

Eficiência de fosfitos no controle da podridão da base do estipe em mudas de pupunheira

Eduardo Jun Fuzitani¹
Alvaro Figueredo dos Santos²
Erval Rafael Damatto Junior³
Edson Shigueaki Nomura⁴

A podridão da base do estipe (PBE), causada por *Phytophthora palmivora* (Butler) Butler, incide em mudas, plantas jovens adultas de pupunheira (*Bactris gasipaes* Kunth. var. *gasipaes* Henderson). As plantas atacadas caracterizam-se pela murcha e amarelecimento da folha bandeira, seguido de necrose e seca das demais folhas, podendo provocar a morte da planta-mãe e, as vezes, dos perflhos da touceira. Em cortes longitudinais e transversais na base do caule ou estipe, observa-se o escurecimento dos tecidos internos e podridão generalizada (SANTOS et al., 2004).

Relatos da ocorrência da PBE em plantios comerciais de pupunheira no estado de Goiás, revelaram incidência de até 50% de plantas atacadas por *P. palmivora* (TOMITA et al., 2006). Santos e Luz (2007), por sua vez, relataram que mais de 70% de plantas sob condições de viveiro foram infectadas e mortas no estado da Bahia. Santos et al. (2004) relataram também que normalmente as plantas doentes encontram-se distribuídas esparsamente nos plantios de pupunheira. Vargas

(1993) constatou que é comum a ocorrência de *P. palmivora* em pupunheira na Costa Rica.

Até o momento, não se dispõe de uma forma de controle efetiva dessa doença. A ação dos fosfitos no controle de doenças causadas por oomicetos do gênero *Phytophthora* foi demonstrada por Dianese et al. (2009). Valdebenito-Sanhueza (1991a; 1991b) obteve resultados positivos na aplicação de fosfitos na redução do desenvolvimento de lesões de *Phytophthora cactorum* em macieiras cv. Fuji, decorrentes de inoculação artificial.

Devido à falta de informações sobre o controle da PBE, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a eficiência, doses e número de aplicações de diferentes fosfitos no controle da PBE em mudas de pupunheira.

Mudas de pupunheira de oito meses de idade, com cerca de 30 cm de altura e três a quatro pares de folhas, foram mantidas em sacos de polietileno preto (11 cm de altura e 7 cm de largura), contendo

¹Engenheiro-agrônomo, Mestre, pesquisador da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Polo Regional Vale do Ribeira - Pariquera-Açu, edufuzitani@apta.sp.gov.br

²Engenheiro-agrônomo, Doutor, pesquisador da Embrapa Florestas, alvaro.santos@embrapa.br

³Engenheiro-agrônomo, Doutor, pesquisador da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Polo Regional Vale do Ribeira - Pariquera-Açu, erval@apta.sp.gov.br

⁴Engenheiro-agrônomo, Mestre, pesquisador da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios, Polo Regional Vale do Ribeira - Pariquera-Açu, edsonnomura@apta.sp.gov.br

subsolo, e irrigadas manualmente de acordo com a necessidade hídrica das mudas.

Isolados de *P. palmivora* pertencentes à coleção da Embrapa Florestas foram mantidos por meio de repicagens periódicas em meio de batata-dextrose-ágar (BDA: infusão de 200 g de batata, 15 g de dextrose, 17 g de ágar e 1.000 mL de água destilada). Para obtenção de zoósporos, as culturas de *P. palmivora* foram repicadas para placas de Petri contendo meio de cultivo cenoura-ágar (CA: infusão de 200 g de cenoura, 17 g de ágar e 1.000 mL de água destilada esterilizada), mantidas por sete dias, sob luz fluorescente constante em ambiente de laboratório. Ao final deste período, 6 mL de água destilada e esterilizada foram adicionados a cada placa de Petri, sendo colocadas em geladeira por 30 min e depois transferidas para a temperatura ambiente por 30 min, para liberação dos zoósporos. As suspensões de zoósporos obtidas em cada placa foram vertidas em copo de Becker para determinação da sua concentração em hemacitômetro.

O método de injeção da suspensão de zoósporos na base do estipe das mudas de pupunheira desenvolvido no Laboratório de Patologia Florestal da Embrapa Florestas, Colombo, PR, foi utilizado em todos os experimentos (FUZITANI, 2012). Para tal, utilizou-se uma seringa descartável com agulha hipodérmica nas dimensões de 1,20 mm x 40 mm, contendo uma alíquota de 0,1 mL da suspensão de zoósporos por planta, na concentração de $3,75 \times 10^6$ no experimento I; $2,9 \times 10^7$ no experimento II e de $2,05 \times 10^6$ zoósporos mL⁻¹ no experimento III.

O experimento I foi constituído de 12 tratamentos. Foi instalado em delineamento inteiramente casualizado e esquema fatorial 6 x 2 (fosfitos x época de aplicação) com 10 repetições de uma muda cada, utilizando-se o fosfito de potássio (40% P₂O₅ + 20% K₂O), fosfito de cálcio (30% P₂O₅ + 6% Ca), fosfito de zinco (40% P₂O₅ + 10% Zn), fosfito de magnésio (30% P₂O₅ + 4% Mg) e fosfito de manganês (30% P₂O₅ + 9% Mn), além do tratamento controle (água), e as épocas de aplicação: preventiva (48 h antes da inoculação) e curativa (48 h após a inoculação). Todas as soluções dos fosfitos foram aplicadas nas folhas na concentração de 2,5 mL L⁻¹, com auxílio de pulverizador manual de 25 mL de volume.

O experimento II foi constituído de 24 tratamentos. Foi instalado em delineamento inteiramente casualizado e esquema fatorial 6 x 4 (número de aplicações x épocas de avaliação) com 10 repetições de uma muda cada, sendo o número de aplicações: 6, 4 e 2 dias antes da inoculação; 6 e 4 dias antes da inoculação; 4 e 2 dias antes da inoculação; 2 dias antes da inoculação; no mesmo dia da inoculação; inoculação e pulverização no mesmo dia, somente com água. O fosfito de potássio foi aplicado nas folhas na concentração de 5,0 mL.L⁻¹, com auxílio de pulverizador manual de 25 mL de volume.

O experimento III foi instalado em delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2 x 2 (época de aplicações x dosagens), além de um controle (somente com aplicação de água, antes e depois da inoculação em cada aplicação do fosfito), todos com 10 repetições de uma muda cada, sendo:

- T₁ - aplicações aos 2, 4 e 6 dias antes da inoculação (forma preventiva) e aplicações aos 2, 4 e 6 dias após a inoculação (forma curativa), na dosagem 2,5 mL.L⁻¹;
- T₂ - aplicações aos 2, 4 e 6 dias antes da inoculação (forma preventiva) e aplicações aos 2, 4 e 6 dias após a inoculação (forma curativa), na dosagem 5,0 mL.L⁻¹;
- T₃ - aplicações aos 4 e 6 dias antes da inoculação (forma preventiva) e aplicações aos 4 e 6 dias após a inoculação (forma curativa), na dosagem 2,5 mL.L⁻¹;
- T₄ - aplicações aos 4 e 6 dias antes da inoculação (forma preventiva) e aplicações aos 4 e 6 dias após a inoculação (forma curativa), na dosagem 5,0 mL.L⁻¹.

Nos tratamentos, o fosfito foi aplicado na forma de pulverização nas folhas, com auxílio de pulverizador manual de 25 mL de volume, antes da inoculação, ou seja, na forma preventiva e na forma curativa.

A severidade da PBE de todos os experimentos foi avaliada aos 7, 14, 21 e 28 dias após a inoculação, com base na escala descritiva desenvolvida no Laboratório de Patologia Florestal da Embrapa Florestas (FUZITANI, 2012), cujas notas variaram de 0 a 4, onde:

- 0 - sem sintomas;
- 1 - folha bandeira e/ou primeira folha aberta com murcha ou amarelecimento;
- 2 - folha bandeira, primeira e segunda folhas com murcha ou amarelecimento;
- 3 - todas as folhas com murcha, amarelecimento ou secas;
- 4 - planta morta.

A severidade da PBE também foi determinada aos 28 dias após a inoculação, pela área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e a incidência (expressa em %) foi obtida pela contagem de plantas sintomáticas.

Os dados relativos à severidade da PBE dos três experimentos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa SISVAR (FERREIRA, 2003). Para o cálculo da área abaixo da curva de progresso da doença utilizou-se o programa AACPD do projeto CanaSis.

No experimento I (Tabela 1), diferenças significativas entre as severidades da PBE foram observadas aos 28 dias após a inoculação, apenas quando o fosfito de potássio foi aplicado de forma preventiva. Mudas que receberam aplicação preventiva de fosfito de potássio apresentaram severidade média significativamente menor em relação aos fosfitos de cálcio e zinco e ao tratamento controle. Porém, aos 28 dias, a aplicação curativa de fosfito de potássio não apresentou efeito significativo na severidade da PBE. De modo geral, a severidade média da PBE, observada com a aplicação preventiva de fosfito de potássio, atingiu 3,8 na escala, mostrando-se significativamente inferior à aplicação curativa, que atingiu 4,0, indicando que o tratamento preventivo foi ligeiramente superior ao curativo, ao reduzir os danos causados pela doença. Os demais fosfitos, aplicados de forma preventiva ou curativa, não apresentaram efeitos significativos para controle da PBE.

Tabela 1. Severidade e incidência da podridão da base do estipe aos 28 dias da aplicação preventiva e curativa de fosfitos (48 h antes e depois da inoculação de uma suspensão de zoósporos de *Phytophthora palmivora*). Experimento I, em Colombo, PR, 2011.

Tipo de fosfito	Severidade aos 28 dias		Incidência (%)
	Preventivo	Curativo	
Potássio	3,2 a A	3,8 aB	100
Cálcio	3,9 b B	4,0 aB	100
Zinco	4,0 b B	4,0 aB	100
Magnésio	3,8 ab B	4,0 aB	100
Manganês	3,8 ab B	4,0 aB	100
Controle	4,0 b B	4,0 aB	100
C.V. (%)	10,33		

Média seguida pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Escala de notas, onde: 0 = sem sintomas; 1 = folha bandeira e/ou primeira folha aberta com murcha ou amarelecimento; 2 = folha bandeira, primeira e segunda folhas com murcha ou amarelecimento; 3 = todas as folhas com murcha, amarelecimento ou secas; e 4 = planta morta.

Daniel e Guest (2006) demonstraram também que a aplicação de fosfito de potássio em *Arabidopsis thaliana* reduziu a intensidade da doença causada por *P. palmivora*.

No experimento II (Tabela 2), aos 21 e 28 dias, o tratamento T₁ (3 aplicações aos 6, 4 e 2 dias antes da inoculação), T₂ (2 aplicações aos 6 e 4 dias antes da inoculação) e T₃ (2 aplicações aos 4 e 2 dias antes da inoculação) apresentaram efeito significativo na severidade da PBE em relação aos demais tratamentos, inclusive em relação ao tratamento controle. Os tratamentos T₁ e T₂ mostram que a aplicação preventiva de fosfito de potássio apresentou

Tabela 2. Severidade, incidência e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) da podridão da base do estipe em mudas de pupunheira tratadas preventivamente com fosfito de potássio, após a inoculação de suspensão de zoósporos de *Phytophthora palmivora*. Experimento II, em Colombo, PR, 2011.

Tipo de aplicação	Severidade*				AACPD	Incidência (%)
	7 dias	14 dias	21 dias	28 dias		
T1 *	0,0 a A	0,1 a A	0,5 a A	0,5 a A	4,30	20
T2	0,0 a A	0,1 a A	0,3 a A	0,3 a A	2,80	20
T3	0,6 a A	1,1 b A	1,0 a A	1,2 ab A	15,85	60
T4	0,3 a A	1,6 b B	2,4 b BC	2,6 c C	28,20	100
T5	0,4 a A	1,8 bc B	2,9 bc C	3,2 cd C	33,60	100
T6	0,8 a A	2,6 c B	3,8 c C	3,9 d C	45,45	100
C.V.(%)	34,5					

* T1 = 3 aplicações aos 6, 4 e 2 dias antes da inoculação; T2 = 2 aplicações aos 6 e 4 dias antes da inoculação; T3 = 2 aplicações aos 4 e 2 dias antes da inoculação; T4 = 1 aplicação aos 2 dias antes da inoculação; T5 = 1 aplicação no mesmo dia da inoculação; e T6 = controle, com inoculação e pulverização no mesmo dia, somente com água. Média seguida pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Escala de notas, onde: 0 = sem sintomas; 1 = folha bandeira e/ou primeira folha aberta com murcha ou amarelecimento; 2 = folha bandeira, primeira e segunda folhas com murcha ou amarelecimento; 3 = todas as folhas com murcha, amarelecimento ou secas; e 4 = planta morta.

severidade média inferior aos demais tratamentos, cuja incidência da doença não ultrapassou 20%. A área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) destes tratamentos também foram as menores, em relação aos demais tratamentos.

Com os resultados obtidos é possível afirmar que a absorção pela planta de forma preventiva de determinada quantidade de fosfito, antes da infecção pelo patógeno, pode contribuir para minimização dos danos causados pela doença em mudas de pupunheira. Jackson et al. (2000) relataram que, aplicações foliares de fosfito 48 h antes da inoculação do patógeno, diminuíram o desenvolvimento da podridão de raiz em eucalipto, causada por *Phytophthora cinnamomi*.

No experimento III (Tabela 3), aos 28 dias, o tratamento T₁ (3 aplicações aos 2, 4 e 6 dias antes da inoculação, na dosagem de 2,5 mL.L⁻¹), T₂ (2 aplicações aos 2 e 4 dias antes da inoculação, na dosagem de 5,0 mL.L⁻¹) e T₄ (2 aplicações aos 2 e 4 dias antes da inoculação, na dosagem de 5,0 mL.L⁻¹) apresentaram efeito significativo em relação aos demais tratamentos. Notou-se que a aplicação preventiva desses tratamentos retardou significativamente o desenvolvimento dos sintomas externos de murcha e amarelecimento das folhas, característico da infecção por *P. palmivora*. Os tratamentos aplicados na forma curativa não apresentaram diferenças significativas, apresentando severidade média de 3,8.

Tabela 3. Severidade e incidência da podridão da base do estipe em mudas de pupunheiras submetidas ao tratamento com fosfito de potássio (preventivo e curativo) com diferentes dosagens e número de aplicações. Experimento III, em Colombo, PR, 2011.

Tipo de aplicação e dosagem	Severidade aos 28 dias		Incidência (%)
	Preventivo	Curativo	
*T1	1,8 a A	3,8 b B	95
T2	1,3 a A	3,8 b B	100
T3	3,1 b A	3,8 b B	100
T4	1,3 a A	3,7 b B	100
T5	3,5 b B	3,9 b B	100
C.V.(%)	21,37		

T1 = 3 aplicações aos 2, 4 e 6 dias na dosagem de 2,5 mL.L⁻¹; T2 = 3 aplicações aos 2, 4 e 6 dias na dosagem de 5 mL.L⁻¹; T3 = 2 aplicações aos 4 e 6 dias na dosagem de 2,5 mL.L⁻¹; T4 = 2 aplicações aos 4 e 6 dias na dosagem de 5 mL.L⁻¹; T5 = controle.

De modo geral, a severidade da PBE em mudas de pupunheiras tratadas de forma preventiva com fosfito de potássio foi significativamente menor do que em mudas tratadas de forma curativa. Porém, a incidência da doença em mudas tratadas de forma curativa com fosfito de potássio atingiu 100% em todos os tratamentos, exceto o T1, que atingiu 95%.

Em mamoeiro, Dianese et al. (2009) constataram que duas aplicações por semana de fosfito de potássio, fosfito de cálcio ou fosfito de magnésio por três semanas consecutivas, antes da inoculação do patógeno *P. palmivora*, reduziram a intensidade da doença.

Conclusões

Os resultados do presente trabalho demonstram o potencial do uso do fosfito de potássio para o controle da PBE, concluindo-se que:

- O fosfito de potássio aplicado preventivamente à inoculação de *P. palmivora* reduziu a incidência e a severidade da PBE em mudas de pupunheira;
- Não houve redução significativa da incidência e da severidade da PBE quando fosfito de potássio foi aplicado de forma curativa, independente da dosagem ou do número de aplicações;
- A dosagem de 5,0 mL.L⁻¹ de fosfito de potássio, aplicado preventivamente à inoculação de *P. palmivora*, produziu efeito positivo ao reduzir a incidência e a severidade da PBE em mudas de pupunheira;
- As dosagens de 2,5 e 5,0 mL.L⁻¹ de fosfito de potássio, aplicadas aos 2, 4 e 6 dias, antes da inoculação de zoósporos *P. palmivora*, reduziram a incidência e a severidade da PBE em mudas de pupunheira.

Referências

DANIEL, R.; GUEST, D. Defence responses induced by potassium phosphonate in *Phytophthora palmivora* challenged *Arabidopsis thaliana*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v. 67, n. 3-5, p. 194-210, 2006.

DIANESE, A. C.; BLUM, L. E. B.; DUTRA, J. B.; LOPES, L. F. Aplicação de fosfito de potássio, cálcio ou magnésio para a redução da podridão-do-pé da mamoeiro em casa de vegetação. **Ciência Rural**, Santa Maria, RS, v. 39, n. 8, p. 2309-2314, 2009.

FUZITANI, E. J. **Integração de medidas de manejo da Podridão da base do estipe em mudas de pupunheiras**. 2012. 63 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

FERREIRA, D. F. **Sisvar 4.6**: sistema de análise estatísticas. Lavras: UFLA, 2003.

JACKSON, T. J.; BURGESS, T.; COLQUHOUN, I.; HARDY, G. E. S. Action of the fungicide phosphate on *Eucalyptus marginata* inoculated with *Phytophthora cinnamomi*. **Plant Pathology**, v. 49, n. 1, p. 147-154, 2000.

SANTOS, A. F. do.; LUZ, E. D. M. N.; FIANTO, P. D.; TESSMANN, D. J.; VIDA, J. B. Primeiro relato da podridão do estipe da pupunheira causado por *Phytophthora palmivora*, no Estado do Paraná. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 30, p. 81-84, 2004.

SANTOS, A. F. S.; LUZ, E. D. M. N. Doenças emergentes causadas por *Phytophthora* no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 32, supl., p. 41-42, 2007.

TOMITA, C. K.; LIMA, M. A.; UESUGI, C. H. Levantamento de perdas econômicas causadas por *Phytophthora palmivora* em cultura de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth.) na região geo-econômica de Padre-Bernardo-GO. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 31, supl., p. 296, 2006.

VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M. Controle químico da podridão de raízes de macieira causada por *Phytophthora cactorum* no Rio Grande do Sul. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, DF, v. 16, p. 25-29, 1991a.

VALDEBENITO-SANHUEZA, R. M. Tratamento de mudas de macieira inoculadas com *Phytophthora cactorum* em condições de telado. **Summa Phytopathologica**, v. 17, p. 154-158, 1991b.

VARGAS, E. Principales enfermedades del peñibaye en Costa Rica. In: CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE BIOLOGIA, AGRONOMIA E INDUSTRIALIZACIÓN DEL PIJUAYO, 4., 1991, Iquitos. **Anales**, San José: Universidad de Costa Rica, 1993. p. 295.

Comunicado Técnico, 324

Embrapa Florestas
Endereço: Estrada da Ribeira Km 111, CP 319 Colombo, PR, CEP 83411-000
Fone / Fax: (0**) 41 3675-5600
E-mail: cnpf.sac@embrapa.br



1ª edição
Versão eletrônica (2013)

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento



Comitê de Publicações

Presidente: *Patrícia Póvoa de Mattos*
Secretária-Executiva: *Elisabete Marques Oaida*
Membros: *Alvaro Figueredo dos Santos, Claudia Maria Branco de Freitas Maia, Elenice Fritzsos, Guilherme Schnell e Schuhli, Jorge Ribaski, Luis Claudio Maranhão Froufe, Maria Izabel Radomski, Susete do Rocio Chiarello Pentead*

Expediente

Supervisão editorial: *Patrícia Póvoa de Mattos*
Revisão de texto: *Patrícia Póvoa de Mattos*
Normalização bibliográfica: *Francisca Rasche*
Editoração eletrônica: *Rafaele Crisostomo Pereira*