ^c	
PP – 001	29/11/02	Agronol (Pivô 23) – Barreiras/BA	21 – 52	14 – 31	14 – 36	Raiz – Sekati
PP – 002	29/11/02	Agronol (Pivô 25) – Barreiras/BA	38 – 52	24 – 36	24 – 40	Raiz – Formosa
PP – 003	31/03/03	Estação Biológica/UnB	29 – 57	21 – 33	21 – 43	Fruto – Tainung-01
PP – 004	02/05/03	AGOL – St. Desidério/BA	38 – 65	23 – 43	17 – 38	Fruto – Tainung- 01
PP – 005	02/05/03	AGOL – St. Desidério/BA	38 – 60	26 – 36	26 – 40	Fruto – Formosa
PP - 006	29/04/03	Agronol – Barreiras/BA	43 – 60	26 – 38	26 – 38	Fruto – Formosa
PP – 007	02/05/03	AGOL – St. Desidério/BA	28 – 55	18 – 33	19 – 38	Fruto – Tainung - 08
PP – 008	02/05/03	AGOL – St. Desidério/BA	38 – 60	24 – 38	29 – 43	Fruto – Canaã
PP – 009	02/05/03	AGOL – St. Desidério/BA	38 – 62	21 – 31	22 – 36	Fruto – Tainung- 01
PP – 010	02/05/03	AGOL – St. Desidério/BA	31 – 58	20 – 36	17 – 38	Raiz – Tainung - 08
PP – 011	02/05/03	João Pessoa – PB	30 – 55	18 – 33	19 – 41	Raiz - Tainung
PP – 012	2002	Belém – PA	31 – 94	26 – 36	19 – 43	
PP – 013	Jan/2003	Supermercado Extra Taguatinga/DF	36 – 67	22 – 41	19 – 38	Fruto – Formosa
PP – 014	1989	Coleção do CNPH/DF	31 – 60	19 – 36	22 – 41	
PP – 015	23/01/04	Estação Biológica/UnB	36 - 55	21 – 31	12 – 33	Raiz – Golden
PP – 016	23/01/04	<i>Pythium</i> sp. - Estação Biológica/UnB	**	**	**	Raiz – NT red
PP – 017	23/01/04	<i>Rhizoctonia</i> sp. - Estação Biológica/UnB	**	**	**	Raiz – NT red
PP – 018	23/01/04	Estação Biológica/UnB	33 – 67	21 – 33	19 – 43	Raiz – Tainung
PP – 019	23/01/04	Estação Biológica/UnB	34 – 57	18 – 29	21 – 36	Raiz – Sekati
PP – 020	23/01/04	Estação Biológica/UnB	44 – 68	26 – 36	16 – 62	Raiz - Tainung
PP – 021	27/02/04	<i>Pythium</i> sp. PADF/DF	**	**	**	Raiz – Intermédia
PP – 022	27/02/04	<i>Pythium</i> sp. PADF/DF	**	**	**	Raiz – Intermédia
PP – 023	17/03/04	<i>Pythium</i> sp. – PADF/DF	**	**	**	Raiz – Intermédia
PP – 024	17/03/04	Linhares/ES - Faz. Tropical	36 – 86	19 – 36	24 – 38	Fruto – Tainung
PP – 025	05/03/04	Linhares/ES - Faz. Tropical	43 – 71	19 – 29	17 – 38	Fruto - Tainung
PP – 026	05/03/04	Estação Biológica/UnB	31 – 70	23 – 36	18 – 44	Fruto – Golden
PP – 027	05/03/04	Estação Biológica/UnB	44 – 68	23 – 39	21 – 52	Fruto – Sunrise Solo
PP – 028	05/03/04	Agronol – Barreiras/BA	36 – 57	24 – 36	19 – 41	Fruto – golden

Isolado	Data	Local da coleta	Esporângio (μm)		Clamidósporo	Orgão – Variedade
			C ^a	L ^b	D (μm) ^c	
PP – 029	05/03/04	Agronol – Barreiras/BA	38 – 67	22 – 36	17 – 43	Fruto – Golden
PP – 030	05/03/04	Agronol – Barreiras/BA	34 – 55	24 – 31	22 – 36	Fruto – Golden
PP – 031	05/03/04	Agronol – Barreiras/BA	41 – 77	19 – 34	17 – 29	Fruto – Golden
PP – 032	22/03/04	Correntina – BA	33 – 55	24 – 36	21 – 33	Fruto – Tainung
PP – 033	22/03/04	Correntina – BA	36 – 55	24 – 36	21 – 38	Fruto – Tainung
PP – 034	18/08/01	SP (coleção da FundCitrus)	34 – 60	22 – 34	19 – 41	Mamoeiro
PP – 035	19/11/98	SP (coleção da FundCitrus)	36 – 50	24 – 36	19 – 36	Mamoeiro
PP – 036	15/08/01	SP (coleção da FundCitrus)	29 – 53	19 – 36	17 – 29	Mamoeiro
PP – 037	10/05/01	SP (coleção da FundCitrus)	24 – 67	17 – 29	15 – 34	Pupunheiro
PP – 038	11/11/74	SP (coleção da FundCitrus)	34 – 74	24 – 36	21 – 36	<i>Morrenia odorata</i>
PP – 039	05/03/04	Estação Biológica/UnB	41 – 67	26 – 36	24 – 38	Fruto – Tailândia Roxo
PP – 040	05/03/04	Estação Biológica/UnB	41 – 71	24 – 43	17 – 45	Fruto – Grampola
PP – 041	15/04/04	Linhares – ES	43 – 77	19 – 29	17 – 36	Fruto – Golden
PP – 042	30/04/04	Barreiras – BA	31 – 62	24 – 34	12 – 41	Fruto - Formosa
PP – 043	30/04/04	Barreiras – BA	31 – 58	24 – 36	19 – 41	Fruto - Formosa
PP - 044	30/04/04	Barreiras – BA	26 – 48	17 – 29	17 – 38	Fruto - Formosa
<i>P palmivora</i> ^d			35 – 60	20 – 40	30 – 45	

^dMedidas retiradas do livro “Phytophthora Diseases Worldwide” de Erwin e Ribeiro (1996);

^aC = comprimento; ^bL = Largura; ^cD = Diâmetro.

Tabela 3. Comparação ^{*1} do diâmetro (cm) da lesão, em frutos de mamoeiro, causada por 14 isolados de *Phytophthora palmivora*, três dias após a inoculação, em dois experimentos.

Isolados grupo I	Experimento 1 (20/08/04)	Experimento 2 (06/09/04)
	Diâmetro médio das lesões (cm.)	Diâmetro médio das lesões (cm.)
PP – 1	4.7 ^{*2} a	3.2 a
PP – 2	3.7 ab	4.1 a
PP – 3	3.4 ab	4.5 a
PP – 4	4.4 ab	3.9 a
PP – 5	4.1 ab	4.1 a
PP – 6	2.4 b	3.6 a
PP – 7	3.6 ab	3.3 a
PP – 8	2.5 b	3.4 a
PP – 9	3.9 ab	4.1 a
PP – 10	3.3 ab	3.2 a
PP – 11	4.2 ab	4.6 a
PP – 12	4.0 ab	3.9 a
PP – 13	4.5 ab	3.9 a
PP – 14	4.1 ab	4.0 a

^{*1}Valores seguidos de letras iguais na coluna não foram estatisticamente diferentes entre si pelo teste de Tukey (P = 0,05).

^{*2}Cada valor representa a média do diâmetro da lesão em quatro frutos.

Tabela 4. Comparação ^{*1} do diâmetro (cm) da lesão, em frutos de mamoeiro, causada por 9 isolados de *Phytophthora palmivora*, 3 de *Pythium* sp. e 1 de *Rhizoctonia* sp., três dias após a inoculação, em dois experimentos.

Isolados grupo II	Experimento 1 (17/10/04)	Experimento 2 (30/10/04)
	Diâmetro médio das lesões (cm.)	Diâmetro médio das lesões (cm.)
PP – 15	6.0 ^{*2} a	3.9 abc
^{*3} PP – 16	1.2 c	1.4 d
^{*4} PP – 17	2.9 bc	2.2 cd
PP – 18	4.5 ab	3.7 abc
^{*3} PP – 22	5.8 ab	4.1 ab
^{*3} PP – 23	6.4 a	5.3 a
PP – 24	4.5b	3.6 bc
PP – 25	5.4 ab	3.2 bc
PP – 27	5.6ab	4.5 ab
PP – 28	5.0 ab	4.9 ab
PP – 29	4.6 ab	5.2 a
PP – 30	6.9 a	4.4 ab
PP – 31	4.6 ab	5.0 a

^{*1}Valores seguidos de letras iguais na coluna I não foram estatisticamente diferentes entre si pelo teste de Tukey (P = 0,05).

^{*2}Cada valor representa a média do diâmetro da lesão em quatro frutos.

^{*3}*Pythium* sp.

^{*4}*Rhizoctonia* sp.

Tabela 5. Comparação^{*1} do diâmetro (cm) da lesão, em frutos de mamoeiro, causada por 14 isolados de *Phytophthora palmivora*, três dias após a inoculação, em dois experimentos.

Isolados grupo III	Experimento 1 (13/11/04)	Experimento 2 (17/12/04)
	Diâmetro médio das lesões (cm.)	Diâmetro médio das lesões (cm.)
PP – 20	4.7 ^{*2} ab	4.9 abc
PP – 26	4.5 ab	4.3 cde
PP – 32	4.3 abc	5.5 ab
PP – 33	4.5 ab	5.7 a
PP – 34	4.9 a	5.2 abc
PP – 35	2.6 de	1.9 fg
PP – 36	4.7 ab	4.4 bcde
^{*3} PP–37	3.2 cde	3.6 e
^{*4} PP – 38	1.0 f	1.0 g
PP – 40	4.2 abc	5.3 abc
PP – 41	4.3 abc	3.7 de
PP – 42	5.0 a	5.5 ab
PP – 43	2.4 e	5.5 ab
PP – 44	3.6 cde	5.5 ab

^{*1}Valores seguidos de letras iguais na coluna não foram estatisticamente diferentes entre si pelo teste de Tukey (P = 0,05).

^{*2}Cada valor representa a média do diâmetro da lesão em quatro frutos.

^{*3}Isolado de pupunha.

^{*4}Isolado de *Morremia odorata*.

Tabela 6. Comparação^{*1} do diâmetro (cm) da lesão, em frutos de mamoeiro, causada por 13 isolados de *Phytophthora palmivora*, três dias após a inoculação, em dois experimentos.

Grupos	Isolados	Experimento 1 (19/02/05)	Experimento 2 (20/03/05)
		Diâmetro médio das lesões (cm.)	Diâmetro médio das lesões (cm.)
I	PP – 1	5.0 ab	3.9 a
	PP – 2	5.1 ab	3.7 a
	PP – 3	4.9 ab	3.8 a
	PP – 4	4.9 ab	3.8 a
	PP – 5	5.8 a	4.0 a
II	PP – 15	3.8 b	4.0 a
	PP – 24	4.9 ab	3.8 a
	PP–25	4.8 ab	3.5 a
	PP – 28	3.8 b	3.9 a
	PP – 29	4.0 b	3.7 a
III	PP – 40	4.8 ab	4.0 a
	PP – 41	4.5 ab	3.3 a
	PP – 42	3.9 b	3.3 a

^{*1}Valores seguidos de letras iguais na coluna não foram estatisticamente diferentes entre si pelo teste de Tukey (P = 0,05).

^{*2}Cada valor representa a média do diâmetro da lesão em quatro frutos.

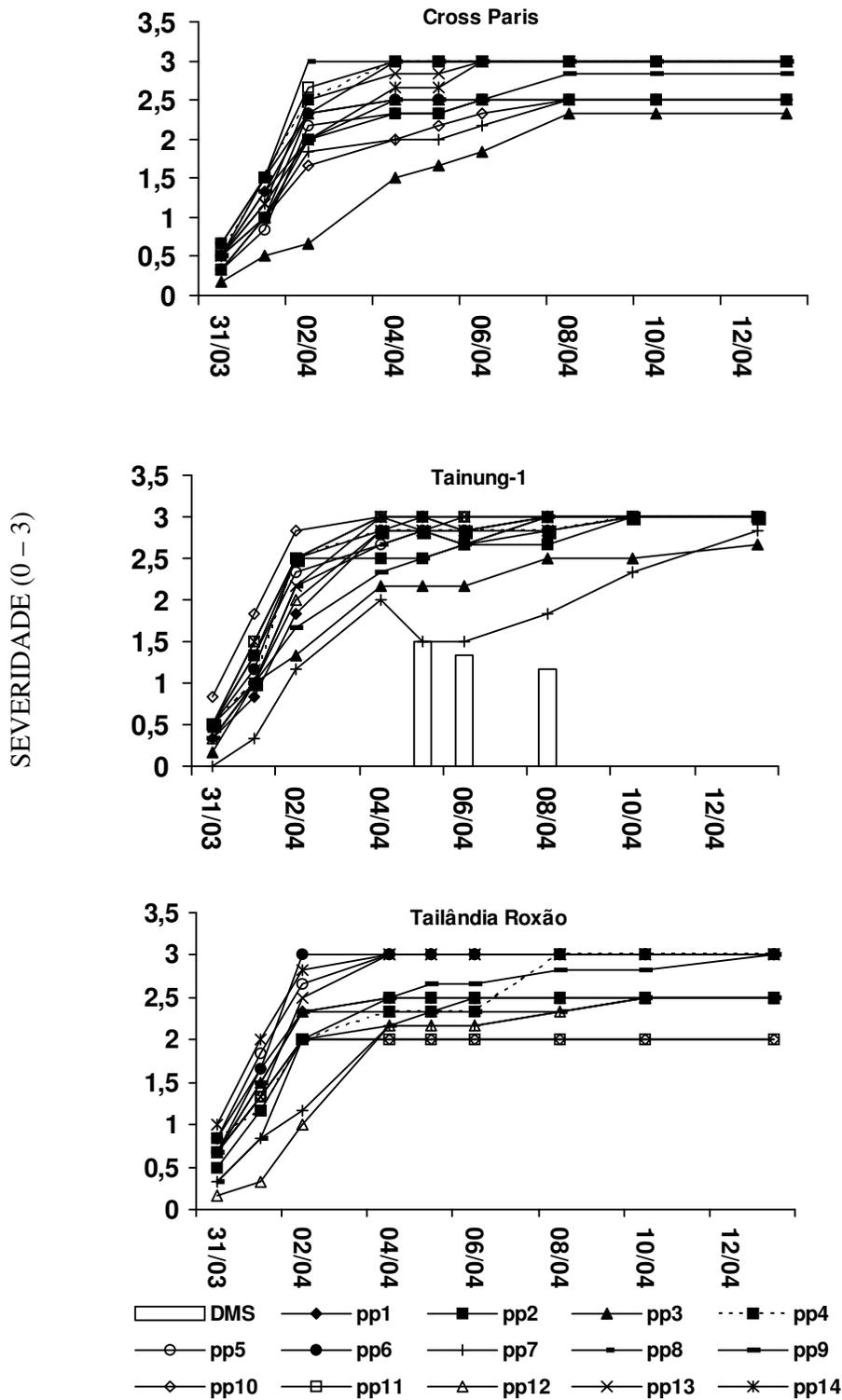


Fig. 2. Curvas representando o progresso da doença por 14 isolados do grupo I de *Phytophthora palmivora* em três cultivares de mamão (Experimento I). DMS = diferença mínima significativa segundo o teste de Tukey ($p = 0,05$); pp1 a pp14 = Isolados de *P. palmivora* retirados de raízes e frutos de mamoeiro.

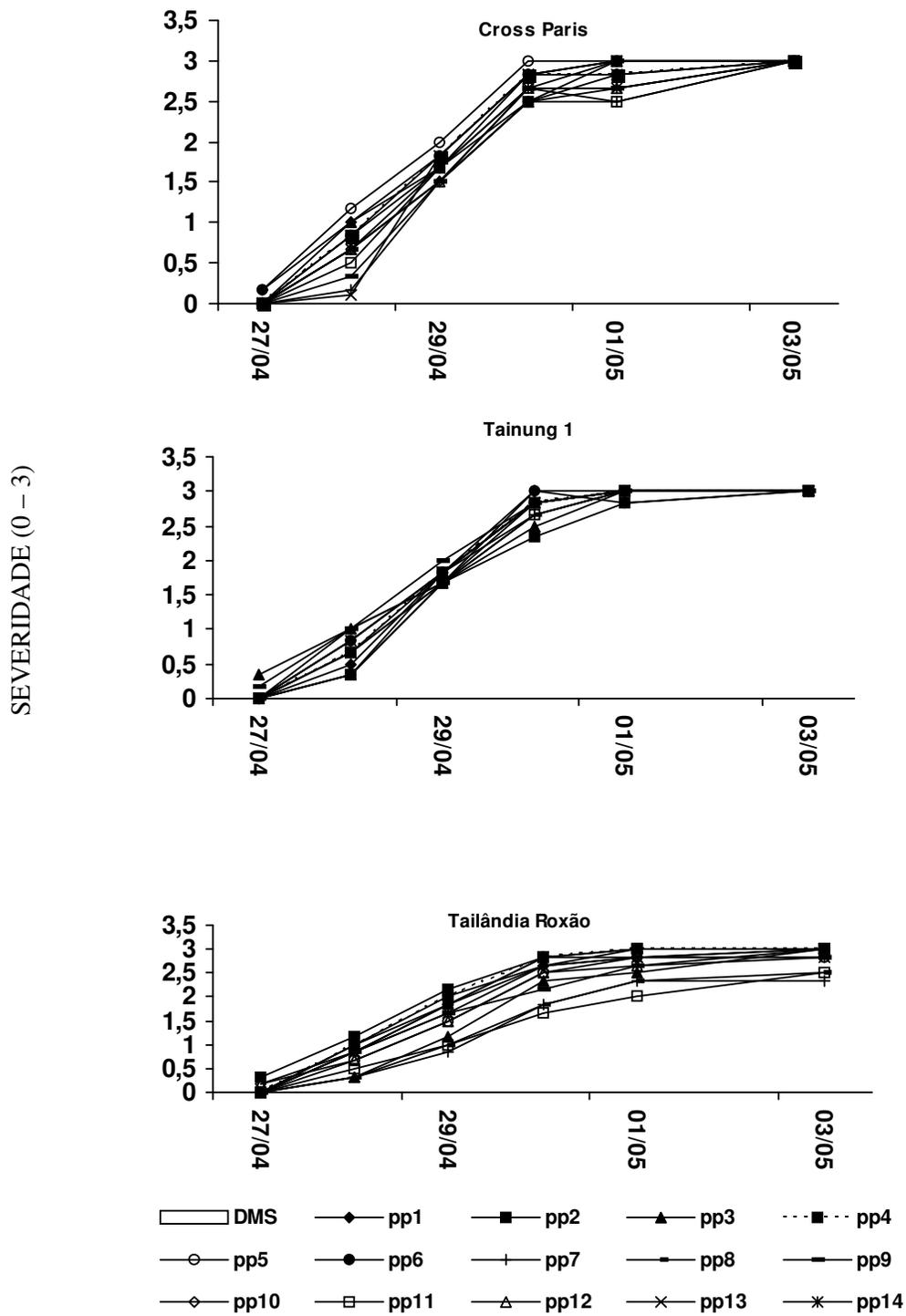


Fig. 3. Curvas representando o progresso da doença por 14 isolados do grupo I de *Phytophthora palmivora* em três cultivares de mamão (Experimento II). DMS = diferença mínima significativa segundo o teste de Tukey ($p = 0,05$). ;pp1 a pp14 = Isolados de *P. palmivora* retirados de raízes e frutos de mamoeiro.

SEVERIDADE (0 - 3)

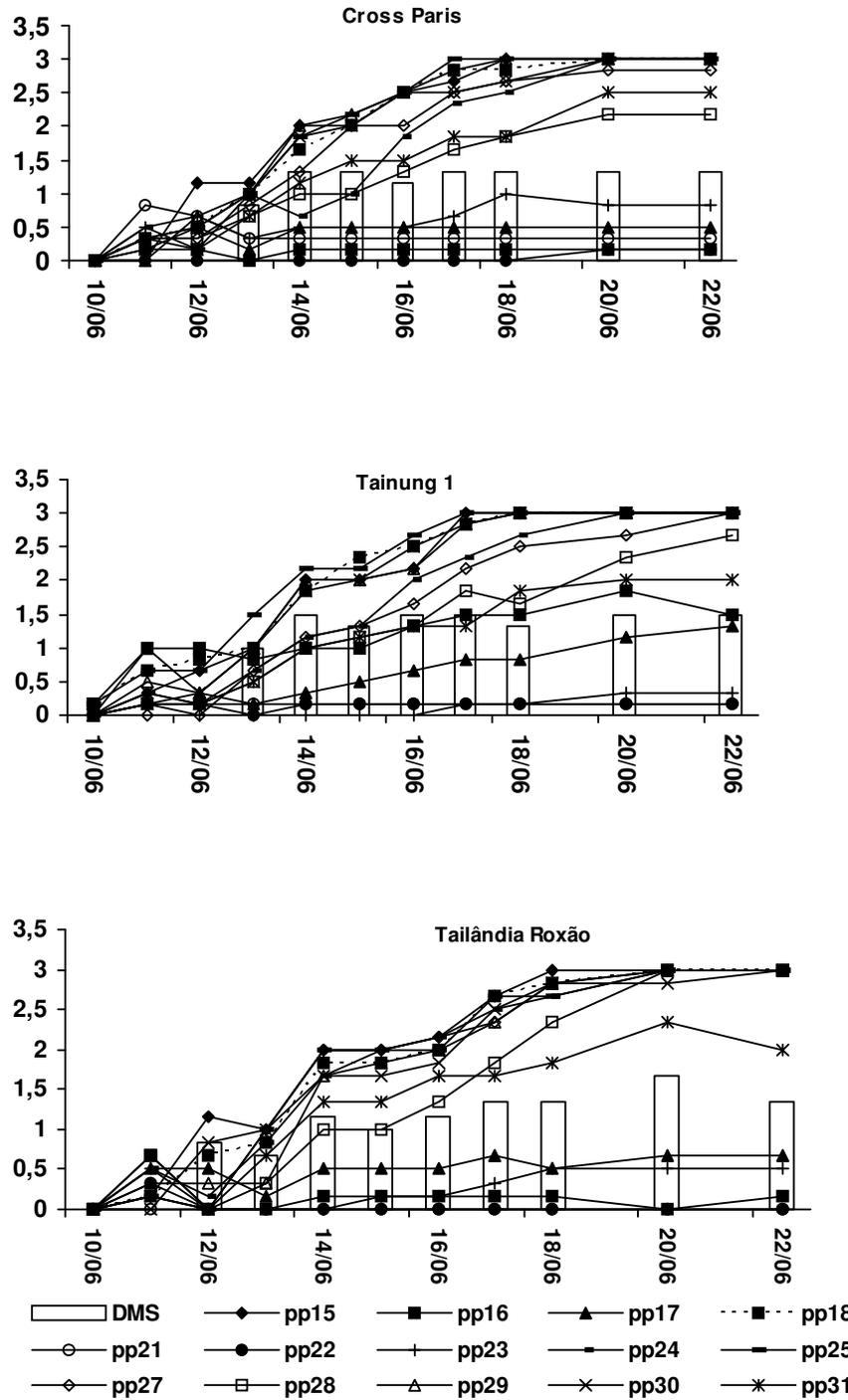


Fig. 4. Curvas representando o progresso da doença por 9 isolados de *Phytophthora palmivora* (pp15; pp18; pp24 a pp31), 4 de *Pythium* sp. (pp16; pp21 a pp23) e 1 de *Rhizoctonia* sp. (pp17), todos retirados de frutos e raízes de mamoeiro e pertencentes ao grupo II, em três cultivares de mamão (Experimento I). DMS = diferença mínima significativa segundo o teste de Tukey ($p = 0,05$).

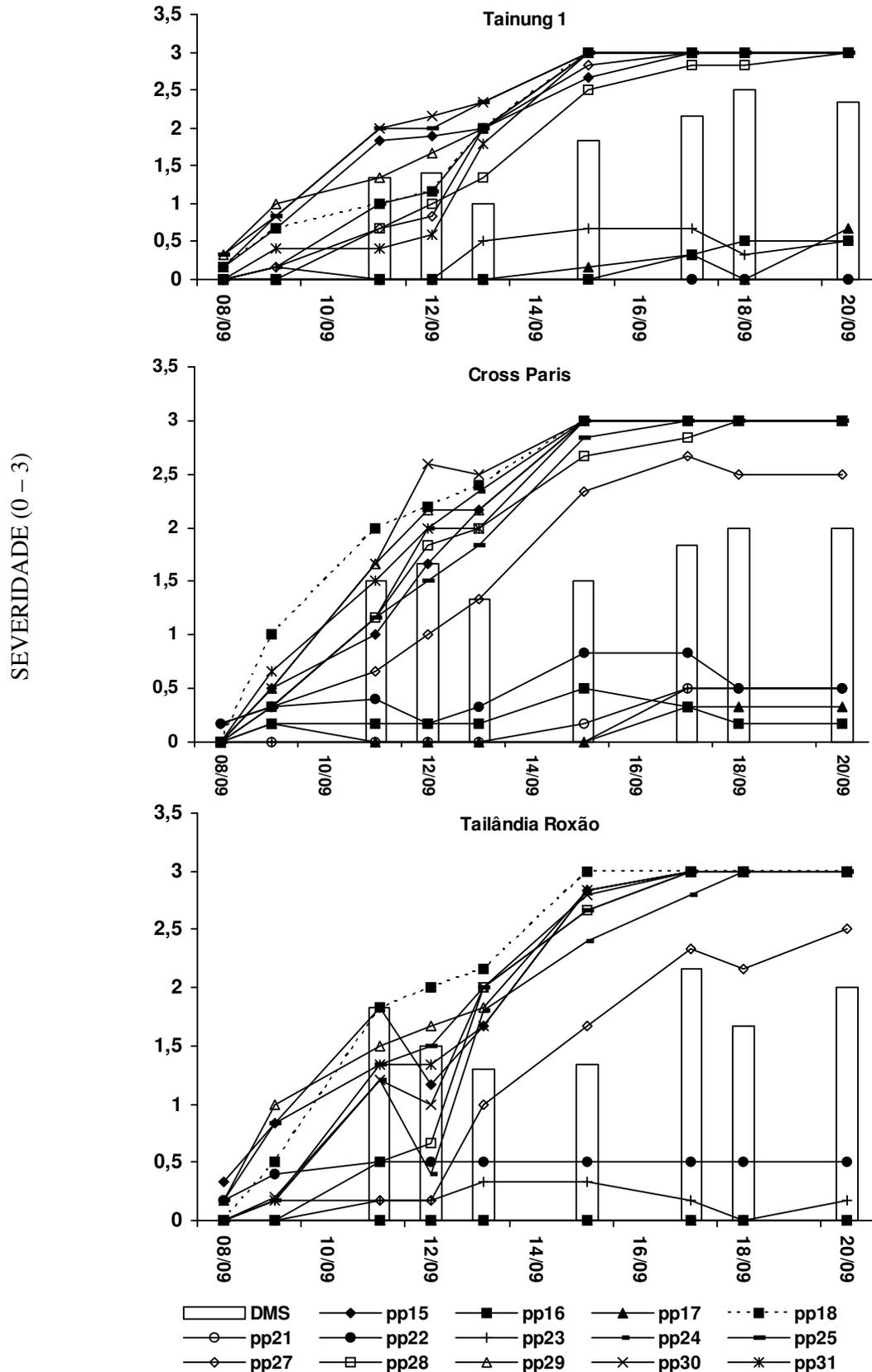


Fig. 5. Curvas representando o progresso da doença por 9 isolados de *Phytophthora palmivora* (pp15; pp18; pp24 a pp31), 4 de *Pythium* sp. (pp16; pp21 a pp23) e 1 de *Rhizoctonia* sp. (pp17), todos retirados de frutos e raízes de mamoeiro e pertencentes ao grupo II, em três cultivares de mamão (Experimento II). DMS = diferença mínima significativa segundo o teste de Tukey ($p = 0,05$).

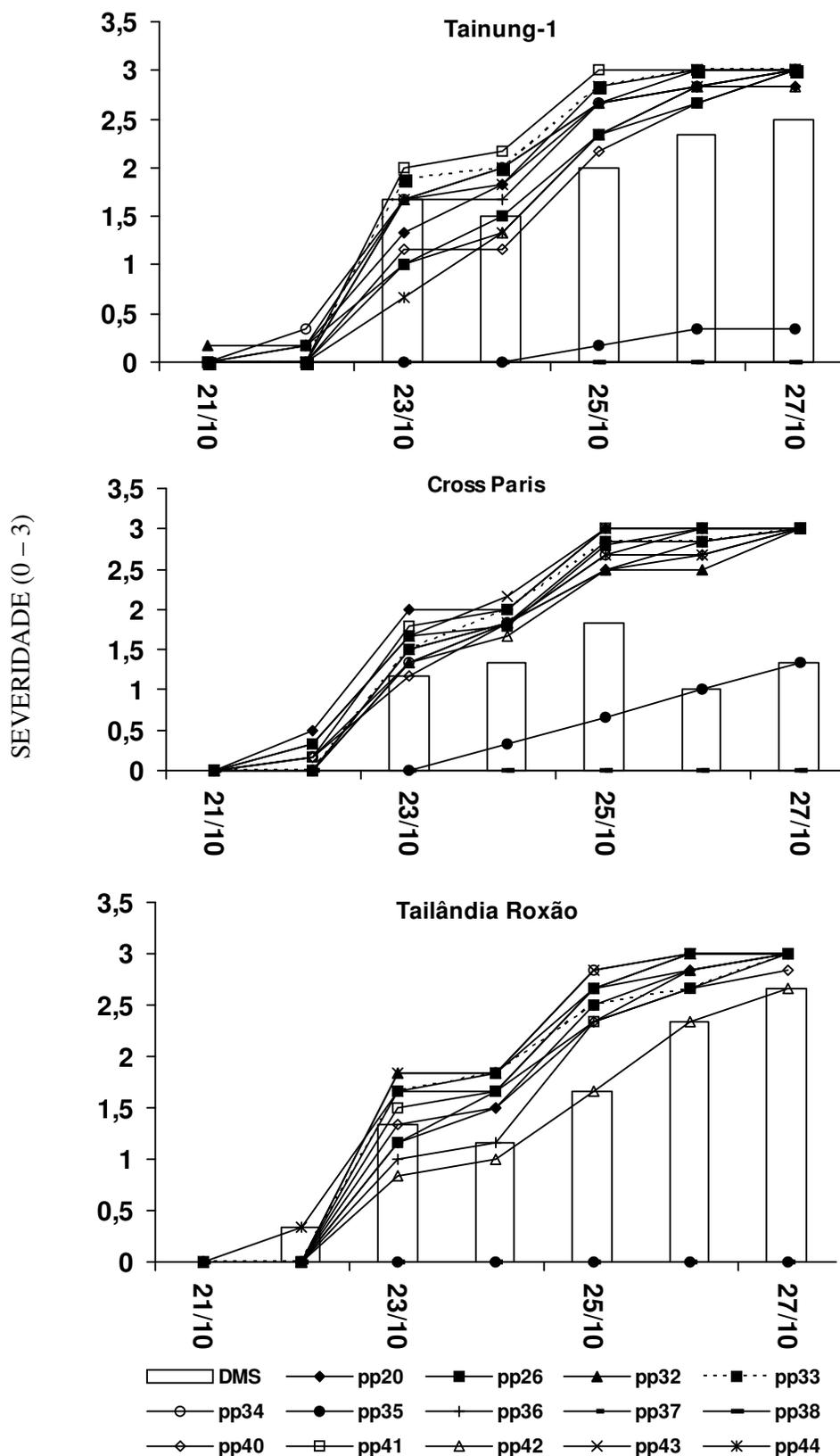


Fig. 6. Curvas representando o progresso da doença por 14 isolados de *Phytophthora palmivora* grupo III em três cultivares de mamão (Experimento I). DMS = diferença mínima significativa segundo o teste de Tukey ($p = 0,05$); pp37 = isolado de pupunha; pp38 = isolado de *Morremia odorata*; demais isolados foram retirados de frutos e raízes de mamoeiro.

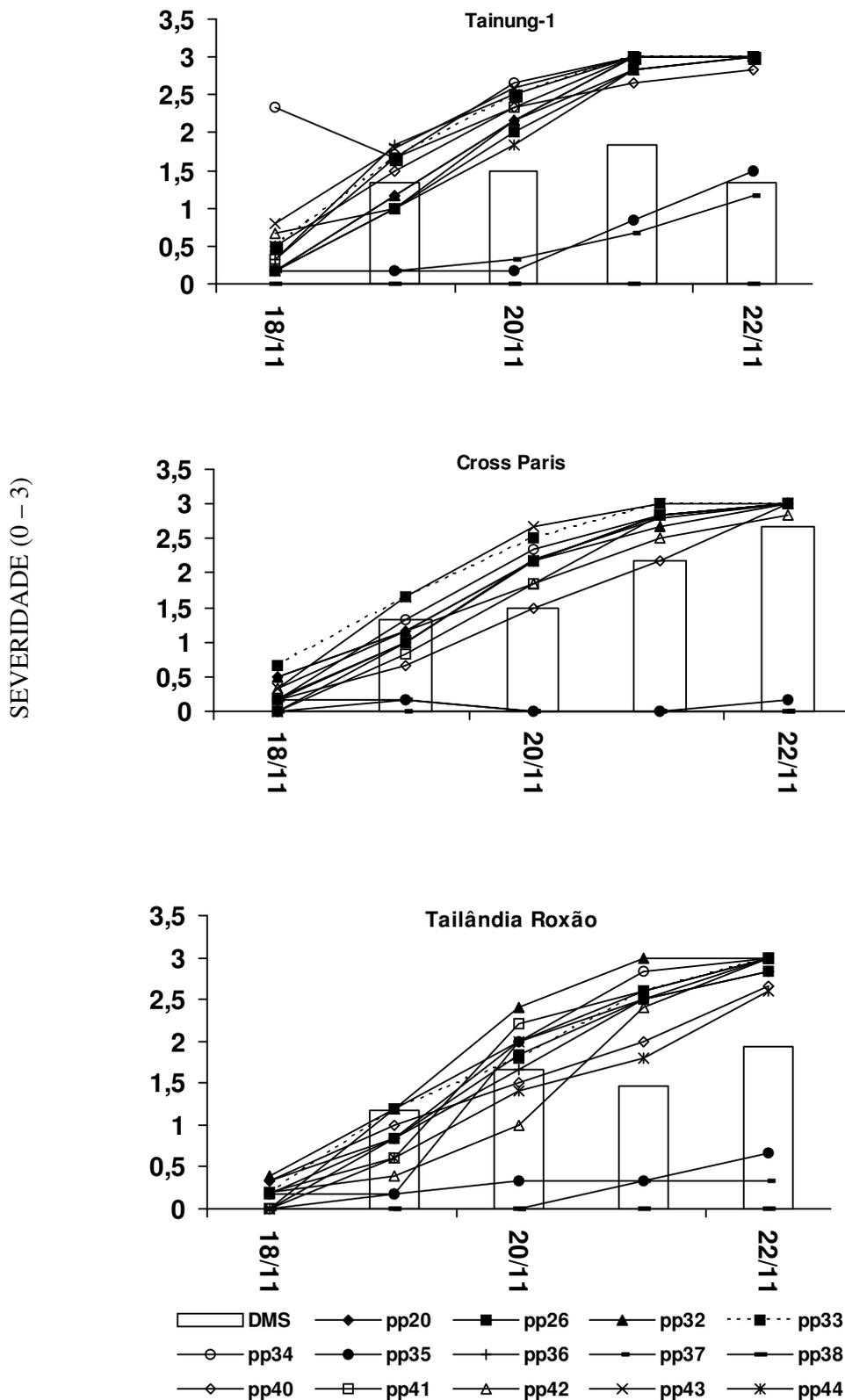


Fig. 7. Curvas representando o progresso da doença por 14 isolados de *Phytophthora palmivora* grupo III em três cultivares de mamão (Experimento II). DMS = diferença mínima significativa segundo o teste de Tukey ($p = 0,05$); pp37 = isolado de pupunha; pp38 = isolado de *Morremia odorata*; demais isolados foram retirados de frutos e raízes de mamoeiro.

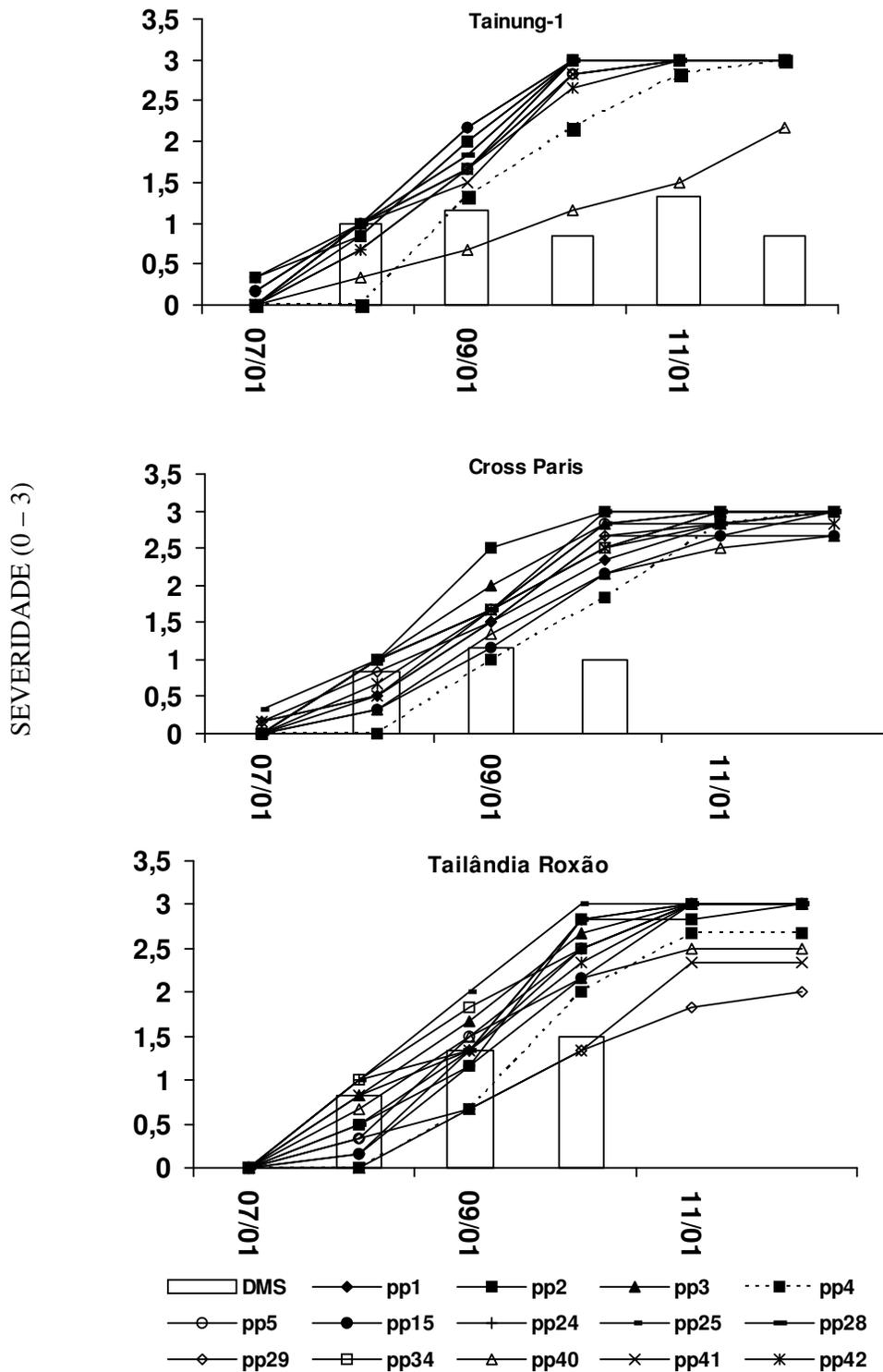


Fig. 8. Curvas representando o progresso da infecção por 14 isolados de *Phytophthora palmivora* grupos I (pp1 a pp5), II (pp15 a pp29) e III (pp34 a pp40) em três cultivares de mamão (Experimento I). DMS = diferença mínima significativa segundo o teste de Tukey ($p = 0,05$). Os isolados foram retirados de raízes e frutos de mamoeiro.

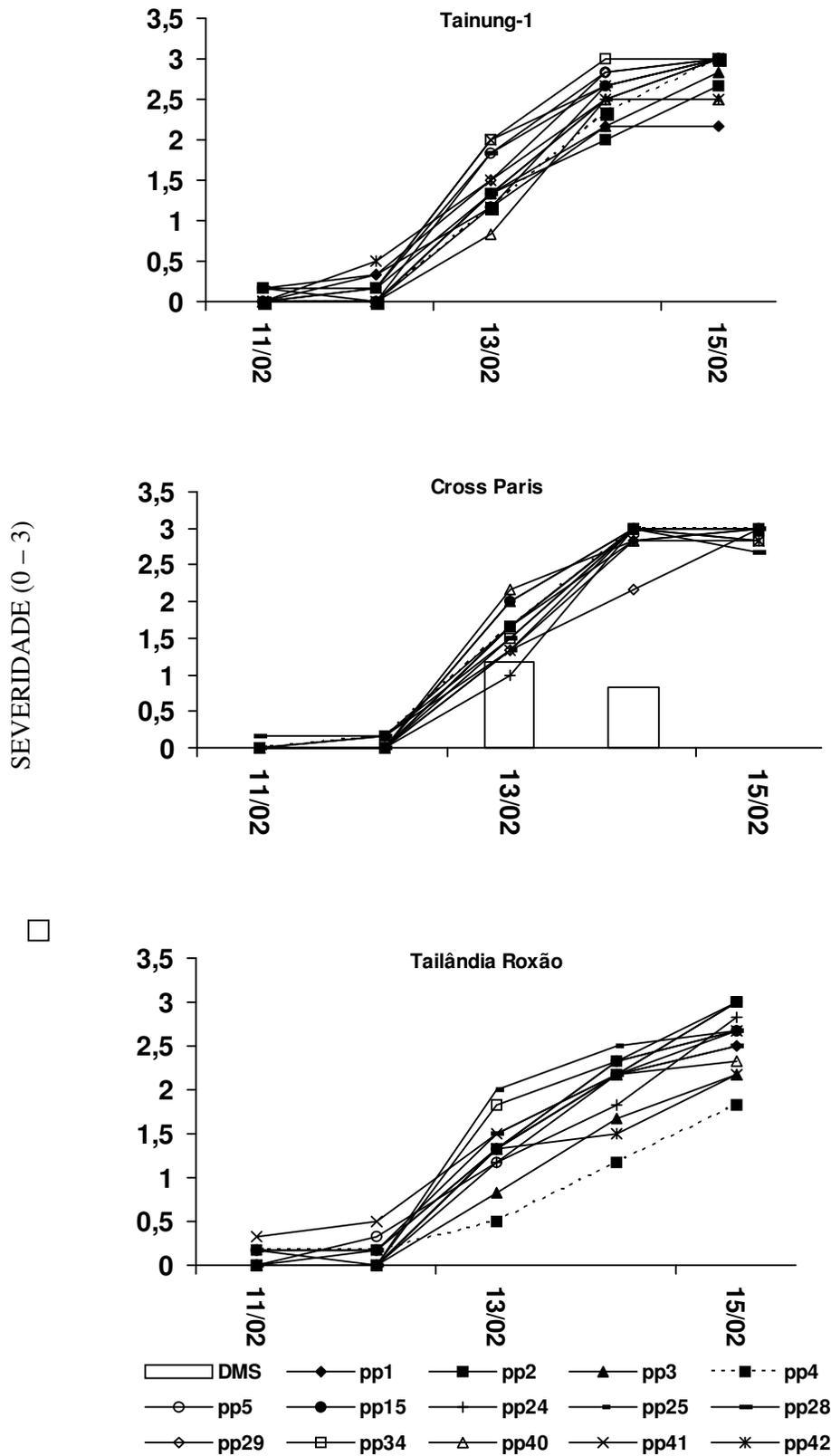


Fig. 9. Curvas representando o progresso da infecção por 14 isolados de *Phytophthora palmivora* grupos I (pp1 a pp5), II (pp15 a pp29) e III (pp34 a pp40) em três cultivares de mamão (Experimento II). DMS = diferença mínima significativa segundo o teste de Tukey ($p = 0,05$). Os isolados foram retirados de raízes e frutos de mamoeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COOKE D.E.L. & DUNCAN, J.M. Phylogenetic analysis of *Phytophthora* species based on ITS1 and ITS2 sequences of the ribosomal RNA gene repeat. *Mycological Research* 101 (6): 667-677. 1997.
- CHOWDAPPA, P., BRAYFORD, D., SMITH, J. & FLOOD, J. Identification of *Phytophthora* species affecting plantation crops by RFLP of PCR-amplified internal transcribed spacer regions of ribosomal RNA. *Current Science* 85 (1): 34-36. 2003.
- CHOWDAPPA, P., BRAYFORD, D., SMITH, J. & FLOOD, J. Molecular discrimination of *Phytophthora* isolates on cocoa and their relationship with coconut, black pepper and bell pepper isolates based on rDNA repeat and AFLP fingerprints. *Current Science* 84 (9): 1235-1238. 2003.
- DARMONO, T.W. Virulence and genetic integrity among isolates of *Phytophthora palmivora* from diseased cocoa pods. *Menara-Perkebunan* 65 (1): 34-42. 1999.
- FRUTISÉRIES 7. Ministério da Integração Social, Secretaria de Infra-Estrutura e Departamento de Projetos Especiais. Brasília. 2000.
- ERWIN, D. C. & RIBEIRO, O. K. *Phytophthora* diseases worldwide. The American Phytopathological Association, St. Paul, USA. 562 pp. 1996.
- FALEIRO, F.G., LUZ, E.D.M.N., CERQUEIRA, A.O., ROCHA, C.S.S., DANTAS NETO, A., FLORES, A.B., BAHIA, R.C.S. & FALEIRO, A.S.G. Caracterização e diversidade genética de isolados de *Phytophthora* spp. do cacauero com base em marcadores RAPD. *Fitopatologia Brasileira* 29:303-306. 2004.
- HONG, S.B., JEE, H.J., LEE, S.I. & GO, S.J. Restriction fragment length polymorphism of PCR amplified ribosomal DNA among korean isolates of *Phytophthora*. *Plant Pathology Journal* 15 (4): 228-235. 1999.
- FORSTER, H. OUDEMANS, P. & COFFEY, M.D. Mitochondrial and nuclear DNA diversity within six species of *Phytophthora*. *Experimental Mycology* 14 (1): 18-31. 1990.
- KO, W. H. *Phytophthora* fruit rot and root rot. In: Ploetz, R. C., Zentmyer, G. A., Nishijima, W. T., Rohrbach, K. G., Ohr, H. D (Eds.) *Compendium of tropical fruit diseases*. St. Paul. APS Press. 1994. p. 61-62.
- KONG, P., HONG, C.X., RICHARDSON, P.A. & GALLEGLY, M.E. Single-strand-conformation polymorphism of ribosomal DNA for rapid species differentiation in genus *Phytophthora*. *Fungal Genetics and Biology* 39 (3): 238-249. 2003.
- LUZ, W. C. Classificação dos seres vivos para o novo milênio. Parte I – O sistema de 25 reinos em três domínios. *Revisão Anual de Patologia de Plantas*, v. 8, p. 1-25, 2000.
- RISTAINO, J.B., MADRITCH, M., TROUT, C.L. & PARRA, G. PCR amplification of ribosomal DNA for species identification in the plant pathogen genus *Phytophthora*. *Applied and Environmental Microbiology* 64 (3): 948-954. 1998.
- SCHIMTTHENNER, A. F. Isolation and identification methods for *Phytophthora* and *Pythium*. *Procedures of the First Woody Ornamental Disease Workshop*. Montreal, University of Montreal. 1973. p. 128.
- SILVA, G. S., URBEN, A. F. & DOIHARA, I. P. Ocorrência de *Phytophthora palmivora* em mamoeiro no Estado do Maranhão. *Fitopatologia Brasileira* 24: 329. 1999.
- SILVA, G. S. Podridão das raízes e dos frutos do mamoeiro. In: LUZ, E. D. M. N., SANTOS, A. F., MATSUOKA, K. & BEZERRA, J. L. (Eds.) *Doenças causadas por Phytophthora no Brasil*. Campinas. Livraria e Editora Rural. 2001. p. 413-432.
- ZHENG, F.C. & WARD, E. Variation within and between *Phytophthora* species from rubber and citrus trees in China, determined by polymerase chain reaction using RAPDs. *Journal of Phytopathology* 146 (2-3): 103-109. 1998.

CAPÍTULO 3

CONTROLE DA PODRIDÃO DO PÉ DO MAMOEIRO COM FOSFITO

RESUMO

O controle da podridão das raízes e dos frutos do mamoeiro (*Carica papaya*) causada por *Phytophthora palmivora*, é essencial para reduzir perdas e, conseqüentemente, aumentar a produtividade dos plantios. Foram avaliados sete fosfitos e um fungicida tradicional (fosetyl-Al). Os testes foram conduzidos em casa de vegetação utilizando plântulas de mamoeiro da variedade “Tailândia Roxão”. Nos experimentos com uma única aplicação e com uma aplicação semanal por três semanas não houve diferenças significativas em relação ao controle. Entretanto, no experimento com duas aplicações semanais por três semanas, os tratamentos com fosfito (40% P₂O₅ + 20% K₂O) 150ml/100l e fosfito (20% P₂O₅ + 20% K₂O) 200ml/100l retardaram o desenvolvimento da doença. Contudo, ao se aplicar o dobro da dose desses dois fosfitos o efeito cessou.

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.), possivelmente originária da América Central, é uma das plantas tropicais de maior importância na produção nacional e mundial de fruteiras. Suas frutas são consumidas principalmente *in natura* e delas também é possível a extração de enzimas proteolíticas (papaína), com uso na indústria alimentícia e medicamentosa (Nakasone, 1994; Simão, 1998). O Brasil é um dos líderes na produção desta fruta, sendo os estados da Bahia e do Espírito Santo os maiores produtores (Agrianual, 2005).

A “podridão do pé” ou podridão das raízes e dos frutos do mamoeiro causada por *Phytophthora palmivora* (Butler) é uma das principais doenças desta planta. Em algumas regiões produtoras do Brasil, as perdas ocasionadas pela doença podem atingir cerca de 10 %. Em situações onde predominam elevados índices pluviométricos e temperaturas entre 25 e 30 °C, as perdas podem atingir 60 % (Ko, 1994; Silva *et al.* 1999).

Os fosfitos e seus correlatos, tais como o fosetyl-Al e o ácido fosforoso ou fosfito, já tiveram sua eficiência comprovada no controle de *Phytophthora* em cultivos de abacaxi (*Ananas comosus* L.) (Rohrbach & Schenck, 1985), citros (*Citrus sp. L.*) (De Boer *et al.*,

1990), e noqueira (*Juglans regia* L.) (Matheron & Mircetich, 1985), entre outros. Johri *et al.* (1998) relatou que a infecção de *Piper betle* por *P. palmivora* era controlada por aplicações foliares de fosfito de potássio.

Holderness (1992) testou fosfito de potássio para o controle da podridão-parda dos frutos e do cancro do cacauero (*Theobroma cacao* L.) causados por *P. palmivora*. A injeção de fosfito de potássio no caule controlou a podridão-parda dos frutos comparável à pulverização de metalaxil com óxido cuproso (Holderness, 1992). A injeção também controlou de forma eficaz os cancos no tronco e nos galhos (Holderness, 1992). A pulverização de fosfito de potássio não foi eficaz no controle de *P. palmivora* no cacauero (Holderness, 1992). Opoku *et al.* (1998) também testou fosfito de potássio para o controle da podridão parda dos frutos no cacauero. O fosfito foi injetado no caule das plantas à cerca de um metro do solo e, em alguns casos, chegou a reduzir em 60% a incidência da doença (Opoku *et al.*, 1998). O tratamento foi mais eficaz do que três fungicidas cúpricos e tão eficiente quanto à mistura de metalaxil+cobre (Opoku *et al.*, 1998). No entanto, a injeção de fosfito de potássio causou rachaduras no caule no ponto da aplicação e danos extensivos foram observados nos vasos do xilema e do floema (Opoku *et al.*, 1998). Smillie *et al.* (1989) verificaram uma redução significativa no desenvolvimento da lesão no caule de mamoeiro após encharcamento das raízes com uma solução de fosfito. Estes autores mostraram também que houve uma correlação forte entre a concentração de fosfito no sítio de infecção e inibição dos sintomas.

Os fosfitos agem inibindo o crescimento micelial e a esporulação do patógeno, além de induzir na planta hospedeira a produção de fitoalexinas, fenilalanina-amônia-liase e compostos como a lignina e o etileno que agem no processo de defesa da planta contra a infecção pelo patógeno (Panicker & Gangadharan, 1999; Guest & Bompeix, 1990; Nemestothy & Guest, 1990).

A determinação de métodos eficientes de controle da doença é necessária. Tratamentos químicos menos agressivos ao ambiente, métodos culturais e biológicos eficientes, provavelmente, reduziriam as perdas ocasionadas pela doença (Krauss & Soberanis, 2001). O objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência de diferentes fosfitos no controle da podridão do mamoeiro, causada por *P. palmivora*, sob condições controladas em casa de vegetação.

MATERIAIS E MÉTODOS

Determinação da eficiência de fosfitos no controle de *Phytophthora palmivora*

Área experimental, preparo e plantio de plântulas

Os testes foram realizados em uma casa de vegetação (temperatura média de 25 °C) da Estação Experimental de Biologia da Universidade de Brasília, D.F. Sementes da variedade “Tailândia Roxão” do grupo Formosa foram semeadas em bandejas de 72 células contendo Plantimax (casca de Pinus, vermiculita e turfa – Eucatex Agro) + 5 g/l de Osmocote (14 - 14 – 14 NPK – Scotts Co.) e mantidas sob telado. Após dois meses da semeadura, as mudas, com tamanho médio de 10 cm, foram transplantadas para os vasos cada um contendo 2 l de solo esterilizado com brometo de metila. Os experimentos tiveram início aos quinze dias após o transplante das plântulas.

Multiplicação do inóculo

O isolado PP-24 de *P. palmivora* foi multiplicado em meio de cultura seletivo (200 ml de suco de tomate temperado Superbom, 18 g de ágar, 3 g de CaCO₃, 800 ml de água destilada e, após autoclavagem, 10 mg de Pimaricina, 250 mg de Ampicilina, 10 mg de Rifampicina, 30 mg de Rosa de Bengala) (modificado de Schmitthenner, 1973) em placas de Petri contendo palitos devidamente esterilizados. As placas foram colocadas em uma câmara de crescimento a 25 °C (fotoperíodo de 12 h) por dez dias, que é o período necessário para que o fungo colonize os palitos.

Aplicação dos tratamentos, inoculação e delineamento experimental

Experimento com dois fosfitos

Neste experimento foram utilizados os tratamentos A (40 % P_2O_5 + 20 % K_2O , 150 ml/100 l), B (40 % P_2O_5 + 20 % K_2O , 250 ml/100 l), H (80 % fosetyl-Al, 250 g/100 l) e Controle (sem aplicação de qualquer substância) (Tabela 1). Estes foram aplicados 0, 24, e 48 horas antes da inoculação com o patógeno, de duas maneiras: a) através de pulverização com um pulverizador manual de 500 ml nas duas superfícies das folhas até atingir o ponto de escorrimento e; b) através de encharcamento de 6ml/planta na base do caule utilizando-se uma pipeta. As aplicações próximas (tempo 0) à inoculação do patógeno e do tratamento H ocorreram 30 minutos antes da inoculação. Os palitos colonizados por *P. palmivora* eram inseridos na base do caule, um por planta, dois dias após a aplicação a “48 horas”.

Seguiu-se um delineamento em blocos ao acaso com quatorze tratamentos e quatro repetições. Cada unidade experimental compunha-se de uma planta por vaso, sendo que em cada repetição utilizaram-se três plantas. Este experimento foi realizado três vezes.

Tabela 1. Concentração do princípio ativo e doses das substâncias usadas nos experimentos.

Tratamento	Concentração do princípio ativo (% em p/p)	Dose
A	40 % P_2O_5 + 20 % K_2O	150 ml/100 l
B	40 % P_2O_5 + 20 % K_2O	250 ml/100 l
C	10 % P_2O_5 + 6 % Ca	400 ml/100 l
D	20 % P_2O_5 + 20 % K_2O	200 ml/100 l
E	40 % P_2O_5 + 6 % Mg	150 ml/100 l
F	30 % P_2O_5 + 20 % K_2O	175 ml/100 l
G	20 % P_2O_5 + 20 % K_2O	200 ml/100 l
H	80 % fosetyl-Al	250 g/100 l
Controle	-	-

Experimento com sete fosfitos e uma aplicação semanal

Neste experimento foram utilizados os tratamentos A (40 % P_2O_5 + 20 % K_2O , 150 ml/100 l), B (40 % P_2O_5 + 20 % K_2O , 250 ml/100 l), C (10 % P_2O_5 + 6 % Ca, 400 ml/100 l), D (20 % P_2O_5 + 20 % K_2O , 200 ml/100 l), E (40 % P_2O_5 + 6 % Mg, 150 ml/100 l), F (30 % P_2O_5 + 20 % K_2O , 175 ml/100 l), G (20 % P_2O_5 + 20 % K_2O , 200 ml/100 l), H (80 % fosetyl-Al, 250 g/100 l) e Controle (sem aplicação de qualquer substância) (Tabela 1). As aplicações dos tratamentos foram feitas uma vez por semana durante três semanas, utilizando-se um pulverizador manual de 500 ml. Os produtos eram aplicados nas duas superfícies das folhas até atingir o ponto de saturação. A inoculação de *P. palmivora* nas plantas ocorreu 48 horas após a última aplicação utilizando-se palitos colonizados pelo fungo que eram inseridos, um por planta, na base do caule.

Seguiu-se um delineamento em blocos ao acaso com nove tratamentos e quatro repetições. Cada unidade experimental compunha-se de uma planta por vaso, sendo que em cada repetição utilizaram-se cinco plantas. Este experimento foi realizado uma vez.

Experimento com sete fosfitos e duas aplicações semanais

Este experimento foi conduzido da mesma maneira que o descrito anteriormente. Entretanto, ao invés de uma aplicação semanal foram realizadas duas. Ele foi repetido, mas apenas com os tratamentos B (40 % P_2O_5 + 20 % K_2O , 250 ml/100 l), D (20 % P_2O_5 + 20 % K_2O , 200 ml/100 l), H (80 % fosetyl-Al, 250 g/100 l) e Controle (sem aplicação de qualquer substância).

Esses mesmos tratamentos foram utilizados em outro experimento, onde as doses de B (40 % P_2O_5 + 20 % K_2O , 250 ml/100 l) e D (20 % P_2O_5 + 20 % K_2O , 200 ml/100 l) empregadas foram o dobro das descritas na Tabela 1. O modo de aplicação dos tratamentos, a inoculação do patógeno e o delineamento experimental seguiram o padrão descrito anteriormente. Esse experimento foi realizado duas vezes.

Avaliação dos sintomas

As avaliações dos sintomas começaram 24 horas após a inoculação. A severidade da infecção foi avaliada diariamente em cada planta utilizando-se a seguinte escala: 0 - sem sintomas; 1 - até 50% de murcha; 2 - de 51 a 100% de murcha; 3 - morta (Figura 1).

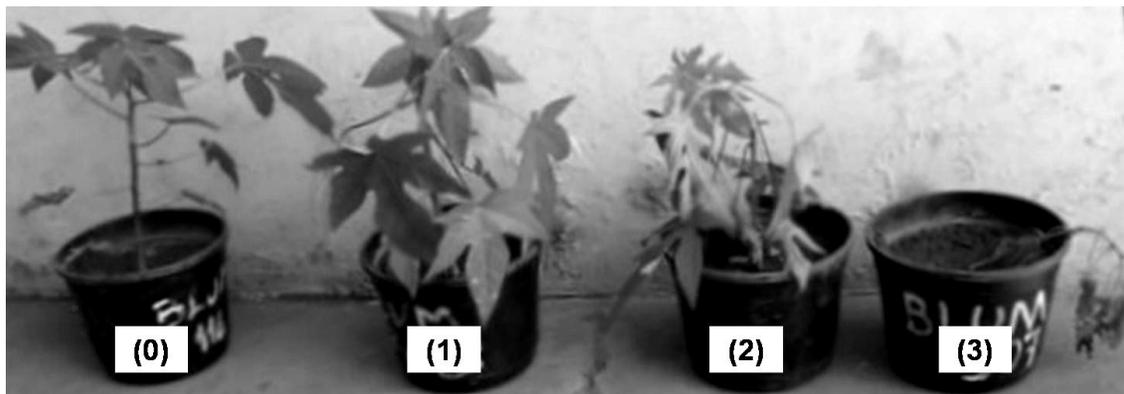


Fig. 1. Escala utilizada na avaliação de severidade da infecção de *Phytophthora palmivora* em mudas de mamão. Da esquerda para a direita: 0 - sem sintomas; 1 - até 50% de murcha; 2 - de 51 a 100% de murcha; 3 - morta

Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos, comparados através do teste de Tukey ($P=5\%$). A análise estatística dos dados foi realizada utilizando-se o programa SigmaStat 2.0 da Jandel Corporation (copyright @ 1995).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste trabalho mostrou-se que os fosfitos, quando aplicados na dose e na frequência correta, podem reduzir a severidade da podridão do pé do mamoeiro. Vários testes com fosfitos já foram realizados em diversas culturas como abacaxi (Rohrbach & Schenck, 1985), citrus (De Boer *et al.*, 1990) e noqueira (Matheron & Mircetich, 1985) para comprovar sua eficiência no controle de patógenos. Todavia, poucos são os trabalhos que abordam o efeito dos fosfitos no controle de *P. palmivora* em mamoeiro (Smillie *et al.*, 1989). Os métodos de aplicação variavam dependendo dos objetivos do estudo e da hospedeira, os trabalhos encontrados apresentaram resultados positivos na aplicação através de encharcamento da raiz

(Smillie *et al.*, 1989), aplicações foliares (Holderness, 1992) e injeção no caule (Holderness, 1992 e Opoku *et al.*, 1998), apesar deste último método, conforme citado por Opoku *et al.* (1998), ter causado danos às plantas.

No experimento com aplicação única dos fosfitos, nenhum dos tratamentos apresentou diferenças significativas em relação ao controle (Figura 2). Entretanto, o controle apresentou sempre a maior severidade, e, em duas repetições (Figura 2 b e c), o tratamento com fosfito (40 % P_2O_5 + 20 % K_2O) 250 ml/100 l aplicado através de pulverização 48 horas antes da inoculação, manteve-se com uma severidade média inferior ao controle. Esta foi a razão pela qual o período de 48 horas foi estabelecido como base de intervalo entre a última aplicação dos tratamentos e a inoculação do patógeno nos experimentos posteriores.

No experimento com uma aplicação semanal, totalizando três aplicações (Figura 3 a), não houve diferenças significativas em relação ao controle. Já no experimento com duas aplicações semanais, totalizando seis aplicações (Figura 3 b), o tratamento B, com fosfito (40 % P_2O_5 + 20 % K_2O) a 150 ml/100 l, retardou significativamente o desenvolvimento do sintoma de murcha característico da infecção por *P. palmivora*.

Ao se repetir o experimento utilizando o tratamento B, com fosfito (40 % P_2O_5 + 20 % K_2O) a 150 ml/100 l adicionou-se também o tratamento D, com fosfito (20 % P_2O_5 + 20 % K_2O) a 200 ml/100 l, por este ter obtido a média de severidade final mais baixa dentro do grupo intermediário e o tratamento H (Fosetyl-Al). Novamente o tratamento B retardou significativamente o desenvolvimento do sintoma de murcha, quando comparado ao controle (Figura 3 c). Os tratamentos D e H não foram estatisticamente diferentes nem do controle, nem do tratamento B.

Quando os tratamentos B, com fosfito (40 % P_2O_5 + 20 % K_2O) a 300 ml/100 l e D, com fosfito (20 % P_2O_5 + 20 % K_2O) a 400 ml/100 l foram aplicados utilizando o dobro da dose estipulada na Tabela 1, não ocorreu diminuição dos danos provocados pelo patógeno

(Figura 4). Além disso, manchas necróticas, típicas de reação fitotóxica, surgiram nas folhas das plântulas pulverizadas com o fosfito do tratamento B. Estes resultados indicam que um limite máximo por aplicação deve ser respeitado, caso contrário pode-se debilitar a planta tornando o efeito do tratamento praticamente nulo.

Os resultados obtidos indicam que seria necessária a absorção de certa quantidade de fosfito pela planta, antes da infecção pelo patógeno, para que ocorresse uma minimização dos sintomas (Figura 2 b e c). Além disso, a dose por aplicação deveria ser monitorada para que não ocorram reações fitotóxicas como as descritas aqui e por Opoku *et al.* (1998). Testes com diferentes doses de fosfitos e/ou com um maior número de aplicações por semana deverão ser realizados, para verificar uma possível diminuição da doença em mamoeiro causada por *P. palmivora*. As aplicações por encharcamento, apesar de não terem sido efetivas (Figura 1), devem ser repetidas variando a dose, quantidade de solução por planta e número de aplicações antecedendo a inoculação, já que houve relatos anteriores de sua eficácia (Smillie *et al.*, 1989).

Deve-se levar em consideração que o método de inoculação do patógeno utilizado no presente trabalho foi extremamente drástico. Mesmo assim um dos tratamentos retardou significativamente o progresso da infecção (Figura 2 b e c). Supõe-se que, sob condições de campo, o tratamento B, com fosfito (40 % P_2O_5 + 20 % K_2O) pulverizado a 150 ml/100 l, seria mais efetivo.

Em conclusão, o presente estudo mostrou que os fosfitos podem reduzir a severidade da podridão do pé do mamoeiro quando aplicados duas vezes por semana. Todavia, quando aplicados em doses superiores à recomendada causam fitotoxicidade.

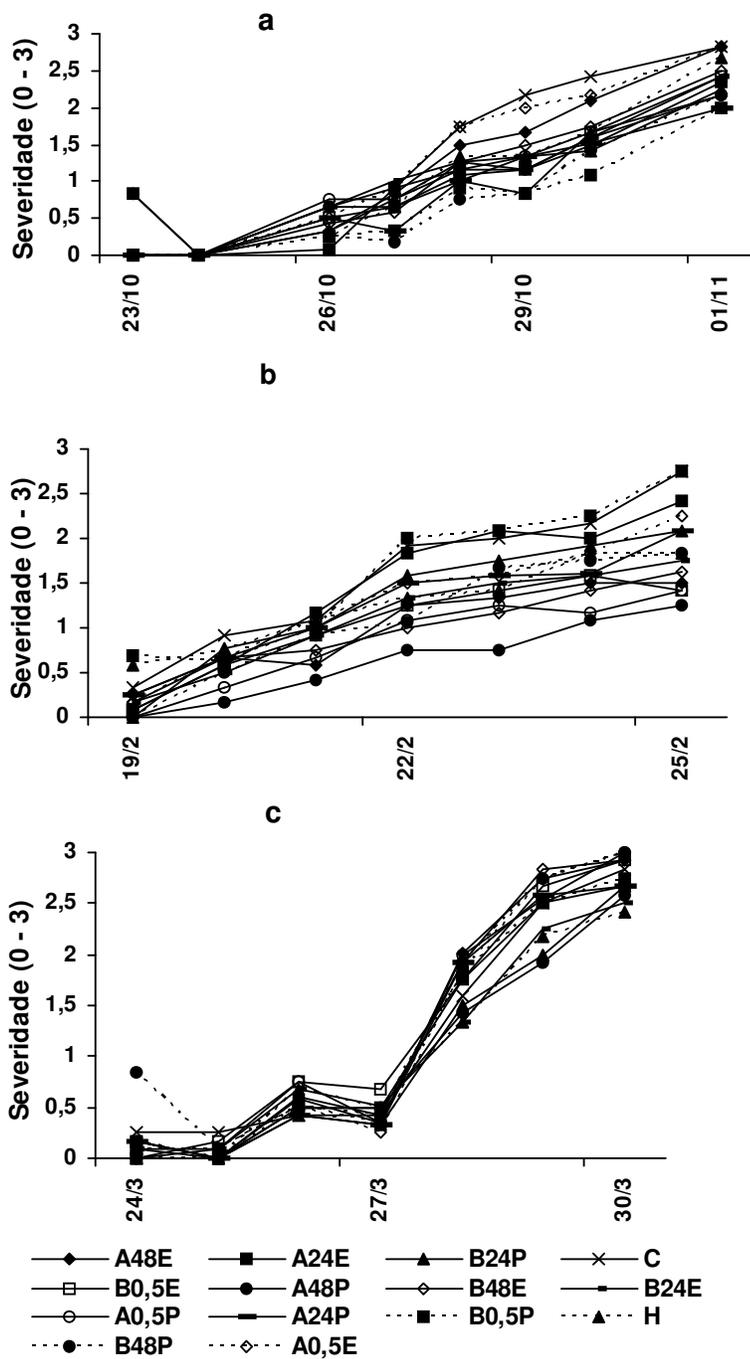


Fig. 2. Progresso da doença por *Phytophthora palmivora* em três experimentos (a, b e c) com uma única aplicação dos fosfitos. A (fosfito 40 % P_2O_5 + 20 % K_2O), 250 ml/100 l; B (fosfito 40 % P_2O_5 + 20 % K_2O), 150 ml/100 l; H (80 % fosetyl-Al), 250 g/100 l.; C = Controle; 48, 24 e 0,5 = período, em horas, que antecedeu a inoculação; P = aplicado por pulverização; E = aplicado por encharcamento.

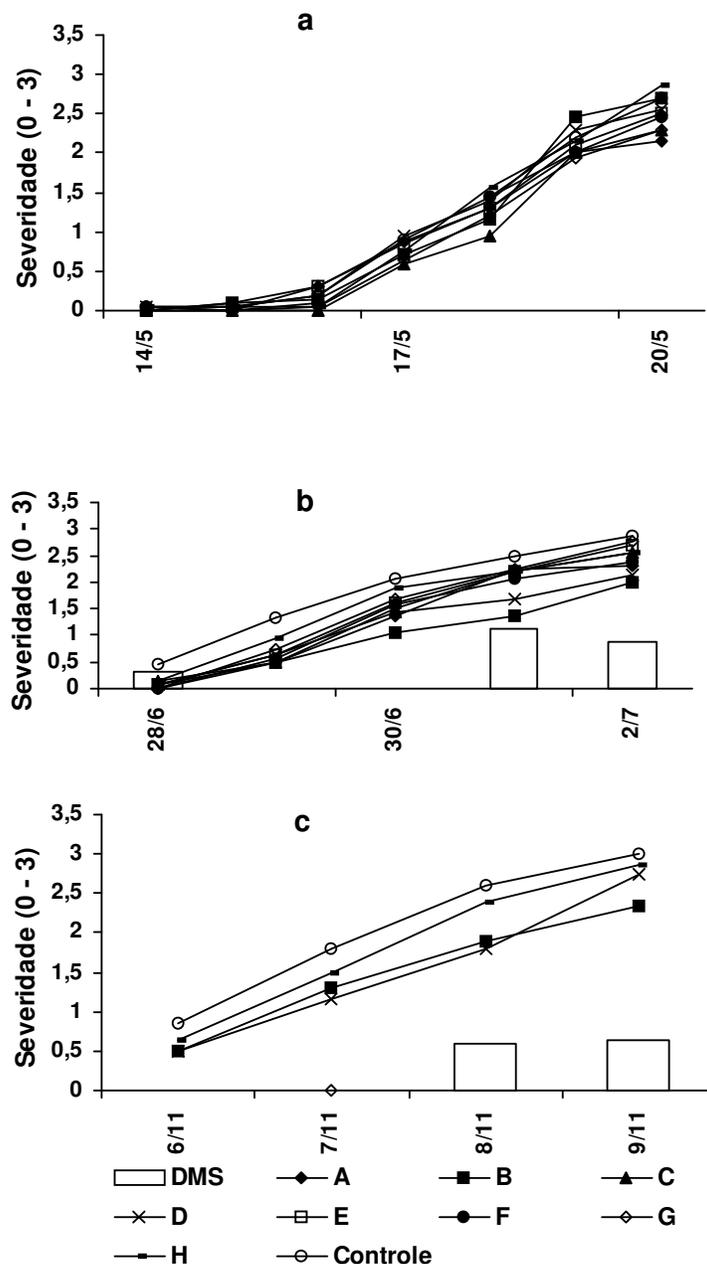


Fig. 3. Progresso da doença por *Phytophthora palmivora* em: a) Experimento com uma aplicação semanal dos fosfitos; b e c) Experimento com duas aplicações semanais dos fosfitos. A = fosfito (4 0% P₂O₅ + 20 % K₂O) 250 ml/100 l; B = fosfito (40 % P₂O₅ + 20 % K₂O) 15 0ml/100 l; C = fosfito (10 % P₂O₅ + 6 % Ca) 400 ml/100 l; D = fosfito (20 % P₂O₅ + 20 % K₂O) 200 ml/100 l; E = fosfito (40 % P₂O₅ + 6 % Mg) 150 ml/100 l; F = fosfito (30 % P₂O₅ + 20 % K₂O) 175 ml/100 l; G = fosfito (20 % P₂O₅ + 20 % K₂O) 250 ml/100 l; H = fungicida com fosetyl-AL na concentração de 80 %, 250 g/100 l; DMS = diferença mínima significativa segundo teste Tukey (P<0,05).

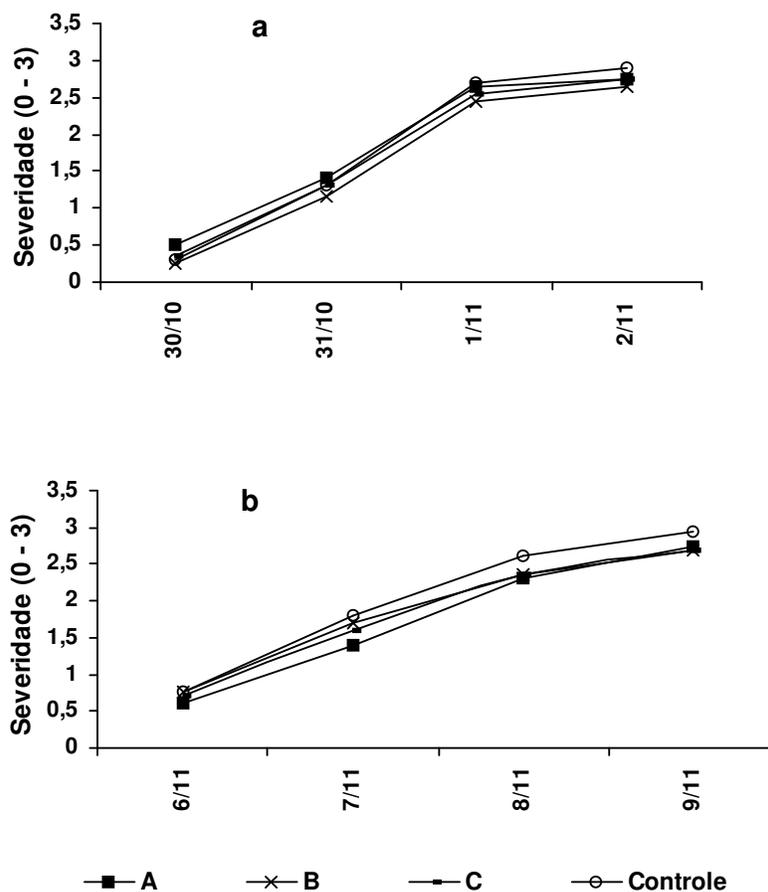


Fig. 4. Curvas representando o progresso da doença por *Phytophthora palmivora* em a e b. Experimento com duas aplicações semanais dos fosfitos. A = fosfito (40 % P_2O_5 + 20 % K_2O) 300 ml/100 l; B = fosfito (20 % P_2O_5 + 20 % K_2O) 400 ml/100 l; C = fungicida com fosetyl-AL 250 g./100 l.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL – Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio 2005. 523p.
- da COSTA, A.N. I & DA COSTA, A.F. In: MARTINS, B. dos S., COSTA. A. de F. S. da (eds.). A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção. Vitória, ES: Incaper, 2003. 497.
- de BOER, R. F.; GREENHALGH, F. C.; PEGG K. G.; MAYERS, P. E.; LIM, T. M. & FLETT, S. Phosphorus acid treatments control *Phytophthora* diseases in Australia. EPPO (Eur. Mediterr. Plant Prot. Organ.) Bull. 20: 193-197. 1990.
- DREW, R. A., O'BRIAN, C. M. & MAGDALITA, P. M. Development of *Carica* interspecific hybrids. Acta Horticulturae 461:285-291. 1998
- ERWIN, D. C. & RIBEIRO, O. K. *Phytophthora* diseases worldwide. The American Phytopathological Association, St. Paul, USA. 1996. 562 pp.
- GUEST, D. I. & BOMPEIX, G. The complex mode of action of phosphonates. Australasian Plant Pathology 19(4): 113-115. 1990.
- HOLDERNESS, M. Comparison of metalaxyl/cuprous oxide and potassium phosphonate as sprays and trunk injections for control of *Phytophthora palmivora* pod rot and canker of cocoa. Crop protection. 11(2): 141-147. 1992.
- JOHRI, J. K. & CHAURASIA, R. S. A phosphonate for management of betelvine *Phytophthora*. National Acad. Sci. Letters (India). 21(7-8): 237-239. 1998.
- KO, W. H. *Phytophthora* fruit rot and root rot. In. Ploetz, R. C.; Zentmyer, G. A.; Nishijima, W. T.; Rohrbach, K. G.; Ohr, H. D. Compendium of tropical fruit diseases. St. Paul: APS Press, 1994. pp. 61-62.
- KRAUSS, U & SOBERANIS, W. Biocontrol of cocoa pod diseases with mycoparasite mixtures, Biological Control 22: 149-158. 2001.
- LIBERATO, J. R., VANETTI, C., RODRIGUES, C. H. & DIAS V. P. Ocorrência de podridão de *Phytophthora* em mamoeiro (*Carica papaya* L.) no Estado do Espírito Santo. Fitopatologia Brasileira 18:324. 1993.
- LUZ, W. C. Classificação dos seres vivos para o novo milênio. Parte I – O sistema de 25 reinos em três domínios. In. Luz, W. C. (Ed.) Revisão Anual de Patologia de Plantas. Passo Fundo. RAPP. 2000. 8: 1-25.
- MATHERON, M. E. & MIRCETICH, S. M. Control of *Phytophthora* root and crown rot and trunk canker in walnut with metalaxyl and fosetyl-Al. Plant Disease. 69: 1042-1043. 1985
- NAKASONE, H. Y. PART V. PAPAYA. In. Ploetz, R. C., Zentmyer, G. A., Nishijima, W. T., Rohrbach, K. G. & Ohr, H. D. Compendium of tropical fruit diseases. St. Paul: APS Press. 1994. p. 56-57.
- NEMESTOTHY, G. S. & GUEST, D. I. Phytoalexin accumulation, phenylalanine ammonia lyase activity and ethylene biosynthesis in fosetyl-Al treated resistant and susceptible tobacco cultivars infected with *Phytophthora nicotianae* var. *nicotianae*. Physiological and Molecular Plant Pathology 37(3): 207-219. 1990.
- OPOKU, I. Y.; AKROFI, A. Y.; APPIAH, A. A. & LUTERBACHER, M. C. Trunk injection of potassium phosphonate for the control of black pod disease of cocoa. Tropical Science. 38(3): 179-185. 1998.
- PANICKER, S & GANGADHARAN, K. Controlling downy mildew of maize caused by *Peronosclerospora sorghi* by foliar sprays of phosphonic acid compounds. Crop Protection 18 (2):115-118. 1999.
- ROHRBACH, K. G. & SCHENCK, S. Control of pineapple heart rot, caused by *Phytophthora parasitica* and *P. cinnamoni*, with metalaxyl, fosetyl-Al, and phosphorous acid. Plant Disease 69: 320-323. 1985.

SCHIMTTHENNER, A. F. Isolation and identification methods for *Phytophthora* and *Pythium*. Procedures of the First Woody Ornamental Disease Workshop. Montreal, University of Montreal. 1973. p. 128.

SILVA, G. S., URBEN, A. F. & DOIHARA, I. P. Ocorrência de *Phytophthora palmivora* em mamoeiro no Estado do Maranhão. *Fitopatologia Brasileira* 24: 329. 1999.

SILVA, G. S. Podridão das raízes e dos frutos do mamoeiro. In: Luz, E. D. M. N., Santos, A. F. dos, Matsuoka, K. & Bezerra, J. L. (Eds.) *Doenças causadas por Phytophthora no Brasil*. Campinas, SP. Livraria e Editora Rural. 2001. p. 413-432. SIMÃO, S. *Tratado de fruticultura*. Piracicaba: FEALQ. 1998. 760pp.

SMILLIE, R.; GRANT, B. R. & GUEST, D. The mode of action of phosphite: evidence for both direct and indirect modes of action on three *Phytophthora* spp. in plants. *Phytopathology*. 79(9): 921-926. 1989.

CAPÍTULO 4

USO DE *TRICHODERMA* PARA O CONTROLE DA PODRIDÃO DO MAMOEIRO CAUSADA POR *Phytophthora palmivora*

RESUMO

Trichoderma é um típico antagonista de fungos fitopatogênicos. Neste estudo avaliou-se *in vitro* e, posteriormente, em casa de vegetação, a atuação de isolados de *Trichoderma* no antagonismo a *Phytophthora palmivora*, causador da podridão do pé do mamoeiro. No teste *in vitro* foram feitas culturas pareadas de 43 isolados de *Trichoderma* com o isolado PP-24 do patógeno. Mediram-se o comprimento e diâmetro das colônias de *P. palmivora* aos 7 e 10 dias após o pareamento. As colônias de *Trichoderma* e do patógeno foram avaliadas conforme a escala: 1 (>95% da placa coberta pelo micélio/esporos de *Trichoderma*); 1,5 (>95% da placa coberta pelo *Trichoderma*, mas com baixa esporulação); 2 (51% - 95% da placa coberta pelo micélio de *Trichoderma*); 3 (até 50% da placa coberta pelo micélio de *Trichoderma*); 4 (2/3 da placa coberta pelo patógeno); 5 (100% da placa coberta pelo patógeno). Todos os isolados inibiram o patógeno quanto ao comprimento. Em relação ao diâmetro, somente os isolados cen144, cen203 e cen219 diferiram significativamente do controle em ambas as avaliações. Os isolados cen162 e cen266 diferenciaram-se do controle somente na segunda avaliação. Os isolados cen254, cen262, cen151, cen234, cen235 e cen219 (nota 1 na primeira avaliação) foram os mais agressivos. Esses dez isolados que se destacaram *in vitro* foram testados em experimentos em vasos contendo solo naturalmente infestado com *P. palmivora*. As avaliações foram feitas diariamente e se basearam no número de plantas mortas em cada tratamento (6 plantas/repetição; 4 repetições). No primeiro experimento os isolados cen162 (1,4 plantas mortas) e cen235 (1,1) foram os mais efetivos quando comparados ao controle (2,8). No segundo experimento somente esses dois isolados foram testados. Novamente cen162 (4,3) e cen235 (4,3) foram efetivos e diferenciaram-se significativamente do controle (6,0). Cen162, cen235 e cen144 não inibiram o desenvolvimento das mudas de mamão quando inoculados em solo estéril.

INTRODUÇÃO

O gênero *Trichoderma* (Persoon: Fr.) está bem documentado como agente de controle biológico eficiente contra patógenos de solo. Seu potencial como agente de controle biológico

de doenças em fruteiras causadas por *Phytophthora* spp. tem sido explorado em trabalhos com alguns patossistemas, como por exemplo macieira (*Malus* sp.) - *Phytophthora cactorum* (Schröeter), descritos a seguir.

Valdebenito-Sanhueza (1987) conseguiu resultados positivos com aplicações de *Trichoderma* sp. para controlar *P. cactorum* em macieiras. Macieiras jovens foram inoculadas com *Trichoderma* sp., o que resultou em uma redução significativa da mortalidade dessas árvores.

Uma preparação comercial (BinabT) contendo cerca de 50×10^6 esporos de *Trichoderma viride* (Pers. ex Fr.) por grama, inibiu a formação de esporângios e parasitou o micélio de *P. cactorum in vitro*. Este produto reduziu o tamanho das lesões em galhos de macieira inoculados com o patógeno e em plantas adultas pulverizadas com a preparação comercial (Orlikowski & Schimidle, 1985).

Smith *et al.* (1990) e Roiger *et al.* (1991), utilizando métodos distintos, relataram que algumas espécies de *Trichoderma* e *Gliocladium* (Miller, Giddens & Foster) suprimiram *P. cactorum* em mudas de macieira dentro de casa de vegetação. Sendo que, Smith *et al.* (1990) relataram que mudas saudáveis se desenvolveram significativamente melhor na presença de alguns dos isolados.

Alexander *et al.* (2001) relataram que um isolado de *T. harzianum* (Rifai) controlou o tombamento de mudas de maçã por *P. cactorum*, consistentemente, em experimentos realizados em vasos dentro de uma casa de vegetação. O controle foi estatisticamente equivalente ao tratamento com a mistura de fungicidas metalaxyl+mancozeb.

Amonrat (1998) testou em casa de vegetação, com resultados positivos, dois isolados de *T. harzianum* para controlar *P. parasitica* em raízes de tangerina (*Citrus reticulata* L.). Estudos também foram conduzidos em um pomar. Duas misturas foram formuladas utilizando os isolados juntamente com farelo de arroz e composto orgânico. As misturas foram aplicadas

no solo sob a copa das árvores, o que reduziu significativamente a população de *P. parasitica* e os sintomas da podridão de raiz.

Swant *et al.* (1995) testaram diferentes isolados de *T. harzianum* e de *T. viride*, que cresceram em farelo de café (*Coffea arabica* L.), no controle da podridão de raiz em mudas de tangerinas causada por *P. nicotianae* var. *parasitica* (Dastur) e *P. colocasiae* (Raciborski). Os isolados diminuíram a incidência de podridão nas raízes secundárias e melhoraram significativamente o vigor das mudas.

Amorim *et al.* (1999) trataram as raízes de mudas de *Citrus* sp. com uma mistura de isolados de *T. harzianum* e *T. konigii* (Oudemans) e com uma suspensão de rizobactérias contendo *Pseudomonas putida* (Trevisan), *P. fluorescens* (Migula) e *Bacillus subtilis* (Kunst). As mudas foram transplantadas para substratos pre-infestados com *P. parasitica* (Dastur) e *P. citrophthora* (Leonian). O tratamento controlou os dois patógenos.

Supaporn (1994) utilizou misturas de *Trichoderma* spp. com diatomita, farelo de arroz e composto orgânico para controlar a podridão de raiz em durião (*Durio zibethinus*). A mistura foi aplicada, sozinha ou combinada com metalaxyl ou fosetyl-Al, a solos infestados com *P. palmivora* (Butler). A eficiência das misturas foi superior aos tratamentos químicos convencionais (metalaxyl e fosetyl-Al aplicados separadamente). Em condições de viveiro, a aplicação das misturas no solo 4 ou 5 dias antes de ser inoculado com *P. palmivora* reduziu significativamente a incidência de podridão nas raízes de durião (Supaporn *et al.*, 1994). Kanoknach (1997) utilizou uma mistura similar, mas sem diatomita, e a aplicou sozinha, ou misturada com uma dose baixa de metalaxyl, ao solo de pomares de durião. Em todos os tratamentos as populações de *P. palmivora* no solo foram significativamente reduzidas, juntamente com os sintomas (p. ex.: declínio) da doença (Kanoknach *et al.*, 1997). Suthamas (1994) e Chiradej *et al.* (1995) também utilizaram uma mistura de *Trichoderma* com farelo de arroz, composto orgânico e areia, para controlar *P. parasitica* em tangerina. A mistura, em

combinação com 2500 ppm de metalaxyl, reduziu efetivamente a podridão de raiz nessas árvores (Chiradej *et al.*, 1995). Ueno *et al.* (2001), avaliaram o uso do produto comercial Controlbio 2001 (*Trichoderma* sp.) no controle de *P. palmivora* em mamoeiro, concluindo-se que este não foi eficiente e causou um menor desenvolvimento das plantas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar um grupo de diferentes isolados de *Trichoderma* sp. para determinar sua viabilidade como alternativa eficaz no controle da podridão do pé do mamoeiro (*Carica papaya*), e verificar possíveis interações deletérias entre os isolados de *Trichoderma* e o mamoeiro.

MATERIAIS E MÉTODOS

Testes *in vitro*

Multiplicação do *Trichoderma* spp. e de *P. palmivora*

Quarenta e três isolados de *Trichoderma*, provenientes da coleção micológica do Laboratório de Controle Biológico da EMBRAPA/CENARGEM (Brasília, DF), foram testados *in vitro* para o controle de *P. palmivora*. Os isolados foram multiplicados em meio BDA (200 g de batata, 20 g de ágar, 10 g de dextrose, 800 ml de água destilada e, após autoclavagem, 125 mg de cloranfenicol) em placas de petri, que posteriormente foram colocadas em uma câmara de crescimento a 25 °C (fotoperíodo de 12 h) por sete dias.

O isolado PP-24 de *P. palmivora* foi multiplicado em meio de cultura (modificado de Schmitthenner, 1973) seletivo (200 g de suco de tomate, 18 g de ágar, 3 g de CaCO₃, 800 ml de água destilada e, após autoclavagem, 10 mg de pimarcina, 250 mg de ampicilina, 10 mg de rifampicina, 30 mg de rosa de bengala) em placas de petri. As placas foram colocadas em uma câmara de crescimento a 25 °C (fotoperíodo de 12 h) por sete dias, que é o período necessário para que o fungo colonize a placa por inteiro.

Pareamento de colônias de *Trichoderma* e *P. palmivora*

Discos de 0,5cm de diâmetro de meio de cultura contendo colônias de *Trichoderma* sp. e *P. palmivora* foram colocados em lados opostos de uma placa de petri (9 cm de diâmetro) contendo meio de cultura seletivo (descrito anteriormente) de *P. palmivora*. Havia três repetições para cada isolado de *Trichoderma*. As placas foram colocadas em câmaras de crescimento a 25 °C com fotoperíodo de 12 h.

Avaliação do desenvolvimento das colônias de *Trichoderma* e de *P. palmivora* e análise estatística

Mediram-se o comprimento e diâmetro das colônias de *P. palmivora* 7 e 10 dias após o pareamento. As colônias de *Trichoderma* e do patógeno também foram avaliadas conforme a escala (Bell *et al.*, 1982): 1 (>95 % da placa coberta pelo micélio/espores de *Trichoderma*); 1,5 (>95 % da placa coberta pelo *Trichoderma*, mas com baixa esporulação ou esporulação ausente); 2 (51 % - 95 % da placa coberta pelo micélio de *Trichoderma*); 3 (até 50 % da placa coberta pelo micélio de *Trichoderma*); 4 (2/3 da placa coberta pelo patógeno); 5 (100 % da placa coberta pelo patógeno).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias das avaliações de cada isolado de *Trichoderma* comparadas através do teste de Tukey (P=5 %). A análise estatística dos dados foi realizada utilizando-se o programa SigmaStat 2.0 da Jandel Corporation (copyright @ 1995).

Experimento em casa de vegetação

Área experimental

Os testes foram realizados em uma casa de vegetação (temperatura média em torno de 25 °C) da Estação Experimental de Biologia da Universidade de Brasília (DF).

Multiplicação do *Trichoderma* spp. e de *P. palmivora*

Em erlenmeyers de 250 ml foram colocados 40 g de arroz parboilizado da marca “Tio João”, e água destilada o suficiente para cobri-lo. Em seguida, esse substrato foi autoclavado

por vinte e cinco minutos no dia anterior a inoculação. A seguir, inoculou-se cada erlenmeyer com dois ou três discos de meio de cultura contendo *Trichoderma*. Os erlenmeyers foram então colocados em uma câmara de crescimento a 25 °C (fotoperíodo de 12 h) por sete dias. Foram utilizados 5 g de inóculo por quilo de solo. O isolado PP-24 de *P. palmivora* foi multiplicado conforme descrito anteriormente.

Preparo das mudas

Sementes da variedade Tainung I do grupo Formosa foram semeadas em bandejas (72 células) contendo o substrato Plantmax (casca de pinus, vermiculita e turfa – Eucatex Agro) e Osmocote (14 - 14 - 14 NPK – Scotts Co.) a 5 g/l de substrato. As sementeiras foram mantidas em um telado até que as mudas atingissem a altura média de 10 cm.

Plantio das mudas e preparo do solo

Aos dois meses depois da semeadura, as mudas foram transplantadas para vasos contendo 2 kg de solo naturalmente infestado com *P. palmivora* obtido de uma área com histórico da doença na própria Estação Biológica. Uma semana antes do plantio, o inóculo natural do solo foi reforçado ao se colocar, em cada vaso, fatias de mamão “papaya” infectadas pelo isolado PP-24 de *P. palmivora*.

Um dia antes da inoculação com os isolados de *Trichoderma*, todo o solo contido nos vasos foi despejado sobre um plástico preto e misturado utilizando-se uma enxada. No dia seguinte, foi feito um orifício de cerca de 5 cm de profundidade em cada vaso e 10 g do inóculo de *Trichoderma* foi colocado em cada um e posteriormente coberto por terra. O plantio das mudas (2 plantas / vaso) ocorreu 24 h após a inoculação do solo com os isolados de *Trichoderma*.

Avaliação da incidência de *P. palmivora*, delineamento experimental e análise estatística

Os isolados testados foram os que se destacaram nas avaliações *in vitro* (Tabela 1). No primeiro experimento (dezembro/2005) foram incluídos dez isolados (cen254, cen262,

cen151, cen234, cen235, cen144, cen203, cen219, cen162 e cen266). Além deles havia cinco controles: 1) Uma mistura dos isolados cen266, cen151 e cen144, sem a presença do patógeno; 2) Vasos contendo só arroz, sem *Trichoderma*; 3) Vasos contendo fatias de mamão sadias; 4) Vasos com solo infestado por *P. palmivora* sem *Trichoderma* e; 5) Vasos com mudas de mamão em solo estéril. Na repetição (fevereiro/2006) foram utilizados os dois isolados com melhor desempenho no primeiro experimento e um dos piores (Figura 2). Os controles foram os mesmos com a exceção do primeiro. No lugar da mistura de isolados havia tratamentos separados para cada um dos três isolados (Figura 2). As avaliações foram feitas diariamente após o plantio das mudas e basearam-se no número de plantas mortas em cada tratamento. O delineamento utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados com quatro repetições, cada qual contendo três potes. Foram transplantadas duas plantas por pote. Ao final do segundo experimento as mudas dos tratamentos contendo os três isolados sem a presença do patógeno e do tratamento com plantas sadias foram pesadas.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparados através do teste de Tukey (P=5%). A análise estatística dos dados foi realizada utilizando-se o programa SigmaStat 2.0 da Jandel Corporation (1995).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apesar do gênero *Trichoderma* estar bem documentado como agente de controle biológico eficiente contra várias espécies de *Phytophthora* (Valdebenito-Sanhueza, 1987; Orlikowski & Schimidle, 1985; Smith *et al.*, 1990; Roiger *et al.*, 1991; Alexander *et al.*, 2001; Amonrat, 1998; Swant *et al* 1995; Amorim *et al.* ,1999; Supaporn *et al.*, 1994; Kanoknach, 1997; Suthamas, 1994; Chiradej *et al*, 1995), seu efeito especificamente sobre *P. palmivora* em mamão não tem sido muito estudado e os resultados pouco significativos (Ueno *et al.*,

2001). Visando obter maiores informações foram feitos testes preliminares *in vitro* e utilizando vasos em casa de vegetação.

Para os testes *in vitro* foi escolhido o método de pareamento de colônias, também conhecido como cultura pareada, por ser o mais comumente utilizado em estudos de antagonismo (Mariano, 1993). Todos os isolados de *Trichoderma* sp. inibiram o patógeno quanto ao comprimento da colônia (dado não apresentado), demonstrando que este tipo de avaliação não é um bom parâmetro para se comparar eficiência de controle *in vitro*. Em relação ao diâmetro, dos 43 isolados testados, somente os isolados cen144, cen203 e cen219 diferiram significativamente do controle em ambas as avaliações, sendo que ocorreu uma diminuição no diâmetro da colônia de *P. palmivora* da primeira para a segunda (Tabela 1). Os isolados cen162 e cen266 diferenciaram-se do controle somente na segunda avaliação, pois também ocorreu redução da colônia do patógeno em relação a primeira (Tabela 1). Já cen223 e cen199 diferenciaram significativamente do controle somente na primeira avaliação, pois não houve redução significativa da colônia de *P. palmivora* na segunda (Tabela 1). Os isolados cen254, cen262, cen151, cen234, cen235 e cen219, por terem recebido nota 1 na primeira avaliação, foram considerados os mais agressivos, independente de terem, ou não, inibido o crescimento do patógeno, pois colonizaram a placa de Petri por inteiro em menos tempo que os demais isolados. Somente cen219 foi igualmente agressivo e inibiu efetivamente o desenvolvimento do patógeno (Tabela 1).

Existe certa rejeição dos testes de seleção *in vitro*, pois, na maioria das vezes, os resultados não coincidem com os realizados *in vivo*, seja em casa de vegetação, seja em campo (Andrews, 1985; Bettioli, 1991). No entanto, dos dez isolados selecionados nos testes *in vitro* seis diferenciaram-se significativamente do controle no primeiro experimento em vasos (Figura 1). Desses, cen266 e cen162 foram incluídos por inibirem efetivamente *in vitro* o desenvolvimento de *P. palmivora* (Tabela 1). O restante, cen254, cen235, cen262 e cen234,

foi incluído pela sua agressividade na colonização da placa. Futuramente, essa característica deve ser levada em conta sempre que forem feitas seleções *in vitro* de isolados de *Trichoderma* para o controle de *P. palmivora*.

Os dois isolados mais eficazes no primeiro experimento, cen162 e cen235, foram testados novamente (Figura 1). Além deles incluiu-se cen144 que, juntamente com cen203 e cen151, incitou uma incidência média final da doença no primeiro experimento significativamente superior ao controle (Figura 1). Esse isolado foi incluído no segundo experimento para se verificar a possibilidade de alguns isolados de *Trichoderma* terem efeito deletério sobre as mudas de mamão, como citado por Ueno *et al.* (2001). Cen162 e cen235 diferenciaram-se estatisticamente do controle no segundo experimento, cen144 não se diferenciou (Figura 2). Ao se avaliar a massa fresca das plantas provenientes dos tratamentos contendo cen162, cen235 e cen144 sem a presença do patógeno e do tratamento contendo plantas sadias oriundas de solo esterilizado, não se obteve diferenças estatisticamente significativas quando foram comparadas entre si as médias de massa fresca das plantas de cada tratamento (Tabela 2). Os isolados de *Trichoderma* sp. não exerceram influência sobre o desenvolvimento das plantas de mamão, contrariando tanto Ueno *et al.* (2001), que relataram um menor desenvolvimento das plantas, quanto Smith *et al.* (1990), que relataram o fato de mudas sadias de macieira inoculadas com determinados isolados de *Trichoderma* se desenvolverem significativamente melhor do que mudas não-inoculadas. Além disso, nenhum dos substratos usados para inocular tanto o patógeno quanto os isolados de *Trichoderma* afetou o desenvolvimento das mudas de mamão (Figuras 1 e 2).

Outros experimentos deveriam ser conduzidos para se testar a eficiência de *Trichoderma* sp. e avaliar os possíveis mecanismos de ação no controle de *P. palmivora*. Outros substratos para a produção de inóculo do agente de controle biológico podem ser utilizados, o espaço de tempo entre inoculação do *Trichoderma* e plantio das mudas pode ser

variado, pois o agente de controle biológico pode necessitar de um tempo maior para colonizar o solo e atacar o patógeno (Blum & Lin, 1991). As mudas podem ser inoculadas com soluções contendo esporos de *Trichoderma* antes do plantio em solo infestado com o patógeno (Amorim *et al.*, 1999). Diferentes quantidades de inóculo devem ser testadas para verificar qual a mais eficiente.

A utilização de agentes de controle biológico, como os fungos do gênero *Trichoderma*, pode não ser a solução única para o controle da podridão do pé do mamoeiro, mas, baseado nesses resultados iniciais, é mais uma ferramenta viável que pode ser utilizada no manejo dessa doença.

Tabela 1. Diâmetro (cm) das colônias de *Phytophthora palmivora* (PP-24) pareadas com isolados de *Trichoderma* sp.

	Diâmetro (cm) da colônia aos 7 dias	Diâmetro (cm) da colônia aos 10 dias
Controle ¹	8,8a*	9,1a
cen266	8,3ab	3,8b
cen162	7,1ab	2,2b
cen203	6,4bc	2,8b
cen199	6,4bc	5,1ab
cen223	6,3bc	5,2ab
cen219	6,2bc	2,0b
cen144	4,8c	3,4b

¹Corresponde ao crescimento *in vitro* da colônia de *P. palmivora* PP-24 sem a interferência de *Trichoderma* sp.

* Valores seguidos da mesma letra na coluna não foram estatisticamente diferentes segundo o teste de Tukey (P < 0,5).

Tabela 2. Massa fresca (g) da parte aérea de plantas de mamoeiro (*Carica papaya*) oriundas de solo contendo *Trichoderma* na ausência de *Phytophthora palmivora* (cen162s/d; cen235s/d e cen144s/d) e no tratamento com mudas plantadas em solo esterilizado.

Tratamentos	Peso médio final por tratamento (em gramas)
Cen162s/d ^a	40,3a*
Cen235s/d	38,1a
Cen144s/d	43,5a
Solo esterilizado	40,6a

*Valores seguidos da mesma letra na coluna não foram estatisticamente diferentes segundo o teste de Tukey (P < 0,5).

^a Sem a presença do patógeno (*Phytophthora palmivora*).

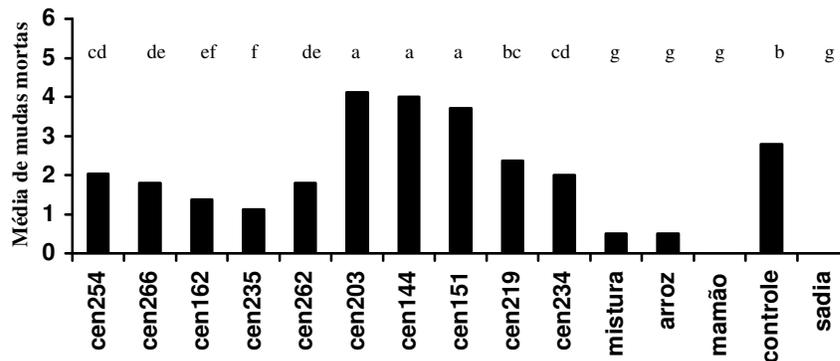


Fig. 1. Experimento I: número médio final de plantas mortas de mamão (*Carica papaya*) “Tainung 1” devido à ação de *Phytophthora palmivora*. “Cen”= Isolados de *Trichoderma* sp. provenientes da Embrapa/Cenargen. “Mistura”= Mistura de cen266, cen151 e cen144 inoculados em vasos sem *P. palmivora*. “Arroz” = Arroz parbolizado (“Tio João”) incorporado a solo sem *P. palmivora*. “Mamão” = Fatias de mamão sadio incorporadas a solo sem *P. palmivora*. “Controle” = Solo infestado por *P. palmivora* sem *Trichoderma*. “Sadia” = Mudas de mamão em solo esterilizado sem *P. palmivora* e *Trichoderma*. (Valores das colunas com letras diferentes foram significativamente distintos entre si pelo teste de Tukey, $P < 0,5$).

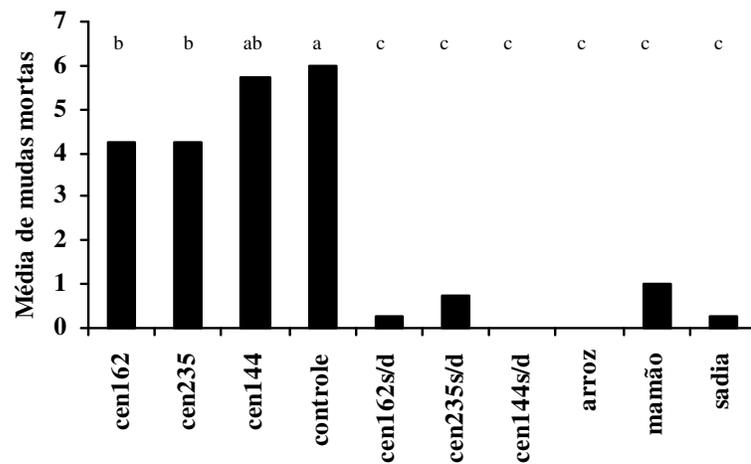


Fig. 2. Experimento II: número médio final de plantas mortas de mamão (*Carica papaya*) “Tainung 1” devido à ação de *Phytophthora palmivora*. “Cen”= Isolados de *Trichoderma* sp. provenientes da EMBRAPA/CENARGEN. “s/d”= Isolados de *Trichoderma* sp. inoculados em vasos sem *P. palmivora*. “Arroz” = Arroz parbolizado (“Tio João”) incorporado a solo sem *P. palmivora*. “Mamão” = Fatias de mamão sadio incorporadas a solo sem *P. palmivora*. “Controle” = Solo infestado por *P. palmivora* sem *Trichoderma*. “Sadia” = Mudas de mamão em solo esterilizado sem *P. palmivora* e *Trichoderma*. (Valores das colunas com letras diferentes foram significativamente distintos entre si pelo teste de Tukey, $P < 0,5$).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER, B. J. R. & STEWART, A. Glasshouse screening for biological control agents of *Phytophthora cactorum* on apple (*Malus domestica*). New Zealand Journal of Crop and Horticultural Sci. 29(3): 159-169. 2001.
- AMONRAT, K.. Efficacy of antagonistic microorganisms for the protection of tangerine root rot caused by *Phytophthora parasitica*. (M. S. Thesis). Bangkok, Thailand. Kasetsart University. 1998.
- AMORIM, E. P. R. & ITAMAR, S. D. Efeito da associação de antagonistas no controle de *Phytophthora parasitica* e *P. citrophthora* em plântulas de citros. Summa Phytopathologica. 25(4): 335-338. 1999.
- ANDREWS, J. H. Strategies for selecting antagonistic microorganisms from the phylloplane. In: WINDELS, C. E. & LINDOW, S. E. (Eds.) Biological control on the phylloplane. Saint Paul. American Phytopathological Society. 1985. p. 31-45.
- BELL, D.K., WELLS, H.D. & MARKHAM, C.R. *In vitro* antagonism of *Trichoderma* species against six fungal plant pathogens. Phytopathology. 72(4): 379-382. 1982.
- BETTIOL, W. Seleção de microorganismos antagonísticos a fitopatógenos. In: BETTIOL, W. (Org.) Controle biológico de doenças de plantas. Jaguariúna. EMBRAPA-CNPDA. 1991. p. 223-236.
- BLUM, L. E. B. & LIN, M. T. Potencial de *Trichoderma* e *Pseudomonas* fluorescentes para o controle de tombamento de mudas de eucalipto causado por *Cylindrocladium spp.* Fitopatologia Brasileira. 16(1): 71-74. 1991.
- CHIRADEJ, C.; SUTHAMAS, I. & AMPAIWAN, P. Roles of antagonistic microorganisms and metalaxyl for the control of root rot on tangerine marcottage caused by *Phytophthora parasitica*. Kasetsart University Annual Conference, Bangkok, Thailand. 1995. pp. 231-237.
- KANOKNACH, R. Application of *Trichoderma harzianum* to control root rot of durian caused by *Phytophthora palmivora* in orchard. (M. S. Thesis). Bangkok, Thailand. Kasetsart University. 1997.
- KRAUSS, U & SOBERANIS, W. Biocontrol of cocoa pod diseases with mycoparasite mixtures, Biological Control 22: 149-158. 2001.
- KRAUSS, U & SOBERANIS, W. Effect of fertilization and biocontrol application frequency on cocoa pod diseases. Biological Control 24: 82-89. 2002.
- MARIANO, R. L. R. Métodos de seleção *in vitro* para o controle microbiológico de patógenos de plantas. In: LUZ, W. C. (Ed.) Revisão anual de patologia de plantas, Passo Fundo. RAPP. 1993. 1: 369-409.
- ORLIKOWSKI, L. B., AND SCHIMIDLE, A. Zur biologischen Bekämpfung von *Phytophthora cactorum* mit *Trichoderma viridae* (On the biologic control of *Phytophthora cactorum* with *Trichoderma viride*). Nachrichtenbl. Dtsch. Pflanzenschutzdienst 37:78-79. (In German). 1985.
- ROIGER, D. J. & JEFFERS, S. N. Evaluation of *Trichoderma* spp. for biological control of *Phytophthora* crown rot and root rot of apple seedlings. Phytopathology. 81: 910-917. 1991.
- SAWANT, I. S.; SAWANT, S. D. & NANAYA, K. A. Biological control of *Phytophthora* root rot of coorg mandarin (*Citrus reticulata*) by *Trichoderma* species grown on coffee waste. Indian Journal of Agricultural Sciences 65(11): 842-846. 1995
- SCHIMTTHENNER, A. F. Isolation and identification methods for *Phytophthora* and *Pythium*. Procedures of the First Woody Ornamental Disease Workshop. Montreal, University of Montreal. 1973. p. 128.
- SMITH, V. L., WILCOX, W. F., AND HARMAN, G. E. Potential Biological control of *Phytophthora* root and crown rots of apples by *Trichoderma* and *Gliocladium spp.* Phytopathology 80:880-885. 1990.

- SUPAPORN, A. Selection and application of antagonistic microorganisms to control root and stem rot of durian caused by *Phytophthora palmivora*. (M. S. Thesis). Bangkok, Thailand. Kasetsart University. 1994.
- SUTHAMAS, I. Effects of antagonistic microorganisms used in combination with organic fertilizer and fungicides on root rot of tangerine caused by *Phytophthora parasitica*. (M. S. Thesis). Bangkok, Thailand. Kasetsart Univesity. 1994.
- UENO, B. & SILVA, L. P. Avaliação de Controlbio 2001 (*Trichoderma* sp.) no controle de *Phytophthora palmivora* do mamoeiro. Fitopatologia Brasileira 26 (Suplemento): 387. 2001.
- VALDEBENITO-SANHUENZA, R. M. 1987. Uso de formaldeído e *Trichoderma* para para prevenir a recolonização de solo por *Phytophthora* em pomares de macieira (Use of formaldehyde and *Trichoderma* to prevent recolonization of soil by *Phytophthora* in apple orchards). Anais, II Reunião sobre Controle Biológico de Doenças de Plantas. Campinas, Fundação Cargil. 1987. p. 55.

CAPÍTULO 5

EFEITO DE FOSFITOS SOBRE A VARÍOLA DO MAMOEIRO

RESUMO

A varíola (*Asperisporium caricae*) é uma doença importante em plantações comerciais de mamão (*Carica papaya*) no Brasil. Os fosfitos são uma alternativa para seu controle.

Propôs-se neste estudo avaliar o efeito dos fosfitos, pulverizados na parte aérea das plantas, sobre a varíola. Foram feitos experimentos de campo e sob telado. Dois fosfitos (Fosfito 40 % + K 20 %, 150 ml/100 l; Fosfito 40 % + K 40 %, 250 ml); e um fungicida (Fosetyl-Al 80 %, 250 g/100 l) foram testados em um experimento de campo, na Estação Experimental da Universidade de Brasília (Brasília, DF, Brasil), com plantas naturalmente infectadas pelo patógeno. Dez fosfitos e um fungicida (1- Fosfito 40 % + K, 150 ml/100 l; 2- Fosfito 40 % + K, 250 ml; 3- Fosfito 30 % + Ca, 400 ml; 4- Fosfito 20 % + K, 300 ml; 5- Fosfito 30 % + Ca, 300 ml; 6- Fosfito 30 % + Mg, 300 ml; 7- Fosfito 40 % + Mg, 150 ml; 8- Fosfito 30 % + K, 180 ml; 9- Fosfito 25 % + Cu, 250 ml; 10- Fosfito 20 % + K – 200 ml; 11- Fosetyl-Al 80 %, 250 g) foram testados sob telado também com plantas naturalmente infectadas por *A. caricae*. Ambos os experimentos foram delineados em blocos ao acaso. A severidade da doença na folhagem e nos frutos foi avaliada usando uma escala que varia de 1 (0-3 % da superfície coberta por lesões) a 6 (> 50 %). As aplicações e as avaliações foram feitas semanalmente. No experimento de campo, os tratamentos reduziram significativamente a média final de severidade da doença, quando comparados ao controle sem a aplicação de qualquer produto (folhagem = 5,1; frutos = 4,4). Não houve diferenças significativas entre os tratamentos fosfito 40 % + K (150ml/100l) (folhagem = 4,4; fruto = 3,4), fosfito 40 % + K (250ml/100l) (folhagem = 4,3; fruto = 3,3), e Fosetyl-Al (folhagem = 4,3; fruto = 3,0). No experimento sob telado somente a folhagem foi avaliada. O tratamento com Fosetyl-Al apresentou valor médio final de severidade da doença (3,6) estatisticamente similar ao controle (4,2). Os demais tratamentos apresentaram valores significativamente inferiores ao controle, sendo que os tratamentos 9 (1,9), 5 (2,8) e 2 (2,8) foram os mais efetivos. Os tratamentos 5, 6 e 9 provocaram fitotoxidez nas folhas dos mamoeiros. Ao se repetir o experimento notou-se uma diminuição geral na severidade da varíola, com o controle apresentando valor

médio final de severidade da doença em torno de 3,0. Ainda assim, o tratamento 2 (Fosfito 40 % + K, 250ml) foi consistente, com um valor médio final (2,4) significativamente inferior ao controle.

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya*) é uma das mais importantes fruteiras plantada no mundo (Nakasone, 1994). O Brasil é um dos líderes do mundo na produção desta fruta, e os estados da Bahia e do Espírito Santo são os principais produtores nacionais (Agriannual, 2005). Áreas com clima tropical favorecem o cultivo do mamoeiro (Silva, 2001; Simão, 1998). A varíola (*Asperisporium caricae*) é uma das doenças mais comuns do mamoeiro (Chalfoun *et al.*, 1986). O patógeno causa manchas nas folhas e frutos (Resende & Fancelli, 1997). A infecção severa diminui a área foliar o que afeta o vigor da planta e reduz a produtividade (Adikaram & Wijépala, 1995). As lesões nos frutos afetam sua aparência depreciando seu valor de mercado, além de facilitar a infecção por patógenos de pós-colheita (Chalfoun & Lima, 1986). Ueno *et al.* (2001), relataram que a varíola estava se tornando uma das principais doenças que afetam a produção de mamão na Bahia. De acordo com Santos *et al.* (2003), houve uma perda de 30% de frutos comerciais no estado de São Paulo em 1999 devido à infecção por *A. caricae*.

Embora a doença seja distribuída extensamente nos trópicos, a pesquisa sobre métodos de controle é escassa. Em trabalhos prévios já fora evidenciada a eficiência dos fosfitos no controle de doenças causadas por *Phytophthora* no abacaxi (Rohrbach & Schenck, 1985), citros (De Boer *et al.*, 1990), e na castanheira (Matheron e Mircetich, 1985). Holderness (1992) relatou também o controle de *Phytophthora palmivora* no cacau usando injeções de fosfito nos troncos das árvores, e Smillie (1989) obteve o controle do mesmo patógeno em mamoeiro após encharcar suas raízes com fosfito. Panicker & Gangadharan (1999) reduziram a severidade de míldio (*Peronosclerospora sorghi*) no milho com pulverizações foliares de ácido fosfônico. Hagan (2005) relatou que, entre os fungicidas para o controle de *Pythium*

usados em grama, Fosetyl-Al e fungicidas que tinham como princípio ativo o fosfonato eram muito eficazes, e foram considerados de baixo risco para falhas de controle relacionadas com o aparecimento de cepas resistentes do patógeno. O objetivo deste estudo é testar o potencial dos fosfitos como uma alternativa para controlar a infecção das folhas e frutos do mamoeiro por varíola em condições de campo e sob telado e, dessa forma, ampliar o uso desses produtos visando o controle de doenças causadas por fungos fora do grupo dos oomicetos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Experimento de campo - Área experimental

O experimento de campo foi conduzido de dezembro/2004 a julho/2005 na Estação Experimental da Universidade de Brasília (Brasília, DF, Brasil) usando diversos genótipos de mamão dos grupos Formosa e Solo. A área plantada, de aproximadamente 1500 m², com histórico de elevada severidade de varíola nas plantas foi selecionada para o experimento. Tal área tinha sido previamente usada para um experimento de seleção de variedades de mamão (fevereiro 2000 e junho 2002), e para um experimento de avaliação e melhoramento de mamão (setembro 2002 e julho 2004).

Preparação do solo

Inicialmente, foram escavadas fileiras de doze covas de 40 cm x 40 cm x 40 cm. O espaço entre fileiras era de 2.5 m e entre covas de 2.2 m. A seguir, calcário dolomítico (68,5 % PRNT) foi aplicado e incorporado ao solo em uma taxa de 200g/cova. Três semanas depois cada cova recebeu 125 g de 4-16-8 (N-P-K) e 5 g de borax-10. Após sete dias da incorporação ocorreu o plantio das mudas.

Preparação e plantio das mudas

As sementes das variedades dos grupos Solo e Formosa foram semeadas em bandejas de 72 células e mantidas em área protegida por telado. O substrato utilizado continha

Plantmax (casca de pinus, vermiculita e turfa - Eucatex agro) e Osmocote (14-14-14 - N-P-K - Scotts Co.) na concentração de 5 g/l de Plantmax. Duas mudas foram plantadas por cova, separadas pela distância de 30 cm. Os genótipos plantados foram: “NT Red” “Baixinho de St. Amália”, “Golden”, “Grampola” e “Sunrise Solo” do grupo Solo e “Cross Paris”, “Tailândia Verde”, “Tailândia Roxo” e “Tailândia Roxão” do grupo Formosa.

Delineamento experimental e análise estatística

O desenho experimental utilizado foi inteiramente casualizado. Duas fileiras consecutivas foram plantadas com cada cultivar. O experimento teve quatro tratamentos: **1** - Fosfito 40 % + K, 150 ml/100 l; **2** - Fosfito 40 % + K, 250 ml; **3** - Fosetyl-Al 80 %, 250 g; **4** - Controle. Cada repetição dos tratamentos consistiu em quatro plantas por cultivar, duas em cada fileira. As aplicações semanais foram feitas usando um pulverizador manual costal. Os tratamentos foram aplicados sobre frutos e folhagem até o ponto de escorrimento. As aplicações começaram quando apareceram os primeiros sintomas de varíola nas plantas, em dezembro/2004. As avaliações semanais foram feitas levando em consideração folhas e frutos separadamente usando a seguinte escala (Kranz, 1988): 1 = de 0 a 3 % da superfície de folhas/frutos coberta por lesões; 2 = de 4 a 6 % da superfície de folhas/frutos coberta por lesões; 3 = de 7 a 14 % da superfície de folhas/frutos coberta por lesões; 4 = de 15 a 24 % da superfície de folhas/frutos coberta por lesões; 5 = de 25 a 50 % da superfície de folhas/frutos coberta por lesões; 6 = acima de 50 % da superfície de folhas/frutos coberta por lesões.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste LSD de Fisher ($P = 5\%$). Estes testes foram executados usando o software SigmaStat 2,0 (Jandel Corporation, 1995).

Experimento em casa de vegetação

Preparo e plantio das mudas

As sementes da variedade “Sunrise Solo” foram plantadas em bandejas de 72 células. O substrato utilizado continha casca de pinus, vermiculita e turfa (Plantmax – Eucatex Agro) e 5 g/l 14 (N) – 14 (P) – 14 (K) (Osmocote – Scotts Co.). As sementeiras foram mantidas em um telado. Ao atingirem cerca de 10 cm de altura as mudas foram transplantadas para vasos de 1,5 l contendo terra previamente brometada.

Tratamentos

Os tratamentos aplicados foram os seguintes : **1-** Fosfito 40 % + K, 150 ml/100 l; **2-** Fosfito 40 % + K, 250 ml; **3-** Fosfito 30 % + Ca, 400 ml; **4-** Fosfito 20 % + K, 200 ml; **5-** Fosfito 30 % + Ca, 300 ml; **6-** Fosfito 30 % + Mg, 300 ml; **7-** Fosfito 40 % + Mg, 150 ml; **8-** Fosfito 30 % + K, 180 ml; **9-** Fosfito 25 % + Cu – 250 ml; **10-** Fosfito 20 % + K – 200 ml; **11-** Fosetyl-Al 80 %, 250 g. Foram feitas aplicações foliares semanais dos onze tratamentos utilizando um pulverizador manual de 500 ml. Os tratamentos foram aplicados até o ponto de escorrimento.

Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado. Cada tratamento foi repetido quatro vezes. Cada repetição continha cinco vasos, cada qual com uma muda. A severidade da infecção de *Asperisporium caricae* nas folhas foi avaliada separadamente em cada planta utilizando-se a mesma escala diagramática descrita anteriormente. Foram feitas avaliações em intervalos semanais. A análise estatística utilizando as médias de cada tratamento foi realizada utilizando-se o programa SigmaStat 2.0 da Jandel Corporation (copyright @ 1995).

RESULTADOS

Experimento de campo

Embora as avaliações tenham começado em dezembro/2004, somente a partir de abril/2005 que diferenças significativas entre os tratamentos foram verificadas. Os três tratamentos químicos mantiveram os níveis de severidade da varíola nos frutos significativamente mais baixos do que no controle (sem a aplicação de qualquer produto). Não houve diferença estatística significativa entre os tratamentos químicos (Tabela 1). Os dois fosfitos e o tratamento contendo o fungicida fosetyl-Al também diferiram significativamente do controle na maioria das avaliações de severidade na folhagem (Tabela 2). Além disso, não houve diferença significativa entre os tratamentos químicos, que tiveram a média final de severidade da doença significativamente mais baixa do que o controle (Tabela 2).

Experimento em casa de vegetação

No primeiro experimento o tratamento com Fosetyl-Al apresentou valor médio final de severidade da doença (3,6) estatisticamente similar ao controle (4,2) (Tabela 3). Os demais tratamentos apresentaram valores significativamente inferiores ao controle, sendo que os tratamentos 9 (fosfito 25 % + Cu – 250 ml/100 l) (1,9), 5 (fosfito 30 % + Ca, 300 ml/100 l) (2,8) e 2 (fosfito 40 % + K, 250 ml/100 l) (2,8) foram os mais efetivos (Tabela 3). No entanto, os tratamentos 5, 6 (fosfito 30 % + Mg, 300 ml/100 l) e 9 provocaram fitotoxidez nas folhas dos mamoeiros e, por isso não foram utilizados na repetição do experimento. Já os tratamentos 1 (fosfito 40 % + K, 150 ml/100 l), 4 (fosfito 20 % + K, 200 ml/100 l) e 8 (fosfito 30 % + K, 180 ml/100 l) foram os mais regulares, apresentando o maior número de médias semanais significativamente inferiores ao controle (Tabela 3).

Ao se repetir o experimento, Fosetyl-Al novamente apresentou valor médio final de severidade da doença (2,9) estatisticamente similar ao controle (3,0) (Tabela 4). Os demais

tratamentos apresentaram valores significativamente inferiores ao controle, sendo que os tratamentos 4 (2,3), 2 (2,4) e 7 (fosfito 40 % + Mg, 150 ml/100 l) (2,4) foram os mais efetivos e os mais regulares, seguidos dos tratamentos 1 e 8 (tabela 4). Os tratamentos 5, 6 e 9 não foram aplicados por causa da fitotoxidez ocorrida anteriormente.

DISCUSSÃO

A eficiência dos fosfitos e seus correlatos no controle de doenças causadas por oomicetos já havia sido descrita em hospedeiras como: abacaxi (*Ananas comosus* L.) (Rohrbach & Schenck, 1985), citros (*Citrus sp. L.*) (De Boer *et al.*, 1990), noqueira (*Juglans regia* L.) (Matheron & Mircetich, 1985), cacauzeiro (*Theobroma cacao* L.) (Holderness, 1992), mamoeiro (*Carica papaya* L.) (Smillie, 1989), milho (*Zea mays* L.) (Panicker & Gangadharan, 1999) e em gramados (Hagan, 2005). Mas, não obstante esses exemplos, a pesquisa sobre a utilização de fosfitos com a finalidade de controlar fungos fitopatogênicos, à exceção dos oomicetos, é praticamente inexistente. Conseqüentemente, os resultados de nossos estudos contribuem para disseminar o uso dos fosfitos como uma alternativa viável aos fungicidas tradicionais.

Asperisporium caricae é um patógeno muito freqüente no mamoeiro, ocorrendo onde quer que esta hospedeira seja normalmente plantada. Apesar disso, a literatura é muito limitada concentrando-se em relatos sobre ocorrência, sintomatologia e descrições do patógeno. Só recentemente, iniciaram-se estudos sobre a epidemiologia desta doença, e começou-se a desenvolver estratégias de controle testando diferentes fungicidas tais como o azoxystrobin e o mancozeb, embora tenha sido relatado que ambos não foram muito eficazes (Santos & Barreto, 2003).

Embora todos os tratamentos químicos testados no campo ou sob telado reduziram a severidade de varíola significativamente quando comparados ao controle (Tabelas 1, 2, 3 e 4), tanto a folhagem quanto a maioria dos frutos apresentaram sintomas típicos da doença. A

tolerância ao dano causado por doenças, entre outros fatores, em frutos destinados ao mercado internacional é extremamente baixa. Às vezes uma única lesão é o bastante para rejeitar uma fruta. Logo, baseado nos resultados aqui apresentados, o uso de fosfitos pode ser encarado como uma ferramenta a mais no desenvolvimento de uma estratégia de manejo eficaz para a varíola do mamoeiro e que, ao mesmo tempo, reduza a utilização de fungicidas tradicionais no controle dessa doença.

Tabela 1. Severidade da varíola (*Asperispirium caricae*) em frutos de mamoeiro pulverizados separadamente com dois fosfonatos, fosetyl-AI e o controle sem aplicação de fungicida, entre abril e julho de 2005 em condições de campo.

Tratamentos	Data de avaliação - Severidade (1 – 6) de varíola									
	14/4	27/4	4/5	12/5	19/5	27/5	9/6	16/6	22/6	6/7
Fosfito 40% + K 20% 150ml/100l	2,2	2,5	2,6	2,6	2,6	2,8	2,8	2,9	3,1	3,4
Fosfito 40% + K 20% 250ml/100l	2,3	2,4	2,6	2,7	2,4	2,6	2,8	2,8	2,8	3,3
Fosetyl-AI 250g/100l	2,4	2,4	2,7	2,5	2,4	2,6	2,8	2,8	2,8	3,0
Controle sem tratamento	2,9	3,3	3,3	3,4	3,6	3,9	4,0	3,9	4,1	4,4
LSD*	-	0,8	-	0,7	1,0	1,1	1,2	1,0	1,0	1,0

*LSD de Fisher (P = 0,5).

Tabela 2. Severidade da varíola (*Asperispirium caricae*) na folhagem de mamoeiros pulverizados separadamente com dois fosfonatos, fosetyl-AI e o controle sem aplicação de fungicida, entre abril e julho de 2005.

Tratamentos	Severidade (1 – 6) de varíola									
	14/4	27/4	4/5	12/5	19/5	27/5	9/6	16/6	22/6	6/7
Fosfito 40% + K 20% 150ml/100l	4,1	3,9	3,8	3,8	3,7	3,7	3,8	4,0	4,4	4,4
Fosfito 40% + K 20% 250ml/100l	3,7	3,7	3,8	3,8	3,6	3,8	4,0	3,9	4,1	4,3
Fosetyl-AI 250g/100l	3,9	3,8	3,7	3,7	3,9	3,8	4,1	3,9	4,4	4,3
Controle	4,4	4,3	4,1	4,4	4,3	4,4	4,6	4,6	5,0	5,1
LSD*	-	0,4	-	0,6	0,4	0,6	0,5	-	-	0,7

* LSD de Fisher (P = 0,5).

Tabela 3. Efeito de tratamentos com fosfitos na severidade da varíola (*Asperisporium caricae*) do mamoeiro entre março e abril de 2005 em casa de vegetação.

Período de 2005 / Severidade de varíola em folhas de mamoeiro (1-6)							
Tratamentos	4/3/	11/3	18/3	25/3	1/4	8/4	13/4
12) Controle	2,7c*	3,0c	2,8c	3,9c	4,0d	3,6c	4,2d
11) Fosetyl-Al 80% 250g	1,7bc	2,1bc	2,5bc	3,7bc	3,3cd	3,1bc	3,6cd
3) Fosfito 10%) + Ca 6% 400ml	2,4bc	3,1bc	2,2bc	3,1bc	3,2cd	3,0bc	3,4c
10) Fosfito 20% + K 20% 200ml	1,9bc	2,5bc	2,3bc	3,3bc	3,2cd	3,1bc	3,3c
6) Fosfito 30% + Mg 4% 300ml	2,2bc	2,6bc	2,4bc	3,3bc	3,0bc	3,6bc	3,3c
1) Fosfito 40% + K 20% 150ml	2,5bc	2,9bc	2,1bc	2,8bc	2,9abc	2,7ab	3,2c
7) Fosfito 40% + Mg 6% 150ml	2,2bc	2,6bc	2,5bc	3,1bc	3,0bc	3,4bc	3,1c
4) Fosfito 20% + K 20% 200ml	1,7bc	2,4bc	2,3bc	2,5ab	3,0bc	3,1bc	3,0c
8) Fosfito 30% + K 20% 180ml	2,2bc	2,7bc	2,1ab	3,1bc	2,9bc	2,7ab	2,9bc
2) Fosfito 40% + K 20% 250ml	2,2bc	2,2bc	2,4bc	2,8bc	3,0bc	3,2bc	2,8b
5) Fosfito 30% + Ca 7% 300ml	2,0bc	2,1bc	1,9ab	3,2bc	2,3abc	2,9bc	2,8ab
9) Fosfito 25% + Cu 5% 250ml	1,2ab	1,4ab	1,4ab	2,2ab	2,1a	2,7ab	1,9a

* Valores seguidos de letras iguais nas colunas não são estatisticamente diferentes (teste t de Student, P=0,05).

Tabela 4. Efeito de tratamentos com fosfitos na severidade da varíola (*Asperisporium caricae*) do mamoeiro entre maio e junho de 2005 em casa de vegetação.

Tratamentos	Período de 2005 / Severidade de varíola (1-6)				
	20/5	27/5	03/6	10/6	17/06
12) Controle	2,8a*	3,3a	3,4a	3,2a	3,0a
11) Fosetyl-Al 80%/ 250g	2,6a	2,6b	2,9a	2,9a	2,9ab
3) Fosfito 10% + Ca (6%)/ 400ml	3,1a	2,8a	3,0b	2,9a	2,8b
1) Fosfito 40% + K (20%)/ 150ml	2,6a	2,6b	2,8b	2,8a	2,8b
8) Fosfito 30% + K (20%)/ 180ml	2,9a	2,8a	2,7b	2,6b	2,6b
10) Fosfito 20% + K(20%)/ 200ml	2,4a	2,9a	3,1a	2,6b	2,5b
7) Fosfito 40% + Mg (6%)/ 150ml	2,6a	2,5b	2,6b	2,6b	2,4c
2) Fosfito 40% + K (20%)/ 250ml	2,5a	2,4b	2,7b	2,6b	2,4c
4) Fosfito 20% + K(20%)/ 200ml	2,8a	2,9a	2,8b	2,5b	2,3c

*Valores seguidos de letras iguais nas colunas não são estatisticamente diferentes (teste t de Student (P=0,05)).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRIANUAL – Anuário da Agricultura Brasileira. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio 2005. 523p
- ADIKARAM, N. K. B. & WIJÉPALA, M. Asperisporium black spot in *Carica papaya*: a new disease in Sri Lanka. Journal of the National Science Council of Sri Lanka 23(4): 213-219. 1995.
- CHALFOUN, S. M. & LIMA, R. D. Doenças causadas por fungos e nematóides em mamoeiro. Informe Agropecuário 12(134): 40-43. 1986.
- DE BOER, R. F., GREENHALGH, F. C., PEGG, K. G., MAYERS, P. E., LIM, T. M. & FLETT, S. Phosphorus acid treatments control *Phytophthora* diseases in Australia. EPPO (Eur. Mediterr. Plant Prot. Organ.) Bulletin 20: 193-197. 1990.
- HAGAN, A. Alternative treatments for turf disease. Grounds Maintenance 40(3): 10-12. 2005.
- HOLDERNESS, M. Comparison of metalaxyl/cuprous oxide and potassium phosphonate as sprays and trunk injections for control of *Phytophthora palmivora* pod rot and canker of cocoa. Crop protection 11(2): 141-147. 1992.
- MATHERON, M. E. & MIRCETICH, S. M. Control of Phytophthora root and crown rot and trunk canker in walnut with metalaxyl and fosetyl-Al. Plant Disease 69: 1042-1043. 1985.
- NAKASONE, H. Y. PART V. PAPAYA. In: Ploetz, R. C., Zentmyer, G. A., Nishijima, W. T., Rohrbach, K. G. & Ohr, H. D. Compendium of tropical fruit diseases. St. Paul: APS Press. 1994. p. 56-57.
- PANICKER, S & GANGADHARAN, K. Controlling downy mildew of maize caused by *Peronosclerospora sorghi* by foliar sprays of phosphonic acid compounds. Crop Protection 18 (2): 115-118. 1999.
- KRANZ, J. Measuring plant disease. In: Kranz, J., Rotem, J. (Eds.) Experimental techniques in plant disease epidemiology. Berlin. Springer-Verlag. 1988. pp. 35-50.
- REZENDE, J. A. M. & FANCELLI, M. I. 1997. Doenças do mamoeiro (*Carica papaya*). In KIMATI, H., AMORIM, L., Filho, A. B., Camargo; L. E. A. & Rezende, J. A. M. Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. São Paulo. Agronômica Ceres. 1997. p. 486-496.
- ROHRBACH, K. G. & SCHENCK, S. Control of pineapple heart rot, caused by *Phytophthora parasitica* and *P. cinnamoni*, with metalaxyl, fosetyl-Al, and phosphorous acid. Plant Disease 69: 320-323. 1985.
- SANTOS, M. C. & BARRETO, M. Determinação de parâmetros policíclicos da varíola (*Asperisporium caricae*) do mamoeiro (*Carica papaya* L.). Fitopatologia Brasileira 24: 326. (abstract). 1999.
- SANTOS, M. C. & BARRETO, M. Estudo epidemiológico da varíola do mamoeiro em cultivares submetidos a tratamentos com fungicidas. Summa Phytopathologica 29(2): 141-146. 2003.
- SILVA, G. S. Podridão das raízes e dos frutos do mamoeiro. In LUZ, E. D. M. N., SANTOS, A. F., MATSUOKA, K. & BEZERRA, J. L. Doenças causadas por *Phytophthora* no Brasil. Campinas. Livraria e Editora Rural. 2001. p.413-432.
- SIMÃO, S. Tratado de fruticultura. Piracicaba: FEALQ. 1998. 760p.
- SMILLIE, R.; GRANT, B. R. & GUEST, D. The mode of action of phosphite: evidence for both direct and indirect modes of action on three *Phytophthora* spp. in plants. Phytopathology. 79(9): 921-926. 1989.
- UENO, B., FERREIRA, M. A. S. V. & Uesugi, C., H. Levantamento das principais doenças do mamoeiro (*Carica papaya* L.) na região de Barreiras (BA). Fitopatologia Brasileira 26: 490. (abstract). 2001.

CAPÍTULO 6

ADIÇÃO DE URÉIA E CALCÁRIO AO SOLO REDUZEM A INCIDÊNCIA DE PODRIDÃO-DO-PÉ (*Phytophthora palmivora*) EM MAMOEIRO

RESUMO

A podridão das raízes e dos frutos do mamoeiro causada por *Phytophthora palmivora*, é considerada uma de suas principais doenças. O controle da doença é de extrema importância para reduzir perdas e, conseqüentemente, aumentar a produtividade dos plantios. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito que diferentes doses de nitrogênio e calcário adicionadas ao solo tiveram sobre a incidência de *P. palmivora* em três plantios sucessivos de mudas de mamão. Os testes foram conduzidos em vasos contendo solo naturalmente infestado por *P. palmivora*, em câmara de crescimento na Estação Experimental de Biologia da Universidade de Brasília. Foram utilizados sete tratamentos: três diferentes doses de nitrogênio e três de calcário. O tratamento 3 (1,02 g de nitrogênio/kg de solo +10,10 g de calcário/kg de solo) foi o que apresentou a menor incidência de podridão do pé (*P. palmivora*) ao final dos três plantios sucessivos, diferenciando-se significativamente dos demais tratamentos.

INTRODUÇÃO

A nutrição mineral é um importante fator que influencia a predisposição de plantas ao ataque de patógenos. Quando os elementos minerais requeridos pelo vegetal são fornecidos de forma adequada, a planta normalmente apresenta maior resistência à doença. No entanto, o excesso ou a escassez destes elementos pode tornar as plantas predispostas à ação de agentes causais de doenças (Bergamin Filho *et al.*, 1995). Além disso, ao otimizar a fertilização visando o controle de uma doença específica pode-se favorecer outra, pois os mecanismos envolvidos são muitas vezes complexos e pouco estudados (Lambert *et al.*, 2005).

É indiscutível o papel fundamental desempenhado por macro e micro-nutrientes no desenvolvimento e produtividade das plantas. Além de quantidade, fatores como a ausência ou presença de determinado elemento pode resultar em alterações na arquitetura, anatomia e

composição químicas das plantas, as quais podem interferir na incidência de doenças. Dentre essas alterações, podem-se citar como principais: alteração na parede celular e cutícula; manutenção de compostos solúveis (como açúcares simples e aminoácidos); maior suberização, conteúdo de silício e lignificação dos tecidos; maior síntese e acúmulo de compostos fenólicos, além de alteração da abertura dos estômatos (Huber, 2002).

Os nutrientes podem tanto aumentar como reduzir a severidade das doenças (Zambolin & Ventura, 1993), pois estão envolvidos em todos os mecanismos de defesa como componentes integrais ou ativadores, inibidores e reguladores de metabolismo. Portanto, o conhecimento da fonte e função dos elementos minerais na planta, torna-se necessário para realizar-se uma análise aprofundada de seu papel na resistência (Pozza & Pozza, 2003).

O nitrogênio tem importante papel na ocorrência de doenças, não só pela aplicação desequilibrada (excesso ou deficiência), mas também pela fonte de nitrogênio utilizada. O uso em excesso pode favorecer o patógeno, por aumentar a suculência dos tecidos, retardar a maturação dos mesmos e prolongar a duração do período vegetativo. Tecidos suculentos apresentam menor resistência à penetração e à colonização por agentes patogênicos. A demora na maturação mantém os tecidos vegetais suscetíveis por um tempo mais longo, enquanto a maior duração do período vegetativo propicia a presença de brotações jovens, mais suscetíveis (Bergamin Filho *et al.*, 1995). A adição de altas concentrações de nitrogênio ao solo favoreceu o aumento de severidade da requeima (*Phytophthora colocasiae* Raciborski) em *Colocasia esculenta* (Das *et al.*, 2003). Solos ricos em nitrogênio favorecem o apodrecimento de raízes de carvalho (*Quercus* sp.) pela ação do patógeno *Phytophthora quercina* (Jung) (Jonsson *et al.*, 2003). Mas existem exceções, como na podridão do fruto do tomateiro causada por *Phytophthora nicotianae* var. *parasitica* (Dastur), onde foi relatado que no tratamento com 250 kg/ha de nitrogênio a doença foi menos severa que no fertilizado com 100 kg/ha (Ravinder, 2001).

A acidez ou alcalinidade do solo também está relacionado com a incidência e severidade de uma doença sobre um hospedeiro. Em solos ácidos, observa-se a diminuição do vigor da planta, decorrente de uma menor absorção de nutrientes. A planta mal desenvolvida torna-se mais predisposta a doenças (Bergamin Filho *et al.*, 1995). A acidez do solo, em muitos casos, parece afetar diretamente o patógeno, embora possa ter efeito também sobre o hospedeiro. Este fator do ambiente pode promover alteração na sobrevivência, germinação, penetração e reprodução de patógenos veiculados pelo solo, determinando a ocorrência, e a severidade de doenças. Agentes patogênicos de natureza fúngica são, de modo geral, favorecidos em solos de pH ácido (Bergamin Filho *et al.*, 1995). Mas existem relatos, como o de Ann *et al.* (1991), onde solos supressivos a *Phytophthora capsici* (Leonian *emend.* A. Alizadeh & P. H. Tsao; Tsao; Mchau & Coffey), *P. palmivora* (Butler) e *P. nicotianae* (Breda de Haan) tinham como principal característica o pH abaixo de 5, e, quando este era ajustado entre 6 e 8, os solos se tornavam favoráveis à proliferação dos três patógenos. Schmitthenner & Canaday (1983) recomendaram a redução do pH do solo para abaixo de 5,0 como forma de suprimir podridões de raízes causadas por *Phytophthora* spp.

A utilização de calcário para o ajuste do pH do solo é uma prática comum e os efeitos de seu uso sobre a severidade de diversas doenças vêm sendo observados há algum tempo. A adição de calcário diminuiu a severidade de *Alternaria solani* (Ell & Martin) em tomateiros (*Lycopersicon esculentum* Mill.) plantados em casa de vegetação (Alas-Garcia & Bustamente, 1993). Também diminuiu a incidência de podridão peduncular em tomateiros em mais de 80% (Faria *et al.*, 2003). Tremblay *et al.* (2005), relatou a diminuição da incidência de hérnia das crucíferas (*Plasmodiophara brassicae* Wor) em couve-flôr (*Brassica oleracea* var. *botrytis* L.) após o ajuste do pH do solo de 5.7 para 7.0, na primeira temporada, e de 6.7 para 7.4, na segunda, usando calcário. No entanto existem doenças que foram favorecidas pela adição de calcário dolomítico, como a podridão radicular do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.)

causada por *Rhizoctonia* sp. (Rodrigues *et al.*, 2002) e a requeima (*P. capsici*) em mudas de pimentão (*Capsicum annum* Mill.) plantadas em casa de vegetação (Muchovej *et al.*, 1980).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses de nitrogênio e calcário adicionadas ao solo sobre a incidência de *P. palmivora* em mamão (*Carica papaya* L.), já que não existem trabalhos publicados a esse respeito.

MATERIAIS E MÉTODOS

Área experimental

O experimento foi conduzido em uma câmara de crescimento na Estação Experimental de Biologia da Universidade de Brasília, DF, com regime de luz 12 h/12 h. A temperatura do local variou entre 21 °C e 28 °C.

Preparo e plantio das mudas

Sementes da variedade Tainung I do grupo Formosa foram semeadas em bandejas (72 células) contendo fibra de coco + 5 g/l de 14 - 14 - 14 NPK (Osmocote – Scotts Co.) e mantidas sob telado. Após dois meses da semeadura, as mudas, com tamanho médio de 10 cm, eram transplantadas para vasos de 2 l com solo naturalmente infestado obtido de uma área com histórico da doença na própria Estação Biológica. O solo foi homogeneizado, usando uma enxada, antes de ser colocado nos vasos. Foram feitos três plantios sequenciais usando o mesmo solo.

Incorporação de nitrogênio e de calcário no solo

A uréia (45 % N) foi a fonte de nitrogênio utilizada e o calcário (CaCO₃) foi do tipo dolomítico (PRNT de 60,5 %). Os tratamentos testados variaram quanto à quantidade de calcário e nitrogênio (Tabela 1). O calcário foi adicionado duas semanas antes do nitrogênio. As mudas foram transplantadas sete dias após a incorporação do nitrogênio. Foram feitas análises de solo antes da aplicação dos tratamentos e no dia anterior a cada plantio para se

verificar principalmente as alterações no pH e na quantidade de nitrogênio. Para cada tratamento eram retirados 50 g de solo de cada pote (12 potes por tratamento) que eram colocados em um saco plástico. Cada saco era marcado com o número do tratamento correspondente. As amostras eram levadas no dia seguinte ao Laboratório Soloquímica (Brasília, DF) de análises de solo.

Avaliação da incidência de *P. palmivora*, delineamento experimental e análise estatística

O delineamento utilizado foi o de blocos inteiramente casualizados com quatro repetições, cada qual contendo três potes. Foram transplantadas duas plantas por pote. As avaliações foram feitas semanalmente e se basearam no número de plantas mortas em cada tratamento. Para cada plantio foi calculado a média final de incidência de *P. palmivora* em todos os tratamentos. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparados através do teste de Tukey (P=5%). A análise estatística dos dados foi realizada utilizando-se o programa SigmaStat 2.0 da Jandel Corporation (copyright @ 1995).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tratamento 3 (1,02 g de nitrogênio/kg de solo) contendo o dobro da quantidade de nitrogênio recomendado (Costa & Costa, 2003) foi o que apresentou a menor incidência de podridão do pé (*P. palmivora*), ao final dos três plantios sucessivos, diferenciando-se significativamente dos demais tratamentos incluindo o padrão (tratamentos 1 e 4 - Costa & Costa, 2003) (Tabela 1).

A adição de calcário dolomítico elevou o pH de todos os tratamentos. Anteriormente já se havia mencionado que solos favoráveis à proliferação de *Phytophthora* spp. geralmente têm o pH acima de 6 (Ann *et al.*, 1991). Isso pode explicar o fato de não ter havido diferenças significativas entre os tratamentos ao final do primeiro plantio (Tabela 1). No entanto, à medida que o pH diminuía a incidência de podridão do pé se manteve relativamente estável,

não ocorrendo diferenças significativas entre a maioria dos tratamentos (Tabela 1). As exceções foram os tratamentos 3 (1,02 g de nitrogênio/kg de solo), onde a incidência de podridão do pé manteve-se em queda, e o controle (sem adição de nitrogênio ou calcário) onde a doença aumentou a cada plantio (Tabela 1).

Apesar de solos com pH abaixo de 5 serem recomendados para diminuir a incidência de *Phytophthora* (Schmitthenner & Canaday, 1983; Ann *et al.*, 1991), solos ácidos são considerados desfavoráveis para o plantio, pois dificultam a absorção de nutrientes pelas plantas. O pH do controle (sem adição de nitrogênio ou calcário) ao final do experimento foi 4,9 (Figura 1) e nos demais tratamentos o valor variou entre 5,3 e 6,1 (Figura 1). Apesar do pH abaixo de 5, o controle manteve sempre uma média alta de plantas mortas, enquanto nos demais tratamentos a doença não progrediu ou sua incidência foi reduzida (Tabela 1). Logo, pode-se inferir que a diminuição do pH por si só não limitou o desenvolvimento da podridão-do-pé no mamoeiro contrariando Schmitthenner & Canaday (1983) e Ann *et al.* (1991).

A eficiência do tratamento 3 em diminuir significativamente a incidência da doença pode estar na fonte de nitrogênio utilizada (Tabela 1). Segundo Schmitthenner & Canaday (1983), a incorporação de altas concentrações de amônia ao solo antes do plantio reduz a incidência de *Phytophthora* spp. devido ao seu efeito tóxico sobre os fungos desse gênero. A fonte de nitrogênio usada no experimento foi a uréia, que se decompõe em amônia.

Ao final do terceiro plantio todos os tratamentos diferenciaram-se significativamente do controle quanto à incidência de podridão do pé (Tabela 1). Isso deve estar associado com a melhoria das condições de fertilidade do solo e, provavelmente, com o aumento na população de organismos benéficos em detrimento da população do patógeno (Tsao & Oster, 1981).

O papel de fertilizantes e nutrientes no controle ou supressão de doenças causadas por *Phytophthora* spp. ainda não está claro. Schmitthenner & Canaday (1983) relataram que de 30 estudos conduzidos por diversos pesquisadores sobre os efeitos de diferentes fontes de

nitrogênio sobre doenças causadas por *Phytophthora* spp., 16 concluíram que a adição de nitrogênio diminuía a severidade e 14 indicaram que aumentava. Concluiu-se que a formulação do nitrogênio utilizado, o tipo de solo e a interação patógeno-hospedeira influenciam o progresso da doença (Schmitthenner & Canaday, 1983).

Os benefícios da utilização de diferentes doses de uréia como fonte de nitrogênio e para o controle cultural da podridão do pé em mamoeiro devem continuar a serem estudados, com mais experimentos em vasos e em áreas de plantio comercial. Outros nutrientes, como o fósforo, o potássio e o alumínio devem também continuar a serem estudados em relação ao controle ou supressão de *Phytophthora*.

Tabela 1. Incidência de *Phytophthora palmivora* em mudas de mamoeiro sujeitas a tratamentos com diferentes níveis de nitrogênio e calcário.

Tratamentos (*) [N* e Calcário** (CA) - g/kg]	Média final de plantas mortas por repetição ^a		
	Plantio 1	Plantio 2	Plantio 3
Controle	3,8	4,3a	4,5a
6 N0,51*; CA20,20	3,8	2,3b	3,0b
1 N0,51; CA10,10** (***)	2,8	3,3ab	3,0b
2 N0,25; CA10,10	1,5	4,0ab	3,0b
4 N0,51; CA10,10	2,0	3,0b	3,0b
5 N0,51; CA5,05	2,3	2,3b	2,3bc
3 N1,02; CA10,10*	4,0	2,5b	1,5c
DMS****	n.s.	1,3	1,5

* Uréia como fonte de nitrogênio. Teor de Nitrogênio (g/kg de solo).

** Teor de Calcário (g/kg de solo).

***Quantidades padrão de nitrogênio e calcário (N0,51*;CA10,10) utilizadas para o cultivo de mamão segundo Costa & Costa (2003) (cova de 40x40x40 cm).

****Diferença mínima significativa segundo o teste de Fischer (P<0,05).

^a Seis mudas por repetição.

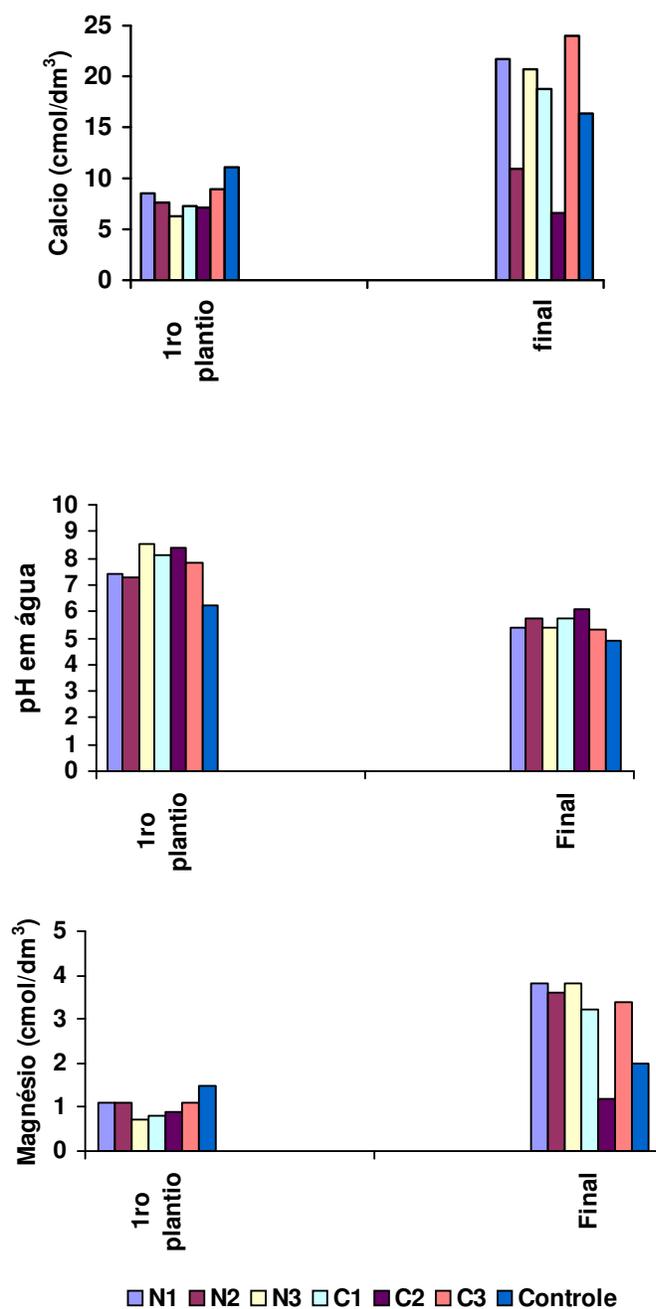


Fig. 1. pH e avaliação residual de nutrientes no solo no primeiro plantio (15/06/05) e ao final do terceiro plantio (30/12/05) em sete tratamentos. N1 = 0,51g de N + 10,10g de CA/kg de solo; N2 = 0,25g de N + 10,10g de CA/kg; N3 = 1,02g de N + 10,10g de CA/kg; C1 = 0,51g de N + 10,10g de CA/kg; C2 = 0,51g de N + 5,05g de CA/kg; C3 = 0,51g de N + 20,20g de CA/kg e Controle = sem adição de nitrogênio ou calcário

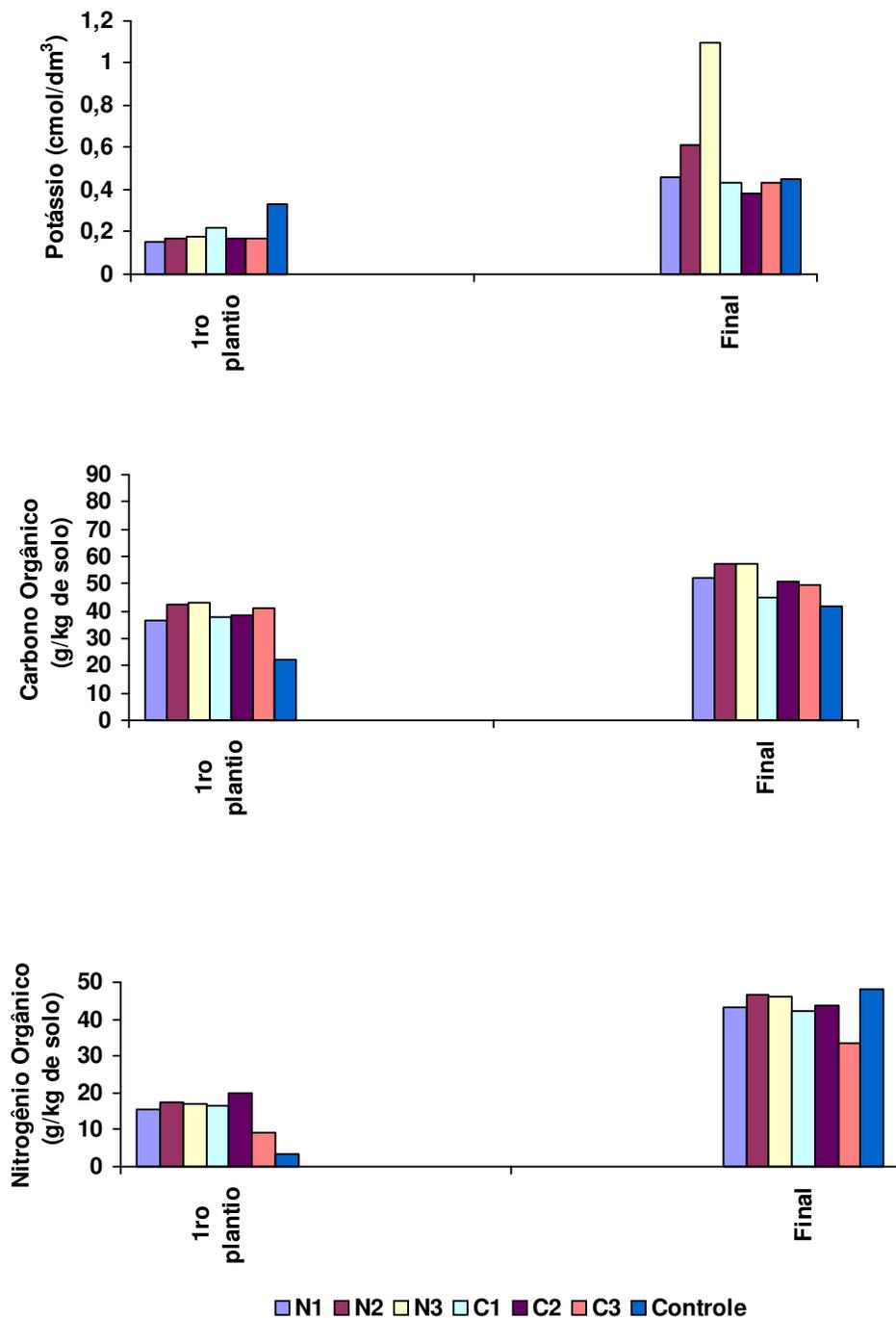


Fig. 2. Avaliação residual de nutrientes no solo no primeiro plantio (15/06/05) e ao final do terceiro plantio (30/12/05) em sete tratamentos. N1 = 0,51g de N + 10,10g de CA/kg de solo; N2 = 0,25g de N + 10,10g de CA/kg; N3 = 1,02g de N + 10,10g de CA/kg; C1 = 0,51g de N + 10,10g de CA/kg; C2 = 0,51g de N + 5,05g de CA/kg; C3 = 0,51g de N + 20,20g de CA/kg e Controle = sem adição de nitrogênio ou calcário.

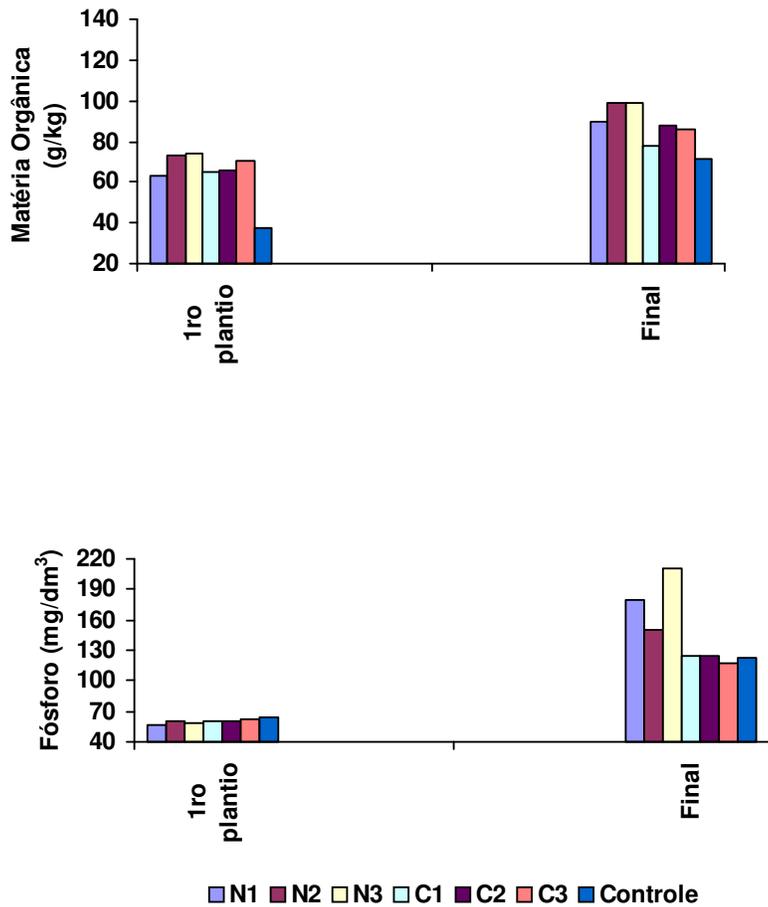


Fig. 3. Avaliação residual de nutrientes no solo no primeiro plantio (15/06/05) e ao final do terceiro plantio (30/12/05) em sete tratamentos. N1 = 0,51g de N + 10,10g de CA/kg de solo; N2 = 0,25g de N + 10,10g de CA/kg; N3 = 1,02g de N + 10,10g de CA/kg; C1 = 0,51g de N + 10,10g de CA/kg; C2 = 0,51g de N + 5,05g de CA/kg; C3 = 0,51g de N + 20,20g de CA/kg e Controle = sem adição de nitrogênio ou calcário

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAS-GARCIA, J. & BUSTAMENTE, E. Efecto del fosforo y del calcio en la severidad del tizon temprano (*Alternaria solani*) en tomate, a nivel de invernadero. Manejo Integrado de Plagas 29: 1-5. 1993.
- ANN, P. J., KO, W. H. & KAO, C. W. Disease control of soil-borne *Phytophthora* and their suppressive soils in Taiwan. Plant Protection Bulletin Taipei 33(1): 142-147. 1991.
- BERGAMIN FILHO, A., KIMATI, H. & AMORIM, L. Manual de Fitopatologia. 3ra. ed. São Paulo. Agronômica Ceres. 1995.
- da COSTA, A.N. I & DA COSTA, A.F. In: MARTINS, B. dos S., COSTA, A. de F. S. da (eds.). A cultura do mamoeiro: tecnologias de produção. Vitória, ES: Incaper, 2003. 497.
- DAS, S., SEM, H. & BASU, A. Effect of soil applied nitrogen and potash fertilizers on severity of *Phytophthora* blight and yield of taro (*Colocasia esculenta* var. *antiquorum*) under field conditions. Indian Journal of Agricultural Sciences 73(12): 652-655. 2003.
- FARIA, C. M. B., COSTA, N. D. & FARIA, A. F. Ação de calcário e gesso sobre características químicas do solo e na produtividade e qualidade do tomate e melão. Horticultura Brasileira 21(4): 615-619. 2003.
- HUBER, D.M. Relationship Between Mineral Nutrition of Plants and Disease Incidence. Anais, Workshop – Relação entre nutrição de plantas e incidência de doenças, Piracicaba, Potafós. 2002. CD-ROM – vídeo 01.
- JONSSON, JUNG, T., ROSENGREN, U., NIHLGARD, B. & SONESSON, K. Pathogenicity of swedish isolates of *Phytophthora quercina* to *Quercus robur* in two different soils. New Phytologist 158(2): 355-364. 2003.
- LAMBERT, D. H., POWELSON, M. L. & STEVENSON, W. R. Nutritional interactions influencing diseases of potato. American Journal of Potato Research 82(4): 309-319. 2005.
- MUCHOVEJ, J., J., MAFFIA, L. A. & MUCHOVEJ, R. M. C. Effect of exchangeable soil aluminum and alkaline calcium salts on the pathogenicity and growth of *Phytophthora capsici* from green pepper. Phytopathology 70: 1212-1214. 1980.
- RAVINDER, S. Effect of nutrient levels on the incidence of buckeye rot (*Phytophthora nicotianae* var. *parasitica*) in tomato hybrids. Himachal Journal of Agricultural Research 27(1/2): 42-45. 2001.
- RODRIGUES, F. A., CARVALHO, E. M. & VALE, F. X. R. Severidade da podridão radicular de *Rhizoctonia* do feijoeiro influenciada pela calagem, e pelas fontes e doses de nitrogênio. Pesquisa Agropecuária Brasileira 37(9): 1247-1252. 2002.
- SCHMITTHENNER, A. F. & CANADAY, C. H. Role of chemical factors in development of *Phytophthora* diseases. In: Erwin, D. C., Bartnicki-Garcia, S. & Tsao, P. H. (Eds.) *Phytophthora: Its Biology, Ecology, Taxonomy and Pathology*. St. Paul, Minn., USA. American Phytopathological Society. 1983. pp. 189-196.
- TSAO, P. H. & OSTER, J. J. Relation of ammonia and nitrous acid to suppression of *Phytophthora* in soils amended with nitrogenous organic substances. Phytopathology 71(1): 53-59. 1981.
- POZZA, E.A. & POZZA, A.A. Manejo de doenças de plantas com macro e micronutrientes. Fitopatologia Brasileira 28 (Suplemento):S52-S54, 2003.
- TREMBLAY, N., BELEC, C., COULOMBE, J. & GODIN, C. Evaluation of calcium cyanamide and liming for control of clubroot disease in cauliflower. Crop Protection 24(9): 798-803. 2005.
- ZAMBOLIM, L. & VENTURA, J. A. Resistência a doenças induzida pela nutrição mineral das plantas. IN: Luz, W. C. (Ed.). Revisão Anual de Patologia de Plantas. 1: 275-309. 1993.

DISPOSIÇÕES FINAIS

- Estudos sobre os possíveis mecanismos de resistência, além de experimentos de campo em outras regiões produtoras de mamão deveriam ser conduzidos com “Tailândia Roxão” para confirmar os dados obtidos em relação à resistência à varíola (*A. caricae*) e à podridão do pé (*P. palmivora*) e com “Sekati” em relação à varíola.
- Um conjunto mais extenso de isolados, deveria ser testado em experimentos com mudas e frutos, além de se verificar o nível de variabilidade genética dentro da espécie. Dados iniciais dão a entender que *P. palmivora* não é uma espécie tão homogênea quanto se pensava inicialmente.
- Os fosfitos podem reduzir a severidade da podridão do pé do mamoeiro quando aplicados duas vezes por semana. Todavia, quando aplicados em doses superiores à recomendada causam fitotoxicidade.
- A utilização de agentes de controle biológico, como os fungos do gênero *Trichoderma*, pode não ser a solução única para o controle da podridão do pé do mamoeiro, mas, baseado nesses resultados iniciais, é mais uma ferramenta viável que pode ser utilizada no manejo dessa doença.
- Os resultados de nossos estudos contribuem com o desenvolvimento de uma estratégia de manejo mais eficaz para a varíola do mamoeiro e para disseminar o uso dos fosfitos como uma alternativa viável aos fungicidas tradicionais.
- A formulação do nitrogênio utilizado, juntamente com o pH, o tipo de solo e a interação patógeno-hospedeira influenciam o progresso da doença causada por *Phytophthora palmivora* no mamoeiro.