

FERTILIZANTE ORGANOMINERAL E ARGILA SILICATADA COMO INDUTORES DE RESISTÊNCIA À VARÍOLA DO MAMOEIRO

BIOFERTILIZER AND SILICATE CLAY AS RESISTANCE INDUCTORS TO THE BLACK SPOT OF PAPAYA DISEASE

Dirceu Pratissoli¹; Gustavo Dias de Almeida¹; Waldir Cintra Jesus Júnior¹;
Victor Bernardo Vicentini¹; Anderson Mathias Holtz¹; Juliéder Goronci Cochetto¹

RESUMO

A varíola ou pinta preta é um dos mais sérios problemas para cultura do mamoeiro e seu controle é baseado na aplicação excessiva de produtos químicos. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de fertilizante organomineral e argila silicatada na indução de resistência à varíola em plantas de mamão, avaliando-se a incidência e severidade. Os tratamentos receberam aplicações foliares do fertilizante organomineral (T2), argila silicatada (T3), fertilizante organomineral mais argila silicatada (T4) e água na testemunha (T1). As avaliações foram realizadas 5 dias após a 6^a, 9^a e 12^a aplicação foliar dos produtos. Os tratamentos 2, 3 e 4 proporcionaram significativa redução da incidência e severidade da doença. Contudo, maior redução da incidência e severidade foi observada quando se associou fertilizante organomineral mais argila silicatada (T3). A aplicação destes produtos é uma medida eficaz e economicamente viável para o manejo da varíola em cultivos de mamão.

Palavras chave: *Asperisporium caricae*, *Carica papaya*, indução de resistência, agricultura sustentável.

ABSTRACT

Black spot of papaya disease is one of the most serious problems of the papaya culture and its control is based on the excessive application of chemical products. The goal of this study was to evaluate the effect of the application of biofertilizer and silicate clay in the resistance induction to the black spot of papaya disease, being evaluated the incidence and severity. The treatments received road leaf applications of biofertilizer (T2), silicate clay (T3), biofertilizer plus silicate clay and water on the witness (T1). The evaluations were made 5 days after to 6th, 9th and 12th road leaf application of the products. The treatments 2, 3 and 4 provided significant reduction of the disease's incidence and severity. However, the incidence and severity reduction were larger with biofertilizer plus silicate clay associated. The application of these products is a effective measure and economically viable method for the black spot management in papaya cultivations.

Key word: *Asperisporium caricae*, *Carica papaya*, induction resistance, sustainable agriculture.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor mundial de mamão, com uma produção de 1,5 milhão de toneladas ao ano (Martins & Costa, 2003). Entretanto, o mamoeiro pode ser afetado por diversas doenças, sendo esse o fator econômico mais importante na redução da produção e exportação de frutos in natura (Nishijima

et al., 1994). Dentre as doenças, destaca-se a varíola ou pinta preta, causada por *Asperisporium caricae* (Speg) Maubl., que devido a alta frequência que ocorre e danos que pode ocasionar, constitui-se um dos mais sérios problemas na cultura do mamoeiro (Oliveira *et al.*, 2000).

Para contornar tais problemas, o controle dessa doença baseia-se principalmente na aplicação de

¹ UFES/CCA, Depto. Produção Vegetal, Núcleo de desenvolvimento em manejo fitossanitário (Nudemafi), Alto Universitário, Alegre-ES, Brasil; C. postal 16, CEP. 29.500.000; E-mail: gustavo.ccaufes@hotmail.com

fungicidas (Rezende *et al.*, 2005). Contudo, o uso intensivo destes fungicidas pode provocar resistência do patógeno aos mesmos, bem como afetar a saúde humana, tanto do consumidor, como a dos profissionais envolvidos nos processos de produção e provocar efeitos negativos sobre o meio ambiente (Tuzun & Kuc, 1991).

Objetivando alternativas ao controle químico, o emprego da resistência genética tem sido uma das práticas mais eficientes dentro do manejo integrado (Torres & Garcia, 1996). No entanto, um programa de melhoramento genético é oneroso e demorado, nem sempre respondendo rapidamente à necessidade da agricultura (Cavalcanti *et al.*, 2005). Contudo, uma alternativa de fácil manejo e baixo custo é a resistência induzida, que consiste no aumento do nível de resistência da planta por meio da utilização de agentes externos (indutores), sem qualquer alteração do genoma da planta (Stadnik, 2000).

O silício tem sido relatado como um dos elementos associados à indução da resistência em plantas (Savant *et al.*, 1999) e sua absorção pode trazer aumento dessa resistência, principalmente para culturas que o acumulam (Mauad *et al.*, 2003). Pesquisas realizadas com diversas culturas confirmaram o potencial do silício na redução da intensidade e severidade de doenças (Menzies *et al.*, 1991; Datnoff *et al.*, 1997). Plantas de arroz (*Oryza sativa* L.), por exemplo, cultivadas com doses crescentes desse elemento tiveram a severidade da queima-das-bainhas (*Rhizoctonia solani* Kühn) reduzida (Rodrigues *et al.*, 2002). No entanto, para o mamoeiro os efeitos do silício sobre as doenças ainda não foram testadas.

O mecanismo pelo qual o silício afeta o desenvolvimento das doenças em plantas é possivelmente resultado da ação deste elemento no tecido do hospedeiro, proporcionando impedimento físico e um maior acúmulo de compostos fenólicos e lignina no local da injúria (Chérif *et al.*, 1992). Esta função estrutural proporciona mudanças anatômicas nos tecidos, como células epidérmicas com a parede celular mais espessa devido à deposição de sílica nas mesmas (Blaich & Grundh Fer, 1998), favorecendo a melhor arquitetura das plantas, além de aumentar a capacidade fotossintética e resistência às doenças (Bélangier & Menzies, 2003).

Dentre as fontes de silício, o silicato de cálcio (CaSiO_3) é a forma mais empregada na maioria dos produtos comerciais (Barbosa Filho *et al.*, 2000). Entre os produtos comercializados têm-se a argila

silicatada, cujo, nome comercial é Rocksil®. Um outro exemplo de produto comercial é o fertilizante organomineral, cujo nome comercial é Ergofito®, que atua proporcionando uma rápida assimilação de nutrientes disponíveis, aumentando a produção de massa vegetal, fato que pode tornar a planta resistente a patógenos (Tecnobiol, 2005).

Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito do uso do fertilizante organomineral e argila silicatada, isolados ou associados, na redução da incidência e severidade de *A. caricae* em mamoeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas e Doenças (NUDEMAFI) do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCA-UFES), em Alegre – ES. Plantas de mamão (*Carica papaya*) var. formosa foram cultivadas em sacolas plásticas (16cm x 34cm) e mantidas em condições de campo. A aplicação do fertilizante organomineral e argila silicatada, iniciaram-se 60 dias após a semeadura, sendo realizada a intervalos de 10 dias. As aplicações foram realizadas via foliar, com auxílio de um mini-pulverizador manual. As pulverizações com fertilizante organomineral foram a base de 2,0 ml/L de água, argila silicatada a 15,0 g/L de água e na associação dos produtos, utilizou-se 2,0 mL do fertilizante organomineral por litro de água mais 4,0g de argila silicatada por litro de água. Como testemunha foi utilizado água nas pulverizações das plantas.

As quantificações de incidência e severidade foram realizadas cinco dias após a 6ª, 9ª e 12ª aplicação dos produtos. A incidência foi expressa em porcentagem, sendo esta obtida através da contagem do número de folhas que apresentaram sintomas da doença, dividido pelo número total de folhas de cada planta e multiplicado por cem. A severidade da doença foi quantificada retirando-se duas folhas com a mesma idade fisiológica, na parte inferior de cada planta, as quais foram escaneadas e submetidas ao programa QUANT (1.0.1) (Vale *et al.*, 2004), obtendo-se a área lesionada de cada folha.

O experimento foi conduzido empregando-se um delineamento inteiramente casualizado com fatorial em parcela subdividida 3x4, sendo um

fator o número de aplicações e o outro a fonte de indução. Foram realizadas 4 repetições por tratamento, sendo cadê repetição constituída por uma planta de mamão. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, através do Software SAEG 9.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas interações significativas entre os tratamentos e número de aplicações, para incidência e severidade de lesões causadas por *A. caricae*.

A utilização do fertilizante organomineral e argila silicatada proporcionaram menor incidência de lesões causadas por *A. caricae* nas folhas das plantas de mamão em relação à testemunha, destacando-se o tratamento em que se utilizou a associação dos dois produtos, o qual apresentou menor incidência em todas as aplicações (Tabela 1). Vale ressaltar que, não foram observados valores

de incidência menores que 50%. Assim, para tentar diferenciar os tratamentos também utilizou-se os dados de severidade. A partir dessa análise, verificou-se que os tratamentos que receberam aplicação de fertilizante organomineral e argila silicatada, a severidade da doença foi significativamente menor (Tabela 2). Porém, a menor área abaixo da curva de progresso da severidade da doença (AACPD) foi observada no tratamento que recebeu aplicação de fertilizante organomineral mais argila silicatada associados (Tabela 2, Figura 1).

Resultados semelhantes foram observados por Santos (2002), que constatou um decréscimo linear na incidência e severidade da cercosporiose com a utilização de silicatos de cálcio e sódio nos substratos de mudas de café.

Possivelmente, os mecanismos pelos quais o silício pode conferir resistência à determinada doença podem ser por barreiras estruturais como o acúmulo desse elemento na parede das células da epiderme e da cutícula ou acúmulo no local de penetração do patógeno (Rodrigues *et al.*, 2003),

Tabela 1

Incidência da varíola do mamoeiro (*A. caricae*) em folhas de mamão (*Carica papaya*) tratadas com fertilizante organomineral e argila silicatada

Tratamento	Fertilizante organomineral	Argila Silicatada	Fert. organomineral + Argila silicatada	Testemunha
Aplicações				
6	68,55 ± 3,72Aa	62,41 ± 1,58Aa	62,30 ± 2,44Aab	87,25 ± 3,11Ba
9	85,45 ± 1,20BCb	78,30 ± 2,77Bb	56,39 ± 3,08Aa	89,15 ± 3,70Ca
12	80,42 ± 1,04Bb	78,45 ± 1,74ABb	69,00 ± 0,82Ab	95,01 ± 1,73Ca

Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula nas linhas, e minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

Tabela 2

Severidade da varíola do mamoeiro (*A. caricae*) em folhas de mamão (*Carica papaya*) tratadas com fertilizante organomineral e argila silicatada

Tratamentos	Fertilizante organomineral	Argila Silicatada	Fert. Organomineral + Arg. Silicatada	Testemunha
Aplicações				
6	4,30 ± 0,54Ba	2,82 ± 0,42ABa	2,21 ± 0,29Aa	16,70 ± 0,94Ca
9	6,82 ± 0,59Bb	3,27 ± 0,31Aab	3,07 ± 0,32 Aa	18,43 ± 1,45Cb
12	4,65 ± 0,52 Aa	4,79 ± 0,36Ab	3,77 ± 0,25Aa	20,24 ± 1,37Bc

Médias seguidas por uma mesma letra maiúscula nas linhas, e minúscula nas colunas, não diferem entre si pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade.

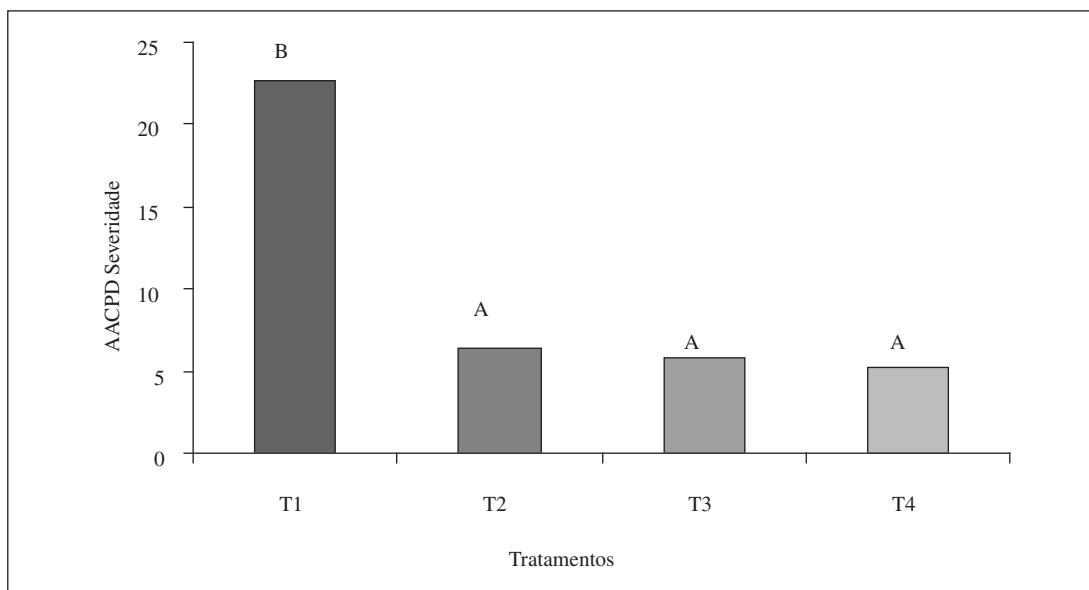


Figura 1. Área abaixo da curva de progresso da severidade da varíola (*A. caricae*) em função dos tratamentos, (T1) testemunha; (T2) Fertilizante organomineral; (T3) Argila Silicatada; (T4) Fertilizante Organomineral + Argila Silicatada.

ou por ativar barreiras químicas e bioquímicas das plantas (Bélanger *et al.*, 2003). Nesse mesmo sentido, Pozza *et al.*, (2004) observaram que o aumento da resistência do cafeeiro à cercosporiose foi devido ao maior espessamento da cutícula e ao aumento da absorção de micronutrientes pelas plantas tratadas com silício. Essa hipótese foi constatada através de imagens em microscopia eletrônica de varredura, nas quais observaram a presença de uma cutícula mais espessa cobrindo parcialmente os estômatos na superfície inferior da folha das mudas de cafeeiro tratadas com silicato de cálcio no solo. Os autores observaram que o espessamento da cutícula, devido principalmente à formação de uma camada de cera epicuticular mais espessa, dificultou a penetração do patógeno diretamente através da cutícula ou pelos estômatos. Essa camada de cera epicuticular pode ter tornado a superfície mais hidrofóbica, impedindo a formação do filme de água, importante para os processos vitais de patogênese, como a germinação e a penetração, além de permitir o acúmulo de substâncias antifúngicas na cutícula (Pascholati & Leite, 1995).

Ao final das avaliações nota-se que a (AACPD) da severidade na testemunha foi significativamente maior do que nos demais tratamentos. No entanto, no

tratamento em que se associou fertilizante organomineral mais argila silicatada observou-se a menor (AACPD) (Figura 1). Dessa forma, a associação do fertilizante organomineral mais argila silicatada pode ser considerada como uma alternativa viável dentro da produção integrada do mamoeiro.

Contudo, para se obter bons resultados do efeito de fontes silicatadas no aumento da resistência de plantas a patógenos, é necessário suprimento contínuo desses elementos (Bélanger & Menzies, 2003). Sendo assim, para se reduzir a severidade da varíola do mamoeiro deve-se manter uma periodicidade das aplicações, juntamente com outras alternativas viáveis de controle, que permitam a sustentabilidade do agroecossistema envolvido.

CONCLUSÃO

A aplicação foliar de fertilizante organomineral a 0,5%, argila silicatada a 1,5% e a associação do fertilizante organomineral a 0,5% com argila silicatada a 0,4% diluídos em água, reduz a incidência e principalmente a severidade da varíola do mamoeiro (*A. caricae*), mostrando-se potencial para o manejo da resistência do mamoeiro a este patógeno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARBOSA FILHO, M.P.; SNYDER, G.H.; PRABHU, A.S.; DATNOFF, L.E.; KORNDORFER, G.H. 2000.** Importância do silício para a cultura do arroz: uma revisão de literatura. Piracicaba. Informações agronômicas, v.89, 11 p.
- BÉLANGER, R.R.; BENHAMOU, N.; MENZIES, J.G. 2003.** Mineral nutrition in the management of plant diseases. *Phytopathology*, v.93, p. 402-412.
- BÉLANGER, R.R.; MENZIES, J.G. 2003.** Use of silicon to control diseases in vegetable crops. In: XXXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, Uberlândia. Anais da Sociedade Brasileira de Fitopatologia, v.36, p. S42-S45.
- BLAICH, R.; GRUNDHÖFER, H. 1998.** Silicate incrusts induced by powdery mildew in cell walls of different plant species. *Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz*, v.105, p. 114-120.
- CAVALCANTI, L.S.; PIERO, R.M.; CIA, P.; PASCHOALATI, S.F.; REZENDE, M.L.V.; ROMEIRO, R.S. 2005.** Indução de resistência a patógenos e insetos. Piracicaba: FEALQ. 263 p.
- CHÉRIF, M.; MENZIES, J.G.; BENHAMOU, N.; BÉLANGER, R.R. 1992.** Studies of silicon distribution in wounded and *Pythium ultimum* infected cucumber plants. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, v.41, p. 371-385.
- DATNOFF, L.E.; DEREN, C.W.; SNYDER, G.H. 1997.** Silicon fertilization for disease management of rice in Florida. *Crop Protection*, v.16, p. 525-531.
- MARTINS, D.S.; COSTA, A.F. 2003.** A cultura do mamoeiro: Tecnologias de Produção. Vitória: Incaper, 497 p.
- MENZIES, J.G.; EHRET, D.L.; GLASS, A.D.M.; HELMER, T.; KOCH, C.; SEYWERD, F. 1991.** Effects of soluble silicon on the parasitic fitness of *Sphaerotheca fuliginea* on *Cucumis sativus*. *Phytopathology*, v.81, p. 84-88.
- MAUAD, M.; GRASSI FILHO, H.; CRUSCIOL, C.A.C.; CORRÊA, J.C. 2003.** Teores de silício no solo e na planta de arroz de terras altas com diferentes doses de adubação silicatada e nitrogenada. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, p. 867-873.
- NISHIJIMA, W.T.; DICKMAN, M.B.; KO, W.H.; OOKA, J.J. 1994.** Papaya diseases caused by fungi. In: PLOEZ, R.C.; ZENTMYER, G.A.; NISHIJIMA, W.T.; ROHRBACH, K.G.; OHR, H.D. (Ed). *Compendium of tropical fruit diseases*. St. Paul, MN: American Phytopathological Society, p. 58-64.
- OLIVEIRA, A.A.R.; SANTOS FILHO, H.P. 2000.** Doenças. In: RITZINGER, C.H.S.P.; SOUZA, J.S. (Ed). *Mamão: fitossanidade*. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, p. 37-46.
- PASCHOLATI, S.F.; LEITE, B. 1995.** Hospedeiro: mecanismo de resistência. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). *Manual de fitopatologia—Princípios e conceitos*. São Paulo, p. 417-454.
- POZZA, A.A.A.; ALVES, E.; POZZA, E.A.; CARVALHO, J.G.; MONTANARI, M.; GUIMARÃES, P.T.G.; SANTOS, D.M. 2004.** Efeito do silício no controle da cercosporiose em três variedades de café. *Fitopatologia Brasileira*, v.29, p. 185-188.
- REZENDE, J.A.M.; MARTINS, M.C. 2005.** Doenças do mamoeiro. In: KIMATI, H., AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. (Ed). *Manual de Fitopatologia. Doença das plantas cultivadas*. São Paulo: v. 2, p. 435-443.
- RODRIGUES, F.A.; VALE, F.X.R.; KORNDÖRFER, G.H.; PRABHU, A.; DATNOFF, L.E.; OLIVEIRA, A.M.A.; ZAMBOLIM, L. 2002.** Influence of silicon on sheath blight of rice in Brasil. *Crop Protection*, v.22, p. 23-29.
- RODRIGUES, F.A.; BENHAMOU, N.; DATNOFF, L.E.; JONES, J.B.; BÉLANGER, R.R. 2003.** Ultrastructural and cytochemical aspects of silicon-mediated rice blast resistance. *Phytopathology*, v.93, p. 535-546.
- SANTOS, D.M. 2002.** Efeito do silício na intensidade da cercosporiose *Cercospora coffeicola* (Berk. & Cooke) em mudas de café (*Coffea arabica* L.). Tese (Mestrado) -Universidade Federal de Lavras, Lavras -MG, 43 p.
- SAVANT, N.K.; KORNDORFER, G.H.; DATNOFF, L.E.; SNYDER, G.H. 1999.** Silicon nutrition and sugarcane production: a review. *Journal of Plant Nutrition*, v.22, p. 1853-1903.
- STADNIK, M. 2000.** Indução de resistência a oídios. In: CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA, Campinas. Anais do Congresso Paulista de Fitopatologia, v. 23, p. 176-181.
- TORRES, E.; GARCIA, C. 1996.** Realidades y perspectivas del fenómeno de la resistencia inducida de plantas a fitopatógenos. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia. p. 16.
- TECNOBIOL S.A. FERTILIZANTES DO BRASIL. 2005.** Departamento Técnico/Comercial. Boletim Técnico Ergofito. 5 p.
- TUZUN, S.; KUC, J. 1991.** Plant immunization: an alternative to pesticides for control of plant diseases in the greenhouse and field. *Technical Bulletin-Food and Fertilizer Technology Center*, v.124, 11 p.
- VALE, F.X.R.; JESUS Jr, W.C.; LIBERATO, J.R. SOUZA, C.A. 2004.** Quantificação de doença e do crescimento do hospedeiro. In: VALE, F.X.R.; JESUS Jr, W.C.; ZAMBOLIM, L. *Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas*, p. 89-124.