

Uso de bioestimulantes para o manejo da Sarna da Macieira em pomares

Leonardo Araujo¹, Felipe Augusto Moretti Ferreira Pinto¹, Jânio de Souza Vieira², Mateus da Silveira Pasa³, Rosa Maria Valdebenito-Sanhueza⁴ e Marciel Stadnik⁵

Resumo – O objetivo do presente estudo foi verificar a possibilidade de uso de bioestimulantes de forma isolada ou em mistura com fungicidas para o manejo da sarna da Sarna da Macieira (SDM). Para isso, plantas de macieira ‘Gala’ foram pulverizadas de setembro a novembro nos anos de 2014 a 2018, entre um e dois dias antes de um período chuvoso com diferentes classes de bioestimulantes (aminoácidos, fosfitos, fertilizantes foliares a base de extrato vegetal, algas e minerais). Alguns bioestimulantes (principalmente fosfitos, aminoácidos e extratos vegetais) reduziram a incidência da SDM em até 99% em folhas e 76% em frutos, bem como melhoraram os parâmetros de qualidade dos frutos. No entanto, este efeito foi dependente da classe do bioestimulante utilizado, da forma como foi aplicado (isolado ou mistura) e do ciclo da macieira avaliado (variação condições ambientais).

Termos para indexação: *Malus domestica*; *Venturia inaequalis*; doenças da macieira; indução de resistência; manejo integrado

Use of biostimulants for the management of Apple Scab in orchards

Abstract – The aim of the present study was to verify the possibility of using biostimulants alone or in mixture with fungicides for the management of Apple Scab (AS). For this purpose, ‘Gala’ apple trees were sprayed from September until November of the years 2014 to 2018, among one and two days before a rainy season with different classes of biostimulants (amino acids, phosphites, foliar fertilizers based on plant extract, algae and minerals). Some biostimulants tested (mainly phosphites, amino acids and plant extracts) reduced the incidence of as up to 99% in leaves and 76% in fruits, as well as improved the fruit quality parameters. However, this effect was dependent on the class of biostimulant used, the way it was applied (isolated or mixture), and the year evaluated (variation in environmental conditions).

Index terms: *Malus domestica*; *Venturia inaequalis*; apple diseases; induction resistance; integrated management.

Introdução

A maçã é a segunda fruta de clima temperado mais produzida no Brasil, sendo os estados do Rio Grande Sul (577.774t) e de Santa Catarina (638.351t) os principais produtores (CEPA, 2017). Entre os fatores que afetam a produtividade da cultura, destaca-se a Sarna da Macieira (SDM), doença causada pelo fungo *Venturia inaequalis* (Cooke) G. Winter, que pode causar perdas de até 100% na cultura, caso não sejam tomadas medidas adequadas de controle. O controle desta doença vem sendo rea-

lizado principalmente com a utilização de fungicidas de contato (multissítios) e sítio-específicos aplicados durante todo o ciclo. No entanto, tais medidas não se mostram eficientes em algumas condições, tais como: quando há uso indiscriminado de agrotóxicos sítio-específicos e selecionam-se populações de fungos resistentes aos fungicidas; quando os fungicidas de contato são pulverizados em condições ventosas, ou ocorrem períodos subsequentes de chuva e/ou com altos volumes; quando a pressão de inóculo nos pomares é muito alta. Por isso, a constante possibilidade de

falha de manejo da SDM, associada aos problemas ambientais decorrentes do mal uso dos fungicidas e ao alto custo de produção, impulsionam a busca de medidas alternativas e/ou complementares de controle (ARAUJO et al., 2016a, 2019; ARAUJO & MEDEIROS, 2018).

Dentre as medidas alternativas usadas para o controle de doenças atualmente, o uso de bioestimulantes vem se destacando. Define-se bioestimulante qualquer substância ou microrganismo capaz de melhorar a eficiência nutricional, a tolerância aos estresses abióticos/bióticos e/ou a qualidade dos

Recebido em 1/4/2020; Aceito para publicação em 21/7/2020.

¹ Engenheiro-agrônomo, Dr. Empresa de Pesquisa e Extensão Rural (Epagri)/ Estação Experimental de São Joaquim, rua João Araújo Lima, 102, bairro Jardim Caicara, SC, 88600-000, São Joaquim, e-mail: leonardoaraujo@epagri.sc.gov.br; felipepinto@epagri.sc.gov.br.

² Engenheiro-agrônomo, Instituto Federal Catarinense, Campus Santa Rosa do Sul/Graduado, avenida Nascimento José da Rosa, S/N, bairro Vila Nova, SC, 88965-000, Santa Rosa do Sul, e-mail: vieira09janio@gmail.com.

³ Engenheiro-agrônomo, Dr. Universidade Federal de Pelotas/Bolsista PNPd/CAPES, Avenida Eliseu Maciel, s/n, bairro Capão do Leão, RS, 96050-500, Pelotas, e-mail: mateus.pasa@gmail.com.

⁴ Engenheiro-agrônomo (a), Dr. Proterra Engenharia Agrônômica, Estrada Federal BR-116, 7320, bairro Fatima, RS, 95200-000, Vacaria, e-mail: rosamaria@proterra.agr.br.

⁵ Engenheiro-agrônomo, Dr. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Rodovia Admar Gonzaga, 1346, bairro Itacorubi, 88034-001, Florianópolis, e-mail: marciel.stadnik@ufsc.br.

cultivos, independente do seu conteúdo nutricional (DU JARDIN, 2015; NARDI et al., 2016). Estes produtos podem ser obtidos a partir de diferentes materiais orgânicos e incluem substâncias húmicas, materiais orgânicos complexos, elementos químicos benéficos, peptídeos e aminoácidos, sais inorgânicos, extratos de algas marinhas, derivados da quitina e quitosana, aminoácidos e outras substâncias contendo N (NARDI et al., 2016). A utilização desses produtos vem sendo considerada como uma estratégia importante na busca de uma agricultura sustentável, pois se apresentam menos agressivos ao meio ambiente e pode melhorar o crescimento das plantas, ativando seu sistema de defesa (STADNIK et al., 2017). Os bioestimulantes influenciam positivamente a expressão de genes e a atividade de enzimas atuantes no metabolismo primário e secundário (CALVO et al., 2014; NARDI et al., 2016). O metabolismo primário é associado ao desenvolvimento ou à reprodução das plantas, enquanto o metabolismo secundário é envolvido com as respostas de defesa do hospedeiro. Metabólitos secundários (alcaloides, terpenoides, compostos contendo enxofre e fenóis) e proteínas RP (peroxidases e glucanases) têm sido associados a respostas de defesa inata e induzida contra patógenos de fruteiras (ARAUJO & STADNIK, 2013; ARAUJO et al., 2015; 2016b; FELIPINI et al., 2016). Deliopoulos et al. (2010) relata que bioestimulantes, à base de sais inorgânicos, são capazes de reduzir a severidade de 49 doenças fúngicas em diferentes tecidos (folhagem, caule, fruto, tubérculo, raiz e pós-colheita) em 35 espécies vegetais, incluindo cereais, fruteiras, raízes/tubérculos, plantas ornamentais e nativas. Desta forma, o objetivo do presente estudo foi verificar a possibilidade de uso dos bioestimulantes de forma isolada ou em mistura com fungicidas para o manejo da SDM.

Material e métodos

O experimento foi conduzido no município de São Joaquim, SC (28°17'39"S, 49°55'56"W, à altitude de 1.415 m) em um pomar de macieira copa 'Gala' enxertada sobre o porta-enxerto 'Marubakaido'. O clima, de acordo com a clas-

sificação de Köppen-Geiger, é do tipo Cfb, mesotérmico úmido, sem estação seca e com verão fresco. O acúmulo médio de temperaturas iguais ou inferiores a 7,2°C na região é de 900 horas. As condições meteorológicas durante a condução do experimento foram descritas na Figura 1. O solo do campo experimental é classificado como Cambissolo Húmico e as mudas foram plantadas no inverno de 2011. O espaçamento utilizado foi de 1,5m entre plantas e 4,5m entre linhas

(população final de 1.482 plantas por hectare). As plantas foram conduzidas no sistema líder central, sem sistema de sustentação.

De setembro a novembro dos anos de 2014 a 2018, entre um e dois dias antes de um período chuvoso, foram pulverizados os produtos listados na tabela 1. Nos ensaios do ciclo 2014/2015 testou-se o efeito isolado/e ou mistura dos bioestimulantes sobre a SDM. Nos ciclos 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018

Tabela 1. Produtos comerciais e doses utilizadas para controle da Sarna da Macieira em condições de campo

Table 1. Commercial products and doses used to control of Apple Scab in field conditions

Produtos comerciais e doses (100L)
Aminoácidos (a)
a1 (Terra-Sorb Foliar® - 2,1% N, 0,02% B, 0,05% Mn, 0,1% Zn); 300mL
a2 (Aminoquelant-K Low pH® - 1% N, 25% K ₂ O); 300mL
a3 (Fitamin-Cab Plus® - 5% N, 6% Ca, 0,21% B); 300mL
Fosfitos (Fos)
Fos1 (Fosfito Cu® - 20% P ₂ O ₅ , 4,5% Cu); 100mL
Fos2 (Fosfito Mg® - 25% P ₂ O ₅ , 4% Mg); 100mL
Fos3 (Fitofos-K Plus® - 40% P ₂ O ₅ , 20% K ₂ O); 200mL
Fos4 (Scudero Phos K® - 30% P ₂ O ₅ , 20% K ₂ O); 200mL
Fos5 (Aksine SH® - 30% P ₂ O ₅ , 4,5% Cu); 300mL
Fertilizante Foliar a base de Extrato Vegetal (Fev)
Fev (Phyto-Sar® - 14% C orgânico, 0,02% B); 100mL
Fertilizante Foliar a base de Extrato Algas (Fea)
Fea (Micromar-B® - 5% N, 1,3% Mg, 1% B, 1% Mn, 0,1% Mo, 0,1% Z); 400mL
Fertilizante Foliar Mineral (Ffm)
Ffm1 (Gama Super K Plus® - 3,06% P ₂ O ₅ , 35% K ₂ O); 300mL
Ffm2 (Gluconato de Cobre® - 6,8% Cu, 3,1% S); 200mL
Regulador de Crescimento (Rc)
Rc (Proexadiona Cálcica - Viviful®); 60mL
Fungicidas (Padrões positivos)
Cap (Captana - Captan®); 250mL
Dzl (Difenoconazol - Score®); 14mL
Man (Mancozeb - Dithane®); 200g
Pnl (Pirimetanil - Mythos®); 150mL

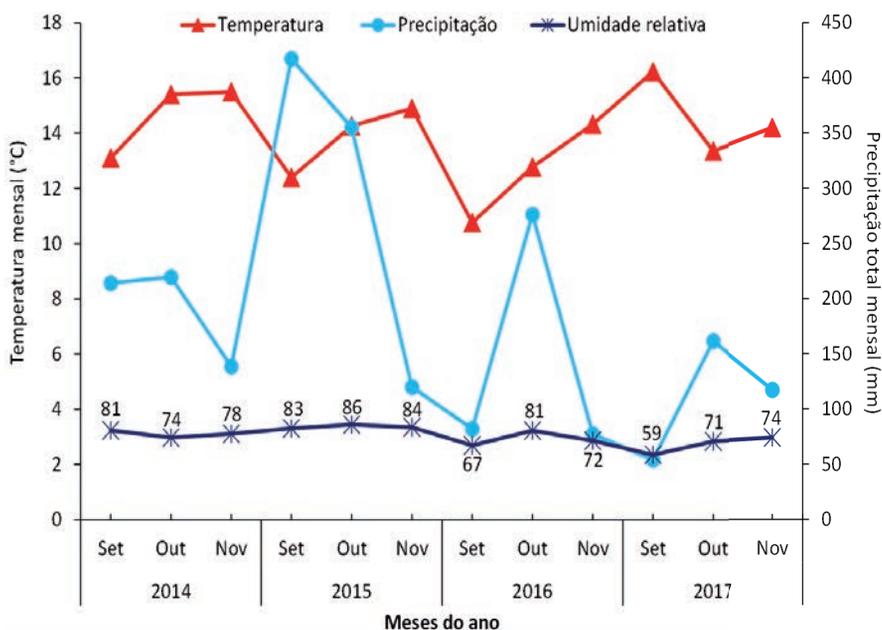


Figura 1. Temperatura média, precipitação total e umidade relativa média mensal, observadas no campo experimental localizado em São Joaquim, no Estado de Santa Catarina nos anos de 2014 a 2017. Dados obtidos da estação meteorológica localizada na Estação Experimental de São Joaquim da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

Figure 1. Mean temperature, total precipitation and mean monthly relative humidity, observed in the experimental field located in São Joaquim, in the State of Santa Catarina in the years 2014 to 2017. Data obtained from the weather station located in the São Joaquim Experimental Station of the Agricultural Research and Rural Extension Company of Santa Catarina

avaliou-se a mistura de bioestimulantes com fungicidas sítio-específicos. Em todos os ciclos foram utilizados fungicidas de contato como controle positivo para comparação do efeito dos bioestimulantes sobre a SDM. Para as pulverizações foi utilizada uma lança com ponteira de 3 bicos Yamaha D-6 (vazão de 1,16L min.⁻¹) acoplada a um pulverizador estacionário de acionamento por motor de combustão interna e bomba regulado na pressão de 200lb pol⁻², com volume de calda de 1.000L ha⁻¹. Foram realizadas de seis a oito pulverizações por ciclo com intervalos de sete a dez dias. Folhas e frutos com sintomas da SDM foram infectados por *V. inaequalis* em condições naturais de campo. Na avaliação da SDM foram selecionados 10 ramos terminais ao acaso/planta e foi determinada a incidência da doença em 10 folhas/ramo e 30 frutos/planta no final de novembro de cada ano de acordo com Katsurayama & Boneti (2000). Nos 30 frutos foi

avaliada a severidade do “Russetting” de acordo com cinco classes propostas por Camilo & Denardi (2001): 1: ausência de “Russetting”, sendo tolerado somente aquele restrito à cavidade peduncular; 2: presença de “Russetting” não superando 10% da superfície do fruto; 3: incidência de “Russetting” entre 10% e 30 % da superfície do fruto; 4: incidência de “Russetting” entre 30% e 50% da superfície do fruto; 5: incidência de “Russetting” superior a 50% da superfície do fruto. Avaliaram-se as variáveis peso e diâmetro médio em 30 frutos de acordo com a metodologia de Katsurayama & Boneti (2000).

Foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições por tratamento, sendo que cada unidade experimental foi constituída por uma planta. Após verificar a homogeneidade das variâncias, os dados foram submetidos à análise de variância (Anova), e ao teste Tukey a 5% de probabilidade para

a separação de médias. Todas as análises foram realizadas com o software “R” versão 3.5.3. (R CORE TEAM, 2018).

Resultados e discussão

Entre os bioestimulantes utilizados isoladamente, somente os fosfitos 3 e 4 reduziram a incidência da SDM em frutos no ensaio 1 no ciclo 2014/2015. Em folhas, os fosfitos, fertilizantes à base de extrato vegetal e mineral 1, foram os produtos que apresentaram maior efeito sobre a incidência da SDM, com controle semelhante ou superior ao fungicida captana (controle positivo). Os fertilizantes à base de extrato de alga e mineral 2, aminoácidos e proexadiona cálcica não reduziram a incidência da SDM em folhas e frutos em comparação a testemunha. A mistura de alguns bioestimulantes não foi eficiente para reduzir a incidência da SDM em frutos no ensaio 2 no ciclo 2014/2015. No entanto, em folhas, a mistura de aminoácidos com fosfitos ou fertilizante à base de extrato vegetal reduziu a incidência da SDM de forma semelhante ao captana (Tabela 2).

Fosfitos aplicados isoladamente ou em mistura com o fungicida difenoconazol reduziram a incidência da SDM em folhas e frutos de forma semelhante ao captana no ciclo 2015/2016. A mistura de aminoácido com difenoconazol aparentemente melhorou o desempenho do fungicida sobre a incidência da SDM em folhas e frutos, embora esta redução não tenha sido estatisticamente diferente do tratamento com difenoconazol aplicado isoladamente nos ciclos 2016/2017 e 2017/2018. A mistura de aminoácido com pirimetanil não aumentou o efeito do fungicida sobre a redução da incidência da SDM em folhas e frutos, no entanto o controle deste tratamento sobre a doença foi semelhante ao fungicida mancozeb (controle positivo) no ciclo 2017/2018 (Tabela 2).

De acordo com Le Mire et al. (2016), os bioestimulantes não devem ser utilizados de forma isolada, mas associados nas estratégias de manejo integrado de

Tabela 2. Incidência da Sarna da Macieira (%) em folhas e frutos de plantas submetidas a diferentes tratamentos antes de períodos chuvosos e infectadas por *Venturia inaequalis* em condições de campo nos ciclos 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018

Table 2: *Apple Scab incidence (%) on leaves and fruits of plants submitted to different treatments before rainy periods and infected by Venturia inaequalis in field conditions in the 2014/2015, 2015/2016, 2016/2017 and 2017/2018 cycles*

Tratamentos														
Ciclo 2014/2015														
Ensaio 1														
Sarna	Test	a1	a2	a3	Fos1	Fos2	Fos3	Fos4	Fev	Fea	Ffm1	Ffm2	Rc	Cap
Folhas	45,8 a	42,3 ab	34,3 abc	31,0 abc	7,8 de	8,3 de	9,3 de	5,5 e	17,0 cd	33,3 abc	24,3 bc	27,8 abc	29,3 abc	22,8 c
Frutos	100 A	100 A	100 A	100 A	94,4 AB	92,2 AB	76,7 B	78,1 B	100 A	89,1 AB	100 A	100 A	100 A	74,4 B
Ensaio 2														
Sarna	Test	Fos1+a2	Fos2+a2	Fos4+a2	Fev+a2	Fea+a2	Fos1+a3	Fos2+a3	Fos4+a3	Fev+a3	Fos3+Dzl	Fos4+Dzl	Fea+a3	Cap
Folhas	44,3 a	13,5 c	13,0 c	10,0 c	16,0 bc	33,0 ab	20,0 bc	15,0 c	12,5 c	14,3 c	11,0 b	7,8 b	30,7 ab	12,2 c
Frutos	100 A	94,0 AB	82,5 AB	85,8 AB	92,4 AB	100 A	96,5 A	80,0 AB	97,1 A	93,3 AB	70,0 B	75,8 B	99,1 A	70,0 B
Ciclo 2015/2016														
Sarna	Test	Fos1	Fos2	Fos3	Fos4	Fos1+Dzl	Cap	Fos2+Dzl	Fos3+Dzl	Fos4+Dzl	Fos1+Dzl	Fos2+Dzl	Fos3+Dzl	Fos4+Dzl
Folhas	76,3 a	14,6 b	13,0 b	8,0 b	8,8 b	7,0 b	12,5 b	11,0 b	7,8 b	8,8 b	7,0 b	11,0 b	7,8 b	8,8 b
Frutos	100 A	80,8 AB	79,2 B	70,8 B	77,5 B	84,1 AB	80,0 B	75,8 B	70,0 B	67,5 B	84,1 AB	75,8 B	70,0 B	67,5 B
Ciclo 2016/2017														
Sarna	Test	a1	Fos5	Cap	Dzl	aa1+Dzl	aa1+Dzl	aa1+Dzl	aa1+Dzl	aa1+Dzl	aa1+Dzl	aa1+Dzl	aa1+Dzl	aa1+Dzl
Folhas	75,5 a	48,8 b	0,75 d	7,8 d	33,8 bc	29,5 c	33,8 bc	33,8 bc	33,8 bc	29,5 c	7,8 d	33,8 bc	29,5 c	29,5 c
Frutos	94,2 A	74,2 B	22,4 DE	12,5 E	41,7 CD	51,6 C	41,7 CD	41,7 CD	41,7 CD	51,6 C	12,5 E	41,7 CD	51,6 C	51,6 C
Ciclo 2017/2018														
Sarna	Test	a1	Man	Dzl	Pnl	aa1+Dzl	aa1+Dzl	aa1+Dzl	aa1+Dzl	aa1+Dzl	aa1+Dzl	aa1+Dzl	aa1+Dzl	aa1+Dzl
Folhas	62,8 a	37,5 b	30,0 bcd	20,8 cd	15,3 d	20,75 cd	20,8 cd	15,3 d	16,5 cd	20,75 cd	15,3 d	16,5 cd	20,75 cd	20,75 cd
Frutos	89,2 A	35,6 B	11,9 C	19,4 C	20,3 C	12,5 C	19,4 C	20,3 C	17,5 C	12,5 C	20,3 C	17,5 C	12,5 C	12,5 C

Médias com mesmas letras minúsculas e maiúsculas na linha indicam que não há diferença estatística (Tukey; $p \leq 0,05$). Siglas: Test (Testemunha), aa (Aminoácidos 1, 2 e 3), Fos (Fosfatos 1, 2, 3, 4 e 5), Fev (Fertilizante Foliar à base de Extrato Vegetal), Fea (Fertilizante Foliar a base de Extrato Algas), Ffm (Fertilizante Foliar Mineral), Rc (Regulador de Crescimento), Cap (Captana), Dzl (Difenocozolol), Man (Mancozeb) e Pnl (Pirimetamil).
 Vide Tabela 1 para consultar produtos comerciais e doses.

Means with the same lowercase and uppercase letters on the line indicate that there is no statistical difference (Tukey; $p \leq 0,05$). Acronyms: Test (Control), aa (Amino acids 1, 2 and 3), Fos (Phosphates 1, 2, 3, 4 and 5), Fev (Foliar Fertilizer from Plant Extract), Fea (Foliar Fertilizer from Extract Algae), Ffm (Foliar Fertilizer from Extract Algae), Rc (Growth Regulator), Cap (Captana), Dzl (Difenocozole), Man (Mancozeb) and Pnl (Pirimetamil).
 See table 1 for commercial products and doses.

Tabela 3. Parâmetros de qualidade (severidade de “Russetting” (SR)) e produtividade (peso (P) e diâmetro (D)) em frutos de plantas submetidas a diferentes tratamentos antes de períodos chuvosos e infectadas por *Venturia inaequalis* em condições de campo nos ciclos 2015/2016, 2016/2017 e 2017/2018

Table 3. Quality parameters (Russetting severity (SR)) and productivity (weight (P) and diameter (D)) in fruits of plants submitted to different treatments before rainy periods and infected by *Venturia inaequalis* in field conditions in the 2015/2016, 2016/2017 and 2017/2018 cycles

		Tratamentos									
		Ciclo 2015/2016									
		Qualidade									
		Produtividade									
Test	Fos1	Fos2	Fos3	Fos4	Cap	Fos1+Dzl	Fos2+Dzl	Fos3+Dzl	Fos4+Dzl		
SR (%)	0 b	28,9 a	14,4 ab	7,3 b	4,8 b	6,9 b	19,4 ab	8,7 ab	7,9 b	6,0 b	
P (g)	157,4 c	295,7 b	338,3 ab	363,0 ab	372,0 ab	423,0 a	269,0 bc	367,0 ab	363,0 ab	372,0 ab	
D (cm)	20,8 B	26,77 A	27,76 A	29,78 A	31,05 A	31,36 A	26,78 A	29,46 A	29,15 A	30,0 A	
		Ciclo 2016/2017									
		Qualidade									
		Produtividade									
Test	Fos5	Cap	Dzl								
SR (%)	24,5 bc	a1	23,6 bc	66,2 a	31,7 b	9,6 c					
P (g)	723,5 b	907,3 a	938,5 a	912,5 a	970,3 a	907,3 a					
D (cm)	36,6 ns	37,4	40,1	39,5	40,3	39,6					
		Ciclo 2017/2018									
		Qualidade									
		Produtividade									
Test	Man	Dzl	Pnl	a1+Dzl	a1+Pnl						
SR (%)	12,5 ns	17,0	17,9	19,8	10,0	16,7					
P (g)	630,8 b	740,3 ab	690,8 b	749,0 ab	831,8 a	698,0 b					
D (cm)	34,7 ns	37,6	37,1	37,5	38,5	37,1					

Médias com mesmas letras minúsculas e maiúsculas na linha indicam que não há diferença estatística (Tukey; $p \leq 0,05$). Siglas: Test (Testemunha), a (Aminoácidos 1), Fos (Fosfitos 1, 2, 3, 4 e 5), Cap (Captana), Dzl (Difenocazol), Man (Mancozeb) e Pnl (Pirimetanil). Vide Tabela 1 para consultar produtos comerciais e doses. Means with the same lowercase and uppercase letters on the line indicate that there is no statistical difference (Tukey; $p \leq 0,05$). Acronyms: Test (Witness), a (Amino acids 1), Fos (Phosphites 1, 2, 3, 4 and 5), Cap (Captana), Dzl (Difenoconazole), Man (Mancozeb) and Pnl (Pyrimethanil). See table 1 for commercial products and doses.

pragas e doenças para complementar o controle dos agroquímicos e contribuir para a redução de dosagens e frequência de aplicação. Le Mire et al. (2016) também alertam que o desempenho dos bioestimulantes é dependente das condições ambientais do campo (temperatura, precipitação, umidade relativa, pressão da doença), sistemas de cultivo (genótipo da planta, exigências nutricionais, estado fisiológico) e da formulação. No presente estudo, entre 2014 a 2017 observaram-se muitas variações das condições ambientais entre setembro e novembro (Figura 1), principalmente no ciclo 2015/2016, quando foi registrado o fenômeno El Niño. Estas variações climáticas observadas nos anos de condução dos experimentos podem explicar a variação do controle da SDM quando estes produtos foram utilizados de forma isolada ou em mistura.

No entanto, apesar de variável, o efeito dos bioestimulantes sobre o controle da SDM não pode ser desprezado, pois existe um grande potencial destes produtos quando se buscam produtos alternativos para condução de plantas em sistemas mais sustentáveis. Soppelsa et al. (2018) usaram diferentes classes de bioestimulantes na condução de pomares orgânicos de maçãs, localizados na Itália, por um período de dois anos consecutivos e verificaram aumento na produção de compostos primários e secundários que melhoraram o potencial de mercado do cultivar Jonathan. Vários estudos (PETKOVSEK et al., 2009; FELIPINI et al., 2016; ARAUJO et al., 2015; 2016b) têm demonstrado que fruteiras com resistência inata e/ou induzida por bioestimulantes possuem maiores concentrações de compostos secundários (ácido cafeico, ácido gálico, ácido p-cumarico, ácido p-hidroxibenzoico, ácido protocatecuico, ácido salicílico, ácido salicil-hidroxiâmico, ácido sinapínico, catequina, cloridrina, epicatequina, epigallocatequina e miricetina) que resultam em menores índices de doenças em diferentes tecidos. Alguns bioestimulantes também têm a capacidade de

aumentar a atividade das enzimas peroxidases e glucanases em folhas, reduzindo a severidade da Mancha Foliar de *Glomerella* e da SDM em mudas de macieira mantidas em casa de vegetação (ARAUJO & STADNIK, 2013; FELIPINI et al., 2016). Assim, no presente estudo é possível que os bioestimulantes possam ter aumentando os níveis de compostos secundários e/ou proteínas RP, explicando assim os menores níveis da SDM em alguns tratamentos, embora novos estudos devam ser realizados para comprovar esta hipótese.

Somente os fosfitos 1 e 5 aumentaram a severidade de “Russetting” nos frutos de macieira nos ciclos 2015/2016 e 2016/2017, respectivamente. As misturas dos outros bioestimulantes com os fungicidas difenoconazol ou pirimetanil não aumentaram a severidade de “Russetting” em todos os ciclos testados (Tabela 3). Araujo & Medeiros (2018) alertaram que fosfitos podem potencializar o efeito do “Russetting”, dependendo da mistura com fungicida ou dos compostos que acompanham a molécula na formulação, a exemplo do cobre. Geralmente os bioestimulantes estimulam os processos de nutrição das plantas, independentemente do teor de nutrientes do produto, com o objetivo de melhorar uma ou mais das seguintes características das plantas: (a) eficiência do uso de nutrientes, (b) tolerância a estresses abióticos e bióticos, ou (c) qualidade do cultivo. Assim, o “Russetting” observado em alguns frutos foi consequência somente do cobre contido na formulação dos fosfitos 1 e 5 (Tabela 1).

Plantas tratadas com misturas de bioestimulantes com os fungicidas difenoconazol ou pirimetanil apresentaram frutos com peso e diâmetro semelhantes aos controles positivos (captana ou mancozeb) em todos ciclos testados (Tabela 3). Em culturas perenes Soppelsa et al. (2018) afirmam que bioestimulantes são capazes de melhorar a coloração final de diferentes frutas, devido à capacidade destes produtos têm de modular a atividade de hormônios vegetais endógenos, associados à via bios-

sintética da antocianina na casca dos frutos. Soppelsa et al. (2018) também afirmam que frutos do cultivar Jonathan apresentaram melhor qualidade, aparência e valor nutricional, quando plantas de macieira foram tratadas com estes produtos. Mangueiras e mirtilheiros apresentaram um aumento de 18% para produtividade e 33% para peso de frutos, respectivamente, quando foram tratados com bioestimulantes durante o ciclo de crescimento (Drobek et al., 2019). Os resultados dos trabalhos de Soppelsa et al. (2018) e Drobek et al. (2019) são consistentes com os dados obtidos no presente estudo, que indica o efeito dos bioestimulantes sobre o metabolismo primário da macieira.

No presente estudo, embora os bioestimulantes mostrem potencial para ser utilizados na cultura da macieira, é provável que muitos produtores ainda não estarão completamente confiantes em usá-los, devido à variação de resultados obtidos no campo. Assim, a exemplo do presente estudo, mais ensaios devem ser realizados, pois fruticultores precisam de mais informações sobre como usar esta ferramenta em suas práticas agrícolas (número de aplicações, período, e concentrações para as diferentes cultivares e regiões produtoras de maçã).

Conclusão

- Alguns fosfitos, aminoácidos e extratos vegetais reduziram a incidência da SDM em folhas e frutos, bem como melhoraram os parâmetros de qualidade dos frutos.

- Fosfitos que possuem cobre na formulação apresentaram ótimos índices de controle da SDM, mas aumentaram o “Russetting” em frutos.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq e à Finep pelo suporte financeiro. Aos técnicos da Epagri Iran Souza Oliveira e Arthur Oliveira Souza pelo suporte técnico. ▶

Referências

- ARAUJO, L.; STADNIK, M.J. Cultivar-specific and ulvan-induced resistance of apple plants to *Glomerella* leaf spot are associated with enhanced activity of peroxidases. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 35, n.3, p.287-293, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v35i3.16174>.
- ARAUJO, L., BISPO, W.M.S., RIOS, V.S., FERNANDES, S.A., RODRIGUES, F.A. Induction of the phenylpropanoid pathway by acibenzolar-smethyl and potassium phosphite increases mango resistance to *Ceratocystis fimbriata* infection. **Plant Disease**, Minneapolis, v.99, p.447-459, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1094/PDIS-08-14-0788-RE>.
- ARAUJO, L.; MEDEIROS, H.A.; PASA, M.S.; SILVA, F.N. Doenças da macieira e da pereira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.37, n.291, p.61-74, 2016a. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/309414271_Doencas_da_macieira_e_da_pereira. Acesso em: 14 jan. 2017.
- ARAUJO, L.; BISPO, W.M.S.; RIOS, J.A.; FERNANDES, S.A.; RODRIGUES, F.A. Alkaloids and phenolics biosynthesis increases mango resistance to infection by *Ceratocystis fimbriata*. **Bragantia**, Campinas, v.75, n.2, p.199-211, 2016b. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-4499.261>.
- ARAUJO, L.; MEDEIROS, H. A. PRINCIPAIS DOENÇAS E SEU CONTROLE. In: SEZERINO, A.A. (Org.) **Sistema de produção para a cultura da macieira em Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2018. 136 p. (Sistema de produção, 50). Disponível em: <https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/solucoes/publicacoes/sistema-de-producao/>. Acesso em: 14 mar. 2020.
- ARAUJO, L.; PINTO, F.A.M.F.; ARAÚJO, F.J.V.; MEDEIROS, H.A.; PASA, M.S.; KRUEGER, R. Sistema de alerta e controle para controle de doenças da Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.32, n.1, p.86-91, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.22491/RAC.2019.v32n1.12>.
- CALVO, P.; NELSON, L.; KLOPPER, J.W. Agricultural uses of plant biostimulants. **Plant Soil**, Crawley, v.383, n.1, p.3-41, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s11104-014-2131-8>.
- CAMILO, A.P.; DENARDI, F. Efeito do carbaryl sobre o 'russeting' da maçã (*Malus domestica* Borkh.), cultivares 'Gala', 'Fuji' e 'Golden Delicious'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n.3, p. 580-583, 2001. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452001000300027>.
- CEPA, Centro de Socioeconomia e Planejamento Agrícola. **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina 2016-2017**. Epagri (Ed.), Florianópolis, p. 203. Disponível em: http://docweb.epagri.sc.gov.br/website_cepa/publicacoes/Sintese-Anual-da-Agricultura-SC_2016_17.pdf. Acesso em: 20 ago. 2018.
- DELIOPOULOS, T.; KETTLEWELL, P.S.; HARE, M.C. Fungal disease suppression by inorganic salts: A review. **Crop Protection**, Guildford, v.29, n.10, p.1059-1075, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2010.05.011>.
- DROBEK, M.; FRAC, M.; CYBULSKA, J. Plant Biostimulants: Importance of the Quality and Yield of Horticultural Crops and the Improvement of Plant Tolerance to Abiotic Stress - A Review. **Agronomy**, Madison, v.9, n.6, p.335-353, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.3390/agronomy9060335>.
- DU JARDIN, P. Plant biostimulants: definition, concept, main categories and regulation. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v.196, n.1, p.3-14, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>.
- FELIPINI, R.B.; BONETI, J.I.; KATSURAYAMA, Y.; NETO, A.C.R.; VELEIRINHO, B.; MARASCHIN, M.; DI PIERO R.M. Apple scab control and activation of plant defence responses using potassium phosphite and chitosan. **European Journal Plant Pathology**, Switzerland, v.145, n.1, p.929-939, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s10658-016-0881-2>.
- KATSURAYAMA, Y.; BONETI, J.I.S. Eficiência do fungicida kresoxim-methyl no controle da sarna da macieira em casa de vegetação e no campo. **Fitopatologia Brasileira**, Lavras, v.25, n.3, p.538-543, 2000.
- LE MIRE, G.; NGUYEN, M.L.; FASSOTTE, B.; DU JARDIN, P.; VERHEGGEN, F.; DELAPLACE, P.; JIJAKLI, M.H. Review: implementing plant biostimulants and biocontrol strategies in the agroecological management of cultivated ecosystems. **Biotechnology, Agronomy, Society and Environment**, Liège, v.20, n.1, p.299-313, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.25518/1780-4507.12717>.
- NARDI, S.; PIZZEGHELLO, D.; SCHIAVON, M.; ERTANI, A. Plant biostimulants: physiological responses induced by protein hydrolyzed-based. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.73, n.1, p.18-23, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0103-9016-2015-0006>.
- PETKOVSEK, M.M.; STAMPAR, F.; VEBERIC, R. Accumulation of phenolic compounds in apple in response to infection by the scab pathogen, *Venturia inaequalis*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, Amsterdã, v.74, n.1, p.60-67, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.pmpp.2009.09.003>.
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <http://www.R-project.org/>. Acesso em: 04 nov. 2018
- SOPPELSA, S.; KELDERER, M.; CASERA, C.; BASSI, M.; ROBATSCHER, P.; ANDREOTTI, C. Use of biostimulants for organic apple production: effects on tree growth, yield, and fruit quality at harvest and during storage. **Frontiers in Plant Science**, Melbourne, v.9, n.1342, p.1-17, 2018. DOI: <http://dx.doi.org/10.3389/fpls.2018.01342>.
- STADNIK M.J.; ASTOLFI P.; FREITAS M.B. Bioestimulantes: uma perspectiva global e desafios para a América Latina. In: I Simpósio Latino-Americano sobre Bioestimulantes na Agricultura, 2017, Florianópolis. **Anais[...]** Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2017. p. 18-23. Disponível em: <http://www.bioestimulantes.ufsc.br/files/2017/11/Anais-I-Simp%3C%3B3sio-Latino-Americano-sobre-Bioestimulantes-na-Agricultura-SLABA-2017.pdf>. Acesso em: 04 mar. 2018. ■