

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA DE CALDAS DE PULVERIZAÇÃO EM COMBINAÇÃO DE ETEFOM E FUNGICIDAS NO MANEJO DA MACIEIRA

Chemical characterization of spray solutions in combination with ethephon and fungicides in apple tree management

Lorenzo da Silva Tissot¹, Fernando José Hawerth¹, Gilmar Arduino Bettio Marodin¹, Eduarda Dorigatti Gargioni¹, Brenda Reis Ferreira¹, Rubens Portella Cardoso¹

Universidade Federal do Rio Grande do Sul¹

Resumo: O uso do regulador etefom pode ser efetuado desde o raleio de frutos até a antecipação da maturação, podendo ser utilizado pelos produtores em mistura com outros produtos a fim de reduzir os custos de produção. Contudo, pouco se sabe qual o comportamento destas misturas e sua real eficiência. Assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar quimicamente a calda de diferentes misturas entre etefom e fungicidas utilizados no manejo da macieira. O estudo foi conduzido no Laboratório de Fisiologia e Manejo de Frutíferas Temperadas da Embrapa Uva e Vinho, em Vacaria/RS no ano de 2022. Foi realizada a medição do pH, da condutividade e o total de sólidos dissolvidos nas diferentes misturas. Os tratamentos estudados foram: 1) 0,00 mL L⁻¹ de Ethrel[®] (testemunha); 2) 2,00 mL L⁻¹ de Ethrel[®]; 3) 2,00 mL L⁻¹ de Ethrel[®] + Mythos[®] 1,50 mL L⁻¹; 4) 2,00 mL L⁻¹ de Ethrel[®] + Delan[®] 0,625 g L⁻¹; 5) 2,00 mL L⁻¹ de Ethrel[®] + Score[®] 0,14 mL L⁻¹; 6) 2,00 mL L⁻¹ de Ethrel[®] + Orkestra[®] 0,4 mL L⁻¹; 7) 2,00 mL L⁻¹ de Ethrel[®] + Manfil[®] 2 g L⁻¹. Para as medições foi utilizado um medidor multiparâmetro de bolso Combo Basic, da marca Akso[®]. As variáveis foram avaliadas em quatro momentos: no preparo da calda e 30, 60 e 90 minutos após. O experimento foi conduzido em DIC com esquema fatorial 7x4 (caldas x tempo), com três repetições. Para a variável pH houve significância nos fatores isolados, tendo um aumento do pH após 30 minutos do preparo da calda e, na sequência, uma estabilização. Quanto às diferentes caldas, a adição de Ethrel[®] proporcionou uma redução do pH, com a exceção do tratamento com o fungicida Manfil[®] que apresentou um pH médio de 4,1, enquanto todos os outros ficaram abaixo do pH 4,0. A condutividade também foi alterada, havendo uma leve redução nos primeiros 30 minutos. Na testemunha, com somente água, a condutividade foi de 234,08 µS cm⁻¹ sendo inferior a todos os outros tratamentos, indicando que o uso do regulador de crescimento aumenta a condutividade da calda. No total de sólidos dissolvidos, houve significância apenas nos tratamentos, tendo um comportamento similar ao da condutividade, com o tratamento testemunha, só com água, apresentando a menor média. Vale ressaltar que, tanto na condutividade, quanto no total de sólidos dissolvidos, o tratamento com a mistura de Ethrel[®] e Mythos[®] apresentou valores muito superiores em relação aos demais. Isso pode estar relacionado ao fato de que o fungicida não apresentou uma diluição satisfatória. Portanto, o estudo mostrou que Ethrel[®] altera as características químicas da calda, sendo necessário estudos a campo para avaliar a eficácia raleante e dos tratamentos fitossanitários.

Abstract: The use of the ethephon can be carried out from fruit thinning to anticipating ripeness, and can be used by producers in mixture with other products in order to reduce production costs. However, little is known about the behavior of these mixtures and their real efficiency. Thus, the objective of this work was to chemically characterize the solution of different mixtures between ethephon and fungicides used in apple tree management. The study was conducted in Laboratory of Physiology and Management of Temperate Fruits at Embrapa Uva e Vinho, in Vacaria/RS in 2022. Measurement of pH, conductivity and total dissolved solids in the different mixtures was carried out. The treatments studied were: 1) 0,00 mL L⁻¹ of Ethrel[®] (control); 2) 2,00 mL L⁻¹ of Ethrel[®]; 3) 2,00 mL L⁻¹ of Ethrel[®] + Mythos[®] 1,50 mL L⁻¹; 4) 2,00 mL L⁻¹ of Ethrel[®] + Delan[®] 0,625 g L⁻¹; 5) 2,00mL L⁻¹ of Ethrel[®] + Score[®] 0,14 mL L⁻¹; 6) 2,00 mL L⁻¹ of Ethrel[®] + Orkestra[®] 0,4 mL L⁻¹; 7) 2,00 mL L⁻¹ of Ethrel[®] + Manfil[®] 2 g L⁻¹. For measurements, a Combo Basic pocket multiparameter meter, from the Akso[®] brand, was used. The variables were evaluated at four moments: when preparing the solution and 30, 60 and 90 minutes later. The experiment was conducted in DIC with a 7x4 factorial scheme (solution x time), with three replications. For the pH variable, there was significance in the isolated factors, with an increase in pH after 30 minutes of preparing the solution and, subsequently, a stabilization. As for the different solutions, the addition of Ethrel[®] provided a reduction in pH, with the exception of the treatment with the fungicide Manfil[®] which presented an average pH of 4.1, all others are below pH 4.0. Conductivity was also changed, with a slight reduction in the first 30 minutes. In the control, with only water, the conductivity was 234.08µS cm⁻¹, being lower than all other treatments, indicating that the use of the plant growth regulator increases the conductivity of the solution. In the total of dissolved solids, there was significance only in the treatments, having a behavior similar to that of conductivity, with the control treatment, only with water, presenting the lowest average. It is worth mentioning that, both in conductivity and in total dissolved solids, the treatment with the mixture of Ethrel[®] and Mythos[®] presented much higher values compared to the others. This may be related to the fact that the fungicide did not present a satisfactory dilution. Therefore, the study showed that Ethrel[®] changes the chemical characteristics of the solution, requiring field studies to evaluate the thinning effectiveness and phytosanitary treatments.

Keyword: Malus domestica Borkh.; fruit thinning; solution compatibility

INTRODUÇÃO

A cultura da macieira (*Malus domestica* Borkh.) é uma frutífera de clima temperado pertencente à família Rosaceae. Amplamente cultivada no Sul do Brasil, onde as condições climáticas são favoráveis ao seu cultivo, no ano de 2021 o Brasil foi o 11º maior produtor da fruta no mundo, com mais de 1,2 milhões de toneladas produzidas em cerca de 33 mil hectares (FAO, 2023). Segundo dados do IBGE (2023), em 2022 o valor da produção foi de aproximadamente 2 bilhões de reais, com o estado de Santa Catarina responsável por 60% deste valor, seguido pelo Rio Grande do Sul.

Para manter uma regularidade produtiva é necessário produzir uma quantidade de frutos todos os anos e que sejam de qualidade. Naturalmente, em condições ideais, com cerca de 10% das flores fecundadas se produz frutos com qualidade, entretanto, nas condições do Sul do Brasil, a frutificação efetiva é superior (PETRI et al, 2017). O excesso de frutos na planta resultará em frutos com tamanho comercial insuficiente.

A prática do raleio é, portanto, fundamental para o setor produtivo da maçã, pois com ela é possível produzir frutos de maior calibre e coloração vermelha da epiderme, além de evitar a alternância de produção em cultivares suscetíveis (PETRI et al, 2017). Ele pode ser realizado de forma manual, mecânica ou química, porém, o raleio químico é o mais efetivo, pois promove a abscisão de frutos com menor potencial de crescimento no momento ideal (PETRI et al, 2017).

Petri et al. (2017) destacam diversas moléculas utilizadas para o raleio de frutos, que podem ser utilizadas desde a floração até frutos entre 20 e 25mm, como é o caso do ácido naftaleno acético, do carbaril, da 6-benziladenina e do etefom. Esses reguladores de crescimento podem ser utilizados em diversos estádios de desenvolvimento, como por exemplo, o etefom empregado no raleio de frutos, na antecipação da maturação, além do controle de crescimento vegetativo (PETRI et al, 2016).

O etefom é um regulador de crescimento do grupo do etileno, que ao ser absorvido promove a produção de etileno endógeno (PETRI et al, 2016). Esse processo é influenciado pelo pH da solução, tendo resposta com pH acima de 4,5 (Ferrara et al., 2016).

Por ser uma regulador de crescimento utilizado basicamente em todo o ciclo vegetativo da cultura, a fim de reduzir os custos de produção, pode ser acrescentado na calda de pulverização de outros agroquímicos, como é o caso dos fungicidas. Pereira et al. (2015) comentam que a maior parte dos defensivos possuem eficiência em caldas com pH entre 6,0 e 6,5. Entretanto pouco se sabe como é o comportamento da mistura entre etefom e os diversos fungicidas utilizados. Logo, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a calda de diferentes misturas entre o regulador de crescimento etefom e distintos fungicidas utilizados na cultura da macieira.

METODOLOGIA

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Fisiologia e Manejo de Frutíferas Temperadas da Estação Experimental de Fruticultura de Clima Temperado da Embrapa Uva e Vinho, no município de Vacaria/RS, (28° 30' 44" Sul, 50° 56' 02" Oeste e altitude de 971 metros) no ano de 2022.

As avaliações efetuadas consistiram na caracterização química de misturas de etefom com diversos fungicidas utilizados na cultura da macieira, em função do tempo de preparo. Os produtos comerciais utilizados foram o Ethrel® como fonte de etefom e os fungicidas Mythos®, Delan®, Score®, Orkestra® e Manfil®. As variáveis analisadas foram o pH, a condutividade e o total de sólidos dissolvidos em quatro tempos: no momento do preparo da calda, 30, 60 e 90 minutos após o preparo.

As medições foram realizadas com um medidor multiparâmetro de bolso Combo Basic, da marca Akso® (figura 1). Inicialmente foi lavado o eletrodo com

água destilada e feita a calibração do aparelho utilizando soluções com pH 4, pH 7 e pH 10, além de duas soluções para ajuste da condutividade e do total de sólidos dissolvidos, as quais ajustaram a condutividade em $1413\mu\text{S cm}^{-1}$ e $12,88\text{mS cm}^{-1}$. Feita a diluição dos produtos em um volume de calda de 1L foi colocada uma alíquota de 200mL em recipientes de plástico graduados. Logo em seguida, realizada a primeira medição das variáveis e, posteriormente, a cada 30 minutos era realizada outra medição. As medições foram feitas em uma temperatura média de $17,8^{\circ}\text{C}$.



Figura 1: Medidor multiparâmetro de bolso Combo Basic, Akso®.

Os tratamentos estudados foram os seguintes: 1) $0,00\text{ mL L}^{-1}$ de Ethrel® (testemunha); 2) $2,00\text{ mL L}^{-1}$ de Ethrel®; 3) $2,00\text{ mL L}^{-1}$ de Ethrel® + Mythos® $1,50\text{ mL L}^{-1}$; 4) $2,00\text{ mL L}^{-1}$ de Ethrel® + Delan® $0,625\text{ g L}^{-1}$; 5) $2,00\text{ mL L}^{-1}$ de Ethrel® + Score® $0,14\text{ mL L}^{-1}$; 6) $2,00\text{ mL L}^{-1}$ de Ethrel® + Orkestra® $0,4\text{ mL L}^{-1}$; 7) $2,00\text{ mL L}^{-1}$ de Ethrel® + Manfil® 2 g L^{-1} . A água utilizada para o preparo das soluções foi oriunda de um poço artesiano localizado em um pomar comercial na cidade de Monte Alegre dos Campos/RS.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, seguindo um esquema fatorial 7×4 (mistura de calda x tempo), com três repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância e, quando constatado diferença significativa entre os tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro. Para análise estatística foi utilizado o software RStudio (R CORE TEAM, 2023).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variável pH apresentou diferença significativa nos fatores isolados, não havendo interação significativa (tabela 1). Em relação ao fator tempo, a medição realizada no momento do preparo da solução diferiu estatisticamente das demais, mostrando uma pequena elevação no pH conforme o passar do tempo. Tratando-se do fator mistura de calda, o tratamento com somente água, foi superior aos demais, com pH próximo a neutralidade. A adição de Ethrel® promove uma brusca queda no pH da solução, havendo diferença entre as misturas com os fungicidas testados. A mistura entre Ethrel® e Manfil® foi superior às demais misturas com fungicidas, tendo um pH médio de 4,1. O tratamento que promoveu a maior queda do pH foi a mistura entre Ethrel® e Mythos®.

Conforme relatado por Queiroz et al. (2008) a degradação da molécula de agroquímicos é retardada sob um pH ácido, o que pode promover, dependendo das condições ambientais, um maior período de molhamento. Esse fator, considerando a ação de fungicidas, é positivo, pela maior proteção destes às plantas. Contudo, Pereira et al. (2015) citam que a maior eficiência de produtos fitossanitários se dá em caldas com pH levemente ácido, entre 6,0 e 6,5. Segundo a recomendação do fabricante do produto Ethrel® para que se tenha um bom feito do produto é necessário que o pH da água deve estar entre 5,0 e 6,0.

Tabela 1: pH em calda de pulverização de Ethrel® (etefom) em mistura com fungicidas utilizados no manejo da macieira. Vacaria/RS.

Tratamento	pH				Média
	0 min	30 min	60 min	90 min	
T1	7,07	7,02	7,14	7,16	7,10 a
T2	3,61	3,62	3,60	3,62	3,61 d
T3	3,47	3,52	3,52	3,58	3,52 e
T4	3,68	3,79	3,75	3,65	3,72 c
T5	3,73	3,82	3,78	3,84	3,79 c
T6	3,69	3,84	3,78	3,77	3,77 c
T7	4,07	4,10	4,12	4,15	4,11 b
Média	4,19 B	4,24 A	4,24 A	4,25 A	-
CV(%)	1,45				
Fonte de variação	GL	Quadrado médio			
Calda	6	19,5472*			
Tempo	3	0,0174*			
Calda x Tempo	18	0,0061 ^{ns}			
Erro	55	0,0037			

* significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F; ns – não significativo ($p > 0,05$); T1) 0,00 mL L⁻¹ de Ethrel®; T2) 2,00 mL L⁻¹ de Ethrel®; T3) 2,00 mL L⁻¹ de Ethrel® + Mythos® 1,50 mL L⁻¹; T4) 2,00 mL L⁻¹ de Ethrel® + Delan® 0,625 g L⁻¹; T5) 2,00 mL L⁻¹ de Ethrel® + Score® 0,14 mL L⁻¹; T6) 2,00 mL L⁻¹ de Ethrel® + Orkestra® 0,4 mL L⁻¹; T7) 2,00 mL L⁻¹ de Ethrel® + Manfil® 2 g L⁻¹; médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

Com relação à condutividade houve significância nos fatores isolados (tabela 2). A avaliação feita no preparo da calda apresentou os maiores valores médios, sendo superior estatisticamente ao tempo 30 minutos. Posteriormente, os tempos 60 e 90 minutos não diferiram entre si, nem dos demais. Nas misturas, o tratamento em que tinha somente água apresentou uma condutividade média de 234,08 $\mu\text{S cm}^{-1}$, sendo inferior aos demais tratamentos, indicando que, assim como para o pH, o Ethrel® promove alterações na condutividade.

O tratamento com Ethrel® e Mythos® apresentou os maiores valores de condutividade, superando a faixa dos 1200 $\mu\text{S cm}^{-1}$. Isso pode estar relacionado com problemas na diluição dos produtos (figura 2). É preciso outros estudos com a diluição destes em mistura com temperatura superior à do preparo, média de 17,8°C, a fim de verificar se o problema da diluição está relacionado com Ethrel® e a temperatura, ou se há incompatibilidade entre Ethrel® e Mythos®.

Prado et al. (2011) comentam que a presença de íons na água da solução interfere na condutividade da calda e que, dependendo da concentração, pode inativar produtos fitossanitários.

Tabela 2: Condutividade em calda de pulverização de Ethrel® (etefom) em mistura com fungicidas utilizados no manejo da macieira. Vacaria/RS.

Tratamento	Condutividade ($\mu\text{S cm}^{-1}$)				Média
	0 min	30 min	60 min	90 min	
T1	232,67	232,00	235,60	236,00	234,08 e
T2	696,67	684,67	696,67	702,33	695,08 c
T3	1298,67	1238,33	1275,00	1275,33	1271,83 a
T4	739,33	723,00	727,33	733,67	730,83 b
T5	706,33	703,00	703,33	700,50	703,29 c
T6	708,67	701,00	704,67	707,33	705,42 c
T7	615,00	613,33	607,00	603,30	609,67 d
Média	713,90 A	699,33 B	707,10 AB	708,36 AB	-
CV(%)	2,15				
Fonte de variação	GL		Quadrado médio		
Calda	6		1105767,3682*		
Tempo	3		760,4449*		
Calda x Tempo	18		262,3876 ^{ns}		
Erro	55		230,8212		

* significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F; ns – não significativo ($p > 0,05$); T1) 0,00 mL L⁻¹ de Ethrel®; T2) 2,00 mL L⁻¹ de Ethrel®; T3) 2,00 mL L⁻¹ de Ethrel® + Mythos® 1,50 mL L⁻¹; T4) 2,00 mL L⁻¹ de Ethrel® + Delan® 0,625 g L⁻¹; T5) 2,00 mL L⁻¹ de Ethrel® + Score® 0,14 mL L⁻¹; T6) 2,00 mL L⁻¹ de Ethrel® + Orkestra® 0,4 mL L⁻¹; T7) 2,00 mL L⁻¹ de Ethrel® + Manfil® 2 g L⁻¹; médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem significativamente pelo teste de Tukey ($p < 0,05$)

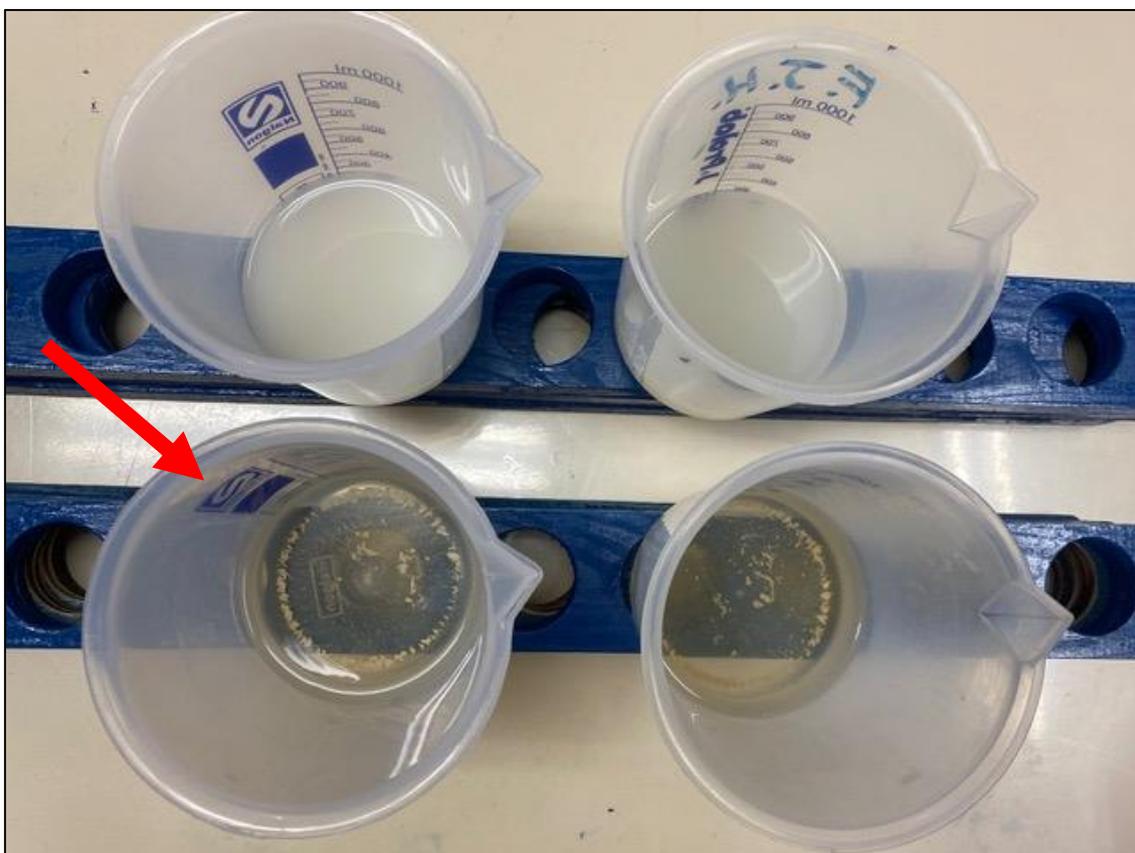


Figura 2: Seta indicando a solução contendo Ethrel® e o fungicida Mythos® não diluído. Vacaria/RS.

Fonte: Gargioni, E. D.

Na variável total de sólidos dissolvidos houve efeito significativo somente no fator isolado calda (tabela 3), ou seja, com o decorrer do tempo, não se obteve alteração da quantidade de sólidos dissolvidos. Contudo, o comportamento para esta variável foi similar ao da condutividade, tendo o tratamento com somente água a menor média ($117,08 \text{ mg L}^{-1}$) diferindo dos demais, mostrando que a adição de Ethrel® ocasiona o aumento de sólidos na solução. Para o tratamento contendo Ethrel® e o fungicida Mythos®, que superou todos os outros, é provável que o resíduo do mesmo que precipitou ao fundo do recipiente (figura 2), tenha influenciado nestes altos valores, praticamente o dobro do total de sólidos dissolvidos dos outros tratamentos.

Os sólidos dissolvidos na água de preparo têm a capacidade de interagir com os agroquímicos adicionados a ela e, portanto, ocasionar uma reação molecular e inativar determinados produtos fitossanitários ou causar a incompatibilidade entre os produtos presentes na calda (QUEIROZ et al, 2008).

Tabela 3: Total de sólidos dissolvidos em calda de pulverização de Ethrel® (etefom) em mistura com fungicidas utilizados no manejo da macieira. Vacaria/RS.

Tratamento	Total de sólidos dissolvidos (mg L ⁻¹)				
	0 min	30 min	60 min	90 min	Média
T1	116,00	117,00	117,67	117,67	117,08 e
T2	349,33	342,33	349,33	351,00	348,00 c
T3	649,33	632,00	640,33	641,00	640,67 a
T4	369,33	361,67	363,67	367,00	365,42 b
T5	353,33	351,67	351,00	350,00	351,50 c
T6	354,33	351,00	352,33	353,67	352,83 c
T7	308,33	306,33	303,33	301,67	304,92 d
Média	357,14 ^{ns}	351,71	353,95	354,57	-
CV(%)			1,82		
Fonte de variação	GL	Quadrado médio			
Calda	6	281776,3751*			
Tempo	3	104,9879 ^{ns}			
Calda x Tempo	18	27,5555 ^{ns}			
Erro	55	41,6848			

* significativo a 5% de probabilidade de erro pelo teste F; ns – não significativo (p>0,05); T1) 0,00 mL L⁻¹ de Ethrel®; T2) 2,00 mL L⁻¹ de Ethrel®; T3) 2,00 mL L⁻¹ de Ethrel® + Mythos® 1,50 mL L⁻¹; T4) 2,00 mL L⁻¹ de Ethrel® + Delan® 0,625 g L⁻¹; T5) 2,00mL L⁻¹ de Ethrel® + Score® 0,14 mL L⁻¹; T6) 2,00 mL L⁻¹ de Ethrel® + Orkestra® 0,4 mL L⁻¹; T7) 2,00 mL L⁻¹ de Ethrel® + Manfil® 2 g L⁻¹; médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem significamente pelo teste de Tukey (p<0,05)

CONCLUSÃO

A adição do regulador de crescimento Ethrel® alterou significamente as características químicas da calda para todas as variáveis analisadas, independente da mistura com fungicida.

O tratamento com Ethrel® e Mythos® apresentou problemas na diluição, sendo necessário novos estudos para verificar a real causa deste problema.

Estudos a campo são necessários a fim de avaliar a eficácia destas misturas no combate às principais doenças da cultura da maçã e no raleio de frutos.

AGRADECIMENTOS

Agradecimento ao CNPq pela concessão de bolsa de mestrado ao primeiro autor e à Embrapa pelo fomento à pesquisa - projeto Embrapa/SEG 20.19.03.066.00.00 - Manejo de pomares de macieira sob tela antigranizo: estratégias para aumento da regularidade produtiva e qualidade da produção.

REFERÊNCIAS

FERRARA, G.; MAZZEO, A.; MATARRESE, A.; et al. Ethephon as a potential abscission agent for table grapes: effects on pre-harvest abscission, fruit quality, and residue. **Frontiers in Plant Science**, v.7, n. 620, 2016.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). **Production quantity and area harvested of apple**. Base de dados FAOSTAT, 2021. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
Lorenzo da Silva Tissot Acesso em: 19 set. 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção Agrícola Municipal**: Área destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção do Brasil, das Grandes Regiões e das Unidades da Federação, segundo os produtos das lavouras permanentes. Base de dados IBGE 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9117-producao-agricola-municipal-culturas-temporarias-e-permanentes.html>. Acesso em: 19 set. 2023.

PEREIRA, R. B.; MOURA, A. P.; PINHEIRO, J. B. **Tecnologia de aplicação de agrotóxicos em cultivo protegido de tomate e pimentão**. Brasília: Embrapa Circular técnica 144, 20p, 2015.



PETRI, J. L.; HAWERROTH, F. J.; LEITE, G. B.; et al. **Reguladores de crescimento para frutíferas de clima temperado**. Florianópolis: Epagri, 141p., 2016.

PETRI, J. L.; SEZERINO, A. A.; PASA, M. S.; et al. **Raleio de frutos na cultura da macieira**. Florianópolis: Epagri Boletim Técnico 179, 61p., 2017.

PRADO, E. P.; ARAÚJO, D.; RAETANO, C. G.; et al. 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, 2011.

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

R CORE TEAM (2023). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Disponível em: <https://www.R-project.org/>.