

Ação *in vitro* de fontes de silício sobre isolados de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*

Renato Anastácio Guazina¹; Gustavo de Faria Theodoro²

¹Doutorando em Agronomia, Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD). ²Professor Associado, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS).

Autor para correspondência: Renato Anastácio Guazina (renato@guazina.com)

Data de chegada: 5/05/2016. Aceito para publicação em: 13/07/2017.

10.1590/0100-5405/2186

RESUMO

Guazina, R.A.; Theodoro, G.F. Ação *in vitro* de fontes de silício sobre isolados de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*. *Summa Phytopathologica*, v.43, n.4, p.310-315, 2017.

O objetivo deste estudo foi avaliar a ação *in vitro* do silicato de potássio e de alumínio, em várias concentrações (0,0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 e 10,0 %), sobre dez isolados de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* (*Cff*). O fungicida tolylfluanid foi utilizado como testemunha positiva. Os discos de papel embebidos nos produtos, em diferentes concentrações, foram colocados

no centro de cada placa de Petri após a solidificação do meio de cultura (NSA) contendo a bactéria e as aferições dos halos de inibição foram realizadas após 48 h de incubação. Verificou-se que o silicato de potássio (Supa Sílica[®]) não afetou o crescimento de *Cff*, enquanto que o silicato de alumínio (Rocksil[®]) teve ação inibitória aos isolados avaliados.

Palavras-chave: murcha-de-curtobacterium, silicato de potássio, silicato de alumínio

ABSTRACT

Guazina, R.A.; Theodoro, G.F. *In vitro* action of silicon sources on isolates of *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*. *Summa Phytopathologica*, v.43, n.4, p.310-315, 2017.

The aim of this study was to evaluate the *in vitro* action of potassium and aluminum silicate, at various concentrations (0.0, 0.5, 1.0, 1.5, 2.0, 2.5, 3.0 and 10.0 %), on isolates of *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* (*Cff*). The fungicide tolylfluanid was used as a positive control. Paper discs embedded with the test compounds at different concentrations were placed in the center

of each Petri dish after solidification of the culture medium (NSA) containing the bacterium, and the measurements of inhibition halos were performed after 48 h incubation. Potassium silicate (Supa Sílica[®]) did not affect the growth of *Cff*, while the aluminum silicate (Rocksil[®]) had an inhibitory action on the evaluated isolates.

Keywords: bacterial wilt, potassium silicate, aluminum silicate

A murcha-de-curtobacterium foi reportada causando sérios danos em diversas regiões produtoras de feijão no Brasil. Recentemente foi constatado por Theodoro et al. (28) a primeira ocorrência da doença no Estado de Mato Grosso do Sul, em lavoura comercial no município de Chapadão do Sul, durante a safra 2009/10. Esta doença é causada pela bactéria *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* (*Cff*) e causa os sintomas de escurecimento vascular, murcha, amarelecimento de folhas, subdesenvolvimento e morte das plantas (26); em decorrência do patógeno colonizar os vasos do xilema e obstruir a passagem de seiva (16). Após a morte da planta a bactéria pode permanecer nos restos de cultura, quando mantidos na superfície do solo, tornando-se uma importante fonte de inóculo (22). Outros meios de sobrevivência são em hospedeiros alternativos, como em outras leguminosas, por exemplo, em feijão-caupi e soja (19, 23) e na própria semente (15), tornando-se além de fonte de inóculo, principal meio de disseminação do patógeno (10).

O manejo da doença se baseia, fundamentalmente, em medidas preventivas, como na rotação de cultura, incorporação de restos culturais, uso de cultivares resistentes e de sementes sadias (29). A dificuldade dos produtores em encontrar cultivares de feijoeiro resistente ao patógeno para uma determinada região e até mesmo na aquisição de

sementes certificadas livres do patógeno tem despertado o interesse de pesquisadores em buscar novas alternativas de controle para a doença. A erradicação da *Cff* em sementes de feijoeiro utilizando a termoterapia foi relatado por Estafani et al. (7) como uma técnica promissora, porém, apresentando inconvenientes de não ser simples quando realizado em um grande volume de sementes. Os autores ainda relatam que a erradicação utilizando o produto químico Agrimaicin não foi efetiva em sementes inoculadas, provavelmente pela alta concentração da bactéria. Já em experimento realizado por Metha et al. (18), o uso do fungicida tolylfluanid, na concentração de 4.508 µg.mL⁻¹, demonstrou alta eficiência na erradicação da bactéria em sementes de feijoeiro naturalmente infectadas, apresentando ação bactericida contra *Cff*. Apesar da comprovação de sua eficiência o fungicida tolylfluanid não é registrado no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para a cultura do feijoeiro.

A nutrição mineral utilizada de forma equilibrada, juntamente com outros métodos de controle, pode contribuir para o controle de doenças em diversas culturas (8, 13). O silício (Si) tem sido bastante estudado e apesar de não ser um nutriente essencial às plantas, têm trazido benefícios a várias espécies (20). Entre estes, o Si parece ativar mecanismos de defesa em resposta ao ataque de patógenos

nas plantas, como o aumento na síntese de compostos fenólicos e das enzimas peroxidase, polifenoloxidase e quitinase (25); além de induzir o fortalecimento da parede celular, com o aumento do teor de lignina, dificultando a penetração de patógenos na planta hospedeira (12, 21), contribuindo na redução de componentes epidemiológicos como o índice de esporulação, número total de pústula e severidade da doença (5).

Resultados promissores também foram relatados com doenças bacterianas em algumas espécies vegetais. Dannon & Wydra (6) observaram redução na incidência de *Ralstonia solanacearum* em plantas de tomateiro crescidas em solução nutritiva contendo Si. Outro efeito positivo foi observado em plantas de citros onde o fornecimento metassilicato de sódio, via solo, reduziu os sintomas da clorose variegada do citros (CVC), causado pela *Xylella fastidiosa* subsp. *pauca* (17). Em plantas de meloeiro amarelo, o silício reduziu significativamente o índice de doença, causada por *Acidovorax avenae* subsp. *citrulli* (9). Na cultura do algodoeiro observou-se redução da severidade da mancha angular, causada por *Xanthomonas axonopodis* pv. *malvacearum* (14).

Brancaglione et al. (4) relatam o controle preventivo e curativo da bacteriose do maracujazeiro quando as plantas foram tratadas com silício. No mesmo experimento os autores observaram, *in vitro*, inibição de até 100% do crescimento de *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflore*, nos tratamentos onde adicionaram argila silicatada, confirmando a ação antibacteriana do produto. Albuquerque & Uesugi (2) também verificaram a mesma ação de silício sobre *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri*, agente causal do cancro cítrico, cuja inibição foi obtida em concentrações superiores a 1%.

Diante do potencial antibacteriano deste elemento mineral, o objetivo deste trabalho foi avaliar a ação *in vitro* do silicato de potássio e alumínio, em várias concentrações (0,0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 e 10,0 %), sobre *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Fitopatologia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), Câmpus de Chapadão do Sul.

Os isolados de *Cff* foram obtidos da coleção do Laboratório de Fitopatologia da UFMS, totalizando 10 isolados, oriundos de feijoeiro, dos Estados de Mato Grosso do Sul, Goiás, São Paulo, Paraná e Santa Catarina (Tabela 1).

Utilizou-se como fonte de silício os produtos comerciais Supa Sílica® (silicato de potássio) e Rocksil® (silicato de alumínio). A descrição dos produtos segue na Tabela 2.

Para cada isolado de *Cff* foi realizado um experimento em delineamento inteiramente casualizado, seguindo o esquema fatorial [(2x8)+1], perfazendo 17 tratamentos, constituídos pela combinação de duas fontes de silício, oito concentrações e mais um tratamento adicional (testemunha positiva). Todos os tratamentos tiveram cinco repetições.

A metodologia empregada foi semelhante àquela utilizada por Theodoro & Maringoni (27), que consiste na deposição de discos de

Tabela 1 Relação dos isolados de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* utilizados neste estudo.

Isolados	Origem
FJ 001	Mato Grosso do Sul
FJ 004	Paraná
FJ 005	Goiás
FJ 007	São Paulo
FJ 008	Santa Catarina
FJ 009	São Paulo
FJ 010	São Paulo
FJ 011	Paraná
FJ 013	Santa Catarina
FJ 014	Paraná

papel de filtro, umedecidos nas concentrações dos produtos, sobre o meio de cultura nutriente-sacarose-ágar ('NSA' – extrato de carne 3,0 g, peptonas 5,0 g, ágar 15,0 g, sacarose 5,0 g, água destilada q.s.p. 1000 ml), contendo a bactéria. Esta foi cultivada em meio de cultura nutriente líquido ágar ('NL' - extrato de carne 3,0 g, peptonas 5,0 g, sacarose 5,0 g, água destilada q.s.p. 1000 ml) por 48 h, a 25-28 °C, e essa suspensão foi misturada ao meio NSA fundente a 45-50 °C, na razão de um mililitro da suspensão bacteriana para 10 ml de meio de cultura.

Vinte milímetros dessa mistura foram transferidos asepticamente para casa placa de Petri. Após a solidificação do meio de cultura, foi depositado no centro da placa um disco de papel de filtro esterilizado, previamente embebido na suspensão dos produtos. Os produtos contendo silício foram diluídos em série em água destilada estéril e ajustados para as concentrações de 0,0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 e 10,0 %. O fungicida tolylfluanid foi utilizado como testemunha positiva na concentração de 4.508 µg.mL⁻¹, conforme Metha et al. (18).

Após a deposição dos discos de papel na superfície do meio de cultura, as placas de Petri foram mantidas durante 2 h, sob refrigeração, para a difusão do produto no meio de cultura e a paralisação do crescimento bacteriano. Posteriormente, as placas de Petri foram submetidas à incubação por 48 h, a 25-28 °C.

As avaliações de aferição do halo de inibição foram realizadas após 48 h de incubação, medindo os diâmetros perpendiculares dos halos, em milímetro e em cada placa de Petri. Após a aferição dos halos foram descontados 12 mm referente ao diâmetro dos discos de papel de filtro para então realizar análise estatística.

Os dados obtidos foram transformados para x + 1 e submetidas à análise de variância. Quando alcançada significância estatística as médias dos fatores qualitativos (fontes de silício) foram comparadas entre si pelo teste F. O efeito das concentrações das fontes silicatadas (fatores quantitativos), quando significativos, foi submetido à análise de regressão, selecionando-se a equação que melhor ajusta-se aos dados obtidos. Para comparar as concentrações com a testemunha positiva foi utilizado o teste de Dunnett. Para todos os testes realizados neste estudo foram utilizados a 5 % de significância.

Tabela 2 Composição das fontes de silício utilizadas neste estudo.

Produto Comercial	Composição
Supa Sílica®	SiO ₂ 10 % + K ₂ O 23,7 %
Rocksil®	SiO ₂ 17,43 % + Al ₂ O ₃ 20,56 % + S 9,82 % + CaO 1,31 % + TiO ₂ 0,34 % + MgO 0,18 % + Fe ₂ O ₃ 0,16 % + P ₂ O ₅ 0,10 %

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da análise de variância verificou-se efeito significativo ($p < 0,05$) na interação entre fontes x concentrações. Dentre as fontes, observa-se que o tratamento com silicato de potássio, independente do isolado, não apresentou ação antibacteriana, pois não promoveu inibição do crescimento, enquanto que, no tratamento com silicato de alumínio foi possível observar halos de inibição em todos os isolados de *Cff*. Nos isolados FJ 004 e FJ 009 houve diferença entre as fontes já nas menores concentrações (0,5 e 1,0 %, respectivamente) enquanto que nos demais isolados observou-se diferença entre as fontes nas concentrações mais altas, geralmente a partir de 1,5 a 2,0 % (Tabela 3).

Os resultados obtidos neste estudo com o silicato de potássio não corroboram com os obtidos por Anjos et al. (3) que relataram que esta fonte de Si inibiu o crescimento de *Xanthomonas* spp. Pouco se sabe do mecanismo de supressão do patógeno com adição de fontes de silício no meio. Uma hipótese para a explicação da supressão do patógeno e da diferença entre as fontes utilizadas neste estudo é o fato de que o produto possa apresentar em sua composição elementos tóxicos, como no caso do Rocksil® (silicato de alumínio), que além do silício contém teores de alumínio e titânio, os quais já foram reportados como sendo tóxicos às bactérias (1, 11).

Foi realizada análise de regressão no tratamento com silicato de alumínio, pois foi verificada ação inibitória das diferentes concentrações sobre o crescimento da bactéria. O modelo matemático foi ajustado para se obter uma equação de concentração/resposta que melhor representa-se as duas variáveis em cada isolado. Em todos os dez isolados de *Cff* avaliados o halo de inibição respondeu de forma linear e positiva ($p < 0,05$) com o aumento das concentrações utilizadas. Desse modo, nota-se que a ação inibitória depende da concentração do silicato de alumínio, o que em parte, explica o

aumento do halo de inibição nas maiores concentrações desta fonte silicatada (Figura 1).

Com relação à comparação entre as concentrações do silicato de alumínio e a testemunha positiva (tolylfluânid) (Tabela 4), nota-se que apenas na maior concentração (10,0 %) mostrou diferença com o tratamento testemunha em todos os isolados de *Cff*. O isolado FJ 005, oriundo do Estado de Goiás, apresentou comportamento diferente em relação aos outros isolados avaliados, pois não foi sensível ao tolylfluânid, mas apresentou sensibilidade às concentrações de 2,5, 3,0 e 10 % de silicato de alumínio. Os isolados FJ 004, FJ 009 e FJ 013 apresentaram sensibilidades semelhantes entre si, pois formaram halos nas concentrações de 3,0 e 10,0 % de silicato de alumínio. Apesar de diferirem estatisticamente da testemunha somente na maior concentração (10 %), os isolados FJ 014 e FJ 010, apresentaram a maior sensibilidade ao silicato de alumínio, observando halos de 19,8 mm e 21,4 mm, enquanto para o tolylfluânid os halos foram de 2,8 mm e 3,0 mm, respectivamente, para cada isolado.

As variações na sensibilidade ao silicato de alumínio entre isolados, verificada neste estudo, sugerem a ocorrência de variabilidade genética na população de *Cff*, confirmando com as observações de Souza et al. (24). Assim, ressalta a importância do conhecimento da variabilidade genética entre populações para futuros estudos que objetivem recomendar uso de produtos.

Embora seja relatada alta atividade antibacteriana deste produto a *X. axonopodis* pv. *passiflore* e *X. axonopodis* pv. *citri*, inibindo 100 % o crescimento bacteriano em meios de culturas contendo baixas concentrações do produto (a partir de 0,5 %) (2, 4), o mesmo, não foi confirmado neste trabalho, porém, verifica-se, de modo geral, uma tendência de que quanto maior a concentração, maior é o efeito do silicato de alumínio no sentido de inibir o desenvolvimento de *Cff*, já que os melhores índices de inibição foram nas maiores concentrações.

Tabela 3 Halo de inibição (mm) de 10 isolados de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* com diferentes concentrações, provenientes de duas fontes de silício.

Isolados	Fontes	Concentrações (%)								CV (%)
		0,0	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	10,0	
FJ 001	Supa Sílica	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	46,70
	Rocksil	1,0 a	1,0 a	1,6 a	1,8 a	2,2 b	2,8 b	2,8 b	8,4 b	
FJ 004	Supa Sílica	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	22,94
	Rocksil	1,0 a	1,8 b	2,2 b	3,0 b	3,4 b	3,2 b	3,8 b	12,2 b	
FJ 007	Supa Sílica	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	34,99
	Rocksil	1,0 a	1,6 a	2,0 a	2,4 b	3,0 b	3,4 b	3,8 b	11,0 b	
FJ 008	Supa Sílica	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	29,98
	Rocksil	1,0 a	1,6 a	2,4 b	3,0 b	3,0 b	3,6 b	4,0 b	11,0 b	
FJ 005	Supa Sílica	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	28,09
	Rocksil	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,8 b	2,6 b	3,2 b	10,2 b	
FJ 011	Supa Sílica	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	32,08
	Rocksil	1,0 a	1,0 a	1,4 a	2,2 b	2,8 b	3,0 b	3,0 b	11,6 b	
FJ 010	Supa Sílica	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	42,26
	Rocksil	1,0 a	1,4 a	2,0 a	2,8 b	2,8 b	3,0 b	5,0 b	21,4 b	
FJ 009	Supa Sílica	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	46,71
	Rocksil	1,0 a	1,6 a	2,6 b	2,6 b	3,2 b	4,0 b	5,6 b	13,2 b	
FJ 013	Supa Sílica	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	1,0 a	53,98
	Rocksil	1,0 a	1,4 a	1,8 a	2,4 a	3,2 b	3,4 b	5,4 b	15,0 b	
FJ 014	Supa Sílica	1,0a	1,0a	1,0a	1,0a	1,0a	1,0a	1,0a	1,0a	48,58
	Rocksil	1,0 a	1,2 a	1,8 a	2,4 a	3,2 b	4,0 b	5,2 b	19,8 b	

Dados transformados em $x+1$. Médias seguidas por letras diferentes, na coluna, diferem significativamente pelo teste F a 5% de probabilidade.

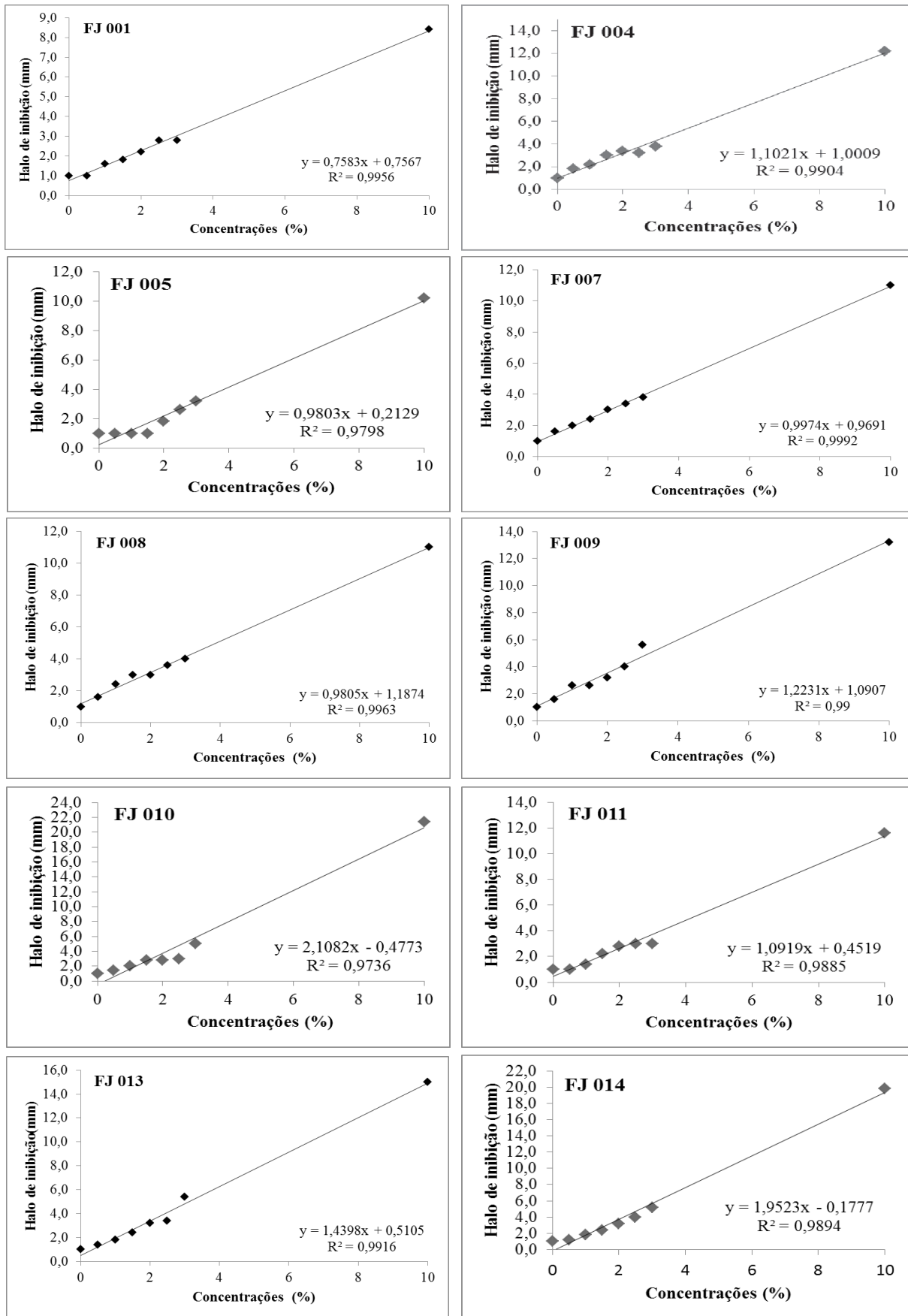


Figura 1 Inibição *in vitro* do crescimento de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* em diferentes concentrações do silicato de alumínio (Rockasil®).

Tabela 4 Comparação da inibição de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* entre as concentrações do silicato de alumínio (Rocksil®) e a testemunha positiva (tolylfluânid).

Concentrações (%)	Isolados									
	FJ001	FJ004	FJ007	FJ008	FJ005	FJ011	FJ010	FJ009	FJ013	FJ014
0,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
0,5	1,0	1,8	1,6	1,6	1,0	1,0	1,4	1,6	1,4	1,2
1,0	1,6	2,2	2,0	2,4	1,0	1,4	2,0	2,6	1,8	1,8
1,5	1,8	3,0	2,4	3,0	1,0	2,2	2,8	2,6	2,4	2,4
2,0	2,2	3,4	3,0	3,0	1,8	2,8	2,8	3,2	3,2	3,2
2,5	2,8	3,2	3,4	3,6	2,6*	3,0	3,0	4,0	3,4	4,0
3,0	2,8	3,8*	3,8	4,0	3,2*	3,0	5,0	5,6*	5,4*	5,2
10,0	8,4*	12,2*	11,0*	11,0*	10,2*	11,6*	21,4*	13,2*	15,0*	19,8*
tolylfluânid	2,0	2,2	2,0	2,8	1,0	1,8	3,0	2,6	1,6	2,8

Dados transformados em x+1. As médias seguidas por asterisco, na coluna, diferem significativamente da testemunha, a 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de iniciação científica ao primeiro autor e as empresas Pólen e Lia Agro pelo fornecimento das fontes silicatadas.

REFERÊNCIAS

- Adams, L.K.; Lyon, D.Y.; Alvarez, P.J.J. Comparative eco-toxicity of nanoscale TiO₂, SiO₂, and ZnO water suspensions. **Water Research**, Oxford, v.40, n.19, p.3527-3532, 2006.
- Albuquerque, R.C.; Uesugi, C.H. Inibição *in vitro* de *Xanthomonas axonopodis* pv. *citri* por Rocksil, um protetor de planta não tóxico. In: Congresso Brasileiro de Fitopatologia, 25., 2000, Belém. **Anais**. Brasília: Fitopatologia Brasileira, 2000. p.318.
- Anjos, T.V.; Tebaldi, N.D.; Mota, L.C.B.; Coelho, L. Fontes de silício no controle de mancha bacteriana (*Xanthomonas* spp.) do tomateiro. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.40, n.4, p.365-367, 2014.
- Brancaglione, P.; Sampaio, A.C.; Fischer, I.H.; Almeida, A.M.; Fumis, T.F. Eficiência de argila silicatada no controle de *Xanthomonas axonopodis* pv. *passiflorae*, *in vitro* e em mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira Fruticultura**, Jaboticabal, v.31, n.3, p.718-724, 2009.
- Carré-Missio, V.; Rodrigues, F.A.; Schurt, D.A.; Rezende, D.C.; Moreira, W.R.; Korndörfer, D.H.; Zambolim, L. Componentes epidemiológicos da ferrugem do café afetadas pela aplicação foliar de silicato de potássio. **Tropical Plant Pathology**, Lavras, v.37, n.1, p.50-56, 2012.
- Dannon, E.A.; Wydra, K. Interaction between silicon amendment, bacterial wilt development and phenotype of *Ralstonia solanacearum* in tomato genotypes. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, London, v.64, n.5, p.233-243, 2004.
- Estefani, R.C.C.; Miranda Filho, R.J.; Uesugui, C.H. Tratamento térmico e químico de sementes de feijoeiro: eficiência na erradicação de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* e efeitos na qualidade fisiológica das sementes. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.32, n.5, p.434-438, 2007.
- Fancelli, A.L. Micronutrientes e sua influência na ocorrência de pragas e doenças. In: Pria, M.D.; Silva, O.C. (Org.). **Cultura do feijão: doenças e controle**. Ponta Grossa: UEPG, 2010. p.149-168.
- Ferreira, H.A. **Silício no controle da mancha-aquosa em meloeiro (*Cucumis melo* L.)**. 2009. 82f. Dissertação (Mestrado em Fitossanidade) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- Herbes, D.H.; Theodoro, G.F.; Maringoni, A.C.; Dal Piva, C.A.; Abreu, L. Detecção de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* em sementes de feijoeiro produzidas em Santa Catarina. **Tropical Plant Pathology**, Lavras, v.33, n.2, p.153-156, 2008.
- Jiang, W.; Mashayekhi, H.; Xing, B. Bacterial toxicity comparison between nano and micro-scaled oxide particles. **Environmental Pollution**, Amsterdam, v.157, p.1619-1625, 2009.
- Lima, L.M.; Pozza, E.A.; Pozza, A.A.A.; Fonseca, T.A.P.S.; Carvalho, J.G. Quantificação da ferrugem asiática e aspectos nutricionais de soja suprida com silício em solução nutritiva. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.36, n.1, p.51-56, 2010.
- Lima, L.M.; Pozza, E.A.; Torres, H.N.; Pozza, A.A.A.; Salgado, M.; Pfening, L.H. Relação nitrogênio/potássio com mancha de Phoma e nutrição de mudas de café em solução nutritiva. **Tropical Plant Pathology**, Lavras, v.35, n.4, p.223-228, 2010.
- Mariano, R.L.R.; Oliveira, J.C.; Albuquerque, G.M.R.; Silveira, E.B. Silicato de cálcio na indução de resistência à mancha-angular do algodoeiro. **Tropical Plant Pathology**, Lavras, v.35, p.19, 2010. Suplemento.
- Maringoni, A.C.; Camara, R.C. *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* detection in bean seeds using a semi-selective culture medium. **Brazilian Journal of Microbiology**, São Paulo, v.37, n.4, p.451-455, 2006.
- Maringoni, A.C.; Ishizuka, M.S.; Silva, A.P.; Soman, J.M.; Moura, M.F.; Santos, R.L.; Silva Júnior, T.A.F.; Chiorato, A.F.; Carbonell, S.A.M.; Fonseca Júnior, N.S. Reaction and colonization of common bean genotypes by *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, Viçosa, v.15, n.2, p.87-93, 2015.
- Martinati, J.C.; Lacava, P.T.; Miyasawa, S.K.S.; Guzzo, S.D.; Azevedo, J.L.; Tsai, S.M. Redução dos sintomas causados pela *Xylella fastidiosa* subsp. *pauca* por meio de aplicação de benzotiadiazole e silício. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.8, p.1083-1089, 2007.
- Metha, Y.R.; Alves, P.F.R.; Zandoná, C. Erradicação de *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* transmitida por sementes de feijoeiro. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 31, p. 15, 2005. Suplemento.
- Osdaghi, E.; Sardrood, B.P.; Bavi, M.; Oghaz, N.A.; Kimiaei, S.; Hadian, S. First report of *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* causing cowpea bacterial wilt in Iran. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v.163, p.653-656, 2015.
- Pozza, E.A.; Pozza, A.A.A.; Botelho, D.M.S. Silicon in plant disease control. **Revista Ceres**, Viçosa, v.62, n.3, p.323-331, 2015.
- Schurt, D.A.; Rodrigues, F.A.; Colodette, J.L.; Carré-Missio, V. Efeito do silício nas concentrações de lignina e de açúcares em bainhas de folhas de arroz infectadas por *Rhizoctonia solani*. **Bragantia**, Campinas, v.72, n.4, p.360-366, 2013.
- Silva Júnior, T.A.F.; Negrão, D.R.; Itako, A.T.; Soman, J.M.; Maringoni, A.C. Survival of *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* in soil and bean crops debris. **Journal of Plant Pathology**, Pisa, v.94, n.2, p.331-337, 2012.
- Soares, R.M.; Fantinato, G.G.P.; Darben, L.M.; Marcelino-Guimarães, F.C.; Seixas, C.D.S.; Carneiro, G.E.S. First report of *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens* on soybean in Brazil. **Tropical Plant Pathology**, Brasília, v.38, n.5, p.452-454, 2013.
- Souza, V.L.; Maringoni, A.C.; Krause-Sakate, R. Variabilidade genética em isolados de *Curtobacterium flaccumfaciens*. **Summa Phytopathologica**,

- Botucatu, v.32, n.2, p.170-176, 2006.
25. Tatagiba, S.D.; Rodrigues, F.A.; Filippi, M.C.; Silva, G.B.; Silva, L.C. Physiological responses of rice plants supplied with silicon to *Monographella albescens* infection. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v.162, n.9, p.586-606, 2014.
26. Theodoro, G.F.; Maringoni, A.C. Murcha-de-Curtobacterium. In: Pria, M.D.; Silva, O.C. (Org.). **Cultura do feijão: doenças e controle**. Ponta Grossa: UEPG, 2010. p.23-29.
27. Theodoro, G.F.; Maringoni, A.C. Ação de produtos químicos *in vitro* e *in vivo* sobre *Clavibacter michiganensis*, agente causal do cancro bacteriano do tomateiro. **Scientia Agrícola**, Campinas, v.7, n.3, p.439-443, 2000.
28. Theodoro, G.F.; Maringoni, A.C.; Chumpati, A.A.; Correia, H.C.; Theodoro, J.V. C.; Nogueira, R.J. First report of bacteril wilt of common bean, caused by *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*, in Mato Grosso do Sul, Brazil. **Journal of Plant Pathology**, Bari, v.92, p.110-110, 2010.
29. Valentini, G.; Guidolin, A.F.; Baldissera, J.N.C.; Coimbra, J.L.M. *Curtobacterium flaccumfaciens* pv. *flaccumfaciens*: etiologia, detecção e medidas de controle. **Revista Biotemas**, Florianópolis, v.23, n.4, p.1-8, 2010.