APLICAÇÃO DE ACYBENZOLAR-S-METHYL EM ALGODOEIRO PARA CONTROLE DE *Aphis gossypii* (GLOVER) E *Ramularia areola* (ATKINSON)

**GUSTAVO LUÍS MAMORÉ MARTINS¹, GERMISON VITAL TOMQUELSKI²,
GERALDO PAPA³**

¹ Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Cassilândia/MS, Brasil, gustavomamore@yahoo.com.br, ² Fundação Chapadão, Chapadão do Sul/MS, Brasil, germison@fundacaochapadao.com.br, ³ Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Ilha Solteira/SP, Brasil, gpapa@feis.unesp.br

RESUMO: O acibenzolar-S-methyl funciona como um ativador na resistência das plantas contra pragas e doenças. O objetivo do trabalho foi avaliar a atividade de acybenzolar-S-methyl sobre *Aphis gossypii* (Glover) e *Ramularia areola* (Atkinson) em algodoeiro. O experimento foi conduzido no município de Selvíria, MS. O delineamento experimental foi de blocos casualizados no esquema de parcelas subdivididas (2x6), constituídos pela combinação de duas cultivares de algodão (Acala-90 e DeltaOpal) e seis indutores de resistência. Os tratamentos foram: 1) testemunha; 2) acybenzolar-s-methyl (20 g i.a. ha⁻¹); 3) acybenzolar-s-methyl + azoxystrobin (20 + 40 g i.a. ha⁻¹); 4) acybenzolar-s-methyl + tiofanato metílico (20 + 350 g i.a. ha⁻¹); 5) azoxystrobin (40 g i.a. ha⁻¹) e 6) tiofanato metílico (350 g i.a. ha⁻¹). A avaliação de *A. gossypii* foi realizada com intervalo de 10 dias após a aplicação do indutor. Foi analisada a severidade de *R. areola* aos 101, 109 e 116 dias após a emergência, em 10 plantas marcadas na parcela. Os resultados mostram que a aplicação de acybenzolar-s-methyl, isolada ou em conjunto com fungicidas, na dose de 20 g i.a. ha⁻¹, reduziu a população de *A. gossypii*. O acybenzolar-s-methyl (20 g i.a. ha⁻¹) proporcionou menor incidência de *R. areola*.

PALAVRAS-CHAVE: *Gossypium hirsutum*, pulgão, ramulária, indutor de resistência.

APPLICATION OF ACYBENZOLAR-S-METHYL ON COTTON CROP TO CONTROL OF *Aphis gossypii* (GLOVER) AND *Ramularia areola* (ATKINSON)

ABSTRACT: Acibenzolar-S-methyl acts as an activator of natural plant defenses, inducing plant resistance against pests and diseases. The objective of this study was to evaluate the activity of acybenzolar-S-methyl on *Aphis gossypii* (Glover) and *Ramularia areola* (Atkinson) in the cotton crop. The experiment was conducted in Selvíria (MS). The experimental design was randomized blocks with plots in a factorial (2x6), constituted by the combination of two cotton cultivars (Acala-90 and DeltaOpal) and six treatments of resistance. The treatments were: 1) control, 2) acybenzolar-s-methyl (20 g i.a. ha⁻¹), 3) acybenzolar-S-methyl + azoxystrobin (20 + 40 g i.a. ha⁻¹), 4) acybenzolar-s-methyl + thiophanate methyl (20 + 350 g i.a. ha⁻¹), 5) azoxystrobin (40 g i.a. ha⁻¹) and 6) thiophanate methyl (350 g i.a. ha⁻¹). *Aphis gossypii* was evaluated with an interval of 10 days after the application of treatments. The severity of *R. areola* at 101, 109 and 116 days after emergence was analyzed in ten plants marked in the plot. The results show that applying acybenzolar-s-methyl, alone or in combination with fungicides, the rates of 20 g i.a. ha⁻¹ reduced the population of *A. gossypii*. The acybenzolar-S-methyl (20 g i.a. ha⁻¹) provided the lowest incidence of *R. areola*.

KEY WORDS: *Gossypium hirsutum*, aphid, ramularia, resistance inducer.

INTRODUÇÃO

Em algodoeiro é relatado grande número de pragas (TOMQUELSKI; MARTINS, 2013) e doenças (CIA; SALGADO, 1997) que durante o ciclo da cultura são capazes de causarem redução na produção, resultando em prejuízos para o cotonicultor. Entre os insetos-pragas, cita-se o pulgão-do-algodoeiro, *Aphis gossypii* (GLOVER, 1877) que é uma das primeiras pragas que aparece na cultura.

Esses insetos vivem nas folhas ou brotos novos, sugando a seiva das plantas, causando encarquilhamento das folhas e deformação dos brotos. A praga ao se alimentar das plantas, transmitem vírus que causam o vermelhão do algodoeiro e o mosaico das nervuras forma Ribeirão Bonito (TOMQUELSKI, 2014). A ramulária, doença causada pelo fungo *Ramularia areola* (Atkinson), ocasionam as folhas manchas angulosas que variam de 1 a 4 mm, circunscrita pelas nervuras de coloração branca ou amarelada e aspecto farináceo/pulverulento (CIA; SALGADO, 1997).

Uma das respostas das plantas contra o ataque de moléstias está relacionada à resistência sistêmica adquirida (SAR – Systemic Acquired Resistance). Foi introduzido o indutor acibenzolar-S-methyl no mercado brasileiro que funciona como um ativador das defesas naturais das plantas (TOMQUELSKI et al., 2007). O éster 2-metil benzo-(1,2,3)-tiadiazole-7-carbotiólico, de nome químico acibenzolar-S-methyl (ASM) é o composto mais estudado e mais eficiente que pode levar à ativação de genes que codificam a resistência de plantas contra pragas e doenças (KESSMANN et al., 1994). Além de não apresentar fitotoxidez em plantas, o composto é facilmente translocado pelos tecidos da planta de forma sistêmica (OOSTENDORP et al., 2001; COSTA; MORAES, 2006).

A utilização de compostos bioativos com capacidade de proteger as plantas contra doenças possibilitando a expressão de mecanismos de defesa latentes é uma estratégia que vem sendo amplamente pesquisada (BRISSET et al., 2000; COQUEIRO et al., 2011) no controle de pragas e doenças em culturas agrícolas (SAWANT et al., 1994; CARVALHO et al., 1999; ANDRADE E ANDRADE, 2001).

Em vista do potencial de acibenzolar-s-methyl no manejo de pragas e doenças em algodoeiro, o objetivo da pesquisa foi avaliar o efeito desse indutor de resistência sobre *Aphis gossypii* e *Ramularia areola* em algodoeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Latossolo Vermelho distrófico (LVd), localizado na fazenda experimental da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - Unesp, em Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul (20° 22' S e 51° 22' W), com altitude média de 335 m, 1.370 mm de precipitação média anual, 23,5°C de temperatura média anual, umidade relativa variando entre 70% e 80%, como média anual. O ensaio foi conduzido no período de janeiro a julho de 2004.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas (2x6), constituídos pela combinação de duas cultivares de algodão (Acala-90 e DeltaOpal) e seis indutores de resistência, com suas respectivas doses e épocas de aplicação (Tabela 1).

As parcelas experimentais foram constituídas por 8 linhas da cultura com 7 m de comprimento, sendo as 6 linhas centrais consideradas como área útil para avaliações.

Tabela 1. Produtos utilizados, com suas respectivas doses e época de aplicação em dias após a emergência (DAE). Selvíria, MS, 2004.

Tratamento	Dose (g i.a. ha ⁻¹)	Época de aplicação (DAE)
1- Testemunha	-	-
2- Acybenzolar-S-methyl	20	40, 50, 60
3- Acybenzolar-S-methyl + Azoxystrobin	20 + 40	40, 50, 60 + 40, 94*
4- Acybenzolar-S-methyl + Tiofanato metílico	20 + 350	40, 50, 60 + 40, 94*
5- Azoxystrobin	40	40, 94*
6- Tiofanato metílico	350	40, 94*

*Constatação de sintomas iniciais de ramularia no terço inferior das plantas.

Na adubação de semeadura foram aplicados 20 kg.ha⁻¹ de N, 92 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 40 kg ha⁻¹ de K₂O, e cobertura 70 kg ha⁻¹ de N e 80 kg ha⁻¹ de K₂O. A semeadura foi realizado em 23/12/2003, com espaçamento de 0,85 entre linhas, e sementes necessárias para a obtenção de 8-9 plantas m⁻¹, sendo que antes da semeadura, as sementes foram tratadas com thiametoxam e carbendazim + thiram nas doses de 240, 90 + 210 g i.a. por 100 kg de sementes, respectivamente. A infestação das pragas e patógenos ocorreram naturalmente.

Aos 81 dias após a emergência realizou-se uma aplicação de thiametoxan na dose de 25 g i.a. ha⁻¹ para o controle de pulgões (*A. gossypii*). O controle de outras pragas foi realizado com pulverizações de deltametrina, na dose de 10 g i.a. ha⁻¹ e betacyflutrina, na dose de 12,5 g i.a. ha⁻¹, em intervalos de 7 dias, iniciando aos 50 e até os 120 dias após a emergência. O controle de ácaros na área foi realizado com 2 pulverizações de dicofol na dose de 720 g i.a. ha⁻¹, sendo a primeira aos 65 e a segunda aos 80 dias após a emergência.

As avaliações de pulgão (*A. gossypii*) foram realizadas previamente as aplicações, com intervalo de 10 dias após a aplicação do indutor, sendo que na última aplicação do indutor foi realizada avaliação aos 10 e 20 dias após a aplicação.

Foi analisada a severidade da mancha de ramulária (*R. areola*), aos 101, 109 e 116 dias após a emergência, em 10 plantas marcadas previamente sem sintoma, por parcela, sendo que, para análise foi usada a escala de notas proposta por Iamamoto (2003), sendo: 1 – sem sintomas; 2 – até 5% de sintomas na planta; 3 – até 15% de sintomas na planta com queda de folhas axilares no terço inferior; 4 – até 30% de sintomas na planta, com queda de folhas axilares no terço médio, início de desfolha precoce no baixeiro e lesões de ramulária no ponteiro; 5 – acima de 50% de sintomas na planta, com queda de folhas no terço superior e desfolha precoce.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%) com uso do Programa Sisvar versão 5.1 Build 72 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto ao número de *A. gossypii*, aos 50 dias após a emergência o tratamento com acybenzolar aplicado isoladamente na dose de 20 g i.a. ha⁻¹ apresentou o menor número de pulgões. Aos 60 e 70 dias após a emergência, as menores populações de pulgões foram constatadas nos tratamentos com acybenzolar + azoxystrobin nas doses de 20 g i.a. ha⁻¹ + 40 g i.a. ha⁻¹ e acybenzolar + tiofanato metílico na dose de 20 g i.a. ha⁻¹ + 350 g i.a. ha⁻¹ (Tabela 2). Esses resultados são semelhantes aos encontrados por Correa et al. (2004), que observaram

que a aplicação de acybenzolar reduziu a população de mosca branca, *Bemisia tabaci* biótipo B, na cultura do pepino pela redução da oviposição, aumento de ciclo e mortalidade na fase de ninfas, apresentando-se como alternativa para o manejo integrado de mosca branca.

Tabela 2. Valores do teste F obtidos na análise de variância e número de *A. gossypii* por tratamento em diferentes épocas, em função de diferentes variedades e diferentes usos do indutor de resistência. Selvíria, MS. 2004.

Tratamentos	40 Prévia	50	60	70	80
	-----dias após a emergência-----				
1- testemunha	3,4 a	24,3 ab	416,6 a	416,9 a	1974,5 a
2- acybenzolar	4,6 a	11,6 b	246,3 ab	245,0 ab	1804,4 a
3- acybenzolar + azoxystrobim	7,8 a	13,5 ab	210,4 b	210,6 ab	1878,8 a
4- acybenzolar + tiofanato metílico	6,1 a	18,3 ab	206,5 b	201,3 b	1860,0 a
5- azoxystrobim	4,0 a	30,8 a	265,0 ab	288,8 ab	1872,5 a
6- tiofanato metílico	8,9 a	26,1 ab	369,4 ab	373,8 ab	1952,5 a
Delta opal	5,6 a	19,8 a	277,6 a	301,0 a	1947,5 a
Acala-90	6,0 a	21,7 a	293,8 a	277,7 a	1832,7 b
Valores de F					
variedades	0,05 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,37 ^{ns}	4,59 [*]
CV (%)	114,86	56,27	45,03	45,79	9,82
Média geral	5,8	20,8	285,8	289,4	1890,1

**significativo $p < 0,01$; * significativo $0,01 < p < 0,05$; ns: não significativo. Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (5%)

Houve interação significativa entre tratamento e variedades apenas nas avaliações de severidade de *R. areola* aos 109 e 116 dias após a emergência (Tabela 3). Durante o período do experimento a precipitação não foi regular, com intervalos superiores a 20 dias sem chuva, o que não favoreceu o desenvolvimento do fungo *R. areola* na fase inicial do florescimento, que segundo Hillocks (1992) a ocorrência de umidade relativa elevada (acima de 85%), alta pluviosidade, noites úmidas seguidas dias com temperatura de 25 a 30 °C são condições favoráveis ao fungo.

Tabela 3. Valores do teste F obtidos na análise de variância e médias das notas por parcela da severidade de *Ramularia areola*, em diferentes épocas, em função de diferentes variedades e diferentes usos do indutor de resistência. Selvíria, MS. 2004.

Tratamentos	101 dae	109 dae	116 dae
	-----médias-----		
1- testemunha	1,28 a	-	-
2- acybenzolar	1,06 ab	-	-
3- acybenzolar + azoxystrobim	1,00 b	-	-
4- acybenzolar + tiofanato metílico	1,03 b	-	-
5- azoxystrobim	1,03 b	-	-
6- tiofanato metílico	1,15 ab	-	-
Delta opal	1,03 b	-	-
Acala-90	1,15 a	-	-
Valores de F			
variedades	8,67 ^{**}	39,17 ^{**}	47,33 ^{**}
CV (%)	13,05	11,91	14,93
Média geral	1,09	1,18	1,37

**significativo $p < 0,01$; * significativo $0,01 < p < 0,05$; ns: não significativo; Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (5%)

O desdobramento da interação entre tratamentos e cultivares (Tabela 4), revelou que os tratamentos com acybenzolar + azoxystrobim e acybenzolar + tiofanato metílico, quando avaliado em 10 plantas marcadas por parcela, apresentaram menor severidade de *R. areola* em ambas as cultivares utilizadas.

Constatou-se ainda que a severidade de *R. areola* apresentou comportamento diferenciado quanto a cultivar utilizada sendo que, os maiores valores foram encontrados na cultivar Acala-90 (Tabelas 3). Os resultados concordam com Iamamoto (2003), que cita as cultivares usadas no experimento, como suscetíveis a doença, entretanto a cultivar DeltaOpal apresenta resistência.

Tabela 4. Efeito de diferentes tratamentos em duas variedades de algodão, na severidade da mancha de ramulária (*Ramularia areola*). Médias de notas por tratamento. Selvíria, MS, 2004.

Tratamentos	Dose em g.i.a..ha ⁻¹	109 d.a.e.		116 d.a.e.	
		DeltaOpal	Acala-90	DeltaOpal	Acala-90
1-testemunha	-	1,2 Ba	1,8 Aa	1,5 Ba	2,1 Aa
2- acybenzolar	20	1,1 Ba	1,3 Abc	1,1 Bab	1,6 Abc
3- acybenzolar + azoxystrobim	20 + 40	1,0 Aa	1,1 Ac	1,0 Ab	1,1 Ad
4- acybenzolar + tiofanato metílico	20 + 350	1,0 Aa	1,1 Ac	1,0 Ab	1,1 Acd
5- azoxystrobim	40	1,0 Aa	1,2 Abc	1,0 Ab	1,3 Acd
6- tiofanato metílico	350	1,0 Ba	1,5 Aab	1,1 Bab	1,9 Aab

Médias seguidas por letras distintas, maiúsculas na linha e minúsculas nas colunas, diferem entre si pelo teste de Tukey (5%).

De maneira semelhante, Andrade & Andrade (2001) ao avaliar os efeitos do acybenzolar como indutor de resistência em plantas de algodoeiro, na cultivar Acala-90, sobre o fungo *R. areola*, observaram que o tratamento com acybenzolar 20 g.i.a..ha⁻¹ e mais uma aplicação de difenoconazole 75 g.i.a..ha⁻¹, realizada no aparecimento da doença no terço médio (5% de área foliar lesionada no terço médio) apresentou menor severidade da doença e maior produção de algodão em caroço.

Em outra pesquisa realizada com a cultura do tomateiro, Graves (2001) concluiu que a utilização de acybenzolar foi tão efetiva, quanto o uso de oxicleto de cobre no controle de *Xanthomonas campestris*, relatando também ser uma alternativa viável, para a diminuição da contaminação do ambiente.

Desse modo, os resultados obtidos nessa pesquisa sugerem que a utilização de acybenzolar-s-methyl é uma opção potencial no manejo do pulgão e ramulária em algodoeiro.

CONCLUSÕES

A aplicação de acybenzolar-s-methyl, isolada ou em conjunto com fungicidas, na dose de 20 g i.a ha⁻¹, reduziu a população de *A. gossypii*.

O acybenzolar-s-methyl na dose de 20 g.i.a ha⁻¹ proporcionou menor severidade de *R. areola*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, D. F. A. A.; ANDRADE, P. J. M. Avaliação da eficiência do ativador de defesa vegetal “Bion 500 WG” como indutor de resistência à mancha foliar de ramulária

(*Ramularia areola*) no algodoeiro. Dourados-MS: Embrapa, 2001. p. 99-102. (Documentos, 20).

BENELLI, A. I. H.; DENARDIN, N. D.; FORCELINI, C. A. Ação do acibenzolar-S-metil aplicado em tubérculos e plantas de batata contra canela preta, incitada por *Pectobacterium carotovorum* subsp. *atrosepticum* atípica. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília-DF, v. 29, n. 3, p. 263-267, 2004.

BRISSET, M. N.; CESBRON, S.; THOMSON, S. V.; PAULIN, J. P. Acibenzolar-S-methyl induces the accumulation of defense-related enzymes in apple and protects from fire blight. **European Journal of Plant Pathology**, Netherlands, v. 106, n. 6, p. 529-536, 2000.

CARVALHO, S. P.; MORAES, J. C.; CARVALHO, J. G. Efeito do silício na resistência do sorgo (*Sorghum bicolor*) ao pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rond.) (Homoptera: Aphididae). **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, Londrina-PR, v. 28, n. 1, p. 505-510, 1999.

CIA, E.; SALGADO, C. L. Doenças do algodoeiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. (Eds.) **Manual de Fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 3. ed. Piracicaba-SP: Ceres, 1997. v. 2. p. 33-4.

COQUEIRO, D. S. O.; SILVA, C. N.; CERQUEIRA-SILVA; CARLOS-BERNARD, M.; LIMA, G. S. A.; SANTOS, A.; OLIVEIRA, A. C. Aplicação de suspensões de *Agaricus blazei*, *Lentinula edodes* e de acibenzolar-S-metil na redução da antracnose em frutos de maracujá-azedo. **Tropical Plant Pathology**, Brasília-DF, v. 36, n. 1, p. 54-59, 2011.

COSTA, R. R.; MORAES, J. C. Efeitos do ácido silícico e do acibenzolar-S-methyl sobre *Schizaphis graminum* (Rondani) (Hemiptera: Aphididae) em plantas de trigo. **Neotropical Entomology**, Londrina-PR, v. 35, n. 6, p. 834-839, 2006.

FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras-MG, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GRAVES, A. S. **Reducing copper and chlorotalonil in staked tomato production on Virginia's Eastern Shore**. 2001. 89 p. Dissertação (Master em Fitopatologia) – State University of Virginia, Blacksburg, 2001.

HILLOCKS, R. J. Fusarium wilt. In: HILLOCKS, R. J. (Ed.). **Cotton diseases**. Wallington: CAB International, 1992. p. 127-160.

KESSMANN, H.; STAUB, T.; HOFFMANN, C.; MAETZKE, T.; HERZOG, J.; WARD, E.; UKNES, S.; RYALS, J. Induction of systemic acquired disease resistance in plants by chemicals. **Annual Review of Phytopathology**, Palo Alto, v. 32, p. 439-459, 1994.

OOSTENDORP, M.; KUNZ, W.; DIETRICH, B.; STAUB, T. Induced disease resistance in plants by chemicals. **European Journal of Plant Pathology**, Netherlands, v. 107, p. 19-28, 2001.

SAWANT, A. S.; PATIL, V. H.; SAVANT, N. K. Rice hull ash applied to seedbed reduces deadhearts in transplanted rice. **International Rice Research**, Manila, v. 19, n. 4, p. 21-22. 1994.

TOMQUELSKI, G. V. Aspecto e manejo de pragas do algodoeiro. **Pesquisa, Tecnologia e Produtividade**, Chapadão do Sul-MS, v. 1, n. 2, p. 31-29, 2014.

TOMQUELSKI, G. V.; MARTINS, G. L. M.; PAPA, G. Efeito dos indutores de resistência acibenzolar-s-metil e silício na biologia de *Alabama argillacea* (Lepidoptera: Noctuidae) em algodoeiro. **Revista de Agricultura**, Piracicaba-SP, v. 82, p. 170-175, 2007.

TOMQUELSKI, G. V.; MARTINS, G. L. M. Pragas em algodoeiro na região dos Chapadões. Safra 2012/2013. **Pesquisa, Tecnologia e Produtividade**, Chapadão do Sul-MS, v. 1, n. 1, p. 25-51, 2013.