

## Parâmetros físico-químicos de diferentes caldas formuladas com reguladores de crescimento utilizados na cultura da macieira

### *Physicochemical parameters of different spray solutions with growth regulators used for apple trees*

Leonardo Soldatelli Paim<sup>1</sup>, Danyelle de Sousa Mauta<sup>2</sup>, Charle Kramer Borges de Macedo<sup>3</sup>, Fernanda Pelizzari Magrin<sup>4</sup>, Giovanni Marcelo de Angelli Gilli Coser<sup>5</sup>, Lisiane Viaceli de Oliveira<sup>6</sup>, Fernando José Hawerroth<sup>7</sup>

**RESUMO** - A eficiência dos reguladores de crescimento é dependente dos parâmetros pH e condutividade elétrica (Ce) da calda de aplicação, eventualmente alterados pela aplicação conjunta com outras moléculas, qualidade da água utilizada e o tempo decorrido entre formulação e aplicação da calda. O objetivo do trabalho foi avaliar os parâmetros pH e Ce, sob 3 diferentes tempos (Tempo 1: 0 min, Tempo 2: 30 min e Tempo 3: 60 min), das caldas formuladas com combinações de: (i) diferentes reguladores de crescimento; (ii) regulador de crescimento e fungicidas e (iii) regulador de crescimento e águas coletadas em pomares comerciais. Os produtos utilizados foram Viviful<sup>®</sup> junto a (i) Promalin<sup>®</sup>; (ii) MaxCel<sup>®</sup>; (iii) Dithane<sup>®</sup>; (iv) Captan<sup>®</sup> e (v) Mythos<sup>®</sup> e etil-trinexapac (ETP) junto a águas coletadas em pomares comerciais. O trabalho consiste de 3 experimentos com delineamento inteiramente casualizado e 4 repetições. As combinações de Viviful<sup>®</sup> com os fungicidas Dithane<sup>®</sup> e Captan<sup>®</sup> provocaram aumento no pH e condutividade elétrica das caldas. As combinações com os reguladores de crescimento Promalin<sup>®</sup> e Maxcel<sup>®</sup> reduziram o pH e não alteraram a condutividade elétrica. O regulador de crescimento ETP reduziu o pH e aumentou a condutividade elétrica da calda, sendo estas alterações dependentes da água utilizada. De maneira geral, foi constatada alteração dos parâmetros pH e Ce a partir das combinações realizadas e diferentes águas utilizadas, bem como pouca influência do fator tempo sobre estas variáveis.

Palavras-chave: *Malus domestica* Borkh., reguladores de crescimento, condutividade elétrica; pH de calda.

<sup>1</sup>Mestrando em Fitotecnia pela UFRGS

<sup>2</sup>Mestranda em Produção Vegetal pela UDESC

<sup>3</sup>Doutorando em Produção Vegetal pela UDESC

<sup>4</sup>Doutoranda em Produção Vegetal pela UDESC

<sup>5</sup>Mestrando em Horticultura pela Universidade Estadual Paulista

<sup>6</sup>Graduanda em Agronomia pelo IFRS

<sup>7</sup>Pesquisador A da EMBRAPA

**ABSTRACT** - The efficiency of plant growth regulators may be influenced by pH and electrical conductivity (Ce) parameters of syrup, possibly altered by the combination with other molecules, water quality and the time elapsed between the formulation and the syrup application. The objective of this study was to evaluate the pH and Ce parameters, under 3 different times (Time 1: 0 min, Time 2: 30 min and Time 3: 60 min), formulated with combinations of: (i) different plant growth regulators ; (ii) plant growth regulator in mixture with fungicides and (iii) plant growth regulator in different water collected in commercial orchards. The products used were Viviful® together with (i) Promalin®; (ii) MaxCel®; (iii) Dithane®; (iv) Captan® and (v) Mythos® and ethyl-trinexapac (ETP) along waters collected from commercial orchards. The study consists of three experiments with a completely randomized design and 4 replicates. Viviful® in mixture with the Dithane® and Captan® fungicides cause a pH and electrical conductivity increasing of the syrups. Viviful® in combination with plant growth regulators Promalin® and Maxcel® reduced pH and did not change electrical conductivity. The ETP growth regulator reduced the pH and increased the electrical conductivity of the syrup, being these changes dependent on the water used. In general, it was observed a change in the parameters pH and Ce from the combinations and different water used, as well as little influence of the time factor on these parameters.

Key-words: *Malus domestica* Borkh., plant growth regulators, electrical conductivity; pH of syrup.

## INTRODUÇÃO

As condições de cultivo encontradas na região Sul do Brasil conduzem a intenso crescimento vegetativo da macieira (*Malus domestica* Borkh.), atrasando a entrada em produção, dificultando a colheita e reduzindo a eficácia dos tratamentos fitossanitários.

Os fitorreguladores são compostos naturais ou sintéticos passíveis de promover, direta ou indiretamente, efeitos similares produzidos aos hormônios vegetais, influenciando processos fisiológicos como floração, raleio, frutificação efetiva, crescimento, maturação e conservação dos frutos (PETRI et al., 2016).

Existem atualmente inúmeras moléculas de fitorreguladores, responsáveis por diversas respostas no metabolismo das plantas. A maioria dos reguladores de crescimento atuam na inibição da biossíntese de giberelinas, hormônio responsável pela divisão celular e crescimento das plantas. Hawerroth e Petri (2014) destacam a

aplicação de proexadiona cálcica (PCa) na redução do crescimento vegetativo de macieiras cultivar 'Fuji', ao passo que Lopes et al. (2012) efeitos semelhantes a partir da utilização de etil-trinexapac (ETP) sobre a cultivar 'Eva'.

A eficiência de agroquímicos está intimamente relacionada a diversos fatores, dentre estes temperatura e umidade relativa do ar, espécie/cultivar, vigor, idade da planta, momento de aplicação e características físico-químicas da calda formulada, principalmente no que diz respeito aos parâmetros pH e condutividade elétrica (Ce) (NASCIMENTO et al., 2009; CUNHA et al., 2010). São comuns relatos encontrados na literatura a respeito da ineficiência de diversas moléculas quando aplicadas em soluções salinas e de pH elevado, visto a menor estabilidade e aumento da predisposição do produto à degradação (VARGAS; ROMAN, 2006; KISSMANN, 1998). A combinação de diferentes moléculas; qualidade da água utilizada e o tempo decorrido entre formulação e aplicação são possíveis fontes de variação sobre estes parâmetros.

O objetivo do trabalho foi avaliar os parâmetros pH e condutividade elétrica em diferentes caldas formuladas com reguladores de crescimento e agroquímicos utilizados na cultura da macieira.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O presente trabalho foi dividido em 3 experimentos conduzidos na Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado, Embrapa Uva e Vinho, localizada no município de Vacaria/RS (28° 30' 44" Sul, 50° 56' 02" Oeste e altitude de 971 metros).

Foram realizadas medições dos parâmetros pH e Ce, sob 3 diferentes tempos (Tempo 1: 0 min, Tempo 2: 30 min e Tempo 3: 60 min), de caldas formuladas com substâncias reguladoras de crescimento. Os produtos escolhidos, bem como suas respectivas dosagens, partiram das maiores necessidades e recomendações para a cultura da macieira.

O equipamento utilizado para as aferições foi um medidor de pH e condutividade elétrica, modelo AK59 (Figura 1).



Figura 1. Medidor de pH e condutividade de bolso, modelo AK59.

O delineamento experimental foi inteiramente ao acaso com 4 repetições, seguindo esquema fatorial 6x3 (regulador de crescimento x tempo) para o experimento 1 e 7x3 (água x tempo) para os experimentos 2 e 3.

**Experimento 1:** Os tratamentos constaram da formulação de caldas a partir de combinações do regulador de crescimento Viviful® (proexadiona cálcica 27,5%) junto à Promalin® (GA<sub>4+7</sub> 1,9%; 6-benzil-adenina 1,9%); MaxCel® (6-benzil-adenina 2%) e aos fungicidas Dithane® NT, Captan® SC e Mythos® SC, respectivamente: T1: Viviful®; T2: Viviful® + Dithane®; T3: Viviful® + Promalin®; T4: Viviful® + MaxCel®; T5: Viviful® + Captan®; T6: Viviful® + Mythos®. A água utilizada foi destilada.

**Experimento 2 e 3:** Os tratamentos foram definidos a partir da formulação de caldas com águas coletadas em locais de abastecimento de 10 pomares distintos, água destilada e a molécula etil-trinexapac (ETP). Os pomares foram numerados de 1 a 10 e distribuídos 5 para cada experimento, de forma a tornar viável as medições durante os tempos de avaliação. Experimento 2: T1: Água destilada; T2: Água destilada + ETP; T3: Pomar 1 + ETP; T4: Pomar 2 + ETP; T5: Pomar 3 + ETP; T6: Pomar 4 + ETP; T7: Pomar 5 + ETP. Experimento 3: T1: Água destilada; T2: Água destilada + ETP; T3: Pomar 6 + ETP; T4: Pomar 7 + ETP; T5: Pomar 8 + ETP; T6: Pomar 9 + ETP; T7: Pomar 10 + ETP.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância ( $p \leq 0,05$ ) e as variáveis significativas tiveram suas médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade de erro. Os procedimentos de análise foram realizados por meio do programa SAS, versão 9.1 (SAS INSTITUTE INC., 2009).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

O experimento 1 (Tabela 1) mostrou a existência de interação significativa para a variável pH entre os fatores regulador de crescimento e tempo de medição. Isso demonstra não ser possível generalizar o efeito do regulador de crescimento sem considerar o tempo de avaliação.

O tratamento Viviful® + Dithane® (T2) apresentou os maiores valores de pH a 0, 30 e 60 min. Quando comparado a Viviful® + Captan® (T5) e Viviful® + Mythos® (T6), indica influência no pH da calda devido a combinação com fungicidas e que esta variação é dependente do fungicida utilizado. As combinações de Viviful® + Promalin® (T3) e Viviful® + MaxCel® (T4) reduziram o pH da calda quando comparadas a Viviful® (testemunha) para os tempos 0, 30 e 60 min, diferindo entre si apenas por ocasião do primeiro tempo, quando a redução observada para Viviful® + MaxCel® (T4) foi maior que a encontrada na combinação com Promalin®.

Tabela 1. Valores de pH, Ce ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e respectivas médias dos tratamentos e tempos de medição (Tempo 1: 0 min; Tempo 2: 30 min e Tempo 3: 60 min) para o experimento 1. Vacaria, RS, 2017.

Tratamentos	pH			Médias	Ce ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )			Médias
	Tempo 1	Tempo 2	Tempo 3		Tempo 1	Tempo 2	Tempo 3	
T1	7,00 Bb	7,13 Ba	6,93 Bb	7,02	494,25	519,75	516,50	510,17 C
T2	7,55 Aa	7,63 Aa	7,65 Aa	7,61	681,25	701,00	699,75	694,00 A
T3	6,80 Ca	6,68 Ca	6,73 Ca	6,74	514,00	523,25	527,75	521,67 C
T4	6,65 Da	6,45 Ca	6,60 Ca	6,57	505,75	515,00	518,50	513,08 C
T5	6,60 Da	6,60 Ca	6,60 Ca	6,60	610,00	628,75	645,25	628,00 B
T6	7,10 Ba	7,05 Ba	7,10 Ba	7,08	505,50	517,50	526,00	513,33 C
Médias	6,95	6,92	6,93		551,79 b	567,54 a	572,29 a	
CV (%)	1,43				2,61			

T1: Viviful®; T2: Viviful® + Dithane®; T3: Viviful® + Promalin®; T4: Viviful® + MaxCel®; T5: Viviful® + Captan®; T6: Viviful® + Mythos®. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). CV: coeficiente de variação.

O pH da calda é importante indicativo de incompatibilidade da combinação e consequente ineficiência dos produtos (RAMOS; ARAÚJO, 2006). Segundo o fabricante, o pH ótimo da calda de pulverização de Viviful® encontra-se na faixa de



4,0 a 5,5, corroborado por estudos realizados por Jacyna et al. (2011), nos quais os autores mostram a maior eficácia de proexadiona cálcica (i.a. Viviful®) por ocasião da aplicação sob pH ácido, próximo a 4. Desta maneira, a adição de acidificantes às caldas de aplicação, conforme Queiroz et al. (2008), de modo a reduzir o pH de soluções alcalinas, é uma alternativa para uso nas caldas do experimento caso aplicadas. A exceção da testemunha, onde observou-se aumento no pH por ocasião da avaliação a 30 min e redução a 60 min, a variável não foi alterada para os tratamentos ao longo do tempo.

O tratamento Viviful® + Dithane® (T2) apresentou a maior média para condutividade elétrica, enquanto as demais combinações de Viviful®, exceto Viviful® + Captan® (T5) que foi superior, apresentaram valores semelhantes à testemunha, indicando respostas diferentes dos fungicidas testados, bem como a ausência de efeito dos reguladores de crescimento sobre a variável na calda de Viviful®. Estes resultados acordam com Cunha et al. (2017), onde os autores afirmam ser esta variável dependente dos componentes da calda.

As avaliações durante o tempo de 60 min mostraram média superior ao tempo 0 min, contudo, não diferindo do tempo 30 min.

Os experimentos 2 (Tabela 2) e 3 (Tabela 3) mostraram a existência de interação significativa para a variável pH entre os fatores água e tempo de medição.

O tratamento apenas com água destilada (testemunha) apresentou os maiores valores de pH a 0, 30 e 60 min. A combinação de água destilada + ETT (T2) apontou os menores valores de pH para ambos os experimentos a 0, 30 e 60 min, todavia, não diferindo dos valores fornecidos pela água do pomar 2 (T4) no experimento 2 (Tabela 2) e diferindo apenas por ocasião da avaliação a 30 min dos valores fornecidos pela água do pomar 7 (T4) no experimento 3, indicando haver redução nos valores da variável nas caldas formuladas com ETT e que esta redução é dependente da água utilizada. Os resultados obtidos coincidem com Kissmann (1998) e Prado et al. (2011), onde os autores afirmam ser a qualidade da água utilizada, bem como a adição de produtos fitossanitários, fatores de alteração dos valores de pH da calda de aplicação. Os valores de pH dos tratamentos ao longo

dos tempos 0, 30 e 60 min mantiveram-se constantes ou até mesmo aumentaram, indicando haver influência do tempo sobre a variável.

Tabela 2. Valores de pH, Ce ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e respectivas médias dos tratamentos e tempos de medição (Tempo 1: 0 min; Tempo 2: 30 min e Tempo 3: 60 min) para o experimento 2. Vacaria, RS, 2017.

Tratamentos	pH			Média s	Ce ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )			Médias
	Tempo 1	Tempo 2	Tempo 3		Tempo 1	Tempo 2	Tempo 3	
T1	7,43 Aab	7,88 Aa	7,20 Ab	7,50	13,75	15,50	19,25	16,17 E
T2	5,03 Cb	5,18 Da	5,10 Dab	5,10	29,50	28,25	28,75	28,83 D
T3	4,65 Bb	4,80 Ea	4,75 Ea	4,73	107,25	102,25	102,50	104,00 A
T4	5,08 Ca	5,13 Da	5,05 Da	5,09	42,50	41,25	40,75	41,50 C
T5	5,60 Ba	5,60 Ca	5,60 Ca	5,60	50,50	49,25	47,50	49,08 B
T6	5,65 Ba	5,60 Ca	5,65 Ca	5,63	46,00	44,50	43,50	44,67 BC
T7	5,90 Bb	5,98 Ba	6,00 Ba	5,96	51,25	50,25	49,50	50,33 B
Médias	5,62	5,74	5,62		48,68 a	47,32 a	47,39 a	
CV (%)	1,94				10,39			

T1: Água destilada; T2: Água destilada + ETT; T3: Pomar 1 + ETT; T4: Pomar 2 + ETT; T5: Pomar 3 + ETT; T6: Pomar 4 + ETT; T7: Pomar 5 + ETT. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). CV: coeficiente de variação.

Tabela 3. Valores de pH, Ce ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ ) e respectivas médias dos tratamentos e tempos de medição (Tempo 1: 0 min; Tempo 2: 30 min e Tempo 3: 60 min) para o experimento 3. Vacaria, RS, 2017.

Tratamentos	pH			Médias	Ce ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )			Médias
	Tempo 1	Tempo 2	Tempo 3		Tempo 1	Tempo 2	Tempo 3	
T1	8,00 Aa	7,38 Ab	7,48 Ab	7,62	5,25	5,25	7,00	5,83 E
T2	5,15 Fa	5,10 Fa	5,15 Fa	5,13	26,75	26,00	25,50	26,08 D
T3	5,80 Db	5,83 Db	5,90 Da	5,84	52,50	47,50	50,75	50,25 C
T4	5,20 Fb	5,30 Ea	5,30 EFa	5,27	46,25	44,25	44,50	45,00 C
T5	6,58 Cb	6,65 Cab	6,75 Ca	6,66	107,00	103,50	103,25	104,58 B
T6	5,40 Ea	5,43 Ea	5,35 Ea	5,39	31,25	31,50	32,25	31,67 D
T7	7,08 Bb	7,13 Bb	7,28 Ba	7,16	278,25	280,50	281,25	280,00 A
Médias	6,17	6,12	6,17		78,18 a	76,93 a	77,79 a	
CV (%)	1,18				6,08			

T1: Água destilada; T2: Água destilada + ETT; T3: Pomar 6 + ETT; T4: Pomar 7 + ETT; T5: Pomar 8 + ETT; T6: Pomar 9 + ETT; T7: Pomar 10 + ETT. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na linha e maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). CV: coeficiente de variação.

O tratamento apenas com água destilada (testemunha) apresentou a menor média para condutividade elétrica. A adição do regulador de crescimento ETT

aumenta a variável na calda e esta mudança mostrou-se dependente da água utilizada. O valor médio da variável verificado para o experimento 3 (Tabela 3) na calda formulada com a água do pomar 10 (T7) apresentou-se como 'outlier', indicando a presença de grande quantidade de íons na água utilizada e, de acordo com Carlson e Burnside (1984), citados por Fleck et al. (1999), passível de prejudicar a eficiência biológica de algumas moléculas herbicidas e outros compostos. As avaliações durante os tempos 0, 30 e 60 min não mostraram médias diferentes entre si, não ocorrendo aumento ao longo do tempo.

## CONCLUSÃO

- As combinações de Viviful® com os fungicidas Dithane® e Captan® provocaram aumento tanto no pH quanto na condutividade elétrica das caldas.

- As combinações de Viviful® com os reguladores de crescimento Promalin® e Maxcel® reduziram o pH das caldas, não alterando a condutividade elétrica.

- O regulador de crescimento ETP reduziu o pH e aumentou a condutividade elétrica das caldas, sendo as alterações dependentes da água utilizada.

É necessária a realização de estudos complementares a partir de análises físico-químicas das águas utilizadas, bem como aplicação das caldas formuladas e avaliação da eficiência dos produtos nas plantas.



## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CUNHA, J.P.A.R.; ALVES, G.S.; REIS, E.F. Efeito da temperatura nas características físico-químicas de soluções aquosas com adjuvantes de uso agrícola. **Planta Daninha**, [s.l.], v. 28, n. 3, p. 665-672, 2010. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-83582010000300024>.

CUNHA, J. P. A. R. da; ALVES, G. S.; MARQUES, R. S. Tensão superficial, potencial hidrogeniônico e condutividade elétrica de caldas de produtos fitossanitários e adjuvantes. **Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 48, n. 2, p.261-270, jun. 2017.

FLECK, N. G.; VARGAS, L.; CUNHA, M. M. da; ANDRES, A. Efeitos de parâmetros de aplicação na ação dessecante do herbicida sulfosate sobre plantas de arroz. **Planta Daninha**, [s.l.], v. 17, n. 1, p.139-149, abr. 1999. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-83581999000100013>.

HAWERROTH, F.J.; PETRI, J.L. Crescimento vegetativo de macieiras 'Fuji Suprema' sob influência da época de aplicação de proexadione cálcio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [s.l.], v. 36, n. 2, p. 373-380, jun. 2014. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0100-2945-375/13>.

JACYNA, T.; WÓJCIK, W.; LIPA, T. Effects of different pH sprays on the efficiency of prohexadione-Ca in sweet cherry trees. **Folia Horticulturae**, [s.l.], v. 23, n. 1, p.43-47, 23 jan. 2011. Walter de Gruyter GmbH. <http://dx.doi.org/10.2478/v10245-011-0007-4>.

KISSMANN, K. G. Adjuvantes para caldas de produtos fitossanitários. In: GUEDES, J. V. C. & DORNELLES, S. B (Org). **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos**: novas tecnologias. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária; Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1998. p. 39-51.

LOPES, P.R.C.; OLIVEIRA, I.V.M.; SILVA-MATOS, R.S. Inibidores de crescimento para a macieira (*Malus domestica*) da cv. 'Eva' no Vale do Submédio São Francisco. Embrapa Semiárido-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 22., 2012, Bento Gonçalves. Anais... Bento Gonçalves: SBF, 2012.

NASCIMENTO, V.; ARF, O., SILVA, M.G.; BINOTTI, F.F.S.; RODRIGUES, R.A.F.; ALVAREZ, R.C.F. (2009). Uso do regulador de crescimento etiltrinexapac em arroz de terras altas. **Bragantia**, 68:921-929.



PETRI, J.L.; HAVERROTH, F.J.; LEITE, G.B.; SEZERINO, A.A.; COUTO, M. **Reguladores de crescimento para frutíferas de clima temperado**. Florianópolis: Epagri, 2016, 141p.

PRADO, E. P.; ARAÚJO, D. de.; RAETANO, C.G.; POGETTO, M. H. F. A. da; AGUIAR-JÚNIOR, H. O.; CHRISTOVAM, R.S. Influência da dureza e potencial hidrogeniônico da calda de pulverização sobre o controle do ácaro-da-leprose em frutos de laranja doce. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p.389-396, fev. 2011.

QUEIROZ, A. A.; MARTINS, J.A.S.; CUNHA, J. P. A. R. da. Adjuvantes e qualidade da água na aplicação de agrotóxicos. **Biosci. J.**, Uberlândia, v. 24, n. 4, p.8-19, out. 2008.

RAMOS, H.H.; ARAÚJO, D. de. **Preparo da calda e sua interferência na eficácia de agrotóxicos**. 2006. Artigo em Hypertexto. Disponível em: <[http://www.infobibos.com/Artigos/2006\\_3/V2/index.htm](http://www.infobibos.com/Artigos/2006_3/V2/index.htm)>. Acesso em: 17/8/2017

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. SAS user's guide: Stat, Version 9.1, 4.1.ed. Cary, NC: SAS Institute, 466 p, 2002.

VARGAS, L.; ROMAN, E. S. **Herbicidas e a qualidade química da água usada como diluente**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2006. 8 p. html. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 57). Disponível em: [http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do57.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do57.htm)