



Revista Agrária Acadêmica

[Agrarian Academic Journal](#)

Volume 3 – Número 3 – Mai/Jun (2020)



doi: 10.32406/v3n32020/4-10/agrariacad

Fosfitos de potássio para o controle do míldio da roseira (*Peronospora sparsa* Berk.)

Potassium phosphites for controlling of rose downy mildew (*Peronospora sparsa* Berk.)

[Pablo Israel Álvarez Romero](#)^{1*}, [Ana Francisca Tibúrcia Amorim Ferreira e Ferreira](#)², Rómulo García Velasco³, Martha Elena Mora Herrera³, Martha Lidya Salgado Siclán³, Alex Estuardo Erazo Lara¹, Raúl Guillermo Zambrano⁴

¹ Facultad de Recursos Naturales/Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobamba/CH, Ecuador. Panamericana Sur km 1 1/2, Riobamba-Ecuador . CEP: EC060155.

² Programa de Pós-Graduação em Agronomia Tropical/Universidade Federal do Amazonas-UFAM, Manaus/AM, Brasil.

³ Universidad Autónoma del Estado de México, Toluca - México.

⁴ Universidad Nacional de Chimborazo, Riobamba-Ecuador

*Autor para correspondência: E-mail: pabloi.alvarez@epoch.edu.ec

Resumo

O míldio é uma das doenças mais importantes na roseira no mundo. O controle é feito com contínuas aplicações de fungicidas, o que eventualmente pode favorecer o surgimento de estirpes resistentes. Na busca por alternativas ambientalmente compatíveis para controlar o míldio, foram testadas duas formulações diferentes de fosfitos de potássio sobre o míldio, e os efeitos desses produtos no comprimento, diâmetro e concentração total de clorofila das roseiras foram avaliados. As roseiras pulverizadas com ambas formulações apresentaram níveis mais baixos de incidência e severidade. As diferentes formulações de fosfitos aumentaram o comprimento do caule, o diâmetro e a concentração de clorofila total das roseiras em comparação com os outros tratamentos.

Palavras-chave: Indutores. Severidade. Mefenoxam. Biocompatível.

Abstract

Downy mildew is one of the most important diseases in rose crop in the world. The control is done with continuous applications of fungicides, which may eventually favor the emergence of resistant strains. In the search for environmentally compatible alternatives to control downy mildew, two different potassium phosphite formulations were tested on downy mildew, and the effects of these products on the length, diameter and total chlorophyll concentration of roses were evaluated. The roses sprayed with both formulations showed lower levels of incidence and severity. The different phosphite formulations increased the stem length, diameter and total chlorophyll concentration of roses compared to the other treatments.

Keywords: Inductors. Severity. Mefenoxam. Biocompatible.

Introdução

O míldio, causado pelo oomiceto *Peronospora sparsa* Berkeley, é uma das doenças mais prejudiciais às roseiras (*Rosa* sp.). A distribuição da doença é mundial e pode causar uma severa redução da produtividade e na qualidade das flores em curtos períodos, afetando principalmente as folhas, troncos e flores (ÁLVAREZ ROMERO et al., 2018; HURTADO; ÁLVAREZ; GUTIÉRREZ, 2019).

Os maiores danos do míldio acontecem em temperaturas de 15 e 20 °C durante a infecção, e em 20 e 25 °C durante a colonização. Além disso, a infecção é influenciada por uma camada de água livre na superfície do tecido foliar por um período de 2 h, e quando esse período de molhamento foliar dura em média 10 horas, ocorre um favorecimento do processo de infecção (AEGERTER; NUÑEZ; DAVIS, 2003). Adicionalmente, a presença desses agentes infecciosos resultam em um estresse na planta, ativando a síntese de metabolitos secundários como forma de mecanismos de defesa (HURTADO; ÁLVAREZ; GUTIÉRREZ, 2019).

O controle da doença é feito exclusivamente com fungicidas, visto que não há variedades de roseiras que apresentem resistência genética para este patógeno (AYALA-VÁSQUEZ I.A. et al., 2008). Assim, o método mais utilizado pelos produtores de roseiras para o controle de *P. sparsa* consiste na aplicação de fungicidas sítio-específicos, como as fenilamidas. Um exemplo deste grupo é o mefenoxam que é amplamente utilizado para o controle de míldios (AEGERTER; NUÑEZ; DAVIS, 2002; ÁLVAREZ ROMERO et al., 2018), entretanto, o uso contínuo desses produtos pode levar à seleção de isolados com fenótipo resistente dentro da população (BRENT; HOLLON, 2007). Dessa forma, alternativas que possam auxiliar no controle de doenças mas que não representem risco ao meio ambiente e ao homem, têm grande importância (PEREIRA et al., 2012).

Os fosfitos de potássio têm sido utilizados para o controle de doenças causadas por oomicetos em diferentes culturas, especialmente para os gêneros *Peronospora*, *Plasmopara*, *Phytophthora* e *Pythium* (BRUNINGS et al., 2012; BURRA et al., 2014; LOBATO et al., 2010; SILVA et al., 2011), e estes tem apresentado resultados promissores no controle desses patógenos, inclusive do míldio da roseira (ÁLVAREZ ROMERO et al., 2018). Álvarez Romero et al., (2018, p. 1582) observaram que plantas de roseira do cultivar *Lupita* tratadas com fosfito de potássio (2,5 mL.L⁻¹), apresentaram 58% de redução da incidência e 84,2% de redução da severidade do míldio. Adicionalmente, foi observado um incremento de 97.5% do comprimento do caule nas plantas de roseiras que foram pulverizadas com fosfitos de potássio.

Os fosfitos são sais inorgânicos do ácido fosforoso que possuem ação sistêmica e que são capazes de proteger diferentes partes da planta (REBOLLAR-ALVITER et al., 2012). Compostos baseados em fosfitos foram descritos sendo capazes de controlar doenças provocadas por oomicetos afetando diretamente e indiretamente esses fitopatógenos. Os efeitos indiretos incluem a inibição do crescimento micelial e redução ou alteração do metabolismo do patógeno (MACHINANDIARENA et al., 2012). No hospedeiro, os fosfitos atuam estimulando os mecanismos de defesa das plantas como a produção de fitoalexinas, espécies reativas de oxigênio (ROS), indução de proteínas relacionadas com a patogênese e o enrijecimento da parede celular (ÁLVAREZ ROMERO et al., 2018; MACHINANDIARENA et al., 2012; REBOLLAR-ALVITER et al., 2012).

Os objetivos deste trabalho foram, portanto, avaliar o efeito de duas formulações de fosfito de potássio sobre a incidência e severidade do míldio da roseira, como também determinar o efeito

destes produtos sobre as características agrônômicas das roseiras como comprimento, diâmetro e teor de clorofila total.

Material e métodos

O experimento foi realizado em 2018 e conduzido no Núcleo Tecnológico da Universidade Autônoma do Estado de México, em Tenancingo, Estado de México, México (18°58'03.38"N - 93°36'48.69"W). Foram utilizadas plantas de roseira da cultivar 'Samurai' enxertadas sobre o porta-enxerto 'Manetti' com oito meses de idade. As plantas foram cultivadas em espaçamento de 1,4 x 0,4m e condução em espaldeira com três fios de arame. Para o estabelecimento do experimento foram induzidos brotos novos nas plantas mediante poda, e parâmetros como umidade relativa e temperatura foram ajustados pra que a infecção acontecesse naturalmente.

O experimento foi realizado utilizando o delineamento experimental de blocos casualizados (DBC) com cinco tratamentos (T1: testemunha pulverizada com água destilada estéril; T2: aplicação do fosfito de potássio Nutriphite Magnum® a 2,5 mL.L⁻¹ (N 2%; P₂O₅ 40%; K₂O 16%) (Verdesian Life Sciences, USA); T3: aplicação do fosfito de potássio Optimus® a 2,5 mL.L⁻¹ (P₂O₅ 30%; K₂O 20%; 4% aminoácidos livres) (Bioibérica, Espanha); T4: aplicação de fosfito de potássio Nutriphite Magnum® a 2,5 mL.L⁻¹ em mistura com o fungicida Ridomil Gold® a 2 mL.L⁻¹ (metalaxil-m 33 g de i.a.L⁻¹ + clorotalonilo 330 g i.a.L⁻¹) (Syngenta, México); T5: aplicação do fosfito de potássio Optimus® a 2,5 mL.L⁻¹ em mistura com o fungicida Ridomil Gold® a 2 mL.L⁻¹) com quatro repetições de dez plantas em linha por parcela, e uma parcela útil formada pelas seis plantas centrais da linha de plantio.

As pulverizações foram realizadas com pulverizador costal manual em intervalos semanais, totalizando 7 aplicações, e estas foram conduzidas a partir da brotação das roseiras até o ponto de escorrimento. Foi adicionado 0,05% de surfactante à calda de pulverização, e o volume aplicado variou de 700 a 1.000 L.ha⁻¹, de acordo com o estágio de desenvolvimento da planta. Os tratamentos foram comparados por meio do teste de Tukey, a 5% de probabilidade, por meio do programa R®.

As avaliações de incidência e severidade do míldio foram feitas nas folhas semanalmente, desde o surgimento dos primeiros sintomas. Foram realizadas seis avaliações até o momento da colheita da flor. Para a incidência foi utilizada a metodologia de Velandia et al., (2012) e para a severidade foi utilizada a escala de notas proposta por Rebollar-Alviter et al., (2012). A severidade foi avaliada com notas que variaram de 0 a 6, das quais a nota 0 foi atribuída a plantas com ausência de sintomas, e as notas de 1 a 5 conforme a área foliar lesionada: nota 1 (0,1 a 5%); nota 2 (5,1 a 10%); nota 3 (10,1 a 25%); nota 4 (25,1 a 50%); nota 5 (50,1 a 75%); nota 6 (>75%). A partir dos resultados das avaliações foi calculada a área abaixo da curva de progresso da incidência (AACPID) e da severidade do míldio da roseira (AACPSD), para cada tratamento.

Além da quantificação da incidência e severidade do míldio da roseira, foram mensurados o comprimento e o diâmetro do caule, e o teor de clorofila total das roseiras. O teor de clorofila total foi determinado com um mensurador de unidades SPAD digital portátil (Konica Minolta 502, Japão), as unidades SPAD foram transformadas em mg.mg⁻¹ de peso fresco de clorofila total por meio de correlação de unidades SPAD obtidas com o teor de clorofila total de 15 folíolos de roseiras cv. 'Samurai' com diferentes níveis de unidades SPAD, de acordo a Mora-Herrera et al., (2011, pag. 77).

Resultados e Discussão

As roseiras pulverizadas com as duas formulações de fosfito de potássio e em mistura do fungicida apresentaram uma importante redução na incidência e severidade do míldio em relação à testemunha. Observou-se efeito das duas formulações dos fosfitos de potássio avaliados na área abaixo da curva do progresso da incidência ($P < 0,0009$) e da severidade ($P < 0,0001$) do míldio. Os tratamentos T2 (fosfito de potássio Nutriphite Magnum[®]) e T4 (fosfito de potássio Nutriphite Magnum[®] + fungicida Ridomil Gold[®]) apresentaram os níveis mais baixos de incidência, reduzindo 56,3% e 50,8% respectivamente em relação à testemunha (Tabela 1). Essa mesma tendência foi observada para os valores de severidade da doença, onde os tratamentos T2 e T4 apresentaram uma redução na severidade de 77,8% e 75,5% respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1 - Efeito dos tratamentos avaliados na área abaixo da curva do progresso da incidência (AACPID) e da severidade (AACPSD) do míldio (*Peronospora sparsa*) em roseiras cv. 'Samurai'.

Tratamentos	AUDPID	AUDPSD
T1: Testemunha	3430.00 b*	1825.00 b*
T2: Fosfito de potássio Nutriphite Magnum [®]	1500.00 a	405.00 a
T3: Fosfito de potássio Optimus [®] com aminoácidos livres	2140.00 a	465.00 a
T4: Fosfito de potássio Nutriphite Magnum [®] + Fungicida Ridomil Gold [®]	1690.00 a	446.67 a
T5: Fosfito de potássio Optimus [®] + Fungicida Ridomil Gold [®]	1830.00 a	485.00 a

* Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferiram pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Vários trabalhos relataram a eficiência de fosfitos de potássio no controle de doenças de plantas, além de seu duplo modo de ação, uma ação direta sobre os patógenos e indireta pela ativação de mecanismos de defesa nas plantas (ÁLVAREZ ROMERO et al., 2018; PEREIRA et al., 2012; REBOLLAR-ALVITER et al., 2012). A ação direta dos fosfitos já foi demonstrada através da incorporação destes em meio de cultura, os quais revelaram ter um efeito fungistático no crescimento e na esporulação de *Pythium* sp. (LOBATO et al., 2008).

De forma indireta, o fosfito de potássio é considerado um indutor de resistência sistêmica adquirida (SAR), que é um mecanismo natural das plantas para a defesa ao ataque de microrganismos fitopatogênicos e insetos (DANIEL; GUEST, 2006). Na planta, o fosfito de potássio é dissociado nas formas de ácido fosforoso (H_3PO_3) e K. O ácido fosforoso é metabolizado pela planta como um metabólito do patógeno, ativando os mecanismos de defesa e estimulando a produção de fitoalexinas que têm propriedades biocidas contra diferentes grupos de agentes causais de doenças (MACHINANDIARENA et al., 2012). Efeitos indiretos no hospedeiro foram observados quando fosfitos foram aplicados no caule de plantas de Lupino (*Lupinus angustifolius*), e conferiram proteção ao ataque de *Phytophthora cinnamomi*, em fumo (*Nicotiana tabacum*) com *P. nicotianae* e em mamão (*Carica papaya*) com *P. palmivora* (SMILLIE, 1989).

Quanto às características agrônômicas das roseiras, se observou efeito significativo dos tratamentos sobre o comprimento e diâmetro do caule ($P < 0,0001$). As plantas de roseiras que foram pulverizadas com fosfito de potássio Optimus[®] com aminoácidos livres (T3) apresentaram um incremento de 56,5% no comprimento e 18,9% no diâmetro do caule em relação à testemunha (Tabela 2). Finalmente, o teor de clorofila total teve um acréscimo de 58,5% em roseiras pulverizadas com fosfito de potássio Optimus[®] + fungicida Ridomil Gold[®] (T5), e em 55,99% em roseiras pulverizadas com fosfito de potássio Nutriphite Magnum[®] + Fungicida Ridomil Gold[®] (T4) (Tabela 2).

Tabela 2 - Efeito dos tratamentos sobre o comprimento, diâmetro do caule e teor da clorofila total em roseiras cv. 'Samurai'.

Tratamentos	COM (cm)	DIAM (mm)	CLO (mg.g ⁻¹ PF)
T1: Testemunha	39.2 c	4.1 b	1.6 d
T2: Fosfito de potássio Nutriphite Magnum [®]	51.9 b	4.4 b	2.1 c
T3: Fosfito de potássio Optimus [®] com aminoácidos livres	61.4 a	4.5 ab	2.2 bc
T4: Fosfito de potássio Nutriphite Magnum [®] + Fungicida Ridomil Gold [®]	48.4 b	4.4 b	2.5 ab
T5: Fosfito de potássio Optimus [®] + Fungicida Ridomil Gold [®]	49.4 b	4.8 a	2.5 a

Abreviações: COM: comprimento; DIAM: Diâmetro; CLO: Clorofila total.

* Médias seguidas de letras iguais nas colunas não diferiram pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho foram demonstrados por Álvarez Romero et al., (2018, pag. 1582) avaliando o efeito de fosfitos de potássio no controle do míldio da roseira. Os autores observaram que o uso do fosfito de potássio (N 2%; P₂O₅ 40%; K₂O 16%) resultou em um controle superior a 84% da doença, além de ter melhorado características agrônômicas como o comprimento e o diâmetro dos caules.

A eficácia do tratamento de fosfito de potássio com aminoácidos livres (Optimus[®]) já foi relatada em videira (*Vitis vinifera* L. cv. 'Chardonnay') com antecedentes de fortes ataques de míldio (*Plasmopara viticola*). Neste trabalho foi observado que quatro pulverizações deste produto já mostraram uma redução de 80% do dano do míldio ao nível de folhas e frutos (BOTTA, 2013). Além disso, o efeito de fosfitos quando associados à aminoácidos livres tem demonstrado efeito positivo sobre o hospedeiro, onde plantas pulverizadas com fosfito contendo aminoácidos livres tiveram um aumento no comprimento, diâmetro e nos valores totais de clorofila, o que pode ser explicado pelo fato de que aminoácidos incrementam a eficiência fotoquímica evitando a destruição de pigmentos fotossintéticos em plantas estressadas por agentes abióticos e bióticos (BOTTA, 2013).

Pulverizações consecutivas de diferentes formulações de fosfito de potássio reduziram a incidência e severidade de *P. sparsa* em roseiras, por outro lado, não houve diferença entre as pulverizações dos fosfitos feitas em mistura com fungicida e sem fungicida, portanto não há razão para misturar fungicidas com fosfitos para o controle de míldio da roseira. Além disso, os fosfitos são produtos de baixo risco de resistência segundo o Comitê de ação a resistência aos fungicidas (FRAC) (BRENT; HOLLOMON, 2007). Portanto, os fosfitos se mostraram eficientes no controle do míldio da roseira e podem ser utilizados em mistura e em rotação com outros produtos de diferente modo de ação. Os resultados deste estudo indicam que aplicações de fosfitos de potássio e aminoácidos livres controlam de forma eficaz o míldio das roseiras.

Conclusões

Os fosfitos de potássio são promissores no controle do míldio da roseira e representam uma alternativa ambientalmente compatível aos fungicidas utilizados na cultura. A pulverização de fosfitos de potássio com aminoácidos livres aumentou o comprimento, diâmetro de caules e teor de clorofila total de roseiras.

Referências bibliográficas

- AEGERTER, B. J.; NUÑEZ, J. J.; DAVIS, R. M. Detection and management of downy mildew in rose rootstock. **Plant Disease**, 2002.
- AEGERTER, B. J.; NUÑEZ, J. J.; DAVIS, R. M. Environmental factors affecting rose downy mildew and development of a forecasting model for a nursery production system. **Plant Disease**, 2003.
- ÁLVAREZ ROMERO, P. I. et al. Identificación y alternativas de manejo del mildiu veloso en rosal. **Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas**, v. 9, n. 8, p. 1577-1589, dez. 2018.
- AYALA-VÁSQUEZ I.A., M. et al. Diversidad genética de *Peronospora sparsa* (Peronosporaceae) en cultivos de rosa de Colombia. **Acta Biologica Colombiana**, v. 13, n. 1, p. 79-94, 2008.
- BOTTA, A. Enhancing plant tolerance to temperature stress with amino acids: an approach to their mode of action. **Acta Horticulturae**, n. 1009, p. 29-35, out. 2013.
- BRENT, K. J.; HOLLomon, D. W. Fungicide resistance in crop pathogens: How can it be managed? **FRAC Monograph N° 01**: [s.n.], 2007.
- BRUNINGS, A. M. et al. Are Phosphorous and Phosphoric Acids Equal Phosphorous Sources for Plant Growth? **University of Florida IFAS Extension**, 2012.
- BURRA, D. D. et al. Phosphite-induced changes of the transcriptome and secretome in *Solanum tuberosum* leading to resistance against *Phytophthora infestans*. **BMC Plant Biology**, 2014.
- DANIEL, R.; GUEST, D. Defence responses induced by potassium phosphonate in *Phytophthora palmivora*-challenged *Arabidopsis thaliana*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, 2006.
- HURTADO, N. C.; ÁLVAREZ, G. E. G.; GUTIÉRREZ, A. M. L. Identificación de *Peronospora sparsa* y evaluación del contenido de fenoles en frutos de mora de castilla afectados por este microorganismo. **Revista Ceres**, v. 66, n. 1, p. 11-17, fev. 2019.
- LOBATO, M. C. et al. Phosphite compounds reduce disease severity in potato seed tubers and foliage. **European Journal of Plant Pathology**, 2008.
- LOBATO, M. C. et al. Antimicrobial activity of phosphites against different potato pathogens. **Journal of Plant Diseases and Protection**, v. 117, n. 3, p. 102-109, jun. 2010.
- MACHINANDIARENA, M. F. et al. Potassium phosphite primes defense responses in potato against *Phytophthora infestans*. **Journal of Plant Physiology**, v. 169, n. 14, p. 1417-1424, set. 2012.
- MORA-HERRERA, M. E. et al. Efecto del ácido ascórbico sobre crecimiento, pigmentos fotosintéticos y actividad peroxidasa en plantas de crisantemo. **Revista Chapingo, Serie Horticultura**, 2011.
- PEREIRA, V. F. et al. Fosfito de potássio no controle do míldio da videira e características físico-químicas de uvas Merlot. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 11, p. 1581-1588, nov. 2012.
- REBOLLAR-ALVITER, A. et al. Fungicide spray programs to manage downy mildew (dryberry) of blackberry caused by *Peronospora sparsa*. **Crop Protection**, v. 42, p. 49-55, dez. 2012.
- SILVA, O. C. et al. Potassium phosphite for control of downy mildew of soybean. **Crop Protection**, v. 30, n. 6, p. 598-604, jun. 2011.
- SMILLIE, R. The Mode of Action of Phosphite: Evidence for Both Direct and Indirect Modes of Action on Three *Phytophthora* spp. in Plants. **Phytopathology**, 1989.
- VELANDIA, J. et al. Efecto del fosfito de potasio en combinación con el Fungicida Metalaxyl + Mancozeb en el control de Mildew Velloso en Cebolla de Bulbo. **Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín**, 2012.

Recebido em 22 de março de 2020
Retornado para ajustes em 7 de maio de 2020
Recebido com ajustes em 9 de maio de 2020
Aceito em 17 de maio de 2020

Outros artigos dos autores

[Frações e extratos vegetais no controle da antracnose em cebolinha \(*Allium fistulosum* L.\)](#). Ione Medeiros da Silva, Ana Francisca Tibúrcia Amorim Ferreira e Ferreira, Alex-Sandra Farias de Almeida, Jânia Lília da Silva Bentes. **Revista Agrária Acadêmica**, v.2, n.6, Nov-Dez (2019), p. 170-179

[Occurrence of noni anthracnose caused by *Colletotrichum siamense* in Amazonas, Brazil](#). Blenda Naara Santos da Silva, Ana Francisca Tibúrcia Amorim Ferreira e Ferreira, Adolfo José da Mota, Jânia Lília da Silva Bentes. **Revista Agrária Acadêmica**, v.2, n.3, Mai-Jun (2019), p. 7-9

Artigos relacionados

[Micropropagation of Arrowroot \(*Maranta arundinacea*\)](#). Guilherme Augusto Arantes Sousa, Josimara Nolasco Rondon, Marney Pascoli Cereda, Francilina Araujo Costa, Victória Maria Ingre Targa, Denilson de Oliveira Guilherme. **Revista Agrária Acadêmica**, v.2, n.3, Mai-Jun (2019), p. 10-16

[Avaliações físico-químicas e capacidade antioxidante em frutos de jenipapo em estágio de desenvolvimento verde e maduro](#). Roseni Marçal Chaves, Angela Kwiatkowski, Queila Dias Pereira, Allisson Popolin, Thais Adriana Colman Novaes. **Revista Agrária Acadêmica**, v.2, n.2, Mar-Abr (2019), p. 6-14