

Controle alternativo da mancha de Ramularia do algodoeiro

Leonardo Angelo de Aquino¹; Paulo Geraldo Berger^{1,3}; Fabrício de Ávila Rodrigues²; Laércio Zambolim²; Fernando Ogoshi¹; Lucas M. Miranda¹ & Marcelo Magri Lélis¹.

¹Departamento de Fitotecnia, UFV, CEP 36570-000, Viçosa, MG; ² Departamento de Fitopatologia, UFV, CEP 36570-000, Viçosa, MG; ³ E-mail: pberger@ufv.br; Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor.

Data de chegada: 13/11/2006. Aceito para publicação em: 22/10/2007

1415

RESUMO

Aquino L.A.; Berger P.G.; Rodrigues F.A.; Zambolim, L.; Ogoshi F.; Miranda, L.M. & Lélis M.M. Controle alternativo da mancha de Ramularia do algodoeiro. *Summa Phytopathologica*, v.34, n.2, p.131-136, 2008

A mancha de Ramularia, causada pelo fungo *Ramularia gossypii* (Speg.) Cif., é uma doença foliar de destaque na cotonicultura brasileira. Com a expansão da cotonicultura, existem poucos produtos avaliados para manejo da Ramularia, destacando-se os fungicidas dos grupos triazóis e estrobirulinas. Objetivou-se nesse trabalho avaliar o efeito da aplicação foliar do silicato de potássio, da calda Viçosa e de fungicidas protetores (mancozeb e clorotalonil) para o controle químico da mancha de Ramularia. O silicato de potássio não foi eficiente para o controle da doença com severidade de 15,38%, enfolhamento relativo aos 166 dias após a emergência de 38,19%, produtividade de algodão

em caroço de 136,11 @ ha⁻¹ e área abaixo da curva de progresso da mancha de Ramularia de 644, 598 e 172 nos terços inferior, médio e superior, respectivamente, com valores semelhantes à testemunha sem fungicida. A calda viçosa proporcionou satisfatório controle da doença não diferindo em termos de produtividade dos tratamentos com piraclostrobin e ou tebuconazol, sendo o incremento de produtividade em relação à testemunha de 88%. Os fungicidas mancozeb e clorotalonil em mistura com calda Viçosa ou com tebuconazole foram eficientes no controle da mancha de Ramularia, destacando-se o fungicida mancozeb em mistura com tebuconazol.

Palavras-chave: nutrição de plantas, silício, *Ramularia gossypii*.

ABSTRACT

Aquino L.A.; Berger P.G.; Rodrigues F.A.; Zambolim, L.; Ogoshi F.; Miranda, L.M. & Lélis M.M. Alternative control of the Cotton ramularia spot. *Summa Phytopathologica*, v.34, n.2, p.131-136, 2008

Areolate mildew, caused by the fungus *Ramularia gossypii* (Speg.) Cif., is the most important foliar disease on cotton. There are a few products available to the growers to manage this disease among them the fungicides tryazol and strobilurine. This study aimed to evaluate the effect of foliar application of potassium silicate, 'calda Viçosa' e protector fungicides (Mancozeb and Clorothalonil) to control areolate mildew on cotton. The potassium silicate was not efficient to control the disease with severity of 15.38%, canopy quality at 166 days after plant emergence of 38.19%, yield of 2041.65 kg ha⁻¹ and area under

areolate mildew progress curve of 644, 598 and 172 at the lower, medium and higher canopy, respectively, with these all values being similar to the check treatment (no fungicide applied). The treatment with 'Calda Viçosa' gave the best disease control and did not differ from the treatments with Pyraclostrobin or Tebuconazole in terms of yield, but showed an increase of 88% in yield compared to the check treatment. The fungicides Mancozeb and Clorothalonil mixed with 'Cald Viçosa' or with Tebuconazole were efficient to control the disease, especially the mixture of Mancozeb with Tebuconazole.

Additional keywords: plant nutrition, silicon, *Ramularia gossypii*.

No Brasil, devido às condições climáticas favoráveis, são crescentes os problemas com doenças em algodoeiro, como, por exemplo, a mancha de Ramularia [*Ramularia gossypii* (Speg.) Cif. forma anamórfica ou *Mycosphaerella areola* (J. Ehrlich & F. A. Wolf) forma teleomórfica], também conhecida como falso oídio (6, 16). Esta doença encontra-se disseminada em praticamente todas as áreas de cultivo do país (2). Outrora era tida como de importância secundária no algodoeiro, pois ocorria no final do ciclo da cultura e não comprometia a produção. Atualmente, no entanto, tem merecido destaque em função de sua

ocorrência desde o início do ciclo da cultura, promovendo desfolha precoce, o que acarreta em redução da produção e da qualidade da fibra, além do custo de manejo (10, 19). Cia et al. (6) demonstraram que nas condições edafoclimáticas do Mato Grosso, a redução de produtividade pode chegar a 75% em variedades mais suscetíveis à doença.

Os sintomas consistem de lesões angulosas entre as nervuras, medindo de 1 a 3 mm inicialmente, de coloração branca e, posteriormente, amarelada de aspecto pulverulento, caracterizado pela

esporulação do patógeno (2). No caso de intensa severidade, as manchas agregam-se e provocam a queda das folhas. Em períodos chuvosos, podem ocorrer sintomas precoces, chegando a provocar queda de folhas e apodrecimento das maçãs dos ramos mais próximos do solo (19).

O manejo desta doença tem sido feito por meio da integração de medidas de manejo, como o uso de cultivares com resistência parcial, época de plantio e principalmente aplicação de fungicidas (5, 21). Todavia, a principal estratégia de manejo adotada atualmente é o uso do controle químico (5, 15, 19). O controle químico é apresentado como alternativa para garantir o desenvolvimento da cultura na região dos Cerrados, visto que a maioria dos cultivares de algodão utilizados não possui resistência vertical à doença (5). O controle químico tem sido de modo geral eficiente, no entanto, este implica num custo a mais na lavoura, o qual é em média de US\$ 40,00 ha⁻¹ por aplicação, sendo necessárias de três a quatro aplicações durante o ciclo da cultura. Dentre os fungicidas para controle químico destacam-se os triazolóis e as estrobirulinas (5, 15, 19).

Na década de 70, com o surgimento da ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix* Berk. Et Br.), pesquisas foram desenvolvidas no departamento de Fitopatologia da Universidade Federal de Viçosa no intuito de avaliar e desenvolver produtos para auxiliar no manejo da doença. Para tal, foi desenvolvida a calda Viçosa, uma suspensão coloidal, composta de fertilizantes complexados com cal hidratada, a qual além do efeito sobre a doença, funciona também como fertilizante foliar (7). A calda é composta por uma mistura de sulfatos de cobre, zinco, magnésio e ácido bórico, mais cal hidratada para ajustar o pH para 7 a 7,5. Após o uso inicial em café, novas pesquisas foram realizadas para a sua utilização em outras culturas, como tomate (25) e feijão (9), mostrando-se eficiente no controle de doenças da parte aérea. A utilização da calda Viçosa no manejo de doenças é uma opção de baixo custo, eficiente e não agride o meio ambiente, que além do controlar doenças, fornece micronutrientes como cobre, boro e zinco.

O silício (Si), embora não atenda os critérios de essencialidade de um nutriente, desempenha importantes papéis na planta como redução do acamamento e aumento da resistência a doenças. Em

gramíneas e em algumas dicotiledôneas como pepineiro e tomateiro, têm-se verificado redução da severidade de doenças com a aplicação de Si, no solo ou em solução nutritiva (8). Em arroz, importantes doenças fúngicas como a brusone e a mancha parda tiveram suas intensidades significativamente reduzidas com a aplicação de Si no solo (8). A literatura também registra o efeito positivo do Si no controle de doenças fúngicas em dicotiledôneas cultivadas comercialmente, como o do míldio pulverulento do pepino, abóbora e melão (18), de *Pythium ultimum* e murcha-de-Fusário em pepino (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cucumerinum*) (3). O efeito do Si sobre a redução de doenças é explicado pela silificação das células epidérmicas, o que reduziria a penetração dos conídios (13). De acordo com Chérif et al. (4), pode haver a produção de compostos fenólicos com ação fungitóxica. Estudos recentes têm sugerido que além do efeito mecânico sobre a penetração dos esporos do patógeno no hospedeiro (13), o Si está envolvido com o acúmulo de compostos antifúngicos, ativação de enzimas relacionadas com a defesa e fitoalexinas (4; 22, 23).

Objetivou-se nesse trabalho avaliar o efeito da calda Viçosa e de fungicidas protetores, mesostêmicos e sistêmicos, e do silicato de potássio aplicado via foliar, no progresso da mancha de *Ramularia* do algodoeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Condições de cultivo

o experimento foi conduzido em condições campo em sistema de plantio direto, na Universidade Federal de Viçosa, no período de novembro de 2005 a junho de 2006, sob ocorrência natural da mancha de *Ramularia*. Utilizou-se a cultivar de algodão 'Delta Opal' em razão da sua suscetibilidade à doença e pelas características agrônomicas e comerciais desejáveis. O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo, textura argilosa, com as seguintes características químicas: pH em H₂O (relação 1:2,5) = 5,4; P = 27,7 mg dm⁻³; K = 130 mg dm⁻³ (P-K: extrator Mehlich 1); Ca²⁺ = 38 mmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 6 mmol_c dm⁻³ (Ca e Mg: extrator KCl 1 mol L⁻¹); H+Al = 47,9 mmol_c dm⁻³ (extrator acetato de cálcio 0,5 mol L⁻¹ a pH 7,0); SB = 47,3 mmol_c dm⁻³; V = 50%; m = 0%; M.O = 32 g kg⁻¹ e P-rem = 23,8. A adubação de plantio constou de 250 kg ha⁻¹ do formulado 8-28-16.

Tabela 1. Relação dos tratamentos usados no experimento.

Tratamentos	Doses*
1. Sem fungicida (Testemunha)	—
2. Silicato de potássio – SP 1 ¹	3,6
3. Silicato de potássio – SP 2 ¹	4,8
4. Calda Viçosa (Viça Café [®] comum ²) alternado com SP2 – CV ou SP2 ¹	5,0 e 4,8
5. Calda Viçosa (Viça Café [®] comum) – CV	5,0
6. Calda Viçosa (Viça Café [®] + Silicato de potássio**)- CV+SP	5,0
7. Mancozeb (Manzate [®]) ³ + CV (Viça Café [®] comum) – MZ + CV	3,0 + 2,0
8. Chlorotalonil (Dacostar [®]) ⁴ + CV (Viça Café [®] comum) – Chl + CV	2,0 + 2,0
9. Mancozeb (Manzate [®]) + Triazol (Folicur [®]) – TR + MZ	3 + 0,3
10. Chlorotalonil (Dacostar [®]) + Triazol (Folicur [®]) – TR + Chl	2 + 0,3
11. Tebuconazole (Folicur [®]) ⁵ – TR	0,6
12. Piraclostrobin (Comet [®]) ⁶ – EST	0,4
13. Piraclostrobin (Comet [®]) + Tebuconazole (Folicur [®]) – TR + EST	0,2 + 0,3

* Kg ou L do produto comercial ha⁻¹; ** Silicato de potássio comercializado juntamente com o Viça Café[®]; ¹ Produto comercial FertiSil[®] (INEOS Silicas Brasil); ² K = 10, S = 10, Cu = 10, Zn = 6, B = 3, Mn = 2 e Mg = 1%; ³ 800 g kg⁻¹ de Mancozeb (formulação pó molhável); ⁴ 750 g kg⁻¹ de Clorotalonil (formulação pó molhável); ⁵ 200 g L⁻¹ de Tebuconazole (formulação concentrado emulsionável); ⁶ 250 g L⁻¹ de Piraclostrobin (formulação concentrado emulsionável); CV = calda Viçosa.

Em cobertura, aplicou-se 70 kg ha⁻¹ de N na forma de sulfato de amônio parcelados em duas aplicações aos 40 e 60 dias após a emergência (DAE). Durante a condução do experimento, realizaram-se aplicações do herbicida paraquat (Gramoxone® - 2 l ha⁻¹) em jato dirigido para o controle de plantas daninhas. Foram realizadas aplicações de inseticidas (Tracer®, Endosulfan® e Decis®) nas dosagens recomendadas para a cultura para controle de insetos-pragas. As irrigações foram realizadas por aspersão convencional.

Tratamentos

Os tratamentos de 1 a 13, constituíram-se de produtos para o

manejo da Ramularia, isolados ou em misturas, além da testemunha (sem fungicida) (Tabela 01). A unidade experimental constitui-se de três linhas espaçadas de 0,9 m com 10 m de comprimento, sendo considerada como útil a linha central, excetuando-se 1 m de cada extremidade. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com quatro repetições.

Foram realizadas cinco aplicações dos tratamentos de 2 a 8 com intervalo de 21 dias (produtos protetores) e três aplicações dos tratamentos de 9 a 13 a intervalo de 30 dias (produtos sistêmicos ou sistêmicos em mistura com protetores) (Tabela 1). Iniciaram-se as aplicações quando foram observados os primeiros sinais da doença, o

Tabela 2. Área abaixo da curva de progresso da mancha de ramularia (AACPMR) do algodoeiro e taxa aparente de infecção dos 54 aos 110 DAE (r_{54-110}) e dos 117 aos 145 DAE ($r_{117-145}$) nos terços inferior (TI), médio (TM) e superior (TS) nos tratamentos para o controle da doença.

Tratamentos	AACPMR			r_{54-110}			$r_{117-145}$		
	TI	TM	TS	TI	TM	TS	TI	TM	TS
1. Testemunha	886,28 a ¹	709,57 a	229,49 a	0,2278 a	0,2406 a	0,0413 a	0,9855 a	0,9171 a	0,4538 a
2. Silicato de potássio - SP1 ²	593,00 b	585,86 a	162,23 a	0,1515 a	0,0859 b	0,0119 b	1,0841 a	1,0008 a	0,3554 a
3. Silicato de potássio - SP2 ³	644,73 b	598,71 a	172,21 a	0,0919 b	0,1062 b	0,0043 b	1,2547 a	1,0887 a	0,4422 a
4. Calda Viçosa alternado SP2	503,89 b	421,58 b	118,33 b	0,0847 b	0,0901 b	0,0118 b	0,9394 a	0,8560 a	0,4942 a
5. Calda Viçosa	298,54 c	183,40 c	32,60 c	0,0291 b	0,0208 c	0,0017 b	0,7472 b	0,5988 b	0,1759 b
6. Calda Viçosa com SP ²	289,79 c	166,22 c	37,89 c	0,0418 b	0,0191 c	0,0063 b	0,3712 c	0,3105 c	0,1049 b
7. Calda Viçosa + Mancozeb	183,63 c	137,64 c	24,74 c	0,0343 b	0,0426 c	0,0021 b	0,2163 c	0,2115 c	0,0562 b
8. Calda Viçosa + Clorotalonil	232,82 c	150,36 c	29,80 c	0,0227 b	0,0157 c	0,0032 b	0,3067 c	0,2369 c	0,0985 b
9. Tebuconazole + Mancozeb	146,29 d	131,02 c	28,80 c	0,0198 b	0,0220 c	0,0056 b	0,3185 c	0,2883 c	0,0969 b
10. Tebuconazole + Clorotalonil	349,62 c	285,05 c	92,23 b	0,0221 b	0,0266 c	0,0082 b	0,6118 b	0,5355 b	0,2472 b
11. Tebuconazole	11,91 d	7,29 c	2,60 c	0,0372 b	0,0360 c	0,0085 b	0,1368 d	0,0433 c	0,2217 b
12. Piraclostrobin	113,71 d	86,04 c	17,85 c	0,0033 b	0,0113 c	0,0037 b	0,0032 d	0,0002 c	0,0001 b
13. Tebuconazole + Piraclostrobin	13,04 d	5,11 c	1,46 c	0,0009 b	0,0015 c	0,0014 b	0,0211 d	0,0034 c	0,0016 b
CV (%)	32,478	46,908	62,333	94,416	99,086	144,419	37,001	55,330	70,865

¹ Grupos de médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem entre si pelo critério Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade; ² SP = silicato de potássio; ^{2, 3} Cinco aplicações de 3,6 e 4,8 kg ha⁻¹ de silicato de potássio, respectivamente.

Tabela 3. Severidade média da mancha de ramularia do algodoeiro nos terços inferior (TI), médio (TM) e superior (TS) aos 110 ($Y_{\max110}$) e 145 dias após a emergência ($Y_{\max145}$) nos tratamentos para o controle da doença.

Tratamentos	$Y_{\max110}$ ¹			$Y_{\max145}$ ¹		
	TI	TM	TS	TI	TM	TS
1. Testemunha	12,77 a	13,47 a	2,31 a	33,94 a	34,75 a	15,59 a
2. Silicato de potássio - SP1 ²	8,51 a	4,81 b	0,67 b	34,00 a	31,72 a	10,56 a
3. Silicato de potássio - SP2 ³	5,19 b	5,95 b	0,24 b	39,64 a	36,06 a	14,07 a
4. Calda Viçosa alternado com SP2	4,75 b	5,07 b	0,67 b	29,58 b	26,59 a	14,13 a
5. Calda Viçosa	1,92 b	1,16 c	0,09 b	22,67 b	18,45 b	5,01 b
6. Calda Viçosa com SP ²	2,36 b	1,07 c	0,35 b	12,58 d	10,49 b	3,13 b
7. Calda Viçosa + Mancozeb	1,94 b	2,38 c	0,12 b	7,52 d	7,40 c	1,69 b
8. Calda Viçosa + Clorotalonil	1,28 b	0,87 c	0,18 b	9,41 d	7,32 c	2,88 b
9. Tebuconazole + Mancozeb	1,11 b	1,23 c	0,31 b	10,06 d	8,83 c	2,94 b
10. Tebuconazole + Clorotalonil	1,25 b	1,49 c	0,46 b	18,84 c	16,04 b	7,36 b
11. Tebuconazole	2,08 b	2,02 c	0,48 b	0,24 e	0,04 c	0,03 b
12. Piraclostrobin	0,24 b	0,63 c	0,21 b	4,79 e	2,05 c	0,85 b
13. Tebuconazole + Piraclostrobin	0,05 b	0,08 c	0,08 b	0,66 e	0,13 c	0,06 b
CV (%)	93,326	99,067	144,427	32,179	47,990	65,581

¹ Severidade na nona e décima quarta semanas de avaliação, respectivamente; ² Grupos de médias seguidas pela mesma letra em cada coluna, não diferem entre si pelo critério de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade; ^{2, 3} Cinco aplicações de 3,6 e 4,8 kg ha⁻¹ de silicato de potássio, respectivamente.

que ocorreu aos 54 DAE. Utilizou-se volume de calda de 200 L ha⁻¹, sendo os produtos aplicados com pulverizador costal manual equipado com bico XR 8003 (TEEJET) com regulador de pressão de 28 lb pol⁻², até atingir o ponto de escurimento. O teor de potássio nos tratamentos Testemunha, SP1 e SP2 foram padronizados utilizando solução de cloreto de potássio (61,728 g L⁻¹) com pH 5,5, equilibrado com solução diluída de HCl (1 mol L⁻¹). Assim, Testemunha e SP1 receberam via foliar a mesma quantidade de K que o tratamento SP2.

Avaliações da mancha de Ramularia e produtividade de algodão em caroço

Semanalmente, a partir da primeira aplicação dos tratamentos para o manejo da mancha de Ramularia, avaliou-se a severidade média nos terços inferior, médio e superior, por quatorze semanas, de acordo com a escala descrita por Aquino (1). Considerou-se como terço inferior às folhas dispostas até o 7º nó do ramo principal (haste), terço médio do 8º-14º nó e terço superior acima do 15º nó. Ao 166 DAE coletaram-se duas plantas em cada parcela, representativas de cada tratamento, para se determinar individualmente a severidade e a área de cada folha. A área foliar foi medida utilizando-se o integrador de área foliar (Licor Area Meter 3100). Com a área foliar e a severidade da doença em cada folha, obteve a severidade média de cada planta bem como o enfolhamento relativo em cada tratamento, considerando o tratamento com maior enfolhamento como 100%. Aos 211 DAE, realizou-se a colheita determinando-se a produtividade de algodão em caroço e a massa média de capulhos.

Aos 131 DAE, coletaram-se folhas do ramo principal no terço médio, as quais foram lavadas com água destilada e colocadas para secar em estufa com ventilação forçada de ar a 70°C, até atingir peso constante, para determinação do teor de Si (14).

Análise estatística dos dados

Calculou-se a taxa aparente de progresso da mancha de Ramularia (r) dos 54 aos 110 DAE (r₅₄₋₁₁₀) e dos 117 aos 145 DAE (r₁₁₇₋₁₄₅) com base nos dois picos da doença observados na testemunha aos 110 e 145 DAE, respectivamente. Compararam-se as severidades das

plantas de cada tratamentos nos picos da doença na testemunha (Y_{máx110} e Y_{máx145}), correspondentes a nona e décima quarta semanas de avaliação, respectivamente. Com os dados da severidade da doença em cada terço, calculou-se a área abaixo da curva de progresso da mancha de ramularia (AACPMR) (24). Os dados das características avaliadas foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa estatístico SAEG (UFV), sendo as médias dos tratamentos comparadas, pelo critério de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos com silicato de potássio (SP1 e SP2) e sem fungicida (testemunha) diferiram quanto a AACPMR apenas no terço inferior (Tabela 2). A taxa aparente de infecção da mancha de Ramularia (r₅₄₋₁₁₀) (Tabela 2) e a severidade aos 110 DAE (Y_{máx110}) (Tabela 3) dos tratamentos com silicato de potássio diferiu da testemunha, exceto para o tratamento SP1 no terço inferior. É provável que a testemunha não diferiu dos tratamentos SP1 e SP2 em relação a AACPMR nos terços médio e superior devido a maior infecção pelo patógeno nessas porções da planta em função do aumento de inóculo ocorrido no terço inferior associado às condições de microclima favoráveis ao progresso da doença. Resultados semelhantes foram obtidos entre a testemunha e os tratamentos com silicato de potássio (SP1 e SP2) em relação à taxa aparente de infecção no segundo pico da doença (r₁₁₇₋₁₄₅). Segundo Paiva (19), o fechamento do dossel das plantas proporciona um microclima favorável para o progresso da doença, justificando assim as maiores taxas aparente de infecção dos 117 aos 145 DAE no experimento. Não houve diferença significativa entre os tratamentos com silicato de potássio e testemunha quanto aos teores foliares de Si na massa seca, sendo o teor de Si na testemunha, SP1, SP2 e no tratamento em que se alternou a aplicação do silicato de potássio com a calda Viçosa de 0,51; 0,53; 0,49 e 0,51 dag de Si kg⁻¹, respectivamente. A produtividade de algodão em caroço e a massa média de capulho dos tratamentos com silicato de potássio e testemunha não diferiram entre si ressaltando que a

Tabela 4. Enfolhamento relativo e severidade da mancha de Ramularia do algodoeiro aos 166 dias após a emergência, massa média de capulho (MMC) e produtividade de algodão em caroço em função dos tratamentos para o controle da doença.

Tratamentos	Enfolhamento relativo ¹	Severidade (%)	MMC(g)	Produtividade(@ ha ⁻¹)
1. Testemunha	21,39 b ⁴	16,25 a	4,58 b	129,63 b
2. Silicato de potássio – SP1 ²	33,50 b	15,38 a	4,16 b	129,39 b
3. Silicato de potássio – SP2 ³	38,19 b	9,74 b	4,25 b	136,11 b
4. Calda Viçosa alternado com SP2	31,10 b	9,36 b	4,17 b	147,45 b
5. Calda Viçosa	63,76 a	3,94 c	5,06 a	239,35 a
6. Calda Viçosa com SP ²	56,46 a	3,74 c	4,70 a	249,53 a
7. Calda Viçosa + Mancozeb	64,35 a	3,27 c	4,81 a	207,18 a
8. Calda Viçosa + Clorotalonil	71,89 a	4,43 c	4,55 b	209,25 a
9. Tebuconazole + Mancozeb	58,06 a	4,72 c	5,14 a	207,64 a
10. Tebuconazole + Clorotalonil	52,72 b	5,59 c	4,79 a	185,88 a
11. Tebuconazole	94,12 a	0,76 c	4,84 a	233,33 a
12. Piraclostrobin	70,83 a	2,25 c	4,84 a	243,98 a
13. Tebuconazole + Piraclostrobin	100,00 a	0,69 c	4,99 a	254,39 a
CV (%)	42,579	67,278	8,931	20,515

¹ Enfolhamento relativo = área foliar do tratamento / área foliar final do tratamento Tebuconazole mais Piraclostrobin (maior área foliar final; 0,57 m² planta⁻¹); ⁴ Grupos de médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, não diferem entre si pelo critério de Scott Knott ao nível de 5% de probabilidade; ^{2, 3} Cinco aplicações de 3,6 e 4,8 kg ha⁻¹ de silicato de potássio, respectivamente.

produtividade das plantas nesses tratamentos foi, em média, 46% menor do que a produtividade obtida com os tratamentos estrobirulina e triazol (Tabela 4).

Os tratamentos com estrobirulina (Piraclostrobin) e triazol (Tebuconazole) isolados ou em mistura, foram os que apresentaram menores valores de AACPMR, taxa aparente de infecção da *Ramularia* (r_{54-110} e $r_{117-145}$), severidade ($Y_{\max 110}$ e $Y_{\max 145}$) e severidade aos 166 DAE (Tabelas 2, 3 e 4). Fungicidas do grupo das estrobirulinas e triazol também foram eficientes no controle da mancha de *Ramularia* e proporcionaram aumento de produtividade em outros trabalhos (5, 12). O acréscimo em produtividade com relação à testemunha, promovido pela aplicação de estrobirulina e ou triazol foi, em média, de 88%.

A calda Viçosa (Viça Café®) controlou de forma eficiente a mancha de *Ramularia* principalmente até aos 110 DAE, mantendo a severidade em torno de 2,36; 1,16 e 0,35% (maiores valores dos tratamentos com calda Viçosa) nos terços inferior, médio e superior, respectivamente (Tabela 3). Com relação à AACPMR, os tratamentos com calda Viçosa isolada ou em mistura com clorotalonil ou mancozeb tiveram comportamento intermediário entre a testemunha (sem fungicida) e os melhores tratamentos (triazol e estrobirulina) no terço inferior. Nos terços médio e superior, a AACPMR nos tratamentos com calda Viçosa não diferiram dos tratamentos com triazol ou estrobirulina (Tabela 2). Não houve diferença entre os tratamentos com calda Viçosa, isolada ou em mistura e os tratamentos com estrobirulina e ou triazol quanto à taxa aparente de infecção da mancha de *Ramularia* no primeiro pico da doença (r_{54-110}). No segundo pico de doença, a calda Viçosa isolada apresentou maior valor de taxa aparente de infecção da *Ramularia* ($r_{117-145}$) nos terços inferior e médio, comparativamente aos tratamentos da calda viçosa em mistura com silicato, mancozeb e clorotalonil. Os valores de severidade considerando toda a planta aos 166 DAE e o enfolhamento relativo nos tratamentos com calda viçosa, não diferiram dos tratamentos com triazol e estrobirulina (Tabela 4). A mistura da calda Viçosa com os fungicidas mancozeb ou clorotalonil propiciou menores valores de severidade nos terços inferior e médio aos 145 DAE em relação a calda Viçosa isolada (Tabela 3). No entanto, apesar da diferença na severidade da mancha de *Ramularia*, não houve diferença na produtividade de algodão em caroço dos tratamentos com calda Viçosa isolada ou em mistura. Nos tratamentos em que a calda Viçosa ou calda Viçosa com silicato de potássio foi aplicada isoladamente, utilizou-se uma dose 2,5 vezes maior que no tratamento em mistura com mancozeb ou clorotalonil. A maior dose da calda Viçosa pode ter beneficiado o algodoeiro em termos de suprimento de micronutrientes, compensando a maior severidade da ramularia em relação aos tratamentos com calda Viçosa associados ao mancozeb ou clorotalonil. No tratamento em que se alternou as aplicações de calda Viçosa com silicato de potássio, os valores de severidade, AACPMR e taxa aparente de infecção da mancha de *Ramularia* no segundo pico ($r_{117-145}$) foram similares aos tratamentos com silicato de potássio e testemunha (Tabelas 2, 3 e 4). Como o silicato de potássio não mostrou-se eficiente no controle da doença, pode-se afirmar que a calda Viçosa aplicada a intervalo de 42 dias (alternância com silicato de potássio) foi ineficiente no controle da mancha de *Ramularia*. A calda Viçosa funciona como um fungicida protetor devido ao efeito do cobre, sendo necessário cobrir as folhas novas a fim de se formar uma camada protetora. Tal camada permite a manutenção de certa concentração de cobre na água, que afeta a germinação dos conídios do fungo. A produtividade de algodão em caroço e a massa média de capulho nos tratamentos com calda Viçosa isolada ou em mistura com mancozeb ou clorotalonil não diferiram dos tratamentos com estrobirulina e ou triazol, exceto a

massa média de capulho do tratamento clorotalonil com calda Viçosa. Em algodão, não existem relatos do uso da calda Viçosa no manejo de doenças foliares. Em outras culturas como café, tomate e feijão vários autores relataram efeito positivo no controle de doenças promovido pela calda Viçosa, comparativamente a fungicidas comumente utilizados nessas culturas para manejo de doenças da parte aérea (9, 11, 25).

O fungicida mancozeb promoveu melhor controle da mancha de *Ramularia* comparativamente ao clorotalonil quando em mistura com triazol (Tabelas 2, 3 e 4). Tal fato pode ser devido a maior fungitoxicidade e ou tenacidade do mancozeb em relação ao clorotalonil. Possivelmente houve um efeito aditivo maior do triazol com o mancozeb em relação à mistura com clorotalonil, pois quando em mistura com a calda Viçosa, os fungicidas mancozeb e clorotalonil não diferiram entre si no controle da *Ramularia* e no aumento da produtividade.

Calda Viçosa, mancozeb e clorotalonil (em mistura com calda Viçosa ou triazol) mostraram-se eficientes no controle da mancha de *Ramularia*. O uso desses produtos em detrimento do uso exclusivo dos triazol e estrobirulinas é interessante pela redução do custo de controle da doença, menor probabilidade de selecionar populações resistentes do patógeno, pelo modo de ação não específico e, adicionalmente suprir micronutrientes como B, Zn e Cu ao algodoeiro por meio da calda Viçosa.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa de Mestrado concedida ao primeiro autor. A empresa Delta and Pine Land Company pela gentileza em fornecer as sementes de algodão utilizadas nos experimentos. A empresa INEOS Silicas Brasil por fornecer o produto FertiSil®. A FAPEMIG pelo recurso financeiro. A todos os colaboradores que direta ou indiretamente possibilitaram a realização desse trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Aquino, L.A.; Escala diagramática e controle alternativo da mancha de ramulária do algodoeiro. 44f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
2. Cassetari Neto, D.; Machado, R.S.S.; Faria, A.Y.K. Comportamento de genótipos de algodão em relação às doenças fúngicas no Mato Grosso. *Fitopatologia Brasileira*, Brasília, v.25, p. 362-363, 2000. Suplemento.
3. Chérif, M. & Bélanger, R. R. Use of potassium silicate amendments in recirculating nutrient solutions to suppress *Phytophthora blight* on long English cucumber. *Plant Disease*, v. 76, p. 1008-1011, 1992.
4. Chérif, M.; Benhamou, N.; Bélanger, R.R. Ultrastructural and cytochemical studies of fungal development and host reactions in cucumber plants infected by *Phytophthora blight*. *Physiology and Molecular Plant Pathology*, v. 31, p. 353-375, 1992.
5. Chitarra, L.G.; Meira, S.A.; Menezes, V.L. Controle químico da mancha de ramulária do algodoeiro, causada por *Ramularia areolaris*, em função da idade da planta e severidade da doença – Safra 2003/2004. Campina Grande: EMBRAPA ALGODÃO, 2005. 16 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 58).
6. Cia, E.; Fuzatto, M.G.; Chiavegato, E.J.; Farias, F.J.C.; Araújo, A.E. Desempenho de cultivares e linhagem de algodoeiro diante da incidência de ramulária. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 1999, Ribeirão Preto. Anais. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1999. p. 468-470.
7. Cruz Filho, J.; Chaves, G.M. Calda Viçosa no controle da ferrugem do cafeeiro. Viçosa, MG: UFV, 1989. 22 p. (Informe Técnico, 51).

8. Datnoff, L. E.; Deren, C. W.; Snyder, G. H. Silicon fertilization for diseases management of rice in Florida. *Crop Protection*, v. 16, p. 525-531, 1997.
9. Ferreira, G.S. Efeito da calda Viçosa na nutrição do feijoeiro e no controle da mancha-angular. 1998. 49 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
10. FUNDAÇÃO MT. Boletim de pesquisa de algodão, Rondonópolis, MT: Fundação MT, 2001. 238 p. (Fundação MT. Boletim, 04).
11. Herrera, R.A.U. Controle da ferrugem, da cercosporiose e do bicho mineiro e nutrição do cafeeiro com aplicação da calda Viçosa. 1994. 77 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
12. Iamamoto, M.M.; Amorelli Filho, S. Comportamento de fungicidas no controle da mancha de ramulária do algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.). In: V CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 2005, Salvador. Anais. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 2005. (CD- Room).
13. Kim, S.G.; Kim, K.W.; Park, E.W.; Choi, D. Silicon-induced cell wall fortification of rice leaves: a possible cellular mechanism of enhanced host resistance to blast. *Phytopathology*, v. 92, p. 1095-1103, 2002.
14. Korndörfer, G.H.; Pereira, H.S.; Nolla, A. Análise de silício: solo, planta e fertilizante. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, 2004 (Boletim Técnico). 24 p.
15. Machado, A.Q.; Andrade, P.M.C.; Cassetari Neto, D. Controle químico de doenças da parte aérea do algodão em Mato Grosso. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 1999, Ribeirão Preto. Anais. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1999. p. 483-484.
16. Maranhã, F.G.C.B.; Ramalho, M.A.P.; Farias, F.J.C. Estratégias de análise da reação de cultivares de algodoeiro a patógenos. *Revista Brasileira Oleaginosas e Fibrosas*, v. 6, n. 2, p. 565-575, 2002.
17. Menzies, J., Bowen, P., Ehret, D., Glass, A. D .M. Foliar applications of potassium silicate reduce severity of powdery mildew on cucumber, muskmelon, and zucchini squash. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, v. 117, p. 902-905, 1992.
18. Miyake, Y. & Takahashi, E. Effects of silicon on the growth of cucumber plant in soil culture. *Soil Science and Plant Nutrition*, v. 29, p. 463-471, 1983.
19. Paiva, F.A. Doenças. In: EMBRAPA AGROPECUÁRIA DO OESTE (Eds). Algodão: tecnologia de produção. Embrapa Algodão, Dourados: Embrapa Agropecuária do oeste, 2001. p. 245-266.
20. Richetti, A.; Melo Filho, G.A. Aspectos socioeconômicos do algodoeiro. In: EMBRAPA AGROPECUÁRIA DO OESTE (Eds). Algodão: tecnologia de produção. Embrapa Algodão, Dourados: Embrapa Agropecuária do oeste, 2001. p. 13-34.
21. Rocha, C.L.; Carvalho, C.L.; Oliveira, C.G. Avaliação de fungicidas no controle de ramulária (*Ramularia aerola*) na cultura do algodão. In: XXXVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 2005, Brasília. Anais. Brasília, 2005. p. 582 (Suplemento).
22. Rodrigues, F.Á.; Benhamou, N.; Datnoff, L.E.; Jones, J.B.; Bélanger, R.R. Ultrastructural and cytochemical aspects of silicon-mediated rice blast resistance. *Phytopathology*, v. 93, p. 535-546, 2003.
23. Rodrigues, F.Á.; McNally, D.J.; Datnoff, L.E.; Jones, J.B.; Labbé, C.; Benhamou, N.; Menzies, J.G.; Bélanger, R.R. Silicon enhances the accumulation of diterpenoid phytoalexins in rice: a potential mechanism for blast resistance. *Phytopathology*, v. 94, p. 177-183, 2004.
24. Shaner, G.; Finney, R.E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. *Phytopathology*, v. 67, p. 1051-1056, 1977.
25. Zambolim, L.; Cruz Filho, J.; Vale, F.X.R.; Chaves, G.M. Emprego da calda Viçosa na cultura do tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) para controle de doenças da parte aérea. Viçosa: UFV, 1990. 7 p. (Informe Técnico, 66).